

Tomi Jalonen

MYLLYHUOLTOTYÖN TEHOSTAMINEN

Siirtovaunun suunnittelu

Konetekniikan koulutusohjelma

2014

MYLLYHUOLTOTYÖN TEHOSTAMINEN

Siirtovaunun suunnittelu

Jalonen, Tomi
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Konetekniikan koulutusohjelma
Tammikuu 2014
Ohjaaja: Santanen, Teemu
Sivumäärä: 39
Liitteitä: 9

Asiasanat: hiilivoimalaitos, hiilimylly

Opinnäytetyön aiheena oli Fortum Power and Heat Oy:n Meri-Porin hiilivoimalaitoksen hiilimyllyjen huoltotyön helpottaminen ja turvallisuuden parantaminen. Työssä pohditaan mitä ongelmia myllyhuoltotyössä on ja esitellään niihin ratkaisuja.

Työ aloitettiin selvittämällä myllyhuollon ongelmat ja niiden syyt. Selvitystä tehtiin keskustelemalla asentajien ja muun henkilökunnan kanssa, jotka olivat myllyhuoltoja tehneet. Selvityksen perusteella mietittiin ratkaisuja, jotka olisivat helppoja ja kustannustehokkaita toteuttaa.

Suurimpaan ongelmaan eli myllyn raskaiden osien siirtelyyn suunniteltiin ratkaisuksi renkailla kulkeva kaksiakselinen siirtovaunu, jota liikutellaan trukin avulla. Myllyn osien massan perusteella laadittiin siirtovaunun suunnitelma lujuuslaskelmineen ja piirustuksineen.

INTENCIFICATION OF THE COAL MILL SERVICE WORK

Designing a carriage for the parts of the coal mill

Jalonen, Tomi

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical Engineering

January 2014

Supervisor: Santanen, Teemu

Number of pages: 39

Appendices: 9

Keywords: coal power plant, coal mill, coal grinding mill

The purpose of this thesis was to examine the service work of the coal grinding mills in Fortum Power and Heat LTD`s Meri-Pori coal power plant and to make it easier and safer. The thesis showcases the problems and the solutions to them.

The work begun by examining the problems of the coal mill service job and by determining the causes of the problems. Research was being made with the help of the technicians and other staff members that had been involved in the coal mill service job. Based on the research, solutions were tried to find, that would have been easy to apply and not very expensive.

For the biggest problem, which is the moving of the heavy parts of the mill, a solution was found. The solution was to build a carrier with two axels and rubber tires that can be moved with a forklift. Based on the mass of the parts of the mill, a plan of the carriage was made, including calculations of the strengths of the materials and blueprints.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	MERI-PORIN VOIMALAITOS.....	6
2.1	Yleistä.....	6
2.2	Omistajat.....	7
2.2.1	Fortum Power and Heat Oy	7
2.2.2	Teollisuuden voima (TVO)	7
2.3	Laitoksen toiminta.. ..	8
2.4	Myllytila	10
3	HIILIMYLLY	11
3.1	MPS 235-hiilimylly	11
3.2	Myllyn osat	12
3.3	Myllyn toiminta.. ..	12
4	MYLLYHUOLTO	15
4.1	Huolto	15
4.1.1	Perushuolto ja tarkistus.....	15
4.1.2	Huoltotyö.....	15
4.2	Myllyhuollon ongelmat.....	16
5	RATKAISUT	17
5.1	Myllyn yläosan ahtaan tilan laajentaminen	17
5.2	Siltanosturin vahvistaminen	18
5.3	Ratkaisu osien liikuttamiseen myllytilassa.....	18
6	SIIRTOVAUNU	19
6.1	Lavetti ja akselien paikat.....	20
6.1.1	Akseleiden paikat	20
6.1.2	Pitkittäispalkit.....	21
6.1.3	Tarvittavat materiaalit.....	23
6.2	Pyörät	24
6.3	Taka-akseli	25
6.4	Etuakseli kääntyvillä pyörillä.....	27
6.5	Ohjaus	29
6.6	Valmis vaunu.....	34
6.6.1	Tarvittavat materiaalit ja osat	34
6.6.2	Materiaalien hinta	36
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	38
	LÄHTEET	39
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämän insinöörityön tarkoituksena oli Fortum Power and Heat Oy:n Meri-Porin hiilivoimalaitoksen hiilimyllyhuoltotyön tehostaminen ja erityisesti turvallisuuden parantaminen. Työn avulla haluttiin selvittää, mitä ongelmia myllyhuoltotyöhön liittyy, niiden syyt ja miten ne voidaan ratkaista.

Työ aloitettiin perehtymällä ensin hiilimyllyihin, niiden eri osiin ja myllyn toimintaan kokonaisuutena ja osana voimalaitosta. Perehtyminen tehtiin tutustumalla myllyn kirjallisuuteen voimalaitoksella, seuraamalla myllyjä toiminnassa ja keskustelemalla henkilökunnan ja erityisesti myllyhuoltoja tehneiden asentajien kanssa. Myllyhuoltoa käytiin läpi henkilökunnan kanssa ja keskusteltiin siinä esiintyvistä ongelmista. Ongelmien selvittämisen jälkeen alettiin pohtia ratkaisuja ongelmille.

Suurin ongelma huoltotyössä oli suurien myllynosien liikuttaminen myllytilassa, johon työhön tarkoitettu siltanosturi pystyi vain osittain. Ratkaisuksi kyseiseen ongelmaan suunniteltiin renkailla kulkeva lavetti, jossa on kääntyvä etuakseli. Osat saadaan nostettua siltanosturilla lavetin päälle ja lavetilla ne on helppo kuljettaa syrjään. Näin saadaan osien liikuttamisesta turvallisempaa ja tehokkaampaa sekä saadaan tilaa huoltotöitä varten.

2 MERI-PORIN VOIMALAITOS

2.1 Yleistä



Kuva 1. Meri-Porin Voimalaitos /2/

Meri-Porin 565 MW:n hiilivoimalaitos sijaitsee Porin kaupungin alueella Tahkoluodossa, osoitteessa Tahkoluoto, 28900 PORI. Voimalaitoksen rakentaminen aloitettiin vuonna 1992 ja tuotanto aloitettiin vuonna 1994. Voimalaitos on yksi maailman puhtaimmista ja tehokkaimmista kivihiilivoimalaitoksista. Voimalaitoksessa työskentelee 48 henkilöä, joista 21 toimihenkilöitä. /1/

Laitoksen suunnittelussa on erityisesti panostettu ympäristönsuojelutekniikkaan. Laitoksen moderni polttotekniikka ja katalyyttinen typenpolttolaitteisto puhdistavat savukaasujen typenoksidit 80-prosenttisesti. Rikkidioksidista noin 90 prosenttia jää rikinpoistolaitoksen pesuriin ja pölysuodattimet ottavat savukaasujen hiukkasista lähes 100 prosenttia talteen. Kivihiilen polttoprosessissa syntyvää lentotuhkaa ja savukaasun puhdistuksessa syntyvää kipsiä hyödynnetään rakennusteollisuudessa ja maanrakennuksessa. /2/

Laitos on täysin automatisoitu ja laitoksen käyttö tapahtuu lähes täysin valvomosta, käyttömiesten toimesta.

2.2 Omistajat

Meri-Porin voimalaitos on Fortum Power and Heat Oy:n ja teollisuuden Voiman (TVO) yhteisomistuksessa.

2.2.1 Fortum Power and Heat Oy

Fortum Power and Heat Oy on osa Fortum konsernia ja se koostuu Power- ja Heat-divisioonista.

Power-divisioona vastaa sähkön tuotannosta ja kaupankäynnistä pohjoismaisilla tukusähkömarkkinoilla sekä asiantuntijapalveluiden tarjoamisesta sähkön- ja lämmön-tuottajille maailmanlaajuisesti. Suurin osa Fortumin tuotannosta on vesi- ja ydinvoimaa. Vuonna 2012 sähköntuotannosta 97 prosenttia oli hiilidioksidipäästötöntä ja 50 prosenttia perustui uusiutuviin energialähteisiin. /1/

Heat-divisioona keskittyy sähkön ja lämmön yhteistuotantoon (CHP) sekä kaukolämmön jakeluun. Vuoden aikana Fortum jatkoi investointeja uuteen CHP-tuotantoon ja uusien kaukolämpö- ja kaukokylmätuotteiden kehittämistä. Yhtiöllä on laaja kokemus CHP-tuotannosta ja se on volyymiltaan yksi maailman suurimmista lämmöntuottajista. Vuonna 2012 lämmönmyynti oli 19,7 TWh. Sähkönmyynti yhteensä oli 4,2TWh. /1/

2.2.2 Teollisuuden Voima (TVO)

Teollisuuden voima on suomalainen ydinvoimayhtiö, joka on tuottanut sähköenergi-aa suomalaisille jo yli 30 vuotta. TVO on listaamaton julkinen osakeyhtiö, joka tuottaa sähköä omistajilleen omakustannusperiaatteella. Yhtiön ydinvoimalaitosyksiköitä ovat Olkiluoto 1 ja 2, sekä rakenteilla oleva Olkiluoto 3. Myös Olkiluoto 4:n rakentamista suunnitellaan. Yhtiö on pääasiassa keskittynyt ydinvoimaan, mutta sillä on myös osuuksia eri voimalaitoksista, kuten hiilivoimaloista. /2/

2.3 Laitoksen toiminta

Laitos on hiilivoimalla toimiva lauhdelaitos. Lauhdevoimalaitoksessa vesi kuumentetaan paineistetuksi höyryksi pyörittämään turbiinia.

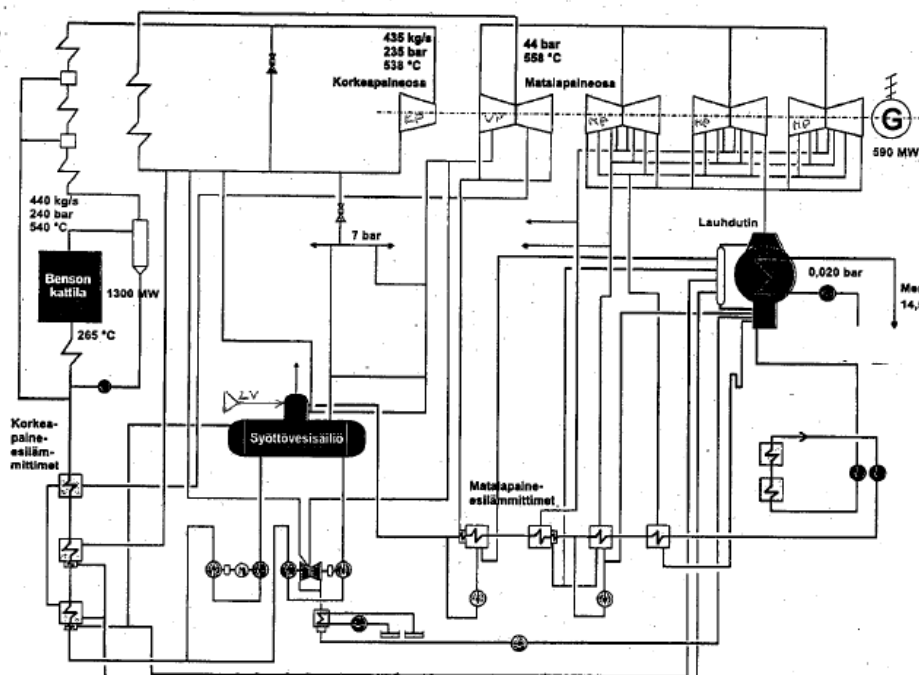
Prosessi

Vedenpuhdistuslaitoksella puhdistettu vesi syötetään syöttövesisäiliöön. Syöttövesisäiliöstä syöttövesipumput pumppaavat veden korkeapaine- ja savukaasuesilämmittimien(Eko) kautta kattilaan. Kattilassa paineistettu vesi lämmitetään yli 500 -asteiseksi höyryksi. Höyry menee tulistuksen kautta korkeapaineturbiinille ja siitä edelleen välitulistuksen kautta välipaine- ja matalapaineturbiineille. Turbiinit pyörittävät generaattoria, joka muuttaa mekaanisen eli liike-energian sähköksi. Lopuksi höyry lauhdutetaan meriveden avulla ja se palaa kiertoon. Generaattori tuottaa sähkötehoa 587 MW, josta omaan käyttöön kuluu 22 MW. Sähköntuotto verkkoon on siis 565 MW.

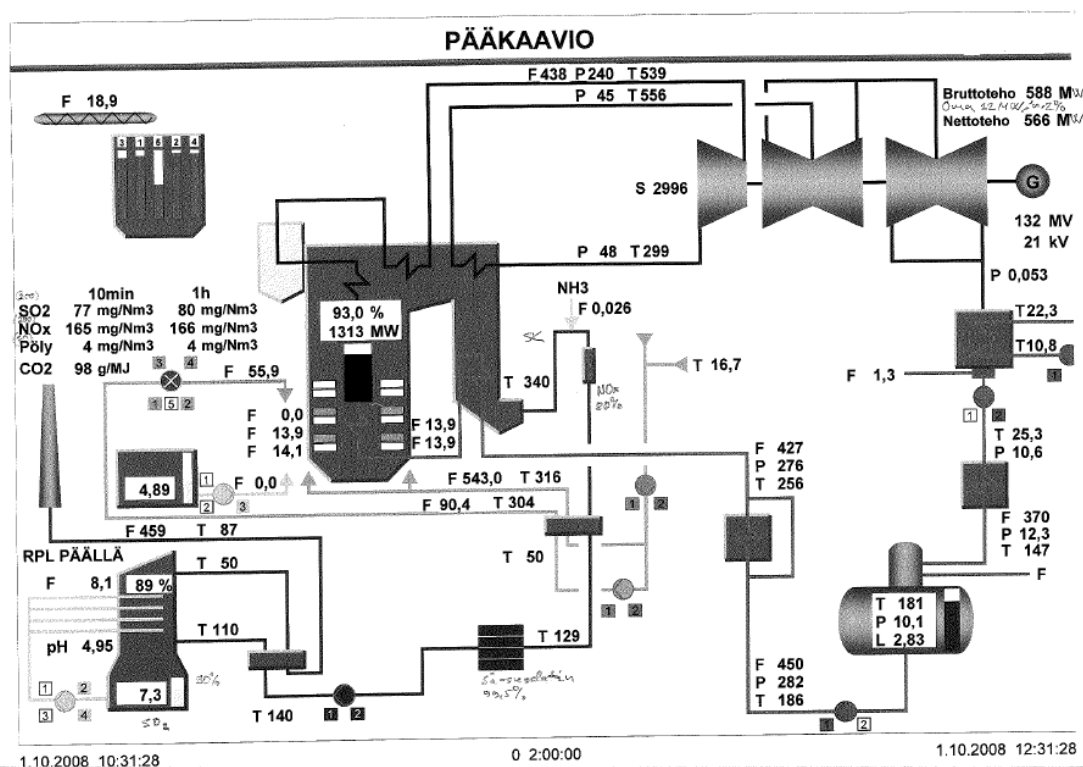
Kattilan polttoainetehto on 1300 MW eli karkea hyötysuhde on $565 \text{ MW} / 1300 \text{ MW} = 0.43$, joka on lauhdelaitokselle korkea.

Kuvista 2. ja 3. näkyy veden ja höyryn massavirrat, paineet ja lämpötilat.

Meri-Porin lauhdutusvoimalaitos



Kuva2. Höyryprosessi. /3/



Kuva 3. Meri-Porin valvomon pääkaavio. /3/

2.4 Myllytila



Kuva 4. Esimerkki myllytilasta. /4/

Meri-Porin voimalaitoksessa myllytila sijaitsee kattilan itäpuolella, syötintilan ja hiilisiilojen alapuolella. Myllytilassa on viisi hiilimyllyä vierekkäin. Myllytilan katossa on myllyjen purkamiseen tarkoitettu siltanosturi. Siltanosturin kapasiteetti on 40 000kg.

3 HIILIMYLLY

3.1 MPS 235-hiilimylly

Hiilimyllyn mitoitus tehdään tehovaatimusten ja polttoainetietojen perusteella. Meri-Porin hiilimyllyt mitoitettiin seuraavien polttoainetietojen perusteella:

Kosteus	%	16
Jauhettavuus	H	80
Vaadittu jauhaus	%	16
Kapasiteetti	t/h	95,4
	kg/s	26,5

/5/

Tietojen perusteella valittiin MPS 235- hiilimyllyt.

Hiilimyllyjen tekniset tiedot:

Myllytyyppi		MPS-mylly
Myllykoko		235
Kokonaiskorkeus	m	9.3
max. leveys	m	5.4
Jauhinkourun ulko ø	mm	2970
Pyörimisnopeus	rpm	23,5
Jauhinpyörien lkm.	kpl	3
Myllyn kok.paino	kg	180 000
Seulan paino	kg	26 500
Perustuksen paino	kg	459 000
Moottoriteho	kW	730
Moottorityyppi		vaihtovirtamoottori
Melu 1m etäisyydellä	dB	85

/5/

3.2 Myllyn osat

Myllyhuollon kannalta tärkeimmät osat:

- lamelliseula

Myllyn yläosassa sijaitseva lamelliseula erottaa siihen puhalletusta hiilipölystä liian suuret hiukkaset ja ohjaa ne takaisin jauhettavaksi.

- jauhinyörät ja -kouru

Hiili jauhetaan pölyksi kourun ja kivien välissä.

- vaihteisto

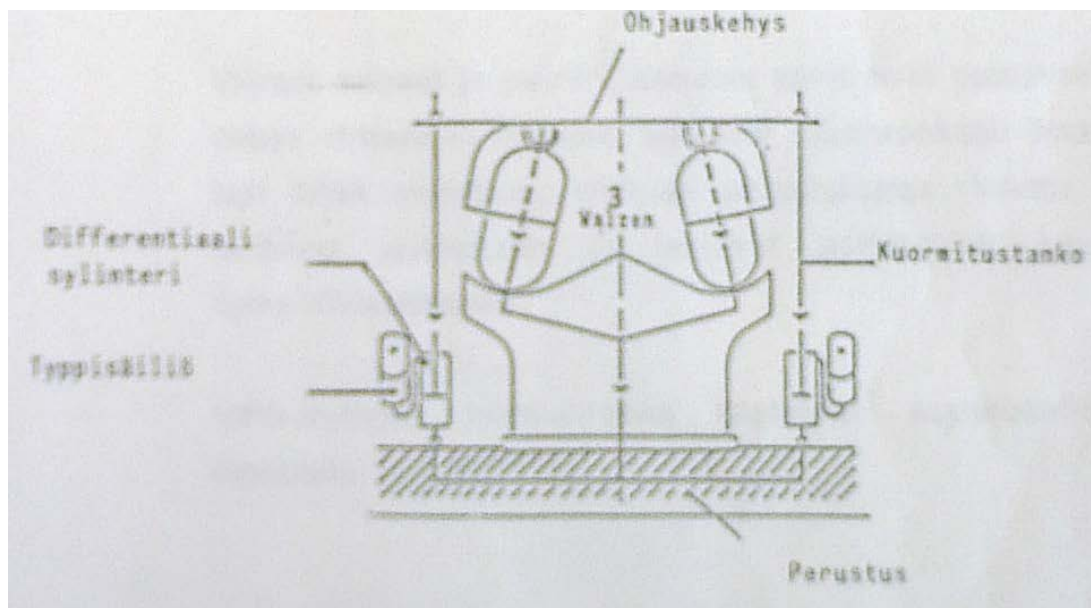
Planeettavaihteisto KPV 1700, massa n. 28 000 kg.

- toimilaite

Vaihtovirtamoottori, teho 730kW, kierrosluku 1000 rpm.

3.3 Myllyn toiminta

Hiilimyllyn tehtävä hiilivoimalaitoksessa on jauhaa hiili määrätyn kokoiseksi hiilipölyksi, joka puhalletaan kattilaan. Hiili kuljetetaan hiilikentältä kuljettimia pitkin, murskaimen kautta, hiilisiiloihin. Hiilisiilot sijaitsevat myllyjen yläpuolella. Siilosta syötin syöttää hiilen myllyille tarvittavalla nopeudella. Myllyssä hiili sinkoutuu keskipakovoiman ansiosta jauhinkourulle, jossa jauhinyörät (3kpl) jauhavat hiilen (kuva 4). Jauhinyörät, jotka on sijoitettu symmetrisesti jauhinkourun kehälle, pysyvät paikallaan ja jauhinkouru pyörii. Jauhintoima saadaan hydropneumaattisella jousijärjestelmällä, jolla liikutetaan pyöriä ylös ja alas. Staattisesti vakaa kolmijärjestelmä takaa kuormituksen tasaisen jaon pyörien kesken. /5/



Kuva 5. Jauhinkouru ja kivet. /5/

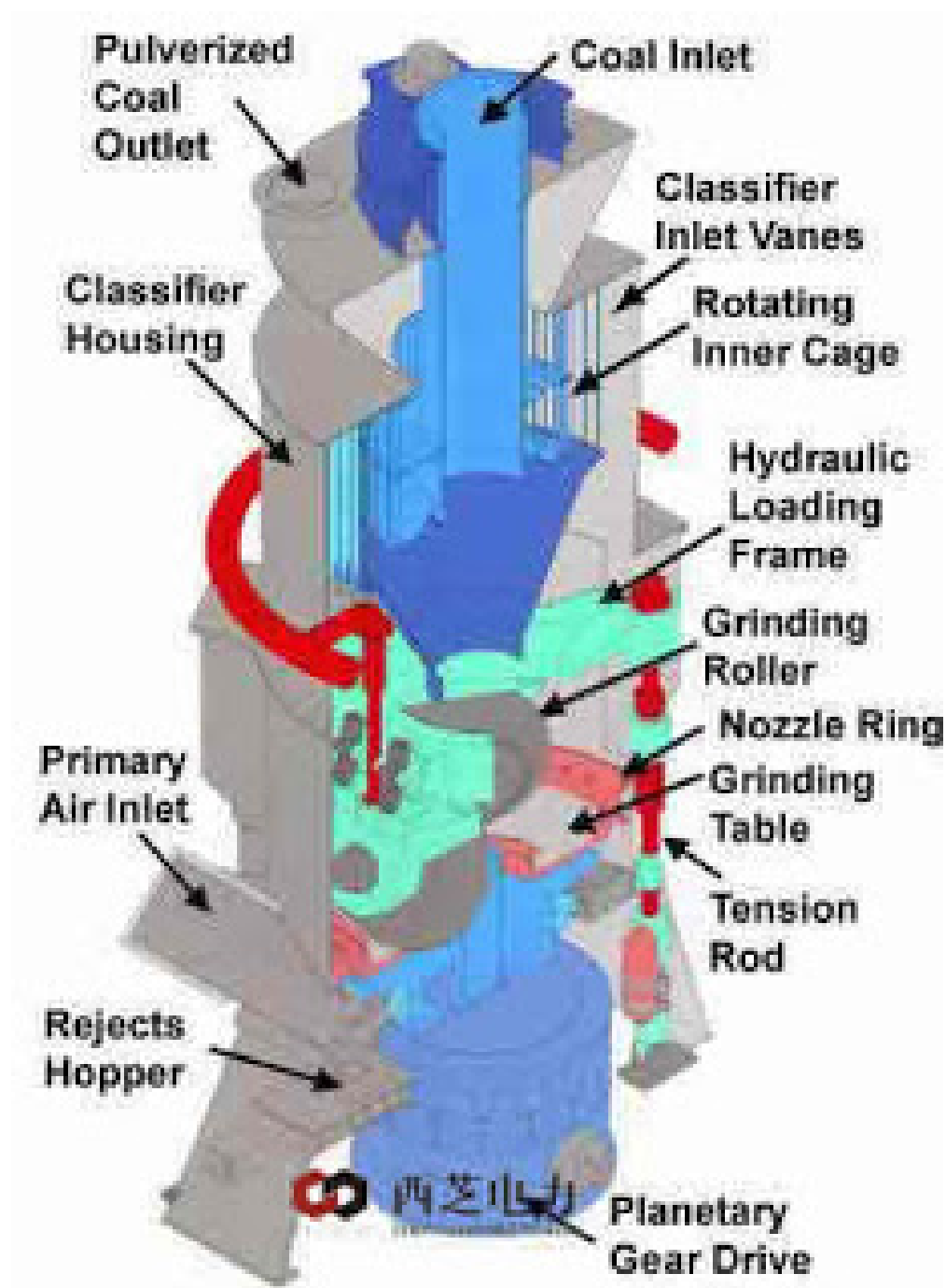
Jauhaminen ja kuivaus tapahtuvat ilmvirtaperiaatteella. Kaasut kuivattavat ja kuljettavat jauhetun aineksen myllykammion yläosaan hydraulisesti ohjattuun lamelliseulaan, jossa erotetaan hieno ja karkea aines. Pöly-ilma-virta johdetaan sivulle roottoriin kiinteästi laakeroitujen säleikköjen läpi, kun se on läpäissyt painoilma-vyöhykkeen. Pyörivässä lamellikorissa muodostuu keskipakovoima, joka välittyy nostoilmassa oleviin kiintoainehiukkasiin. Tämän ansiosta suuremmat hiukkaset muuttavat suuntaansa ja liikkuvat kohti säleikköä. Tässä suuret hiukkaset menettävät virtausenergiansa ja liukuvat suppilonmuotoista palautuslevyä pitkin takaisin keskele jauhinkourua, jossa jauhautuvat uudestaan.

Lamelliseulan erotusominaisuudet riippuvat roottorin pyörimisnopeudesta, joka on säädettävissä. Hienousaste säädetään lamellirivin kierrosluvun mukaan. Alhaisempi kierrosluku tuottaa karkeampaa ja korkeampi hienompaa ainesta. Valmiiksi jauhettu pöly poistuu seulasta pölyputkia pitkin. Tasaisen pölyjakauman saavuttamiseksi linjoja voidaan kuristaa säätöpeltien avulla.

Vieraat esineet ja liian suuret hiukkaset, jotka eivät painonsa puolesta nouse virtauksen mukana, putoavat suutinrenkaan ilmasuuttimien läpi ilmakehanavistoon ja sen kautta ulos hylkyhiililaatikkoon.

Toimilaitteena MPS-myllyissä käytetään 730 kW:n vaihtovirtamoottoria. /5/

Kuvassa 6. Hiilimyllyn läpileikkaus.



Kuva 6. Hiilimyllyn osat ja toiminta. /6/

4 MYLLYHUOLTO

4.1 Huolto

4.1.1 Perushuolto ja tarkistus

Myllytilan viidestä hiilimyllystä neljä on käytössä täydellä teholla ajettaessa. Pienemmällä teholla ajettaessa riittää kolme tai kaksi myllyä. Aina siis vähintään yksi myllyistä on käyttämättä, eli varalla, jos jokin käynnissä olevista joudutaan pysäyttämään. Pysähdyksissä olevaa myllyä vaihdellaan aika ajoin ja siihen tehdään tarkastuksia kulumisen seuraamiseksi. Tärkeimmät tarkastettavat ovat jauhinkivet ja jauhinkouru. Kulumisen mitataan millimetrien tarkkuudella ja kirjataan ylös. Myös muut myllyn sisäpinnat tarkastetaan. Sisäpinnat on pääosin tehty kovista, hyvin kulumista kestävästä teräslevyistä, jotka on tarvittaessa suhteellisen helppo vaihtaa.

4.1.2 Huoltotyö

Myllyn mennessä täysin toimintakelvottomaksi jauhinkivien tai jauhinkourun liian kulumisen tai muun suuren vian vuoksi, tehdään täysi myllyhuolto. Myllyhuollossa mylly puretaan ja vaihdetaan tarvittavat osat.

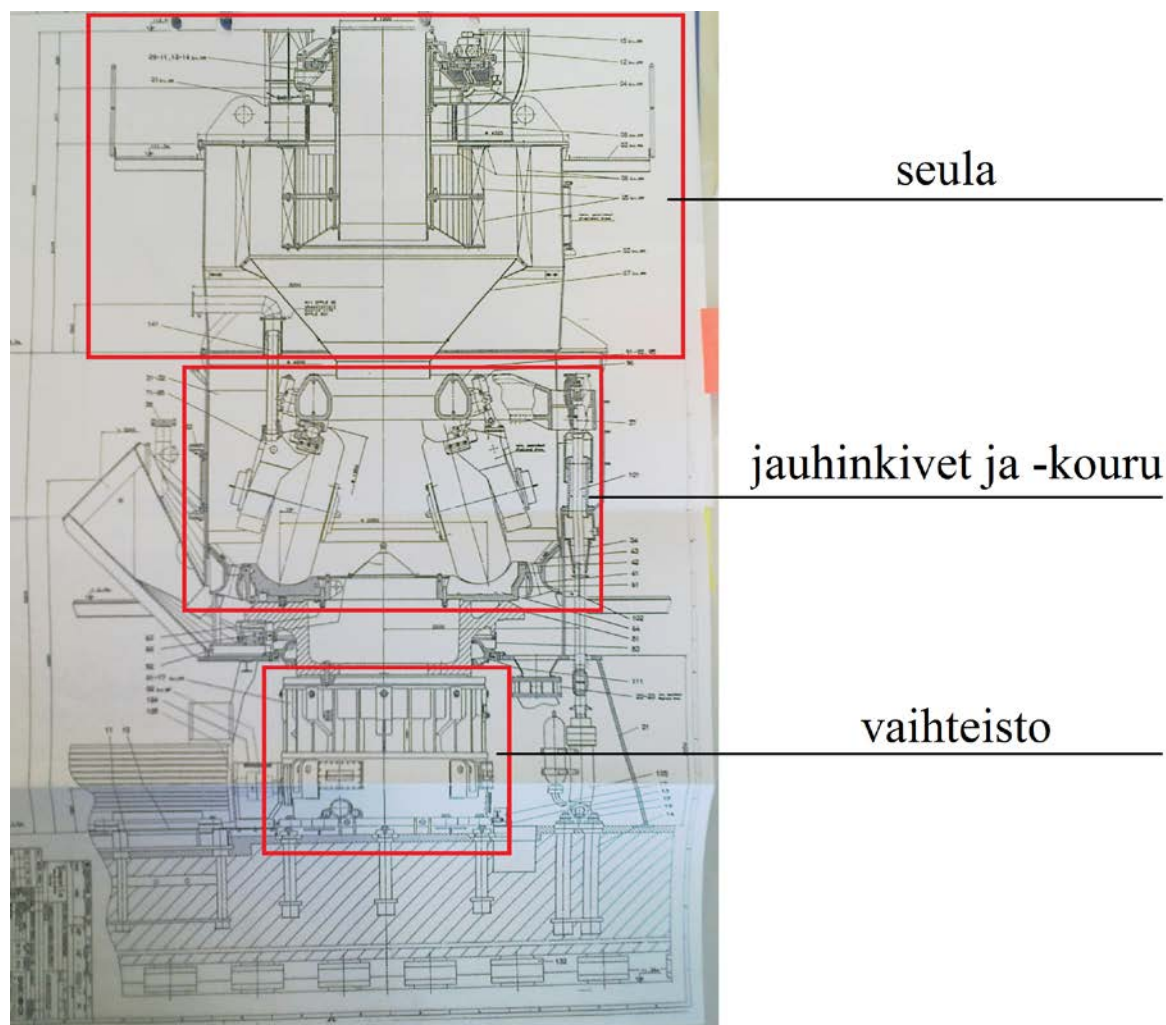
Mylly puretaan luonnollisesti ylhäältä alaspäin. Ensiksi irrotetaan kattilaan menevät hiilipölyputket ja puretaan eristeet myllyn ympäriltä. Osat siirrellään nosturilla myllytilan lattialle.

Seuraavaksi, kun putket ja eristeet on purettu, siirrytään ensimmäisen suuren osan eli seulan(Kuva 7.) irrottamiseen. Seulaosan pultit avataan ja se irrotetaan muusta myllystä nostamalla nosturilla suoraan ylös, jonka jälkeen se siirretään sivusuunnassa myllytilan lattialle. Seulaosa asetetaan tehtävään valmistettujen palkkien päälle ja siitä irrotetaan sisäseula.

Seulan ollessa pois paikaltaan nähdään suoraan jauhintilaan, jossa jauhinkivet ja jauhinkouru ovat(Kuva 7.). Jauhinkivet irrotetaan ja nostetaan nosturilla ylös ja siirre-

tään lattialle. Jauhinkivien ollessa pois tieltä voidaan koko jauhinkouru irrottaa ja nostaa pois paikoiltaan.

Myllyssä alimmaisena sijaitseva vaihteisto(Kuva 7.) vedetään pois myllyn alta sivusuunnassa. Tätä ennen myllyä pyörittävä sähkömoottori siirretään pois vaihteiston edestä.



Kuva 7. Hiilimylly. /5/

4.2 Myllyhuollon ongelmat

Myllyhuollon yksi iso ongelma on suurien ja painavien osien liikuttamisen vaikeus. Alun perin voimalaitokseen oli suunniteltu nykyistä pienemmät hiilimyllyt. Luonnollisesti hiilimyllytila suunniteltiin ja mitoitettiin näiden pienempien myllyjen mukaan. Myllytilan nosturi mitoitettiin myös pienempien eli kevyempien myllyjen mukaan. Suunnittelun loppuvaiheessa päädyttiin kuitenkin suurempiin hiilimyllyihin, joiden

säätöalue on laajempi ja kapasiteetti riittävä. Suuremmat myllyt mahtuivat alkuperäisille myllyille suunniteltuun myllytilaan, joten sitä ei suurennettu.

Myllyhuoltojen yhteydessä on kuitenkin huomattu seuraavat ongelmat:

Myllytilan katto on niin alhaalla myllyihin nähden, että myllyn yläosassa sijaitsevien hiiliputkien ja koko seulaosan purku on haastavaa ahtaan tilan vuoksi.

Myllytilan siltanosturin kapasiteetti ei riitä siirtämään raskaita osia, kuten seulaa, pituussuunnassa pois myllyjen edestä. Kun siltanosturi on lukittuna myllyn kohdalle, sillä voidaan nostaa myllyn osat pois paikoiltaan ja liikuttaa ne sivusuunnassa myllytilan lattialle, mutta pituussuunnassa taakan siirto ei onnistu. Erityisesti suurten osien, kuten seulan liikuttaminen myllytilan pituussuunnassa olisi tärkeää, koska kaikki osat eivät mahdu myllyn eteen. Seulaa on liikutettu ns. raahaamalla lattiaa pitkin, joka on vaikeaa eikä ole turvallista. /7/

5 RATKAISUT

5.1 Myllyn yläosan ahtaan tilan laajentaminen

Tilan lisäämiseksi käytännössä ainoa ratkaisu olisi nostaa myllytilan kattoa. Myllytilan yläpuolella on syötintila, jossa on syöttimet ja niiden päällä valtavat hiilisiilot. Myllytilan katon, joka on siis samalla syötintilan lattia, nostamiseksi täytyisi myös nostaa kaikkea sen yläpuolella olevaa. Käytännössä jouduttaisiin rakentamaan uudelleen koko syötintila ja hiilisiilot. Tämä ei ole järkevää, koska kyseinen projekti veisi todella paljon aikaa ja kustannukset olisivat liian suuret. Voimalaitosta ei myöskään voitaisi käyttää projektin aikana, joka aiheuttaisi tappioita.

Asentajien työskentelyä helpottamaan ja turvaamaan on myllyjen yläosiin rakennettu huoltotasoja. Tämä on ollut nopea ja kustannustehokas ratkaisu.

5.2 Siltanosturin vahvistaminen

Ratkaisu osien liikuttamiseen voisi olla siltanosturin kapasiteetin lisääminen. Nostokapasiteetti on riippuvainen nosturin kulkukiskojen kantokyvystä. Kapasiteetin nostamiseksi olisi siis nosturin kulkukiskot vaihdettava kestävämpiin. Ratkaisu tietäisi niin suurta ja kallista investointia, ettei se ole tällä hetkellä järkevää, eikä mahdollista.

5.3 Ratkaisu osien liikuttamiseen myllytilassa

Vaihtoehtoja vertailtaessa päädyttiin siihen, että järkevin ja kustannustehokkain ratkaisu on suunnitella tapa, jolla osia voidaan turvallisesti liikuttaa pitkin myllytilaa ja tehdä näin tilaa myllyhuollolle. Päättiin suunnitella lavetti, jota voisi esim. trukin avulla liikutella.

Ensin mietittiin lavettia, joka kulkisi kiskoilla myllytilan lattiassa:

Lattiaan jyrsitään ura, jossa kiskot kulkevat, eivätkä näin haittaa lattialla kävelyä tai trukkiliiikennettä. Rakennetaan yksinkertainen kaksiakselinen siirtovaunu, joka kestää tarvittavan massan. Lavettia liikutettaisiin trukilla kiskorataa pitkin.

Rajoittavaa kiskoratkaisussa on se, että osia ei voi liikuttaa kiskoradan ulkopuolelle ja lavetti on raskas siirrettävä pois kiskoilta, joten se olisi aina myllytilassa. Myllytilassa ollessaan se olisi usein tiellä, esim. imuauton tyhjentäessä hiilimyllyä.

Ratkaisu, johon päädyttiin, on suunnitella pyörillä kulkeva lavetti, jossa on kääntyvä etuakseli. Kääntyvää lavettia on helppo ohjailla ja tarvittaessa se saadaan myös pois myllytilasta. Lavettia liikutetaan trukin avulla.

6 SIIRTOVAUNU

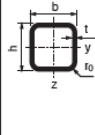
Siirtovaunua lähdettiin suunnittelemaan mitoittavien tekijöiden pohjalta. Koon määrää siirrettävien osien koko ja myllytilan oviaukon leveys. Kestävyyden määrää liikuttavien osien massa. Tärkeitä ovat myös kääntyvät etupyörät ja lavetin kokonaiskorkeuden pitäminen minimissä. Korkeus on tärkeää pitää minimissä, jotta liikuteltavan kuorman painopiste pysyy alhaalla ja kaatumisriski on minimaalinen.

Suunnitteluun käytettiin SolidWorks 3D- mallinnusohjelmaa. Osat suunniteltiin ensin paperille ja mallinnettiin sitten 3D-muotoon. Osat koottiin 3D-maailmassa kokoonpanoksi, josta nähtiin osien sopivuus yhteen ja tehtiin tarvittavia muutoksia.

Tärkein lavetilla kuljetettava osa on seula. Lavetin mitoitus tehtiin siis seulan mukaan jättäen kuitenkin varaa painavampienkin osien liikuttamiseen.

Materiaalit: lavetin rakentamiseen käytetään rhs-putkea, koska sen kestävyys suhteessa painoon on hyvä.

Taulukko 11.1.1 Neliön muotoisten rakenneputkien poikkileikkauk- ja kestävyysarvot teräslajille S355J2H ($f_y = 355 \text{ N/mm}^2$)



M = paino
 A = poikkileikkauksen pinta-ala
 A_u = ulkopuolinen pinta-ala
 A_m/V = poikkileikkauskeskipisteen painomittaus
 I_y = vääntöneliömomentti
 W_{y1} = vääntövastus

I = nelilömomentti
 W_{y1} = kimmoinen taivutusvastus
 W_{y2} = plastinen taivutusvastus
 i = hitaussäde

PL = poikkileikkauksella tasaiselle puristukselle
 $N_{c,Rd}$ = puristuskestävyys (ilman nurjahdusta)
 $M_{c,Rd}$ = taivutuskestävyys (PL-luokan mukainen)
 $V_{p,Rd}$ = plastinen leikkaukskestävyys (ilman leikkauksiomahdusta)

$t_0 = 2,0 \times t$ kun $t \leq 6,0 \text{ mm}$
 $t_0 = 2,5 \times t$ kun $6,0 \text{ mm} < t \leq 10,0 \text{ mm}$
 $t_0 = 3,0 \times t$ kun $t > 10,0 \text{ mm}$

Lasketut kestävyysarvot ovat mitoitusarvoja (luku 2), joissa on käytetty kestävyysluokan osavarmuusluvulle Eurocode 3:n (EN 1993) suositusarvoja $\gamma_{M0} = 1,0$ ja $\gamma_{M1} = 1,0$ (poikkileikkauksiluokan 4 pyöreät rakenneputket $\gamma_{M1} = 1,1$). Osavarmuuslukujen arvot voivat vaihdella eri maissa. Maakohtaiset arvot on tarkastettava kyseisen maan kansallisesta liitteestä (= NA, National Annex).

h mm	b mm	t mm	M kg/m	A mm ² $\times 10^{-2}$	A_u mm ² /m	A_m/V 1/m	I_y mm ⁴ $\times 10^{-4}$	W_{y1} mm ³ $\times 10^{-3}$	I mm ⁴ $\times 10^{-4}$	W_{y1} mm ³ $\times 10^{-3}$	W_{y2} mm ³ $\times 10^{-3}$	i mm $\times 10^{-1}$	PL	$N_{c,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$V_{p,Rd}$ kN
25	25	2	1,36	1,74	0,093	536	2,53	1,80	1,48	1,19	1,47	0,92	1	61,66	0,52	17,80
25	25	2,5	1,64	2,09	0,091	438	2,97	2,07	1,69	1,35	1,71	0,90	1	74,16	0,61	21,41
25	25	3	1,89	2,41	0,090	372	3,33	2,27	1,94	1,47	1,91	0,87	1	85,49	0,68	24,68
30	30	2	1,68	2,14	0,113	529	4,54	2,75	2,72	1,82	2,21	1,13	1	75,86	0,78	21,90
30	30	2,5	2,03	2,59	0,111	430	5,40	3,20	3,16	2,10	2,51	1,10	1	91,91	0,93	26,53
30	30	3	2,36	3,01	0,110	365	6,15	3,58	3,50	2,34	2,96	1,08	1	106,8	1,05	30,83
40	40	2	2,31	2,94	0,163	521	11,28	5,23	6,94	3,47	4,13	1,54	1	104,3	1,47	30,10
40	40	2,5	2,82	3,59	0,151	422	13,61	6,21	8,22	4,11	4,97	1,51	1	127,4	1,76	36,78
40	40	3	3,30	4,21	0,150	356	15,75	7,07	9,32	4,66	5,72	1,49	1	149,4	2,03	43,13
40	40	4	4,20	5,35	0,146	273	19,44	8,48	11,07	5,54	7,01	1,44	1	189,9	2,49	54,81
50	50	2	2,93	3,74	0,193	517	22,63	8,51	14,15	5,66	6,66	1,95	1	132,7	2,37	38,30
50	50	2,5	3,60	4,59	0,191	417	27,53	10,22	16,94	6,78	8,07	1,92	1	162,9	2,87	47,03
50	50	3	4,25	5,41	0,190	351	32,13	11,76	19,47	7,79	9,39	1,90	1	192,0	3,33	55,42
50	50	4	5,45	6,95	0,186	268	40,42	14,43	23,74	9,49	11,73	1,85	1	246,7	4,16	71,20
50	50	5	6,56	8,36	0,183	219	47,46	16,56	27,04	10,82	13,70	1,80	1	296,6	4,86	85,63
60	60	2	3,56	4,54	0,233	514	39,79	12,59	25,14	8,38	9,79	2,35	2	161,1	3,48	46,49
60	60	2,5	4,39	5,59	0,231	414	48,66	15,22	30,34	10,11	11,93	2,33	1	198,4	4,24	57,28
60	60	3	5,19	6,61	0,230	348	57,09	17,65	35,13	11,71	13,95	2,31	1	234,6	4,95	67,72
60	60	4	6,71	8,55	0,226	265	72,64	21,97	43,55	14,52	17,64	2,26	1	303,5	6,26	87,60
60	60	5	8,13	10,36	0,223	215	86,42	25,61	50,49	16,83	20,88	2,21	1	367,6	7,41	106,1
70	70	2,5	5,17	6,59	0,271	412	78,49	21,22	49,41	14,12	16,54	2,74	1	233,9	5,87	67,52
70	70	3	6,13	7,81	0,270	345	92,42	24,74	57,53	16,44	19,42	2,71	1	277,2	6,89	80,02
70	70	4	7,97	10,15	0,266	262	118,5	31,11	72,12	20,61	24,76	2,67	1	360,3	8,79	104,0
70	70	5	9,70	12,36	0,263	213	142,2	36,65	84,63	24,18	29,56	2,62	1	438,6	10,49	126,6

Liite 11.1.1

RUKIN RAKENNEPUTKET

Kuva 8. RHS-putkien ominaisuustaulukko. /8/

6.1 Lavetti ja akselien paikat

Mitoituspaino: 40 000 kg

Kaksi akselia, kääntyvät etupyörät.

Seulan \varnothing 4365 mm

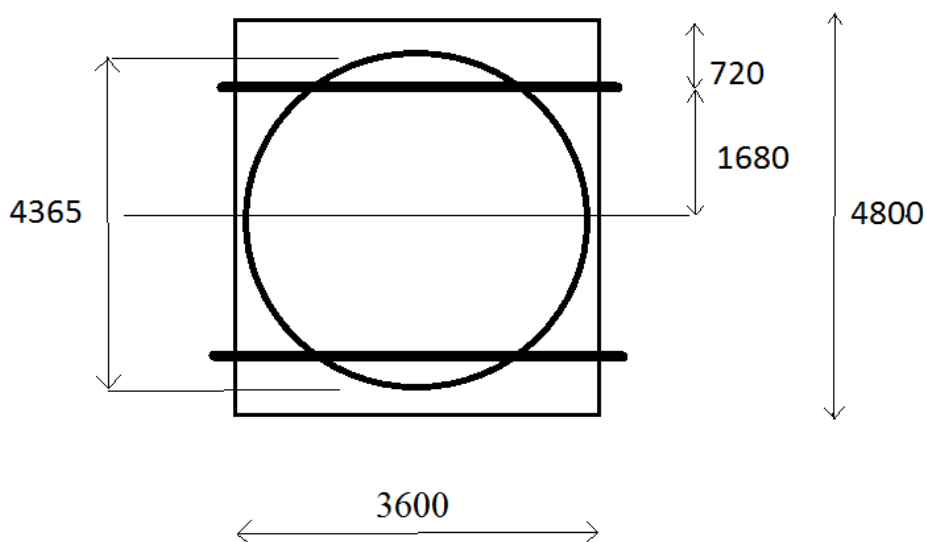
Sijoitetaan akselit niin, että paino jakautuu tasaisesti niiden päälle.

Lavetin taivutuskestävyys mitoitetaan pienen seulan mukaan, koska sen halkaisija on niin pieni, että se ei tule akselien päälle vaan niiden väliin.

→ Mitoituspaino 10 000 Kg

6.1.1 Akseleiden paikat

Akseleiden sijoitus seulan mukaan: akselit sijoitetaan ison seulan sisä- ja ulkoreunan väliin.

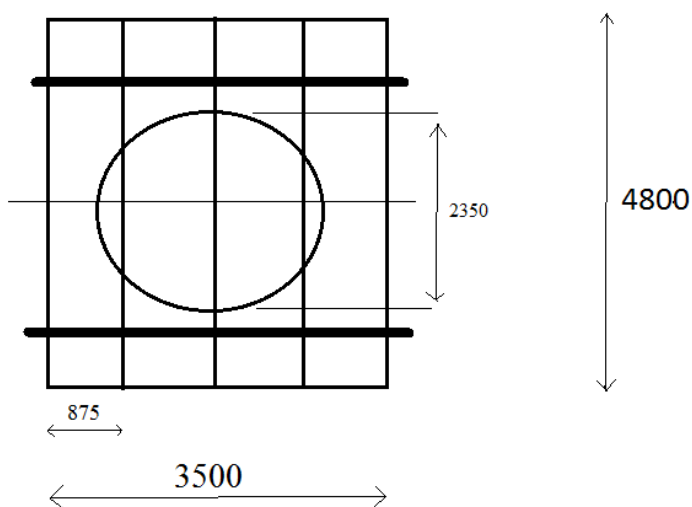


Kuva9. Akseleiden paikat

Akseleiden kohdalle hitsataan kaksi 120x120x8 S420MH rhs-palkkia ja keskelle yksi. Näin saadaan kestävä rakenne.

6.1.2 Pitkittäispalkit

Pitkittäispalkkien mitoitus pienen seulan massan mukaan:



Kuva 10. Pitkittäispalkit (mitat ovat palkkien keskikohtien etäisyydet)

Leveyttä määritettäessä otetaan huomioon vaunun kokonaisleveys ja kääntyvät etupyörät. Vaunun kokonaisleveys on renkaiden ulkoreunojen välimatka. Renkaat ovat lavetin sivuilla ja eturenkailla pitää olla tilaa kääntyä. Sopivaksi lavetin leveydeksi valitaan 3600 mm.

Lavetin leveys siis 3600 mm, palkkien keskikohtien etäisyys 3500 mm. Tehdään viidestä pitkittäispalkista, jotka hitsataan päistä poikittaispalkkeihin (3600 mm). Akselien kohdalle tulee poikittaispalkit (3200 mm) ja keskelle (3600 mm). Akselien poikittaispalkit ovat lyhyemmät, jotta jää tilaa pyörien kiinnityksille.

→ pienen seulan paino jakautuu kolmen palkin päälle, palkkien keskikohtien välit 850 mm.

Rasitus palkkia kohden:

$$m = 10\,000\text{ kg}$$

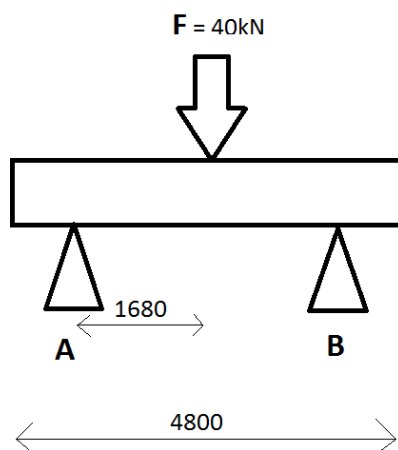
$$F = mg = 10\,000\text{ kg} \cdot 9,81\text{ m/s}^2 = 100\text{ kN}$$

$$100\text{ kN} / 3 = 35\text{ kN}$$

jossa m on pienen seulan massa ja g on putoamiskiihtyvyys.

→ Mitoitusvoimana käytetään 40 kN

Palkin rasitus:



Kuva 11. Palkin rasitus

Kuvassa F on palkkiin kohdistuva voima ja A ja B ovat akselit.

Tutkitaan taivutusmomenttia palkin keskellä

Tukivoimat A ja B ovat symmetrisyydestä johtuen yhtä suuret ja puolet kokonaiskuormasta:

$$A = B = \frac{40\text{ kN}}{2} = 20\text{ kN}$$

Taivutusmomentti palkin keskellä M_t :

$$M_{t(2400)} = 20\text{ kN} \times 1680\text{ mm} = 33600\text{ Nm}$$

jossa $M_{t(2400)}$ on momenttivoima 2400 mm vasemmasta reunasta eli keskellä.

Todetaan, että keskimmaisella palkilla massa jakautuu kahden metrin alueelle ja ulommilla palkeilla n. 70 cm alueelle, joten oikea taivutusjännitys on huomattavasti pienempi.

Valitaan mitoitusmomentiksi 30 kNm

→ RHS taulukosta: S420MH 100x100x8, teräsputki.

$M_c=38,24 \text{ kNm}$, $W=91,05 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$, Myötöraja: 420 N/mm²

Taivutusjännitys σ :

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{30\,000 \cdot 10^3 \text{ Nmm}}{91,05 \cdot 10^3 \text{ mm}^3} = 329,5 \text{ N/mm}^2$$

jossa M on momentti ja W taivutusvastus.

Varmuus n:

$$n = \frac{420}{329,5} = 1,3 - \text{kertainen}$$

Taivutusjännitys on todellisuudessa pienempi, koska paino jakautuu palkilla lähes metrin alueelle ja palkkien päälle tuleva teräslevy jakaa painoa. Myös alkuperäisessä mitoituspainossa (40 000 kg) on pelivaraa. Varmuus on siis riittävä.

6.1.3 Tarvittavat materiaalit:

- RHS S420MH 100 x 100 x 8

5 x 4800mm

2 x 3600mm

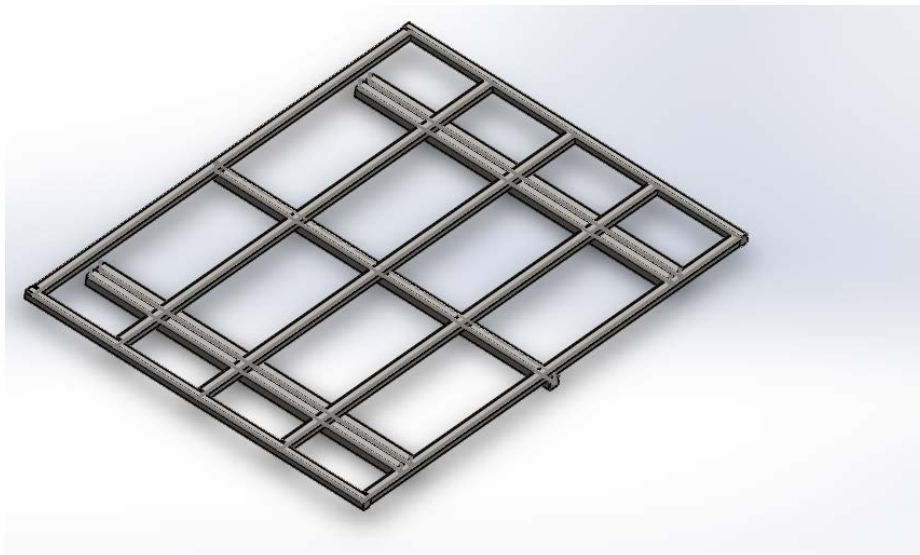
yht: 31200mm

- RHS S420MH 120 x 120 x 8

4 x 3300mm

yht: 13200mm

Lavetti:



Kuva 12. Lavetti

6.2 Pyörät

Pyörän vaatimukset:

Kantavuus: 10 000 kg / pyörä. (kokonaismassa 40 000 kg, neljä pyörää.)

Koko: n. 500 mm

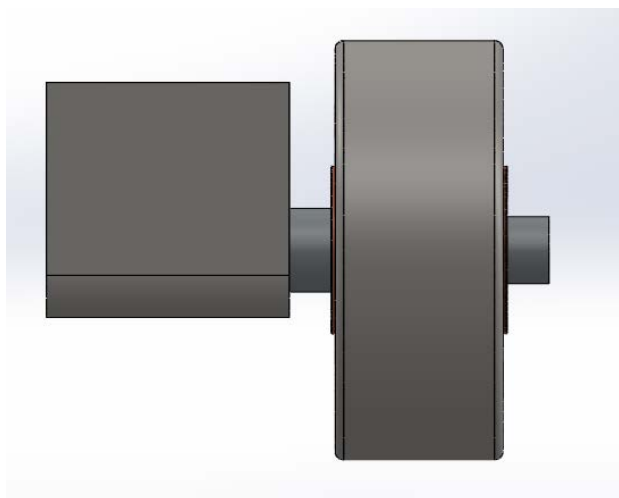
Akselikoko: 80 mm

Valitaan pyörä, jossa on laakerointi.

Pyörien kiinnitys: Pyörän molemmin puolin asennetaan kiilalaakerit ja akselin päähän tulee napa, joka pitää paketin kasassa.

Pyörää ei kannata valmistaa itse vaan tilata valmiit pyörät esim. Blickle Oy:ltä. /9/

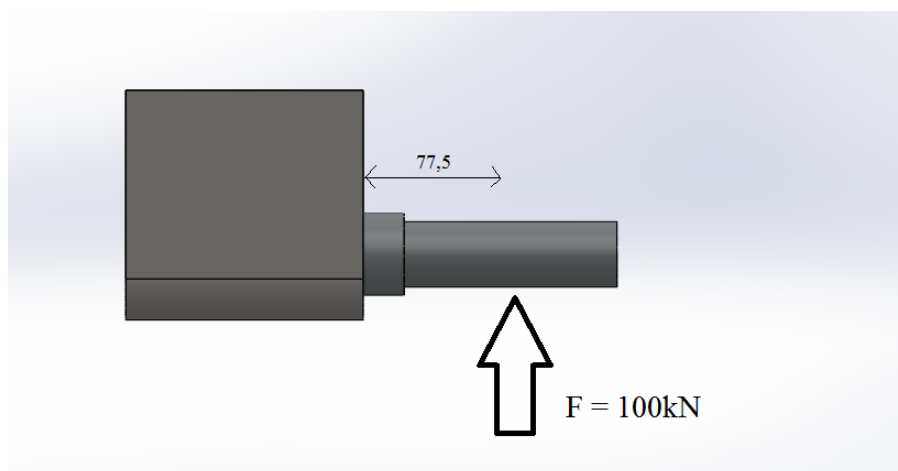
6.3 Taka-akseli



Kuva 13. Taka-akseli

Valurautapidike. Valetaan ja koneistetaan mahdollisimman kestävästä raudasta/teräksestä. Kiinteä akseli, koska laakerointi on renkaassa.

Akselin lujuus:



Kuva 14. Taka-akselin lujuus

Taivutusmomentti M suurin keskellä:

$$M_{(77,5)} = 100kN * 77,5mm = 7750Nm$$

Valitaan materiaaliksi $\varnothing 80$ mm kromiakseliteräs. Kromiakseliteräs on erittäin kestävä, mutta silti helposti hitsattavaa ja muokattavaa.

Myötöraja: 520 N/mm²

Taivutusvastus W:

$$W = \frac{\pi * d^3}{32} = \frac{\pi * 80^3 \text{ Nmm}}{32} = 50265 \text{ mm}^3$$

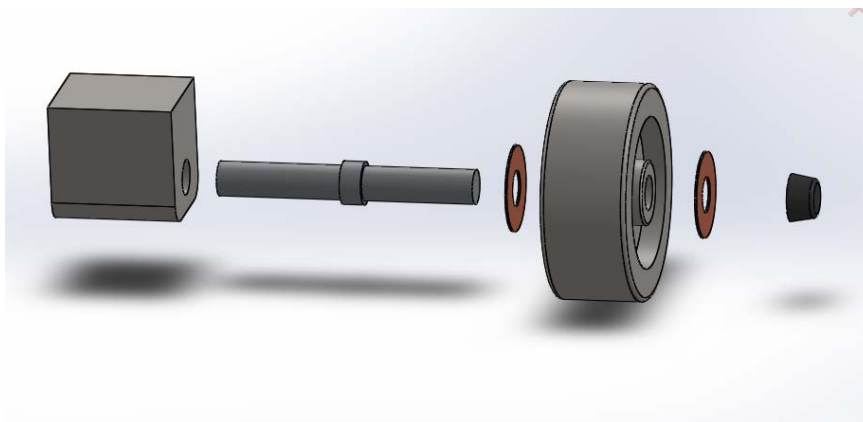
Taivutusjännitys :

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{7750 * 10^3 \text{ Nmm}}{50265 \text{ mm}^3} = 154 \text{ N/mm}^2$$

Varmuus n:

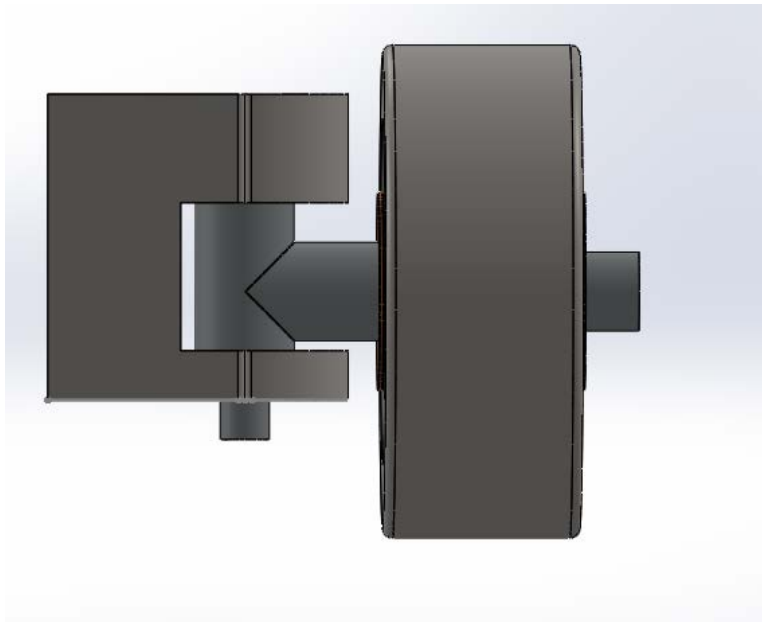
$$n = \frac{520}{154} = 3,4 - \text{kertainen}$$

Akseliteline - akseli - laakeri - pyörä - laakeri - napa



Kuva 15. Taka-akselin räjäytyskuva

6.4 Etuakseli kääntyvillä pyörillä



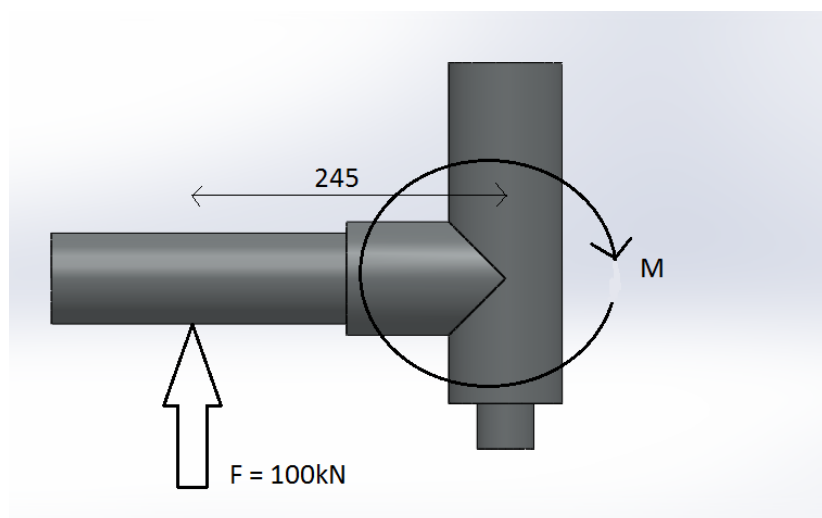
Kuva 16. Etuakseli

Valurautapidike. Valetaan ja koneistetaan mahdollisimman kestävästä raudasta/teräksestä.

Ø 80 mm kromiteräsakseli, joka kääntyy Ø 100 mm pystyakselin ympäri. Akseliteline tehtävä kahdesta osasta, jotta akseli saadaan paikalleen.

Akselin lujuus:

Suurin rasitus vaaka- ja pystyakselin liitoskohdassa:



Kuva 17. Etuakselin lujuus

Taivutusmomentti M:

$$M_{(245)} = 100kN * 245mm = 24500Nm$$

Taivutusvastus W:

$$W = \frac{\pi * 100^3 Nm}{32} = 98174,8mm^3$$

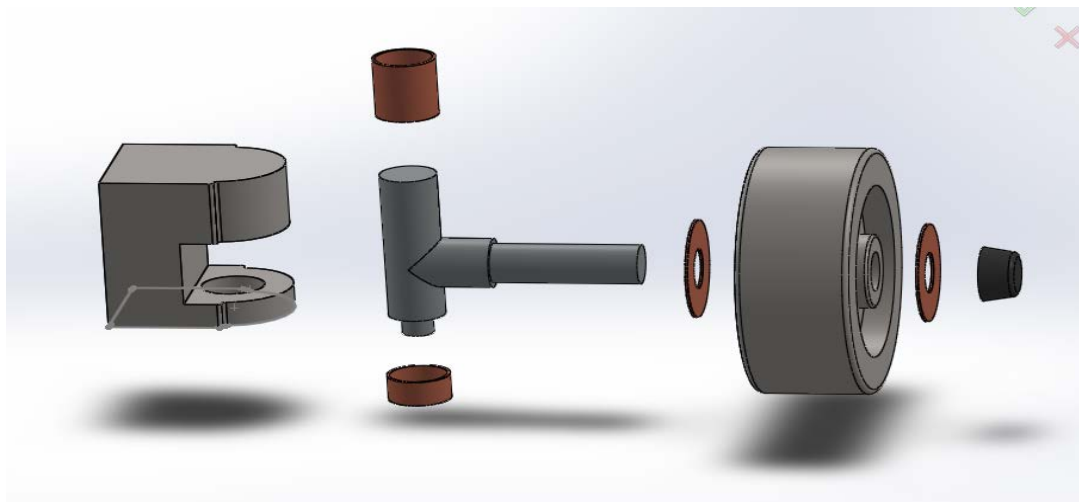
Taivutusjännitys σ :

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{24500 * 10^3}{98174,8} = 249,6$$

Varmuus n:

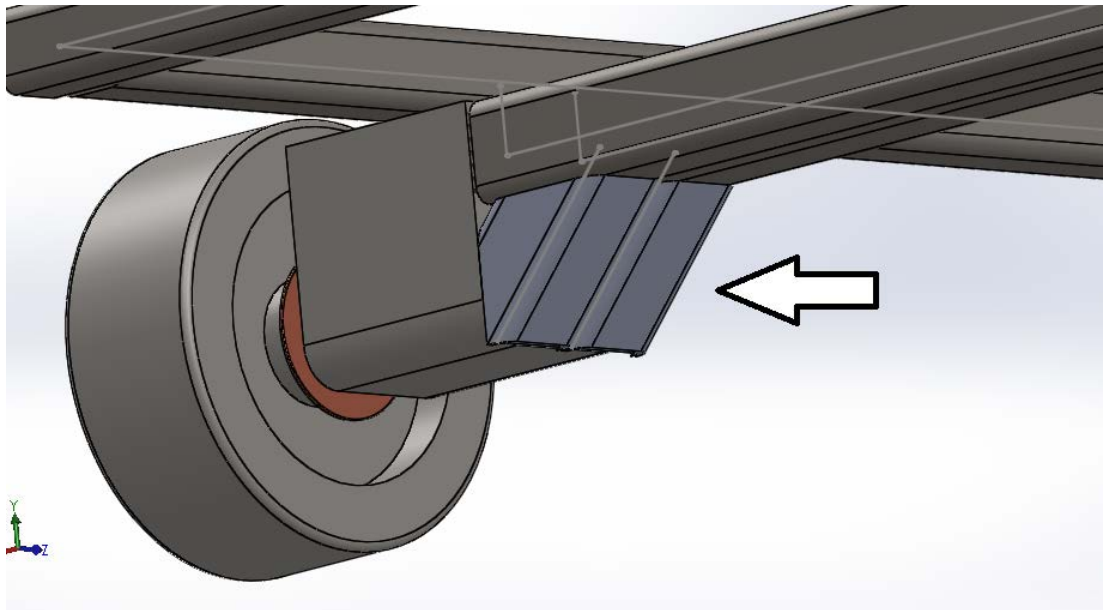
$$n = \frac{440}{250} = 1,8 - \text{kertainen}$$

akseliteline - etuakseli - laakeri - pyörä - laakeri - napa



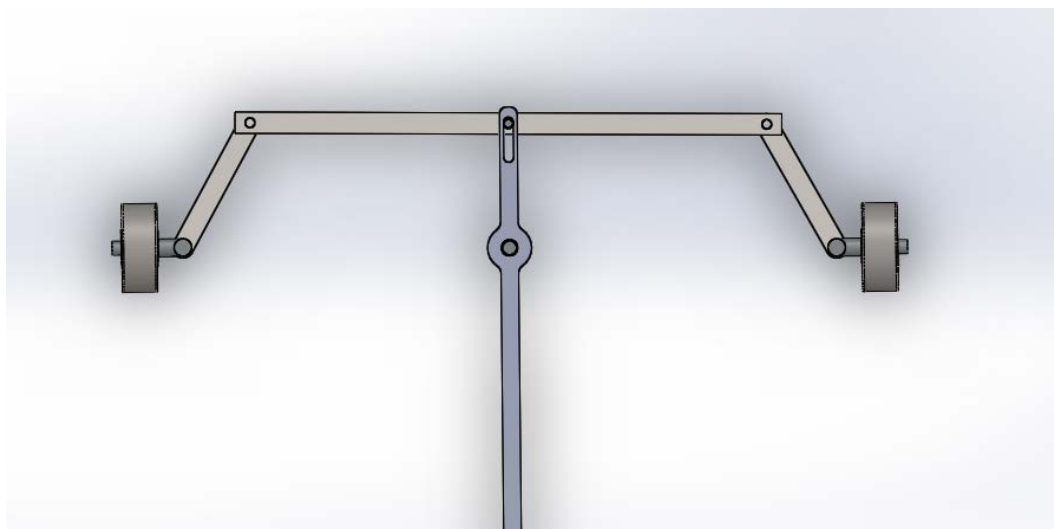
Kuva 18. Etuakselin räjäytyskuva

Akselitelineiden kiinnitys runkoon: teline hitsataan pitkittäis- ja poikittaispalkkeihin ja tuetaan alapuolelta tukipalkeilla.



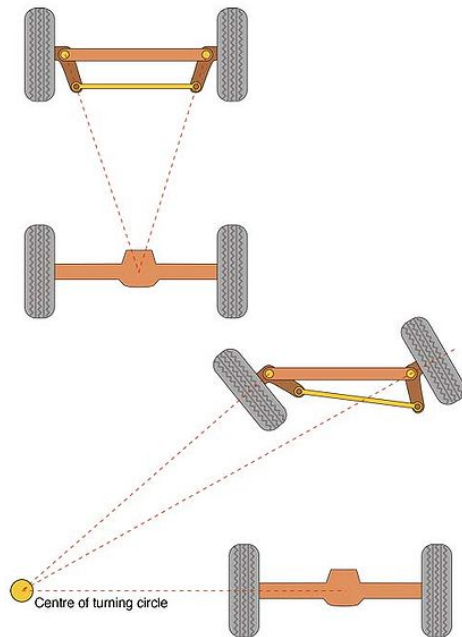
Kuva 19. Akselitelineen kiinnitys ja tukipalkit.

6.5 Ohjaus



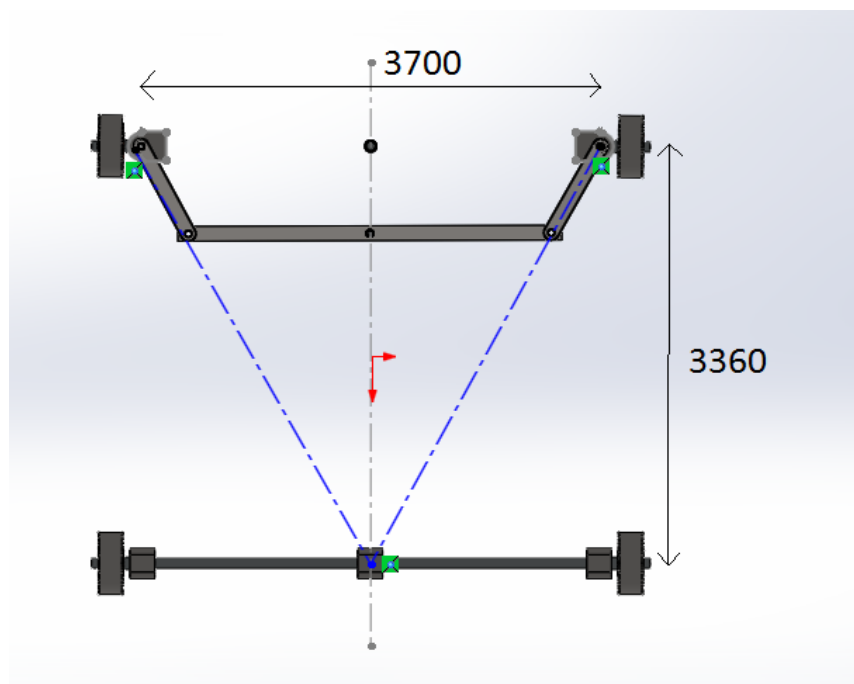
Kuva 20. Ohjaus

Sopivan kääntösäteen saavuttamiseksi käytetään Ackermann- ohjausgeometriaa.



Kuva 21. Ackermann ohjaus. /10/

Geometriassa ohjauksen kääntöpisteitä sisäänpäin liikuttamalla niin, että ne sijaitsevat etupyörien keskipisteestä piirretyn suoran ja taka-akselin leikkauspisteessä, saadaan aikaan eri kääntösäde sisä- ja ulkorenkaalle. /11/



Kuva 22. ohjauskulmat

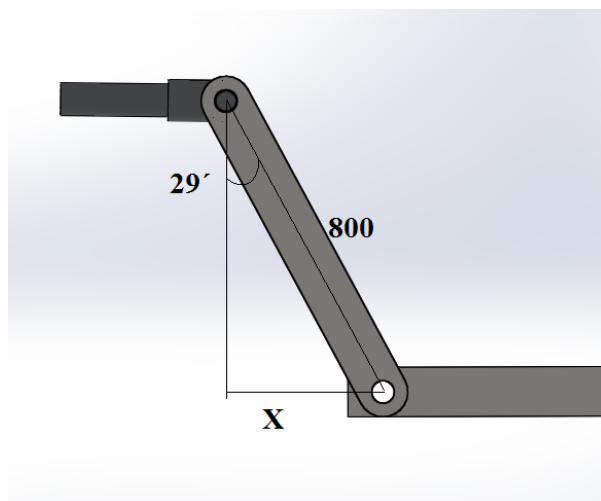
Akselivälin ja pyörien välin perusteella lasketaan sopivat mitat ohjauskäsille, raidetangolle ja vetoaisalle.

Kulma α , eli ohjauskäden kulma

$$\tan \alpha = \frac{1850\text{mm}}{3360\text{mm}}$$

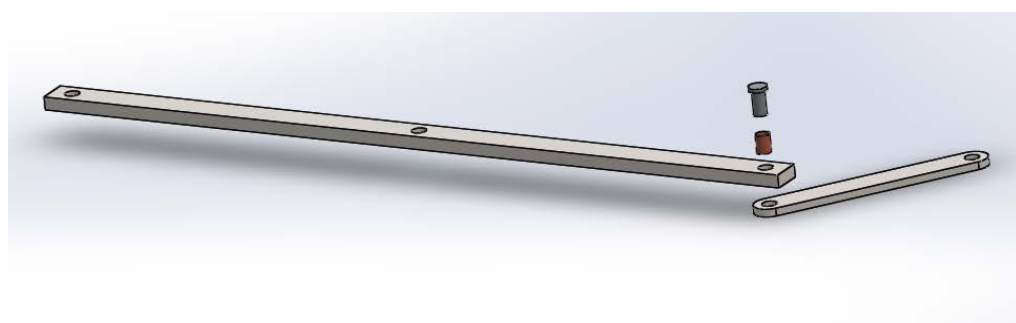
$$\alpha = 29^\circ$$

Päätetään ohjauskäden pituudeksi 800mm ja määritetään raidetangon pituus.



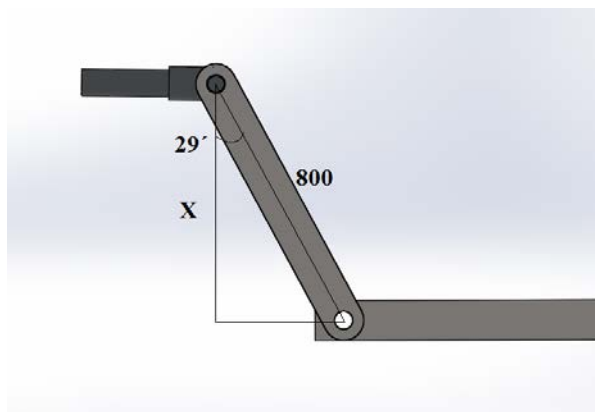
Kuva 23. Raidetangon pituus.

$$L = (1850\text{mm} - \sin 29^\circ * 800\text{mm}) * 2 = 2924\text{mm}$$



Kuva 24. Raidetanko ja ohjauskäsi

Määritetään raidetangon etäisyys akselist, vetoaisan mitoitus varten:

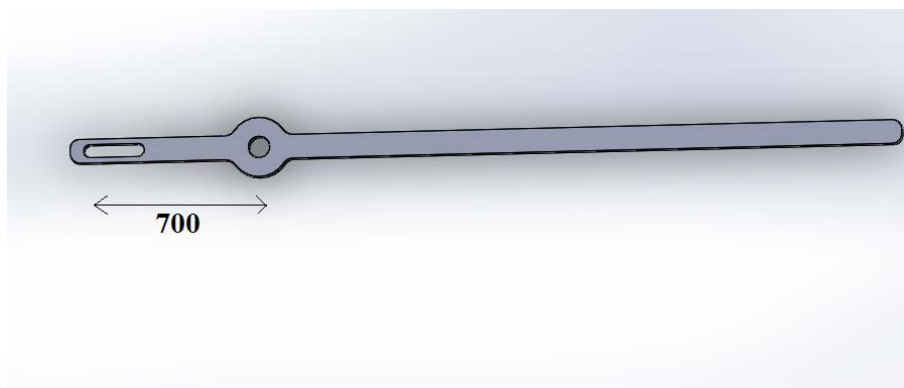


Kuva 25. Aisan mitoitus

$$\cos 29^\circ = \frac{x}{800\text{mm}}$$

$$x = \cos 29^\circ * 800\text{mm} = 700\text{mm}$$

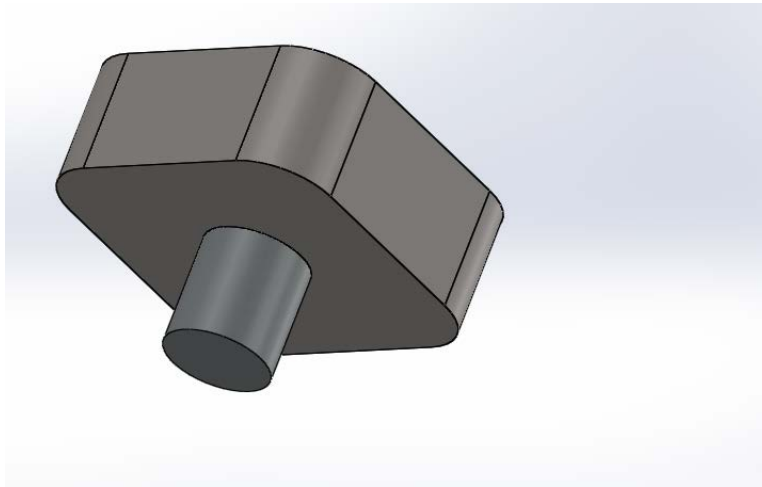
Aisa:



Kuva 26. Aisa

Vetoaisa kiinnitetään runkoon $\varnothing 80$ mm kromiteräsakselilla. Kaikki aisan veto- ja työntövoimat kohdistuvat akseliin. Ohjausmekanismiin kohdistuu ainoastaan mekaniismia kääntävä voima, joka on pienehkö.

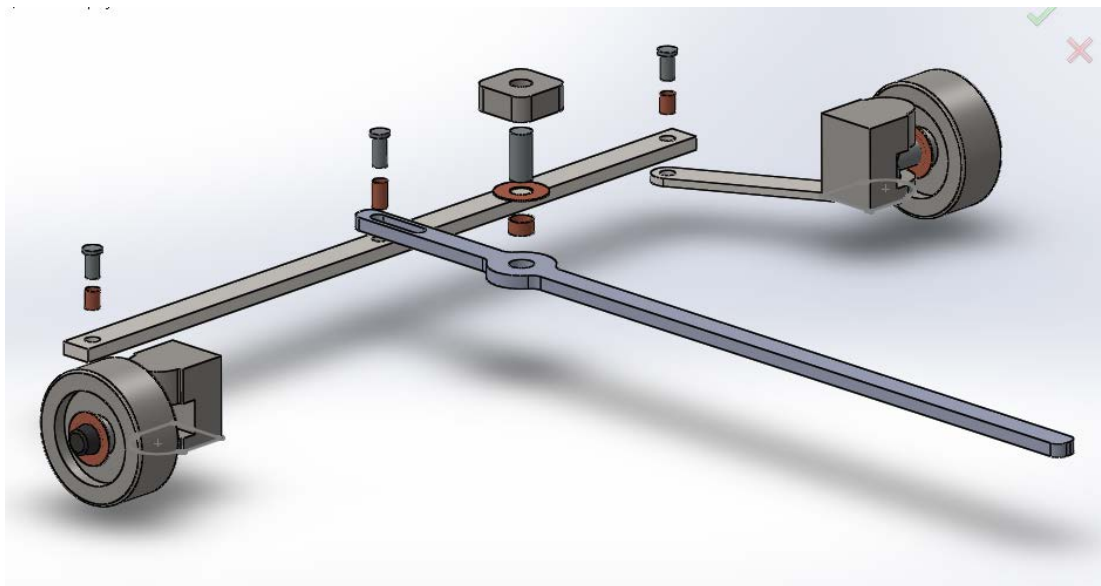
Aisan kiinnitys:



Kuva 27. Aisan kiinnitysakseli

Akseli pidikkeineen hitsataan rungon poikittaispalkkeihin.

Ohjaus:



Kuva 28. Ohjauksen räjäytyskuva

6.6 Valmis vaunu



Kuva 29. Siirtovaunu

- leveys: 4500 mm
- pituus: 4800 mm
- korkeus: 550 mm
- massa: n. 2500 kg

6.6.1 Tarvittavat materiaalit ja osat

Lavetti:

- RHS S420MH 100 x 100 x 8
 - 5 x 4800 mm
 - 2 x 3600 mm
 - yht: 31200 mm
- RHS S420MH 120 x 120 x 8
 - 4 x 3300 mm
 - yht: 13200 mm

Laskuissa käytetyt teräkset ovat Ruukki Oy:n rakenneteräksiä. /12/

- Teräslevy 1 - 10 mm, 17,28 m².

Akselit:

- 80 mm Etuakseli 2 kpl
- 80 mm Taka-akseli 2 kpl

Laskuissa käytetty teräs on Onninen Oy:n kovakromattu akseliteräs. /13/

- Akseliteline(taka) 2 kpl.
- Akseliteline(etu) 2 kpl

Telineet mahdollisimman kestäväää valurautaa/terästä. Kannattaa tilata piirustuksien mukaiset valmiit osat konepajayritykseltä.

Ohjaus ja pyörät:

- Pyörä 4 kpl
- Kiilalaakeri 4 kpl
- Napa 4 kpl

- Ohjauskäsi 2 kpl
- Raidetanko
- Aisa
- Akseliteline

- Liukulaakeri 50 x 55 x 70, 2 kpl.
- Liukulaakeri 50 x 55 x 100 mm
- Liukulaakeri 80 x 85 x 50 mm
- Liukulaakeri 105 x 110 x 50, 2 kpl
- Liukulaakeri 105 x 110 x 120, 2 kpl
- Akseli 50 x 100 mm
- Akseli 50 x 130 mm
- Akseli 80 x 180 mm

6.6.2 Materiaalien hinta

Lavetti:

- RHS S420MH 100 x 100 x 8 ja RHS S420MH 120 x 120 x 8
1000kg, 2 €/kg
→ 2000 €

Hintatieto:

http://files.kotisivukone.com/riihonrauta.kotisivukone.com/terasvalitys_katalogi_1.pdf

Akselit

- 80/100 mm Etuakseli 2kpl, 80 mm Taka-akseli 2kpl, akselit 50 x 100 mm,
50 x 130 mm, 80 x 180 mm
125 kg, 3 €/kg
→ 375€

Hintatieto:

<http://www.onninen.com/finland/Palvelut/Hinnastot/OVT/Pages/Excel-hinnastot.aspx>

Akselitelineet:

- rauta, valaminen ja koneistus
→ 800 €

Ohjaus ja pyörät:

- Pyörä 4 kpl, napa 4 kpl, ohjauskäsi 2 kpl, raidetanko, aisa
→ 2000 € (karkea arvio.)

Laakerit:

- Kiilalaakeri 8 kpl, liukulaakerit 50 x 55 x 70 mm, 2kpl, 50 x 55 x 100 mm,
80 x 85 x 50 mm, 100 x 105 x 50 mm, 2 kpl, 100 x 105 x 120, 2 kpl
→ n.900 €

Hintatieto:

<http://www.tampereenlaakerikeskus.com/verkkokauppa/laakerit/>

Materiaalien hinta yhteensä: 6075€

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

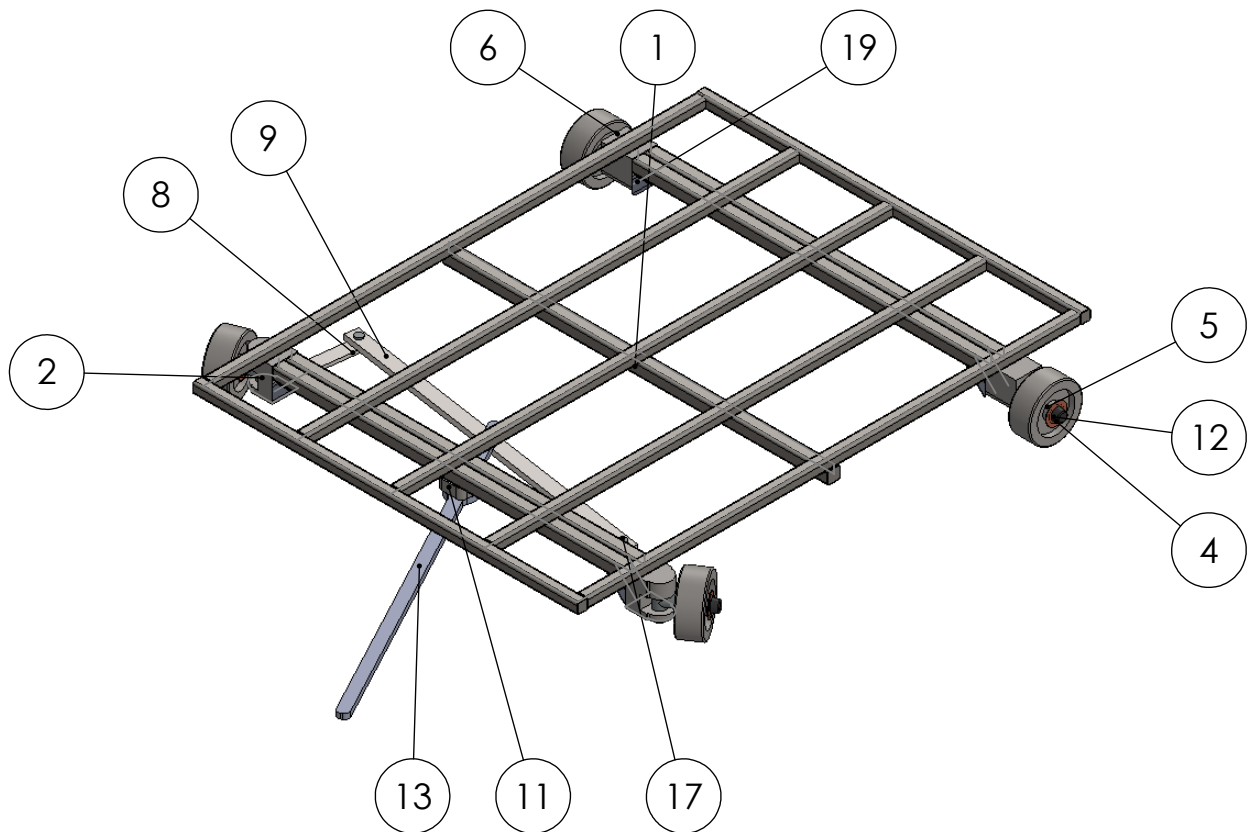
Myllyhuollossa esiintyneitä ongelmia pohdittiin ja niitä saatiin hyvin tuotua esille. Ongelmiin löydettiin ratkaisuehdotuksia, joista keskusteltiin ja parhaat päätettiin toteuttaa. Tärkeimpänä ratkaisuna oli siirtovaunun suunnittelu. Siirtovaunu saadaan toteutettua melko helposti ja sopivalla budjetilla. Vaunu helpottaa suurten hiilimyllynosien liikuttelua tuoden näin tilaa ja turvallisuutta myllyhuoltotyön tekoon.

Siirtovaunun suunnittelun lähtökohtana oli myllynosien paino ja helppo liikuteltavuus. Vaunun oli myös mahdolltava myllytilan ovista sisään ja oltava mahdollisimman matala. Tavoitteissa onnistuttiin hyvin. Vaunun kantokapasiteetti on noin 10 000kg suurempi kuin myllyn suurin osa eli varmuutta on tarpeeksi. Vaunussa on kääntyvät etupyörät, joten osat voi liikuttaa myös ulos myllytilasta. Vaunun leveys on mahdollisimman suuri ja korkeus mahdollisimman pieni, mahdollistaen kuitenkin etupyörien kääntymisen ja mahtumisen myllytilan oviaukosta.

LÄHTEET

1. Fortum Oy:n www-sivut.
<https://www.fortum.fi/fi/pages/default.aspx>
2. Teollisuuden Voima Oy:n www-sivut.
<http://www.tvo.fi/hiilivoimalaitos>
3. Höyrytekniikan kurssin (SAMK) opetusmateriaali.
4. Wikipedia commons. www-sivut, Altbach power plant.
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Altbach_Power_Plant_Coal_Mills.JPG
5. Myllyhuoltokansio, Meri-Porin voimalaitos.
6. Instrumentations.blogspot- sivusto.
<http://instrumentations.blogspot.fi/2010/12/mill-coal-grinder.html>
7. Koneasentajien ja insinöörien haastattelu Meri-Porin voimalaitoksella kesälä 2013.
8. Ruukki hitsatut profiilit- käsikirja, 2010,
http://software.ruukki.com/Handbooks+and+Guides/Ruukki-Hitsatut-Profiilit-Kasikirja-2010_PDF-versio.pdf
9. Blickle Oy:n www-sivut.
<http://www.blickle.fi/heavy-duty-wheels-polyurethane-besthane/products/GB-506-80K.html>
10. Wikipedia commons www-sivut.
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ackermann_New.jpg?uselang=fi
11. Ylönen, Raimo: *TM-Autosanasto*, s. 6. Yhtyneet Kuvalehdet Oy, 1998.
12. Ruukki hitsatut profiilit- käsikirja, 2010,
http://software.ruukki.com/Handbooks+and+Guides/Ruukki-Hitsatut-Profiilit-Kasikirja-2010_PDF-versio.pdf
13. Onninen Oy:n www- sivut.
<http://onninen.procus.fi/documents/original/13663/1/1/Kovakrot09.pdf>

LIITTEET



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	RHS	.	1
2	Teline(etuakseli)2		2
3	Etuakseli		2
4	kiilalaakeri		9
5	Pyörä		4
6	Teline(taka-akseli)2	.	2
7	taka-akseli2		2
8	Ohjaukäsä		2
9	tukki		1
10	Akseli(80x180)		1
11	Akselipidike		1
12	napa		4
13	Aisa		1
14	Liukulaakeri(80x50)		1
15	Akseli(50x130)		1
16	Liukulaakeri(55x100)		1
17	Akseli(50x110)		2
18	Liukulaakeri(55x70)		2
19	tuki		8

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

DRAWN
CHK'D
APPV'D
MFG
Q.A

NAME

SIGNATURE

DATE

TITLE:

MATERIAL:

DWG NO.

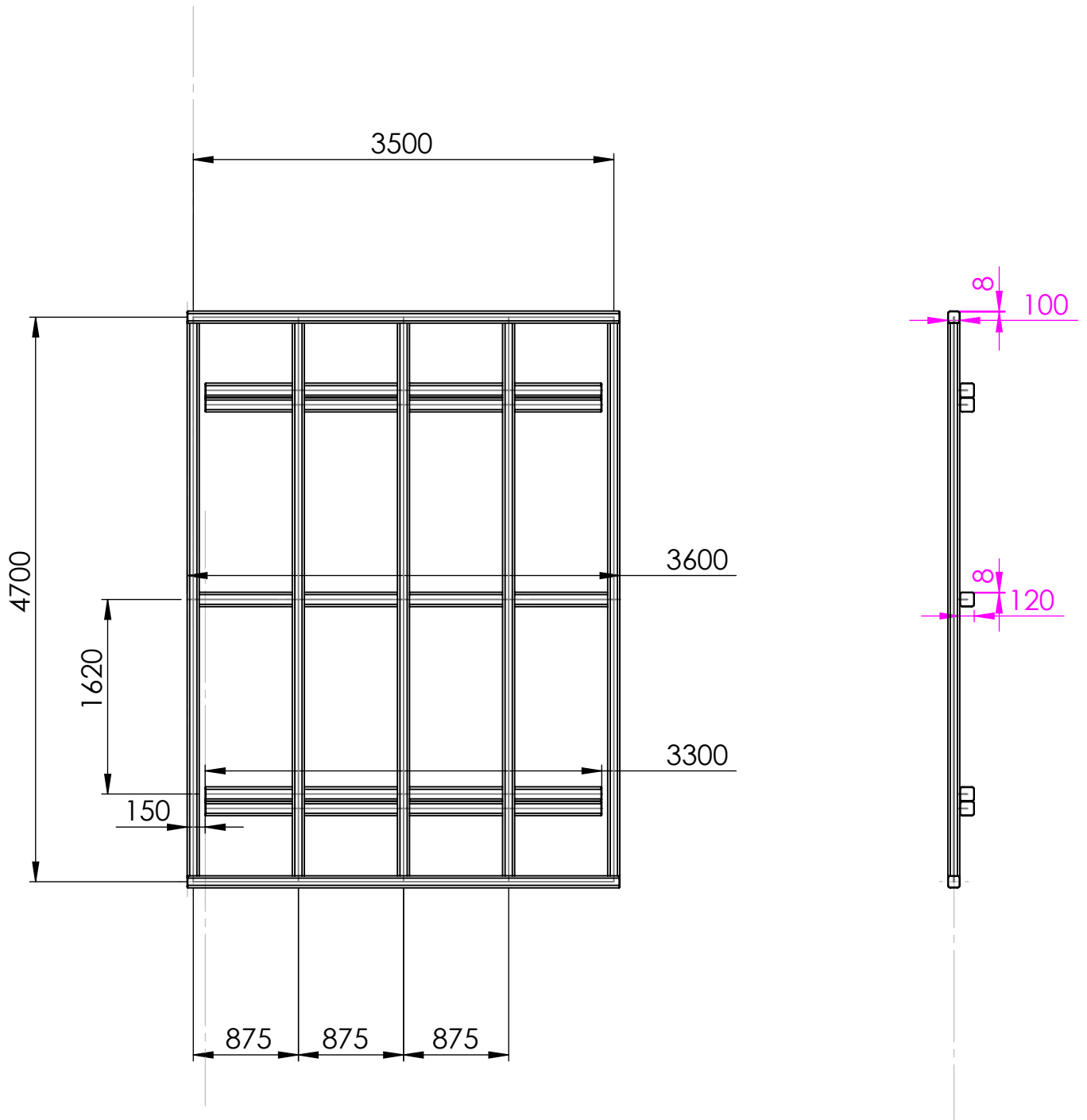
WEIGHT:

SCALE:1:100

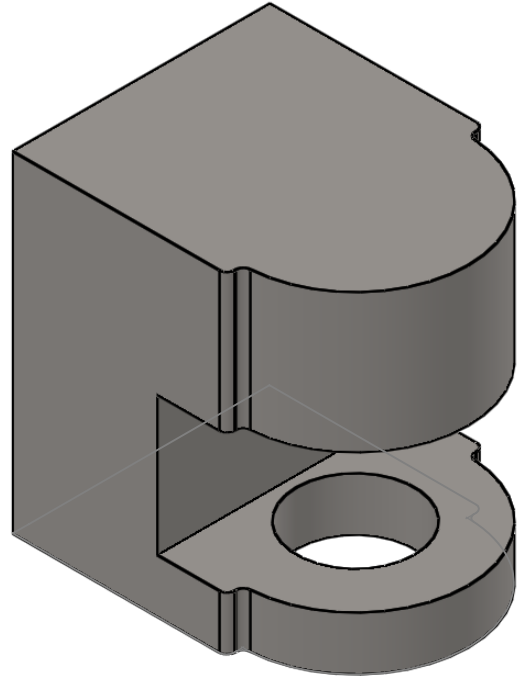
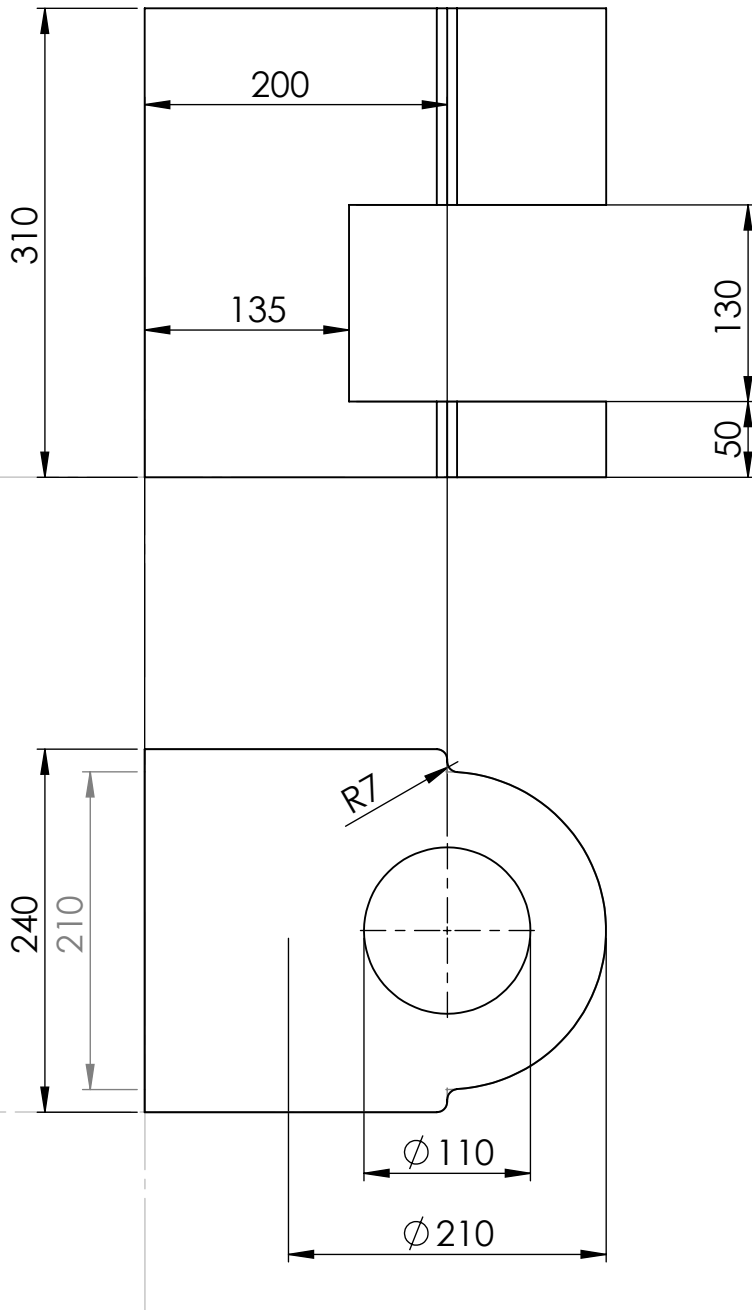
SHEET 1 OF 1

Kokoonpano

A4



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DRAWN		NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE:	
CHK'D								100 x 100 x 8	
APPV'D									
MFG									
Q.A									
						MATERIAL:		DWG NO.	
								Lavetti	
								A4	
						WEIGHT:		SCALE:1:100	
								SHEET 1 OF 1	



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE			
DRAWN						
CHK'D						
APPV'D						
MFG						
Q.A						

MATERIAL:

WEIGHT:

TITLE:

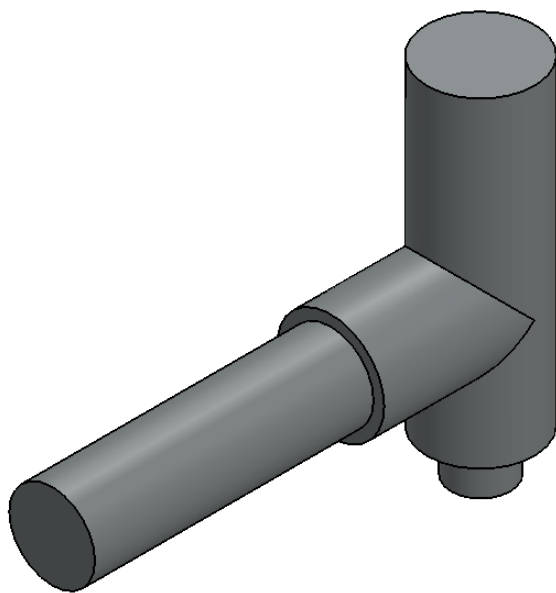
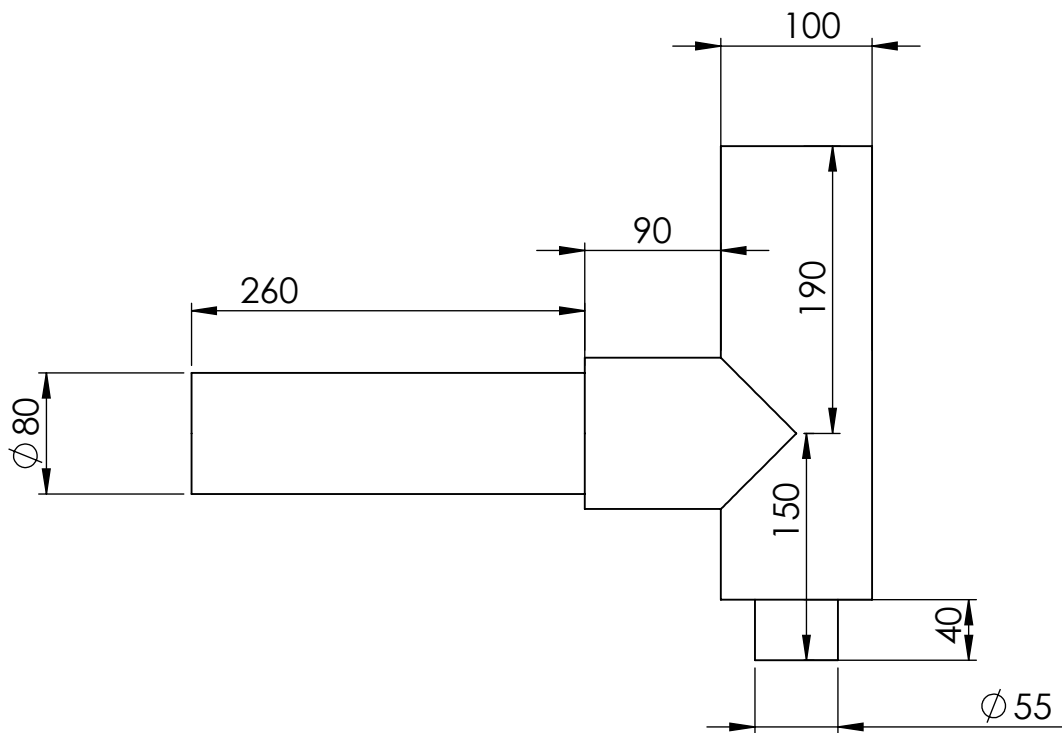
DWG NO.

SCALE:1:5

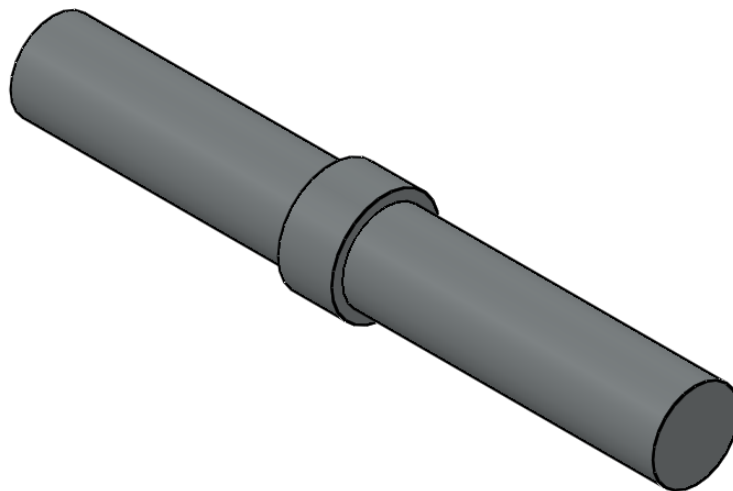
Teline(etuakseli)

A4

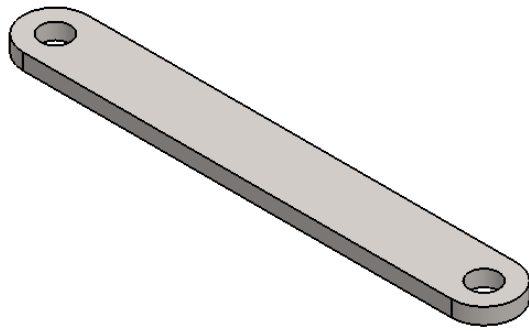
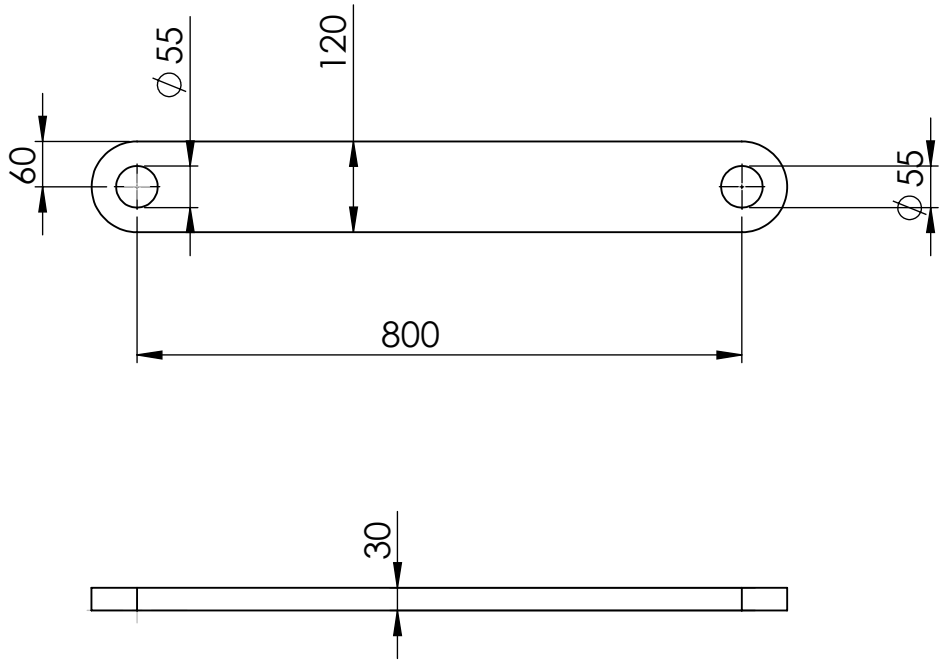
SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
NAME		SIGNATURE		DATE				TITLE:			
DRAWN											
CHK'D											
APPV'D											
MFG											
Q.A						MATERIAL:		DWG NO.		Etuakseli	
										A4	
						WEIGHT:		SCALE:1:5		SHEET 1 OF 1	



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:			FINISH:			DEBUR AND BREAK SHARP EDGES			DO NOT SCALE DRAWING			REVISION			
		NAME		SIGNATURE		DATE						TITLE:			
DRAWN															
CHK'D															
APPV'D															
MFG															
Q.A															
								MATERIAL:		DWG NO.		taka-akseli		A4	
								WEIGHT:		SCALE:1:10			SHEET 1 OF 1		

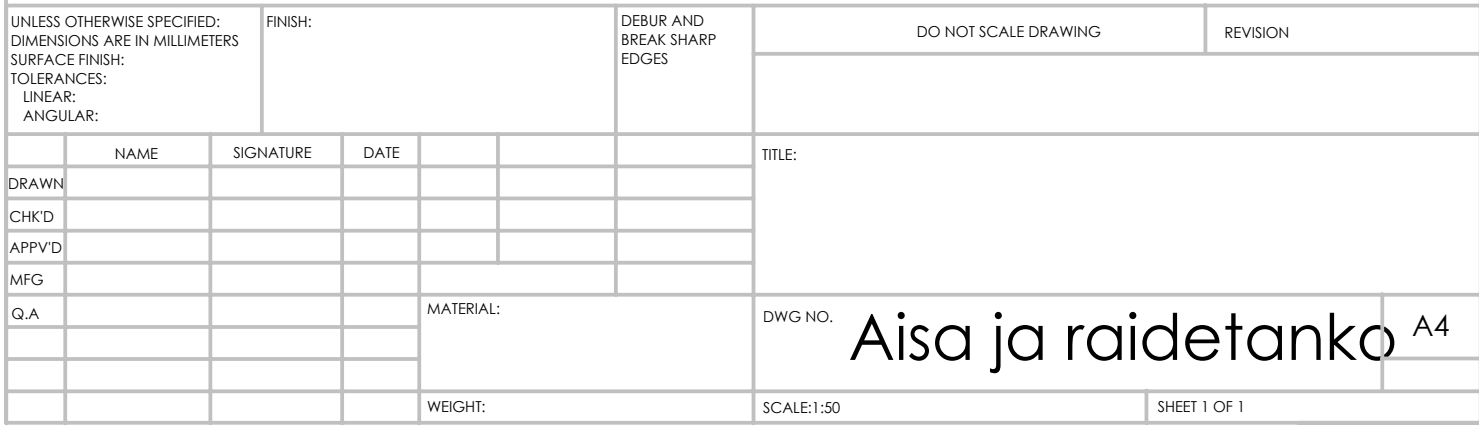


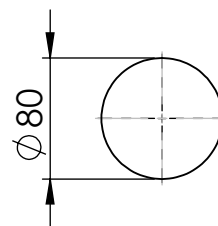
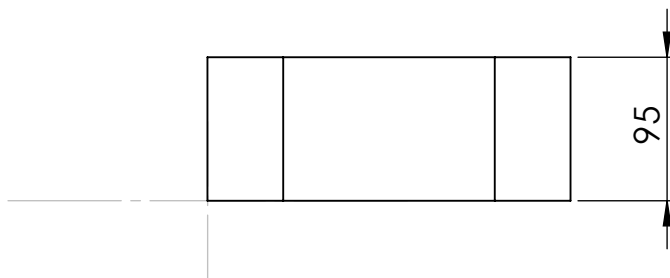
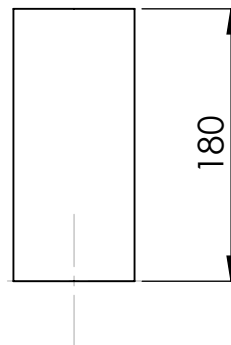
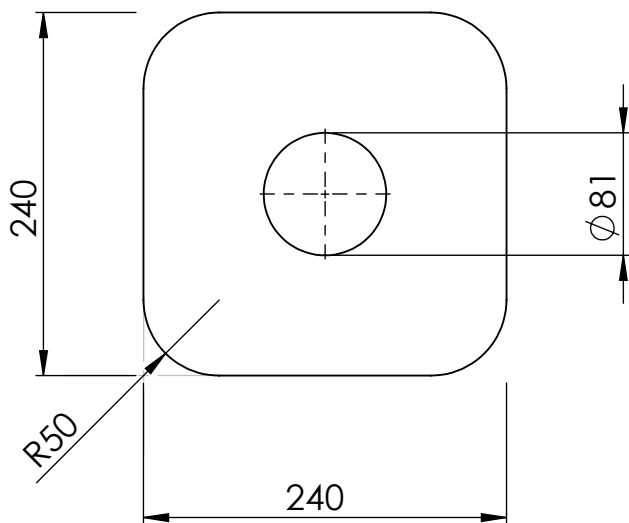
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
	NAME	SIGNATURE	DATE			TITLE:			
DRAWN									
CHK'D									
APPV'D									
MFG						DWG NO.			
Q.A									
						Ohjauskäsi			
						SCALE:1:10		SHEET 1 OF 1	

MATERIAL:

WEIGHT:

A4





UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION			
DRAWN		NAME	SIGNATURE	DATE			TITLE:				
CHK'D											
APPV'D											
MFG											
Q.A					MATERIAL:		DWG NO.		Akseli ja teline		A4
							SCALE:1:5		SHEET 1 OF 1		
					WEIGHT:						