

# TUOTEKEHITYS – HALKOMAKONEEN RUNKO

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Tuotantopainotteinen mekatroniikka  
Opinnäytetyö  
Kevät 2009  
Timo Mielonen

Lahden ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

MIELONEN, TIMO: Tuotekehitys – Halkomakoneen runko

Tuotantopainotteisen mekatroniikan opinnäytetyö, 14 sivua, 8 liitesivua

Kevät 2009

## TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö tehtiin Holmet Oy:lle kevään 2007 aikana. Yritys toimii metalliteollisuuden alihankkijana suunnitellen ja valmistamalla alan tuotteita. Kannattavuuden parantamiseksi yrityksen yhtenä tulevaisuuden linjauksena tutkitaan omien tuotteiden valmistamista suoraan kuluttajille. Tähän tarkoitukseen yrityksessä on valjastettu polttopuiden valmistamiseen tarkoitettu traktorikäyttöinen lisälaitte.

Työn tarkoituksena oli maksimoida kyseisen tuotteen kannattavuus ohutlevyrakenteisen teräsrungon osalta. Työssä tuli paneutua erityisesti materiaalin säästämiseen, kuitenkin valmistuksen järkevöittämistä unohtamatta.

Työssä käytettiin kustannusten alentamiseen laitteen rakenteen valmistamista mahdollisimman pitkälle tuotannon alkuvaiheessa sekä osien kokonaismäärän vähentämistä.

Avainsanat: Halkomakone, ohutlevy

Lahti University of Applied Sciences  
Faculty of Technology

MIELONEN, TIMO: Product development – Frame of the wood chopping machine

Bachelor's Thesis in Mechatronics, 14 pages, 8 pages of appendices Spring 2009

## ABSTRACT

---

This bachelor's thesis was done for Holmet Oy during spring 2007. Company's line of business is being a subcontractor for metal industry and includes designing and producing the products. The company is investigating a new line of business, which is to make complete products straight to end users. For this purpose the company has developed a tractor powered wood chopping machine which development is the subject of this thesis.

The aim in this thesis was to maximize the profitability of the wood chopping machine's sheet metal constructed frame. Saving material was one of the biggest efforts to achieve, however not forgetting practical manufacturing and assembly. Big savings can also achieve reducing welding seams which also affects the appearance of the product, saves energy and labour costs. Manufacturing methods was also supposed to optimize for the manufacturing machines of the company.

With these saving methods there is still possibility to make competitive wood chopping machines in Finland. The biggest competitors are coming from Eastern Europe and Baltic countries, where the labour costs are smaller and raw materials are cheaper.

Keywords: Wood chopping machine, sheet metal

## SISÄLLYS

1. JOHDANTO	1
1.1 Yrityksen esittely	1
1.2 Aiheen esittely	1
1.3 Aiheen valinta ja työn tavoitteet	2
2. LÄHTÖKOHDAT	2
2.1 Suunnittelun tavoitteet	2
2.2 Ideointi	3
2.3 Tuotantolaitteisto	5
3. SUUNNITTELU	6
3.1 Suunnittelun välineet	6
3.2 Etulevyn vahvistus	7
3.3 Etulevyn kehittäminen	8
3.4 Takalevy ja katto	10
3.5 Voimansiirron tukeminen	12
3.6 Yhteenveto ja tulevaisuus	13

## LIITTEET

## 1 JOHDANTO

### 1.1 Yrityksen esittely

Holmet Oy on vuonna 2004 perustettu metalliteollisuuden alihankintakonepaja, joka sijaitsee Hollolassa salpakankaan teollisuusalueella. Yrityksen toimialaa ovat vaativat ohutlevy- sekä putkirakenteet. Useimmin Holmet Oy valmistaa asiakkailleen tuotteita valmiiden konepiirustusten mukaisesti. Yritys kuitenkin tarjoaa asiakkailleen myös suunnittelupalvelua. Asiakaskunta Holmet Oy:llä on hyvin laaja, suurimmat asiakkaat löytyvät kaivannaisteollisuudesta sekä satamateollisuudesta.

### 1.2 Aiheen esittely

Tämä opinnäytetyö käsittelee halkomakoneen rungon tuotekehitystä. Kyseinen halkomakone pohjautuu Klapi-tuiko nimiseen polttopuiden halkomalaitteeseen joka on esitelty jo vuonna 1969. Tuotteen mekaaninen rakenne on säilynyt lähes muuttumattomana. Runko rakennetta on kyseisen tuotemerkin alaisuudessa uusittu neljä kertaa, viimeksi vuonna 2004. Viimeisimmässä tuotekehitysprojektissa koneen runkorakenne muutettiin paremmin nykyaikaiseen konepajaan sopivaksi.

Kone sinällään on hyvin toimiva ja sille löytyy yhä oma asiakaskuntansa, kiristyvän kilpailun vuoksi koneen rakennetta on kehitettävä ja valmistuskustannuksia saatava pudotettua, jotta laite vähintään säilyttäisi nykyiset markkinansa. Tuotteen materiaalina on lähes yksinomaan teräs, joten teräksen hinnan nousu viime vuosina pienentää laitteesta saatavaa tuottoa hyvin merkittävästi. Myös energiakustannusten nousu on suuressa asemassa tuotteen hinnankorotuspaineiden nostattajana.

### 1.3 Aiheen valinta ja työn tavoitteet

Valitsin tämän aiheen itselleni, koska olen työskennellyt kyseisen koneen parissa jo useita vuosia eri yrityksissä. Ensimmäisen kerran tuotekehittelin laitetta vuonna 2004, jolloin kone koki suurimmat muutoksensa. Tämän jälkeen olen kehitellyt koneesta erilaisia versioita erilaisille valmistuskoneille sopiviksi eri yrityksissä.

Aihe oli siis hyvin tuttu mutta edelleen erittäin mielenkiintoinen, koska viimeisessä vaiheessa pystyin havainnollistamaan itselleni, mitä olin oppinut erilaisista valmistustekniikoista ja miten niitä parhaiten voi milloinkin hyödyntää

Halkomakoneessa oli myös muutamia kohtia, jotka vaativat parannuksia rakenteeseen. Näitä olivat etuseinämän vahvistaminen sekä nostokorvakkeiden parantaminen. Suurin parannuskohde oli kuitenkin kuljettimen kiinnityksen vahvistaminen, joka oli koneen ylivoimaisesti ongelmallisin kohta. Kuljettimen kiinnitys oli todettu käytännössä suhteellisen heikoksi, ja lisäksi tuote oli ikävä kokoonpantava kuljettimen osalta.

## 2 LÄHTÖKOHDAT

### 2.1 Suunnittelun tavoitteet

Halkomakoneen suunnittelun ensimmäiseksi lähtökohdaksi otettiin materiaalin säästämisen tavoite. Kyseessä oli hyvin tietoinen valinta, koska materiaalin säästäminen on helppo keino säästää rahaa. Myös tulevaisuuden pahimmat kilpailijat tulevat luultavasti Baltian maista, joissa kyseisen metallirakenteen valmistaminen on hieman yli puolet halvempaa kuin vastaava kotimainen. Tämä johtuu halvemmista työvoimakustannuksista sekä halvemmasta raaka-aineesta eli teräksestä, joka tuotetaan pääasiallisesti Venäjällä.

Pelkästään materiaalin säästäminen ei kuitenkaan tuo riittäviä säästöjä, näin ollen rakenteesta oli tehtävä sellainen, että osien valmistaminen ohutlevystä vähentää leikkausaikaa. Tähän päästiin käyttämällä niin sanottua yhteisleikkausta.

Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kappaleista oli suunniteltava mahdollisimman symmetrisiä sekä sellaisia, että ne sopivat toisiinsa tavalla tai toisella. Yhteisleikkauksella on mahdollista saavuttaa merkittäviä säästöjä leikkauskapasiteettia säästämällä sekä epäsuorasti levyaihioista jäävän hukkaprosentin pienentymisen muodossa.

Toinen tavoite oli vähentää hitsauksen tarvetta koska hitsaaminen on energiaa kuluttavaa, ja käytännössä lopputuote näyttää aina paremmalta, mitä vähemmän sitä on hitsattu. Tämä johtuu siitä, että hiomisen tarve vähenee samassa suhteessa kuin hitsaamisen tarve. Holmet Oy:ssä hiomisen vähentyminen on erityisen merkittävässä asemassa, koska konepajassa ei käytetä minkäänlaisia hitsausroiskeiden estämiseksi kehitettyjä kemikaaleja. Tämä johtuu tuotteiden pääasiallisesta pinnoitusmenetelmästä, joka on pulverimaalaus. Prosessi ei siedä pientäkään määrää epäpuhtauksia, koska maalijauhe ei yksinkertaisesti tartu maalattavaan pintaan, jos tuotteita on käytetty.

Viimeisenä lähtökohtana tuotekehitys projektissa oli kokoonpanon helpottaminen ja laitteen kokoonpanemiseen tarvittavan ajan vähentäminen.

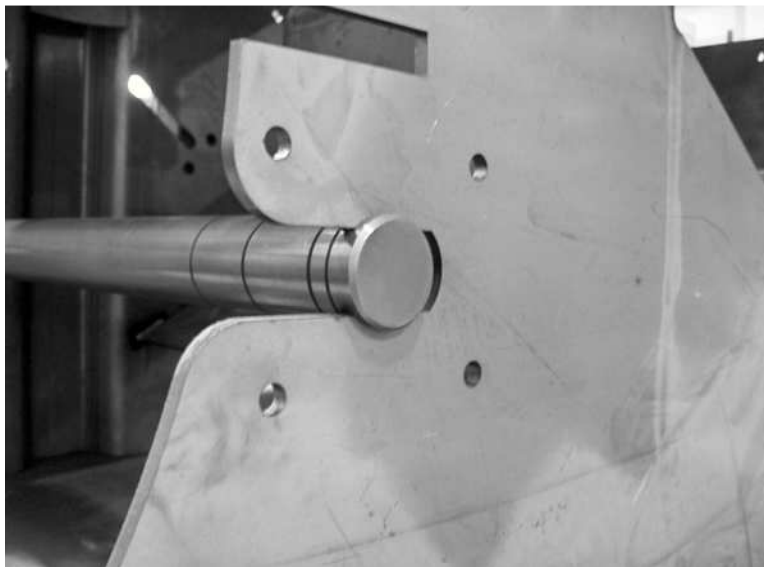
## 2.2 Ideointi

Laite on rakenteeltaan muodostunut aiemmin pääosin putkipalkkirungosta ja liikkuvia osia on suojattu erilaisin suojalevyin, vuoden 2004-facelift versiossa halkomakoneeseen lisättiin teräsrunko ohutlevystä. Nyt perusajatuksena oli luopua alkuperäisestä putkipalkkirungosta kokonaan ja muodostaa sama laite ainoastaan ohutlevytekniikan avulla. Myös etulevyn taipumisongelmaan lähdettiin etsimään ratkaisua ohutlevypuolen tarjoamien laitteiden avulla. Etuseinämään päätettiin lisätä vahvistustaivutus.

Pelkästään putkipalkit laitteesta poistamalla hitsausajan tulisi teoriassa pienentyä kolmasosalla. Laitteesta päätettiin myös tehdä rakenteeltaan tasapainoisempi. Tähän ei päädytty pelkästään nostopisteiden optimaalisen sijoittelun tavoittelussa vaan myös sillä, että laitteen runkoon syntyvät voimat ja rasitukset jakaantuisivat tasaisemmin ympäri konetta eikä ainoastaan vain laitteen sille puoliskolle, jossa puuta pilkotaan.

Osia vähentämällä saavutetaan luonnollisesti myös säästöä: näin ollen päädyttiin siihen, että jokaisella laitteen osalla, pultteja lukuun ottamatta, tulisi olla vähintään kaksi tai mielellään kolme käyttötarkoitusta. Näin menetellen laitteesta poistui tarpeettomana muutama osa.

Kokoonpanoa päätettiin lähteä helpottamaan radikaalilla muutoksella. Tämä tarkoitti kuljettimen kiinnittämistä koneeseen ennen voimansiirtoketjujen asentamista. Tällä toimenpiteellä haettiin myös sitä, että näin toimien kuljettimen vetopään akselia voitiin käyttää teräsrakenteen yhtenä osana, jolloin akseli tukee etulevyn muuhun runkoon myös laitteen etuosasta. Kuvioista 1 käy ilmi, kuinka akseliin jyrskityt urat sopivat levyrungossa olevaan laserleikattuun uraan. Akselin konepiirustus liite 8. Lopuksi akseli lukitaan paikoilleen levynkappaleilla. Näiden kappaleiden konepiirroksat ovat liitteessä 7.



KUVIO 1. Akselin kiinnitys



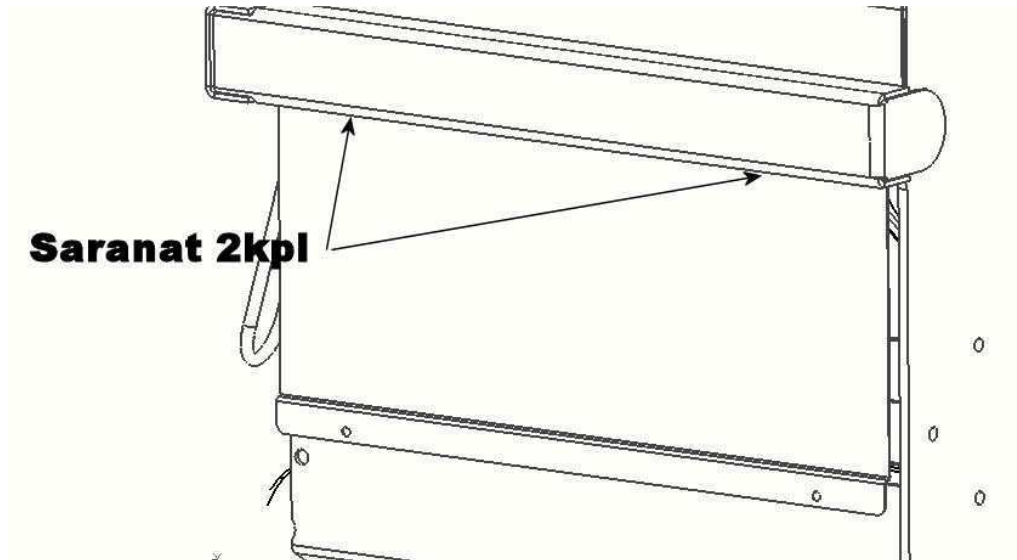
### 2.3 Tuotantolaitteisto

Laitteisto, jota käytetään tuotannossa ratkaisee, kuinka tuote voidaan valmistaa todellisuudessa. Harmittavan usein suunnittelija joutuu suunnittelemaan tuotteen siten, että se on valmistettavissa yleisimmillä valmistusmenetelmillä, joita konepajoista löytyy, koska aina ei tiedetä, missä laite valmistetaan. Tämä tarkoittaa sitä, että joudutaan luopumaan ratkaisuista, joilla voitaisiin tuotteen valmistuskustannuksia laskea tai vaihtoehtoisesti parantaa tuotteen laatua.

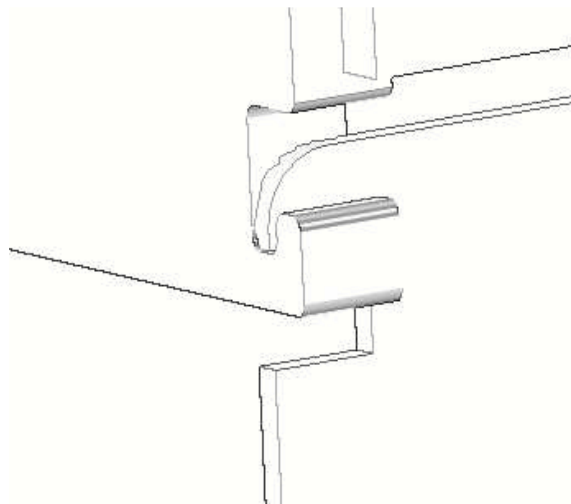
Tavoitteena tässä tapauksessa oli hyödyntää halkomakoneen kohdalla laserleikkauksen suomia mahdollisuuksia äärimmilleen. Aiemmin olen kehitellyt laitetta tavalliselle plasmaleikkaukselle sekä modernimmalle hienosädeplasmaleikkaukselle kuin myös laserleikkaukselle sopivaksi. Koska tässä tapauksessa halkomalaitteen kaikki levyosat leikataan poikkeuksetta laserleikkurilla, oli valmistusmenetelmän edut mahdollista käyttää hyväksi poikkeuksellisen tarkoin.

Laserleikkurin tarkkuus riittää usein korvaamaan perinteisen jyrsinän tietyissä tapauksissa, koska kyseisen leikkausprosessin jälki ei ole syvyysuunnassa vinoa kuten plasma- tai polttoleikkauksessa poikkeuksetta on. Ainoastaan ohuilla levyillä tällaista ilmiötä ei esiinny, mutta hyvin ohuilla levyillä ei tässä tapauksessa jyrsinän korvaamisessa saavuteta suurta iloa.

Esimerkiksi otamme koneen takana sijaitseva huoltoluukun, joka näkyy kuviossa 2. Huoltoluukku oli kiinnitetty hitsattavien saranoiden avulla laitteeseen, saranat jätettiin pois ja luukku muutettiin irralliseksi osaksi. Kiinnitys tapahtuu laserleikkauksella valmistettuihin loviin, jotka näkyvät kuviossa 3. Takaluukusta poistettiin myös kanttaukset koska niille ei keksitty käyttöä.



KUVIO 2. Vanha saranointi



KUVIO 3. Korvaava kiinnitys

## SUUNNITTELU

### 3.1 Suunnittelun välineet

Suunnittelu toteutettiin Solidworks 3D- ohjelmistolla. Laite oli myös aiemmin mallinnettu kyseisellä ohjelmistolla, joten suunnittelun lähtökohdat olivat mitä helpoimmat.

### 3.2 Etulevyn vahvistus

Uuden etulevyn valmistuskustannukset ovat suuremmat kuin vanhan, mikä johtuu taivutusten lukumäärän kasvusta. Etulevyn konepiirros liite 2. Uudessa versiossa kanteja on kuusi, kun vanhassa niitä oli vain yksi. Tutkittiin, kannattaisiko toimenpiteeseen valmistaa työkalu, jotta kanttauksia saataisiin yhdellä puristuksella enemmän

Särmäyspuristimessa olevalla ohjelmalla laskettiin toimenpiteelle tarvittava voima syöttämällä taivutusleveydet ja taivutuksien lukumäärä koneeseen. Tulokseksi saatiin noin 400 tonnia. Yrityksen suurin taivutuskone on maksimi voimaltaan 220 tonnia, näin ollen työ olisi ulkoistettava. Työstä lähetettiin tarjouspyyntö ja alihankkijan vastauksena kappaleen taivuttaminen haluttuun muotoon maksaisi 12,7 € kappaleelta asiakkaan aihidista. Aloituskustannukset tuotantoon olisivat noin 20 000 €, joka sisältää työkalun suunnittelun ja valmistuksen.

Koska kappaleiden valmistus kertapuristusmenettelyllä osoittautui äärimmäisen arvokkaaksi, tehtiin testi ja kelloitettiin, kuinka kauan yhden uuden etulevyn särmääminen vie aikaa. Tulokseksi saatiin alle 10 minuuttia, jolloin yhden kappaleen taivutushinnaksi tulee karkeasti arvioiden 10 € kappale, koska yrityksessä arvioidaan särmäys kustannusten olevan noin 60 €/h.

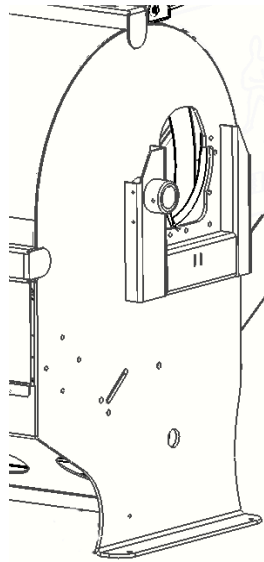
Tämä suhteutettuna vahvistuskanttauksen etuihin nähden on kannattavaa, koska vahvistus vähentää materiaalia, kuten voimme jäljempänä todeta ja lisäksi jäykistys parantaa tuotteen laatua. Kuviossa 4 on esitetty vahvistus valmiissa etulevyssä hitsattuna koneeseen kiinni. Vahvistus esiintyy myös hitsauskokoospanossa liite 1.



KUVIO 4. Etulevyn vahvistus

### 3.3 Etulevyn kehittäminen

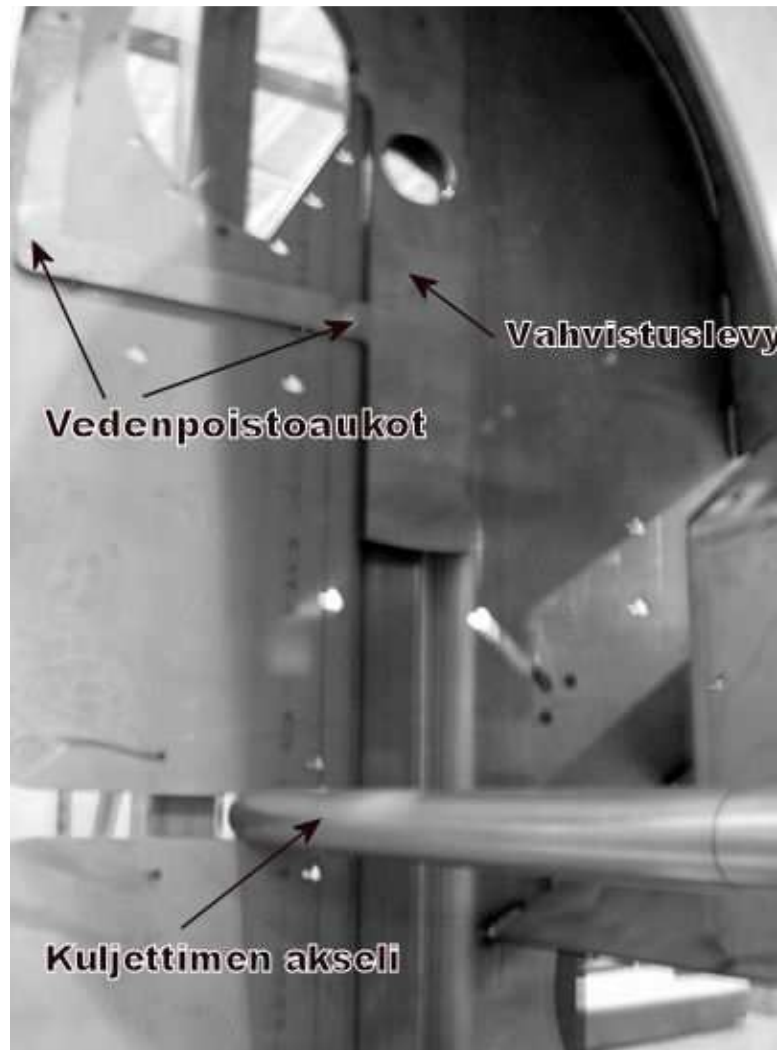
Ensimmäiseksi hahmoteltiin vahvistussuunnitelma vanhaan etulevyyn, joka oli aiemmin suora, vahvuudeltaan S335JRG2 10mm teräslevy. Vanha etulevy näkyy kuviossa 5. Uuden etulevy paksuudeksi päätettiin ottaa S240JRG2 8 mm:n vahvuinen teräslevy. Näin vuoksi että koneen paino jakautuisi tasaisemmin, koska myös takalevy on tehty samasta materiaalista. Materiaalia säästyi näin ollen etulevyn osalta lähes 20 %. Materiaali ei tässä tapauksessa ole kriittinen murtolujuuden suhteen, joten valittiin edullisempi laatu. Tosin hinta ei tässä näyttele suurta roolia, koska näiden kahden hinta ero oli maaliskuussa 2007 1 snt/kg. Kappale painaa 82 kg, joten säästöä syntyy 82 senttiä per kappale. Uuden etulevyn mm-1001 konepiirustus on liitteenä.



KUVIO 5. Vanha etulevy

Jotta voitiin varmistaa uuden etulevyrakenteen ylivertaisuus vanhaan nähden, puunsyöttöaukon taakse valmistettiin 8 mm:n vahvistuslevy. Vahvistuslevy näkyy kuviossa 6 ja sen konepiirros on liitteessä 6. Vahvistuslevy korvasi vanhat erilliset vahvistusrakenteet, jotka tukivat halkaisuteriä. Uudessa vahvikkeessa vanhat osat (2kpl), yhdistettiin yhdeksi osaksi. Vahvikkeesta tehtiin samalla hitsausjigi, jolla ohjataan leikkauspyörän vaatima tukiholkki kohdalleen hitsauksen ajaksi.

Vahvikkeeseen lisättiin myös reiät, joilla se jiginä ollessaan pysyy pulttien pitämänä paikoillaan. Tämän jälkeen reiät toimivat vedenpoistoaukkoina ulkopuoliselle palkkirakenteelle. Palkkirakenne on talvisin altis halkeamaan pakkasessa, jos se on jostain syystä, esimerkiksi pesun yhteydessä, täyttynyt vedellä. Palkkirakenteen konepiirroksat ovat liitteissä 5 ja 6.

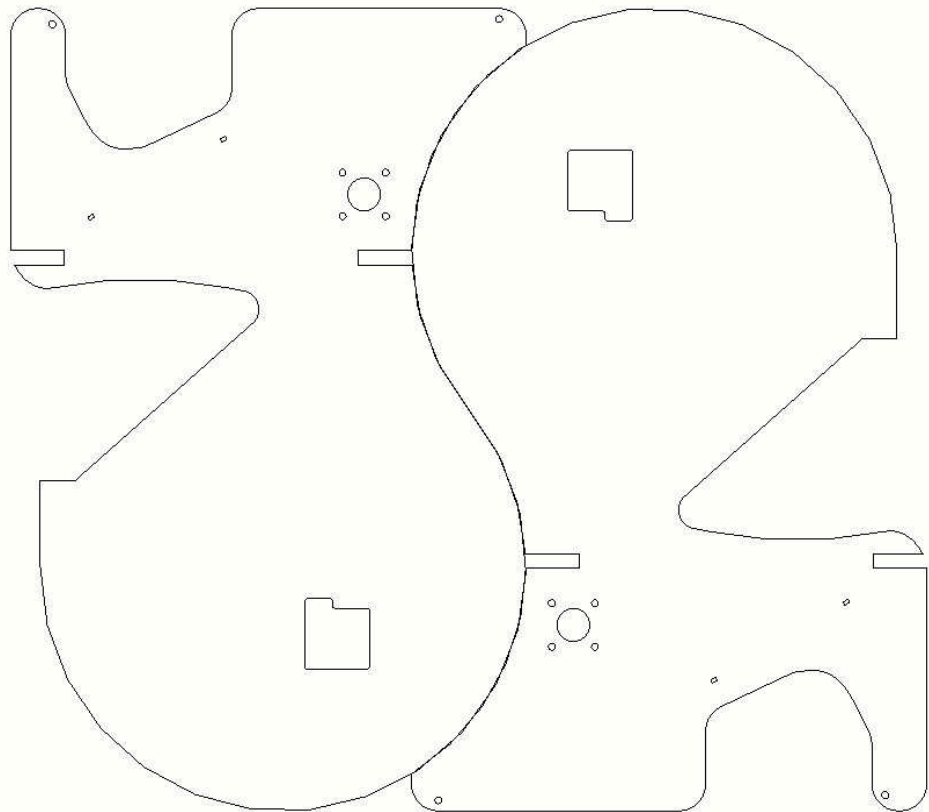


KUVIO 6. Rungon rakenne sisäpuolelta

### 3.4 Takalevy ja katto

Laitteen takalevyn vahvuutta lisättiin viidestä millimetristä kahdeksaan millimetriin, tähän oli useita syitä. Puunhalkomisessa syntyvät voimat siirrettiin kattorakenteen ja kuljettimen vetoakselin välityksellä myös takalevylle. Takalevyn konepiirros liite 2. Lisäksi laite kiinnitetään uudessa versiossa suoraan takalevyn varassa traktoriin, niin käytettäessä kuin kuljetettaessakin. Levy joutuu suurempaan rasitukseen, koska sillä ei ole enää minkäänlaista palkkikehikkoa tukenaan. Aiemmassa versiossa traktori kiinnitettiin koneen ympäri hitsattuun putkipalkkirakenteeseen.

Toinen syy levyn vahvuuden muuttamiseen oli se, että koneessa esiintyviä levynvahvuuksia saatiin vähennettyä. Tämä tarkoittaa sen vuoksi, että useampia erilaisia osia voidaan suuremmalla todennäköisyydellä sijoittaa laserleikkauksessa toisiinsa kiinni, ja niiden muotoja voidaan säilyttää ilman yhteisleikkauksen määrän vähenemistä. Kuviossa 7 on esitetty kappaleiden muotoilua yhteisleikkausta varten ja kuviossa näkyy, kuinka kaksi takalevyä voidaan sijoittaa toisiinsa nähden saumattomasti ja näin vähentää



leikkausmatkaa.

KUVIO 7. Kaksi takalevyä nestattuna

Laitteen kattolevy koostui aiemmassa mallissa useammasta eri osasta, ja nämä yhdistettiin yhdeksi kokonaisuudeksi. Kattolevyn konepiirros liite 3. Myös kuljettimen nostamiseen käytetty vinssi kiinnitetään suoraan kattolevyyn, kun se aiemmin kiinnitettiin sitä varten valmistettuun jalustaan.

### 3.5 Voimansiirron tukeminen

Koneen voimansiirtoon kuuluu kaksi vahvaa ketjua ja näin ollen kolme akselia. Yksi akseleista on kuljettimen alku päässä oleva akseli ja toinen teräpyörä, joka kiinnitetään etulevyyyn. Näiden lisäksi on voimansisäänottoakseli, johon akseliin liitetään traktorin ulosottoakseli. Vanhaan rakenteeseen ei tehty toiminnan kannalta mitään muutoksia, mutta erilliset levyn kappaleet yhdistettiin särmättäväksi rakenteeksi. Tämän rakenteen hitsauskokoontamisen konepiirros on liitteessä 1.







KUVIO 8. Valmis runko takaapäin

KUVIO 9. Valmis runko

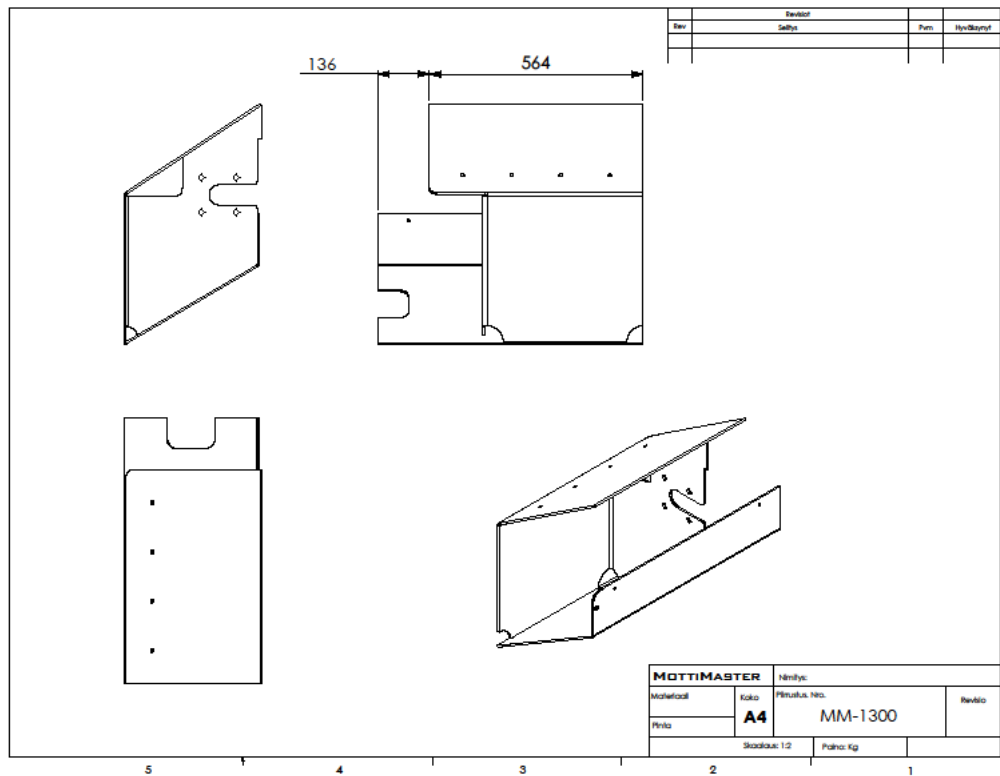
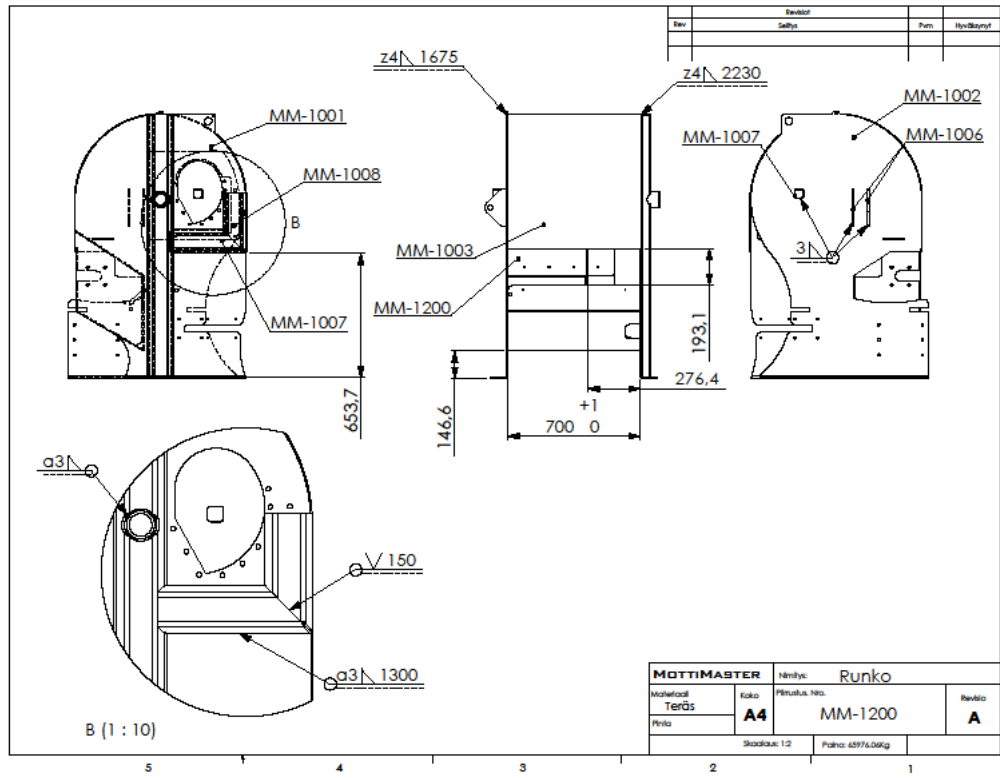
### 3.6 Tulevaisuus

Todennäköisesti halkomalaitteen rakenne ei tule edellä esitetyn kaltaisesta tulevaisuudessa kevenemään, ellei materiaalitekniikassa saavuteta jotain suurta läpimurtoa. Ellei tuotteen toimintaperiaate jollain tavalla ratkaisevasti muutu sen tuotantoa voidaan tehostaa muuttamalla rakenteen peruseriaate kokonaan.

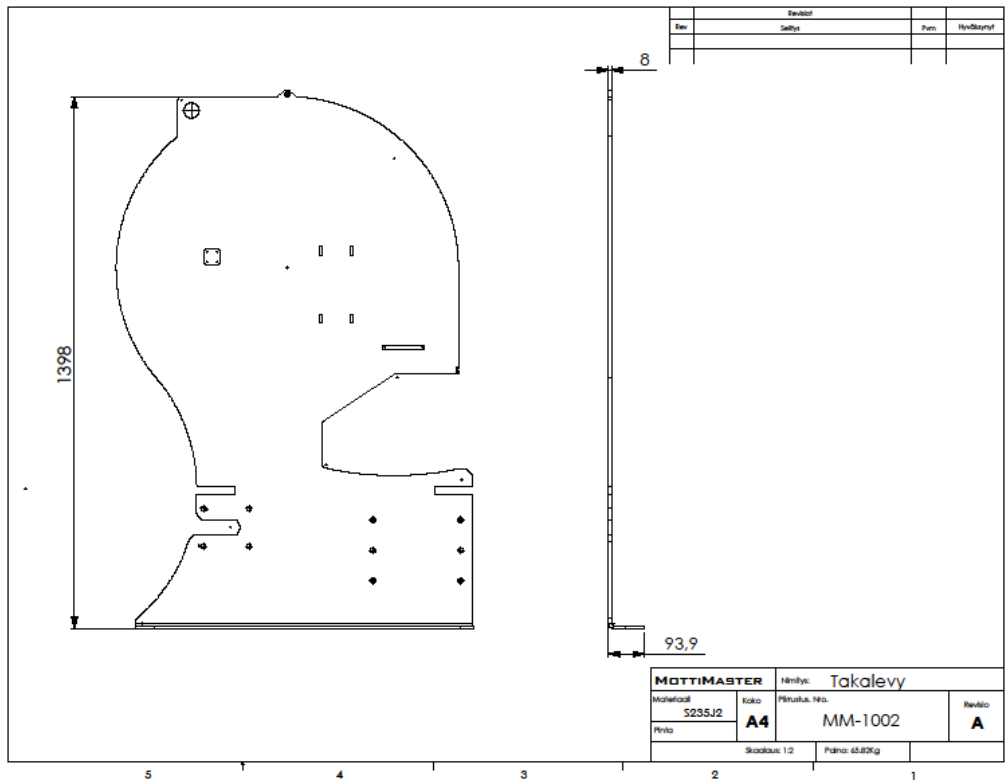
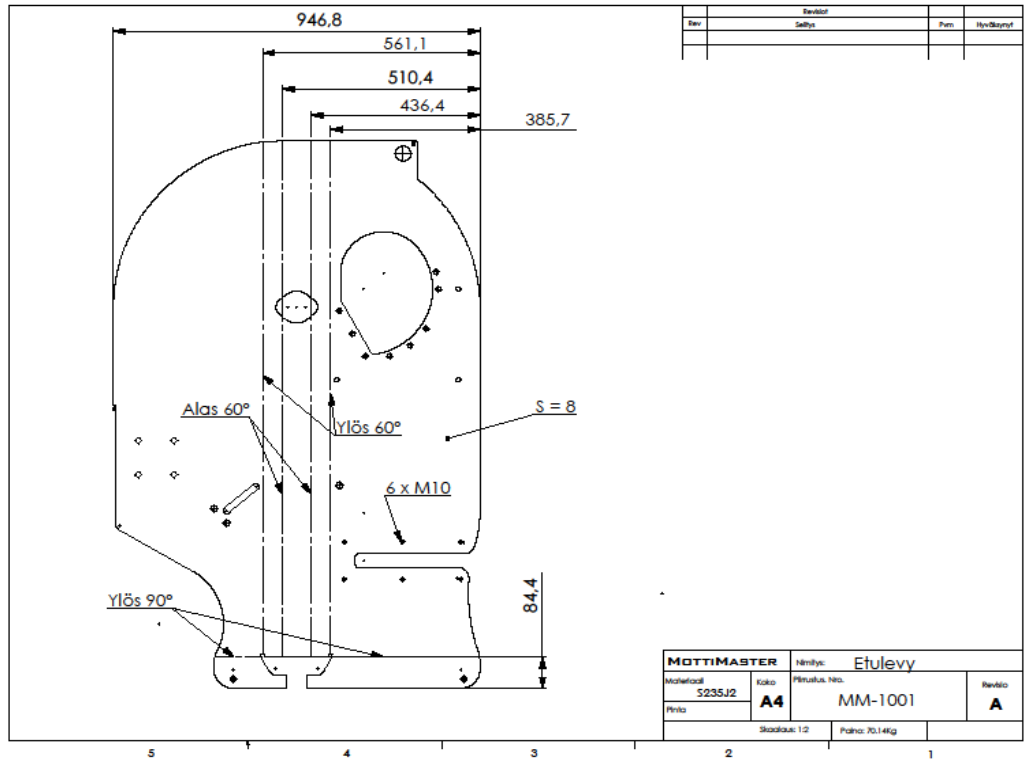
Laitetta voitaisiin valmistaa toisaalta valamalla, kuitenkin tällainen toiminta vaatisi suuret kehityskustannukset sekä suuret markkinat.

Toinen vaihtoehto olisi poistaa laitteen rakenteesta kaikki hitsausseamat ja valmistaa laite pulttien avulla. Molemmilla valmistus tavoilla lopputulos on pääpiirteissään sama eli ihmiskäden suorittamaa työtä vähentämällä saadaan tuotantoa tehostettua. Hyvin todennäköistä on, että jälkimmäinen vaihtoehto toteutuu kyseisen laitteen kohdalla lähivuosina. Tämän työn lopputuloksena oli kuitenkin onnistunut tuote, joka on valmis tuotantoon. Kevääseen 2009 mennessä ei ollut havaittu yhtään ongelmaa runko rakenteensuhteen.

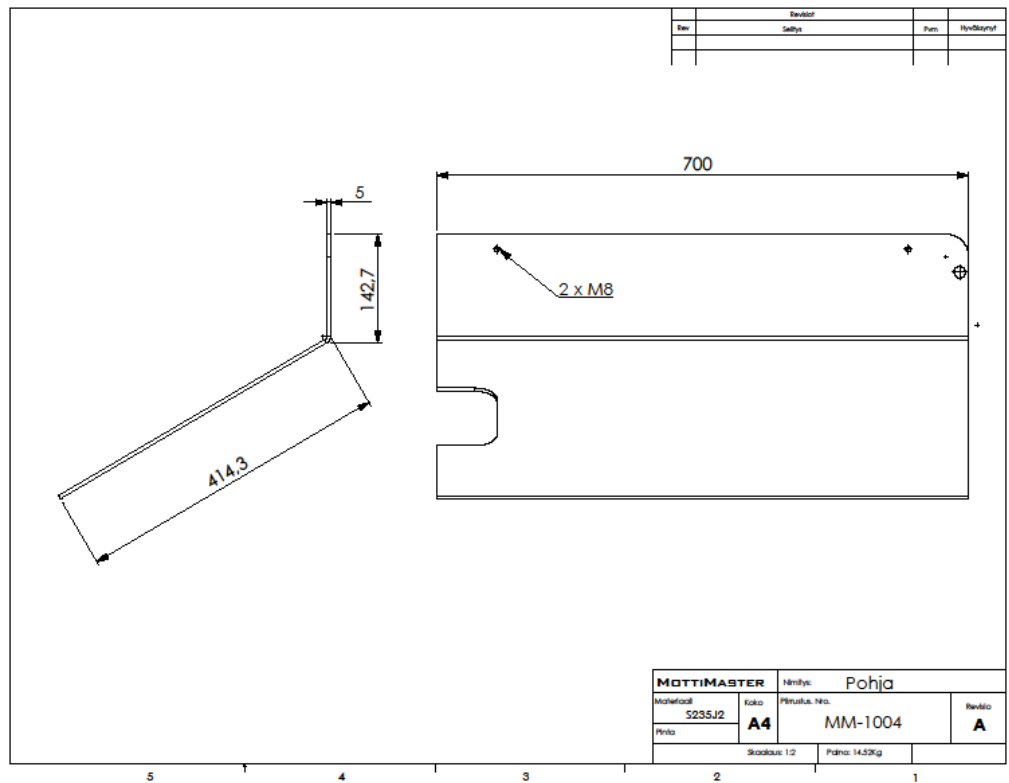
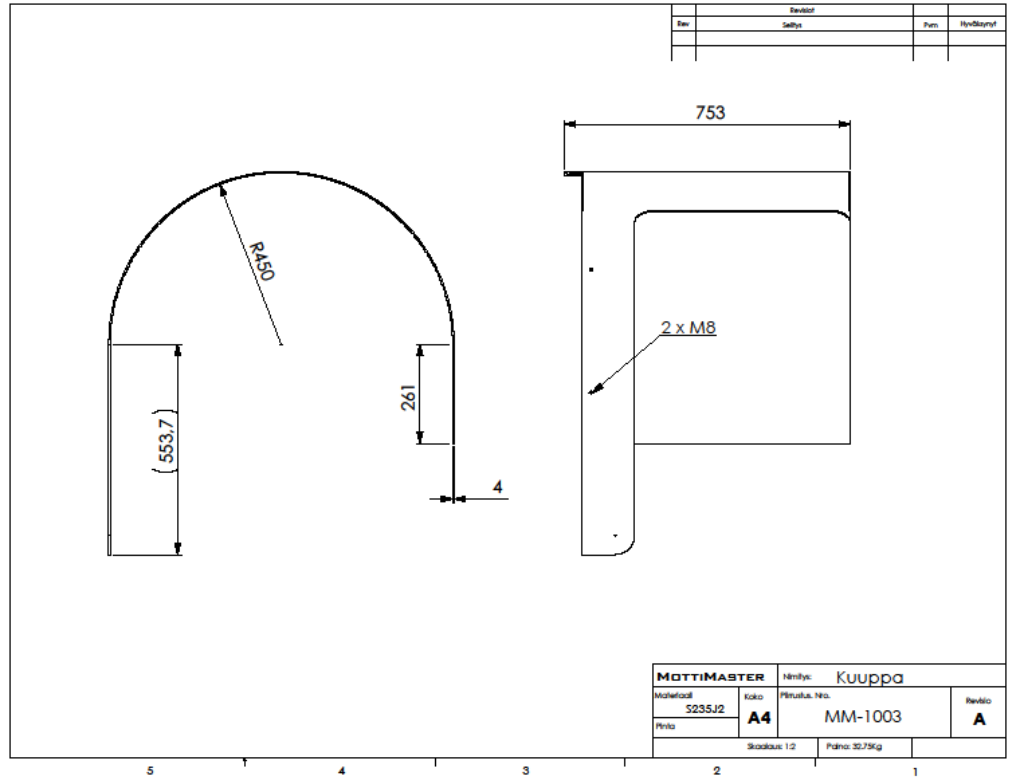
# LIITE 1



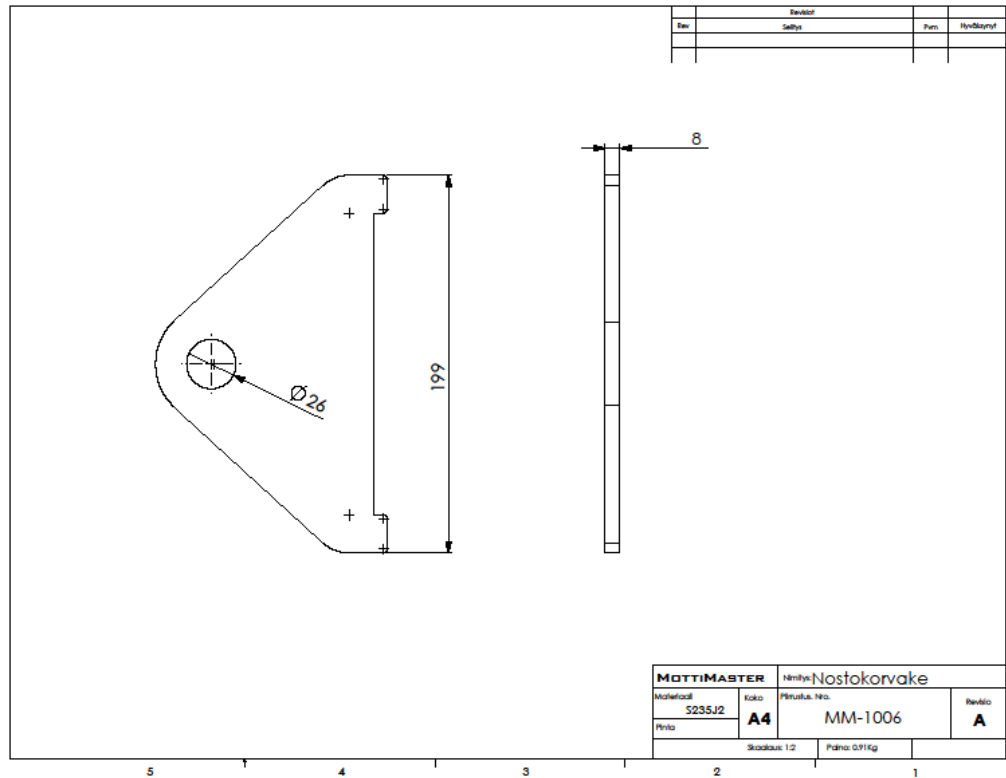
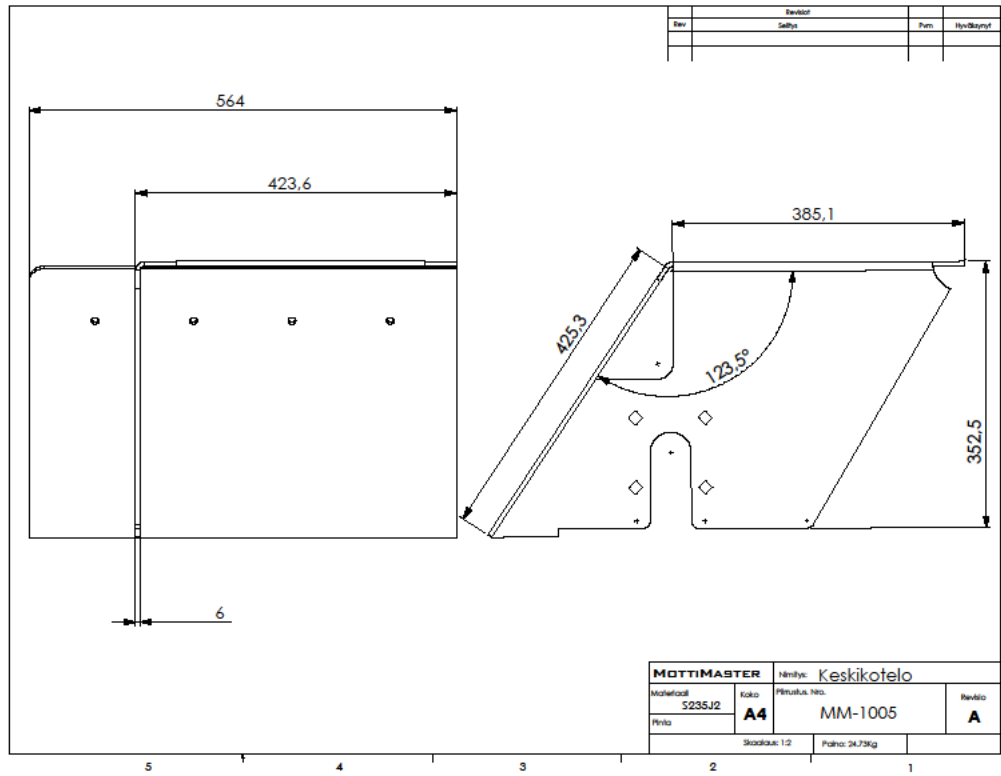
# LIITE 2



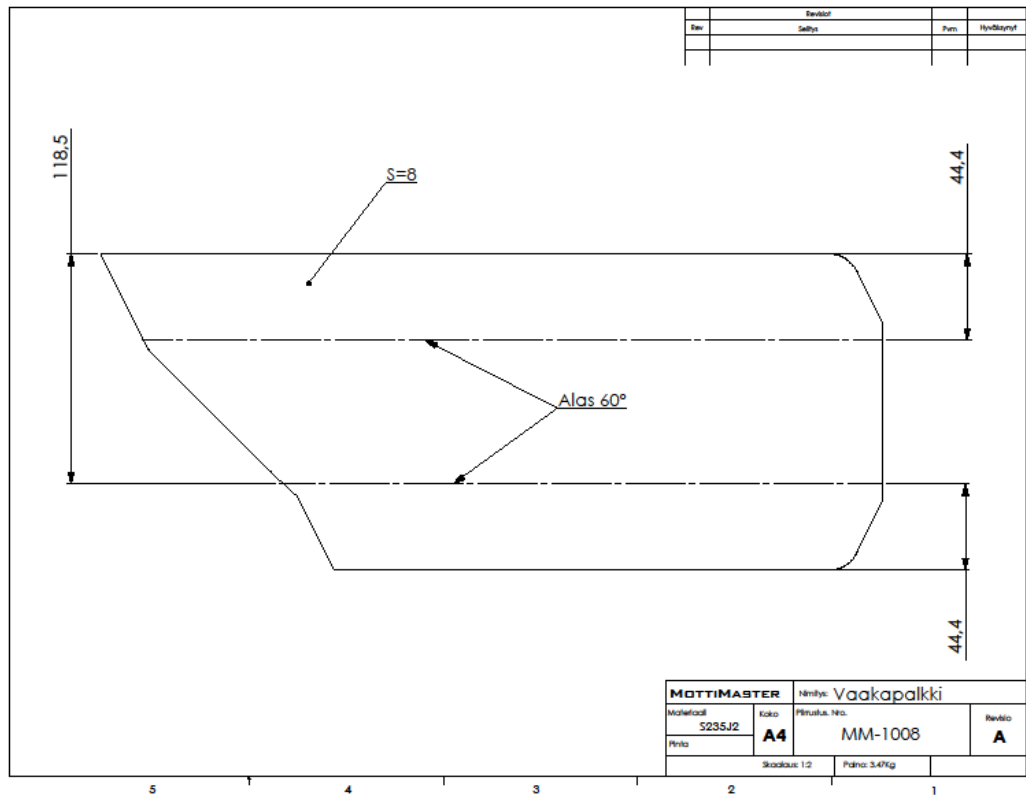
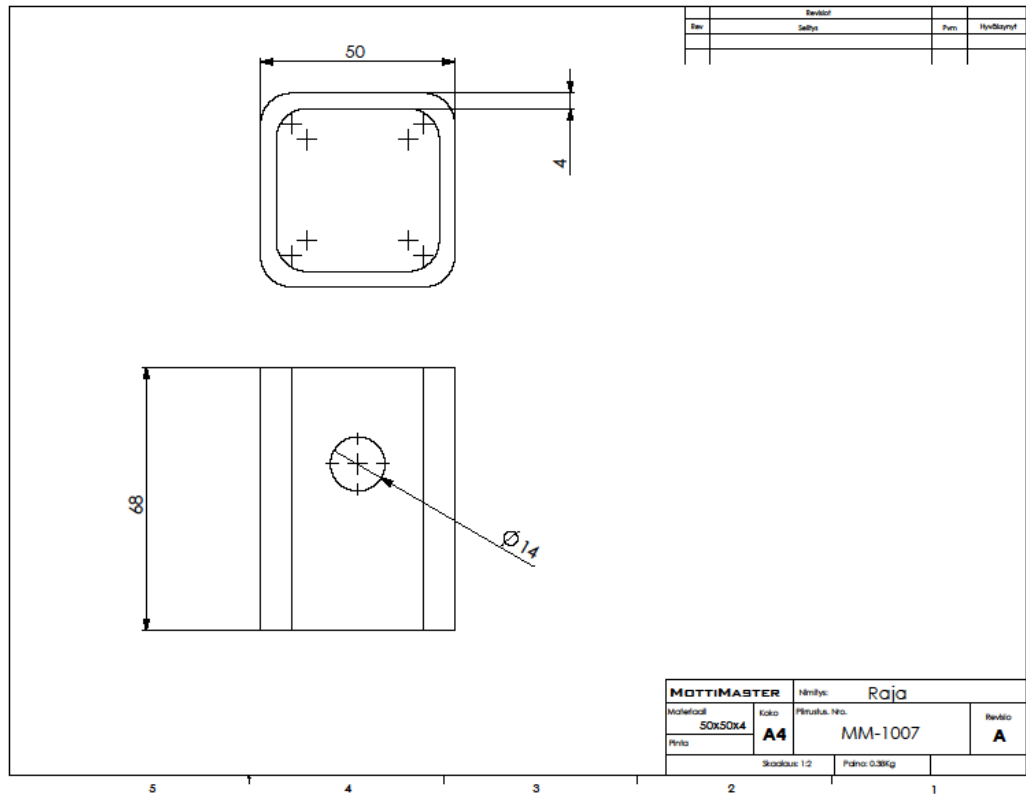
LIITE 3



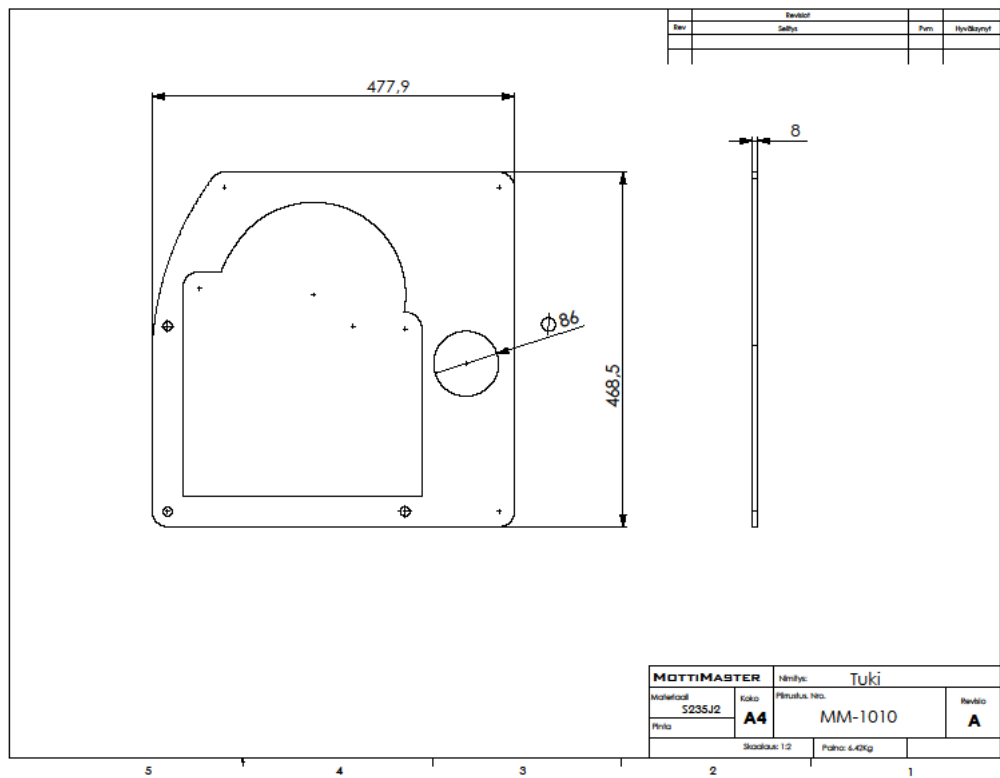
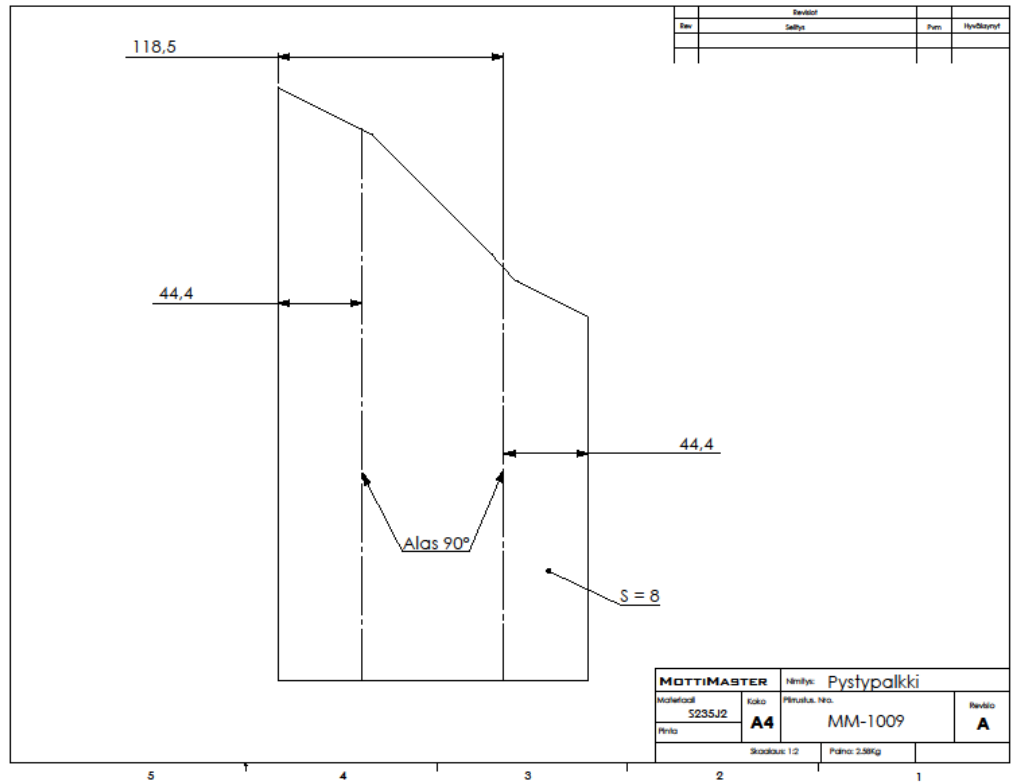
# LIITE 4



# LIITE 5



# LIITE 6





# LIITE 7

