

---

# KÄRKIKIPPAAVAN KAUKAN SUUNNITTELU

---

Risto Kukkonen

Opinnäytetyö

Ammattikorkeakoulututkinto



Koulutusala Tekniikan ja liikenteen			
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka			
Työn tekijä(t) Risto Kukkonen			
Työn nimi Kärkikippaavan kauhan suunnittelu			
Päiväys	15.8.2011	Sivumäärä/Liitteet	18
Ohjaaja(t) Heikki Salkinoja ja Seppo Rynänen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t)			
Tiivistelmä			
<p>Tämän työn tarkoituksena oli suunnitella traktoreiden 3-pistenostolaitteisiin sekä etukuormaajiin tai muihin kuormaajiin soveltuva kärkikippaava kauha. Kärkikippaavan kauhan ideana on suurempi kuormauskorkeus ja ulottuvuus tavalliseen kauhaan verrattuna. Työssä tutustuttiin muutamiin nykyisin markkinoilla oleviin erilaisiin kauhoihin ja pyrittiin oman idean pohjalta suunnittelemaan mahdollisimman yksinkertainen ja käytännöllinen kauha.</p> <p>Työssä suunniteltiin kauhan rakenne rungon lujuuslaskelmiseen sekä laskettiin valmistuskustannuksia. Lopputuloksena saatiin suunnitelma, jonka pohjalta on mahdollista rakentaa prototyyppi.</p>			
Avainsanat Kärkikippaava kauha, kuormaaja			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Mechanical Engineering			
Author(s) Risto Kukkonen			
Title of Thesis Designing a High Tip Bucket			
Date	15.8.2011	Pages/Appendices	18
Supervisor(s) Heikki Salkinoja and Seppo Ryyänen			
Project/Partners			
Abstract <p>The objective of this thesis was to design a high tip bucket for tractor's three point hitch and for front loaders or other loaders. The aim of the high tip bucket is a higher loading height compared to normal buckets. In the project it was familiarised with some kind of high tip buckets on sale today and designed as simple and practical bucket as possible based on the author's own idea.</p> <p>In the project the construction of the bucket with the strength of materials and manufacturing costs was designed. Finally a plan was drawn up on the basis of which it is possible to make a prototype.</p>			
Keywords High tip bucket, loader			

## SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	6
2	NYKYISIN MARKKINOILLA OLEVAT KAUHAT .....	7
2.1	Raiseliftin kauha .....	7
2.2	Pome-kauha .....	8
2.3	MP-Liftin kauha.....	9
2.4	Pienkuormaajien kauhat .....	9
3	KAUHALTA VAADITTAVAT OMINAISUUDET .....	10
3.1	Käyttötarkoitus.....	10
4	KAUHAN RAKENNE .....	11
4.1	Runkorakenne .....	11
4.2	Kiinnikeosat.....	13
4.3	Kauhaosa .....	13
5	LASKELMAT .....	14
5.1	Rungon lujuuslaskelmat.....	14
5.2	Hydraulisylinterin mitoitus .....	14
6	KUSTANNUSARVIO .....	16
7	YHTEENVETO .....	18

LÄHTEET

LIITTEET

## 1 JOHDANTO

Kärkikippaava kauha on erilaisiin kuormaajiin kuten traktoreihin ja pyöräkuormaajiin tarkoitettu kauha, jonka ideana on suurempi kuormauskorkeus tavallisiin kauhoihin verrattuna. Kauhassa on L-kirjaimen mallinen runko, johon kauhaosa on nivelletty läheltä kauhan kärkeä ja kauha voidaan kipata hydraulisesti ilman, että kauhan kärkeä tarvitsee kääntää alaspäin kuormaimen omalla kauhankallistuksella. Kärkikippaava kauha mahdollistaa myös trukin käytön kauhakoneena. Kauhoja on monessa eri kokoluokassa alkaen pienkuormaajiin tarkoitetuista muutaman sadan litran kauhoista pyöräkuormaajien useiden kuutiometrien kauhoihin.

Työn tarkoituksena on suunnitella uudenlainen kauha joka soveltuisi traktorin 3-pistenostolaitteisiin sekä esimerkiksi etukuormaajiin. Kauh valmistajilla on tarjolla pääasiassa suuria kauhoja, jotka on tarkoitettu kevyen materiaalin kuten turpeen ja lumen kuormaamiseen korkealle. Pienemmässä kokoluokassa ja traktorin nostolaitteisiin sopivia kauhoja ei markkinoilla ole paljoa.

## 2 NYKYISIN MARKKINOILLA OLEVAT KAUHAT

### 2.1 Raiseliftin kauha

Raiselift OY Suomijärveltä on turpeen käsittelykoneiden valmistaja, joka valmistaa kahta erikokoista kärkikippaavaa kauhaa. Isompi kauha on kooltaan 1,5 m<sup>3</sup> ja pienempi 0,6 m<sup>3</sup>. Kauhoissa on vakiona 3-pistenostolaitesovitteet traktoriin ja lisävarusteena saa levyn etukuormaajan sovitteiden kiinnittämistä varten. Kauhassa on kaksi kippaussylinteriä kauhan pohjaan koteloituna. (Raiselift)



Kuva 1. Raiseliftin 0,6 m<sup>3</sup> kauha. (Raiselift)



Kuva 2. Raiseliftin 0,6 m<sup>3</sup> kauha kippausasennossa. (Raiselift)

## 2.2 Pome-kauha

Pomarkun Urakoitsijatarvike OY Pomarkusta valmistaa Pome-kauhaa, jossa kippaussylinteri on sijoitettu kauhan takaseinän takapuolelle pystyasentoon. Kauhan takaseinämässä on upotus, jotta sylinterillä on tilaa kipattaessa. Aisat, joiden päistä kauhaosa on nivelletty, on koteloitu kauhan pohjalevyyn. (Pome)



Kuva 3. Pome-kauha. (Pome)



Kuva 4. Pomen malli, jossa kippausrungon kotelot kauhan sisällä.



### 2.3 MP-Liftin kauha

Etukuormaajavalmistaja MP-Lift Ylistarosta valmistaa 1,7 m<sup>3</sup> kippaavaa kauhaa. Kauhan kippaussylinterit on koteloitu kauhan pohjalevyyn. Kauhan materiaali on 5 mm S355J2G3-teräs. Kauhan leveys on 2400 mm ja paino 625 kg. (MP-Lift)



Kuva 5. MP-Liftin kauha. (MP-Lift)

### 2.4 Pienkuormaajien kauhat

Pienkuormainvalmistajista ainakin Avantilla ja Agromaticilla on koneisiinsa sopivia kauhamalleja, joiden tilavuus on 120 - 350 litraa.

(Avanttecno, Agromatic)

### 3 KAUHALTA VAADITTAVAT OMINAISUUDET

#### 3.1 Käyttötarkoitus

Kauhan suunnittelussa lähtökohtana oli, että sama kauha sopisi traktorin 3-pistenostolaitteisiin ja myös etu- tai takakuormaajaan tai pieneen pyöräkuormaajaan. Kauha olisi niin järeä, että se soveltuisi soran tai murskeen kuormaamiseen ja maansiirtoon. Erona markkinoilla oleviin kauhoihin olisi sileä kauhan sisäpuoli. Kauhan kokoluokka olisi sellainen, että sitä voisi käyttää melko pienessä traktorissa 3-pistenostolaitteissa. Kauha sopisi esimerkiksi omakotitalon pihatöihin ja tavaran siirtoihin. Etukuormaajakäytössä kauhalla saisi enemmän kippauskorkeutta ja ulottuvuutta tavalliseen kauhaan verrattuna.

## 4 KAUHAN RAKENNE

### 4.1 Runkorakenne

Kauhan runko on yksinkertainen. Se koostuu kahdesta aisasta, joiden päihin kauhaosa on nivelletty ja runkokehikosta, johon kippaussylinteri ja nostolaitteen sekä kuormaimen soviteosat kiinnittyvät. Runkoaisojen päihin hitsataan niveltapit ja kauhan pohjaan hitsataan aisan molemmille puolille korvakkeet joissa on tapin kokoiset reiät. Rungon on oltava niin vahvatekoinen, että se kestää väärinkäyttöäkin. Esimerkiksi jos kauhan kulmalla nostatetaan jotain, koko nostovoima saattaa kohdistua vain toiseen aisaan.

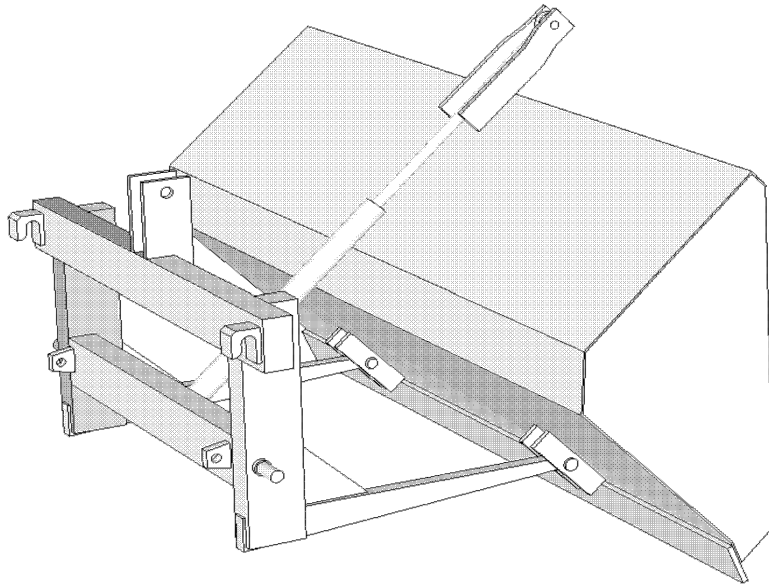
Runkomateriaaliksi valittiin S355 RHS-putki. Aisat, joihin kauhaosa kiinnitetään, leikataan umpiprofiilista tai vahvasta levystä kiilamaisesti kärkeä kohden. Vahvikekolmiot, nivelten sekä sylinterin korvakkeet ja nostolaitteen kiinnitysosat leikataan myös levystä. Leikkaus voidaan tehdä plasma- laser- poltto- tai vesileikkauksella.

Runkokehikko mitoitetaan siten, että nostolaitteen ja etukuormaajan kiinnikkeet voi hitsata suoraan runkoon kiinni. Eri etukuormaajamerkkien työlaitteen kiinnikkeiden leveys- ja korkeusmitat kuitenkin ovat erilaisia, joten runko on suunniteltava yleisimpien sovitteiden mukaan. Yleisimpiä sovitteita on mm. Euro-sovite. Muunlaiset sovitteetkin on mahdollista asentaa lisärakenteiden avulla. Soviteosia myydään myös valmiina.

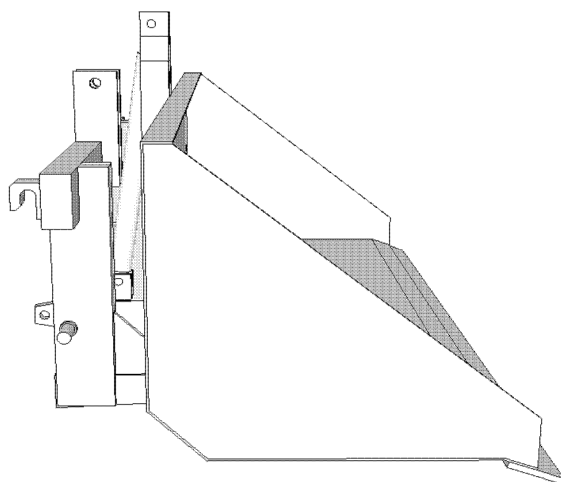
Kippaussylinteri sijoitetaan kauhan takaseinän ja runkokehikon väliin lähes pystyasentoon. Sylinterin alapää tulee kiinni rungon alapalkkiin ja yläpää kauhan yläosaan hitsattuihin korvakkeisiin. Sylinteriksi riittää teoriassa yksitoiminen sylinteri, koska kauha laskeutuu omalla painollaan alas. Tosin yläasennossa iso osa kauhan painosta on kippausnivelen etupuolella, joten paino ei välttämättä riitä. Kaksitoimista sylinteriä voi käyttää myös yksitoimisena, asentamalla toiseen paineliittimeen huohotin, joka päästää ilman virtaamaan, mutta estää roskien ja veden pääsyn sylinteriin.

Vaikeinta oli saada geometria sellaiseksi, että kippauskulma on riittävä ilman että sylinteri ottaa kauhan alakulmaan kiinni. Markkinoilla olevissa kauhoissa on kippauskulma jopa yli 90°. Maansiirtoperävaunujen lavan kippauskulma on yleensä n.

50°, joten voi olettaa senkin riittävän myös kauhassa. Geometria oli kokeiltava piirtämällä paperille erilaisia nivelsuhteita ja sylinterin kiinnityspisteitä. Tarkempi, mutta hieman työläämpi kokeilu onnistui 3d-mallin avulla. Lopulta kippauskulmaksi saatiin n. 47°. Kuvissa 6 ja 7 nähdään kauha kippausasennossa sekä sivukuva kauhasta ala-asennossa.



Kuva 6. Kauha kippausasennossa.



Kuva 7. Kauha ala-asennossa.

## 4.2 Kiinnikeosat

Tarkoitus on saada kauhaan sovitettua samanaikaisesti sekä traktorin 3-pistenostolaitekiinnikkeet, että etukuormaajan kiinnikkeet. Kuitenkin suunnittelussa on hieman ongelmallista nostolaitekiinnikkeiden sijoitus, etteivät ne haittaa etukuormaajakäyttöä. Alemmat eli vetovarsien kiinnikkeet pitää saada runkokehikon sivuille ja ylin, työntövarren kiinnike rungon päälle. Toisesta päästään runkoputken läpi menevät ja kiinteästi hitsatut tapit on helpoin ratkaisu, mutta niitä käytetään yleensä melko keveissä työkoneissa. Korvaketyypiset kiinnikkeet, joissa kiinnitystappi on molemmista päistään tuettu, ovat vahvemmat. Kiinniketappien kesto on vaikea selvittää muuten kuin käytännössä kokeilemalla ja tutkimalla vastaavia koneita.

## 4.3 Kauhaosa

Kauhaosa valmistetaan 4-5 mm S355-teräslevystä särmäämällä ja hitsaamalla MAG-hitsauksena. Kauhan pohja ja takaseinä ovat yhtä levyä ja sivulevyt hitsataan siihen kiinni. Pohja ja takaseinä ovat sisäpuolelta sileitä. Kauha on sen ansiosta käytännöllinen ja helppo ja edullinen valmistaa. Kärkiosa pitää muotoilla luiskamaiseksi, koska runkopiikit ja nivelet ovat pohjalevyn alla. Kärkeen hitsataan kulutusteräksinen huulilevy, joka vahvistaa kauhan reunaa ja kestää kulutusta kauhan perusainetta paremmin.

## 5 LASKELMAT

### 5.1 Rungon lujuuslaskelmat

Kun kauhan kärjellä nostatetaan esimerkiksi maassa kiinni olevaa isoa kiveä, koko nostolaitteen nostovoima saattaa kohdistua toispuoleisesti runkoon. Runkoaisaan kohdistuva taivutusmomentti on suurimmillaan aisan ja runkokehikon liittymäkohdassa. 3-pistenostolaitteessa on huomioitava, että voima ei muutu varren pituuden mukaan välttämättä ollenkaan riippuen työntövarren (ylin varsi) kiinnityspisteistä, koska kauhan pohja pysyy suunnilleen vaakasuorassa koko noston ajan.

Etäisyys kauhan kärjestä aisan tyveen on n. 900 mm. S355-teräksen suurin sallittu taivutusjännitys harvinaisessa kuormituksessa on  $246 \text{ N/mm}^2$  (SFS 3200).

3-pistenostolaitteen nostovoimat ovat isommissa traktoreissa paljon etukuormaajien voimia suuremmat. Esimerkiksi Valtra A-sarjan traktorin nostolaitteen 32000N nostovoimalla taivutusvastuksen olisi oltava vähintään:

$$W = F * l / \sigma_{\text{sall}} = 32000 \text{ N} * 900 \text{ mm} / 246 \text{ N/mm}^2 = 117073 \text{ mm}^3 \quad (1)$$

Jossa

W	on taivutusvastus
F	voima
l	varren pituus
$\sigma_{\text{sall}}$	suurin sallittu jännitys

Varmuuskertoimella 1,5 on taivutusvastuksen oltava n. 175600 mm<sup>3</sup>. Se saavutetaan umpinaisen aisan poikkileikkauksella 165 x 40 mm:

$$W = B * H^2 / 6 = 40 \text{ mm} * (165 \text{ mm})^2 / 6 = 181500 \text{ mm}^3 \quad (2)$$

Jossa

W	on taivutusvastus
B	profiilin leveys
H	profiilin korkeus

## 5.2 Hydraulisyylinterin mitoitus

Sylinterin männän pinta-ala ja hydrauliiikan paine määrää sen työntövoiman. Traktoreiden hydrauliiikan paineet ovat yleensä vähintään 145 bar (Valmet 500-traktorissa), usein enemmänkin. (Konedata) On myös otettava huomioon, että kulunut hydrauliiikkapumppu ei saavuta välttämättä täysiä paineita. Hydrauliikkasyylinterin työntövoima voidaan laskea kaavalla

$$F = p \cdot A. \quad (3)$$

Jossa

F on voima

p paine

A pinta-ala

Kuorma kauhassa jakautuu arviolta siten, että 50 % kuorman painosta tulee kippausnivelen päälle ja 50 % kippaussylinterin kiinnityspisteen kohdalle. Kauhaan mahtuu enimmillään n. 500 litraa maata laitojen yläpuolinen kuorman osa arvioituna. Murske ja sora painaa 1500-2000 kg/m<sup>3</sup>, joten kuorman paino olisi enintään n. 1000 kg. Nostovoiman tarve on suurimmillaan heti noston alussa. Sylinterin nostovoiman olisi oltava teoriassa vähintään n. 5000 N. 500 mm iskunpituudella saatavilla oleva vakiokokoinen sylinteri on varustettu pienimmillään 40 mm männällä. Sen työntövoima 100 bar (10 MPa) paineella on

$$(20 \text{ mm} \cdot 20 \text{ mm} \cdot \pi = 1256 \text{ mm}^2) \cdot 10 \text{ MPa} = 12560 \text{ N}$$

Laskusta voi päätellä, että sylinterin nostovoima riittää hyvin.

## 6 KUSTANNUSARVIO

Kauhan valmistuskustannukset koostuvat materiaaleista ja tarvikkeista, työstä sekä tarvittavista koneista ja työtiloista. Materiaalien osalta kustannukset on melko helppo laskea selvittämällä niiden hinnat. Taulukossa 1 on esitetty tarvikkeiden hintoja. Teräksen hinta vaihtelee paljon ajoittain, mutta tarvittavissa laaduissa hintana voitiin laskentahetkellä käyttää n. 1 €/kg (sis. alv 23 %).

Taulukko 1. Tarvikkeiden hintoja sekä teräsosien painot.

osa	määrä	paino (kg)	hinta €
RHS-putki 120x60x6	3010 mm	45	45
aisat (40 mm levy)	0,135 m <sup>2</sup>	42	42
kauhan levy (5 mm)	2,64 m <sup>2</sup>	104	104
muut levyosat (12 mm)	0,17 m <sup>2</sup>	16	16
huulilevy (12 mm)	0,19 m <sup>2</sup>	18	109 (IKH)
hydraulisylinteri 40/25-500	1 kpl		117 (Agropoint)
letkut 2 m + pikaliittimet	2 kpl		50
	<b>yhteensä:</b>	<b>225</b>	<b>483</b>

Säästöä voi saada aikaan tilaamalla levyosat ja kiinnityskorvakkeet reikineen valmiiksi leikattuina ja kauhaosa särmättynä yrityksiltä, joilla on sitä varten sopivat koneet. Kauhan valmistaminen onnistuu pienessäkin pajassa, jossa on riittävän tehokas MAG-hitsauskone. MAG on puikkohitsaukseen verrattuna nopeampi ja suuremmassa mittakaavassa edullisempi hitsausmenetelmä. Kustannuksiin on laskettava myös maalaus kulutusta ja iskuja kestäväällä maalilla.

Työn osalta on kustannuksia vaikeampi arvioida. Suurin työmäärä on kokoonpanohitsaamisessa. Siihen kuluu aikaa yhdeltä hitsaajalta arviolta noin yksi työpäivä. Apuvälineitä kuten jigejä ja esim. pyörityspöytää käyttämällä saadaan työtä tehokkaammaksi. Jigien avulla saadaan esim. korvakkeet hitsattua suoraan kohdalleen ilman mittailuja. Pyörityspöytään voidaan hitsattava runko kiinnittää ja sitä voidaan käänellä sopivalla korkeudella sopivimpaan hitsausasentoon tarpeen mukaan. Ergonomia ja työteho paranevat näin jonkin verran.

Pintakäsittelyyn paras olisi hiekkapuhallus, ja sen jälkeen maalaus sopivalla maalilla ruiskumaalauksena. Hiekkapuhallettuun pintaan maali tarttuu parhaalla mahdollisella tavalla, eikä alle jää likaa tai ruosteenalkuja. On kuitenkin harkittava kannattaako



tämän tyyppistä konetta hiekkapuhaltaa, koska maali kuluu kuitenkin käytössä osittain pois ja muutenkin maalaus on lähinnä näkökohta, koneen kestoon tai toimivuuteen sillä ei ole kovin suurta merkitystä. Lumen tai muun materiaalin tarttumista kauhaan hyvä maalipinta kylläkin estää. Maalaukseen kuluu aikaa arviolta kaksi tuntia valmisteluineen.

## 7 YHTEENVETO

Vaikka kauha on yksinkertainen kone, suunnittelussa on yllättävän paljon mietittäviä asioita. Aikaa työn tekemiseen ei ollut kovin paljoa, mutta lopputuloksena saatiin ainakin perusrakennetta kauhalle suunniteltua. Kauhan toimivuus ja kestävyys käytössä selviäisi kuitenkin vasta kokeilemalla suunnitelman mukaan rakennettua kauhaa käytössä tarpeeksi pitkään. Esimerkiksi kippauskulman riittävydestä kaikissa tilanteissa ei ole täyttä varmuutta. Prototyypin rakentamiseen ei ollut aikaa eikä tiedossa olevaa käyttäjää, joka voisi testata konetta käytännössä.

## LÄHTEET

Raiselift, [viitattu 15.6.2011], <http://www.raiselift.fi/fi/tuotteet/kippaavakauha.html>

Pome, [viitattu 16.6.2011], <http://www.pome.fi/tuotteet/etukauhat/kippikauhat.htm>

MP-Lift, [viitattu 19.6.2011], [http://www.mp-lift.fi/index\\_files/Page1051.htm](http://www.mp-lift.fi/index_files/Page1051.htm)

Avanttecno, [viitattu 16.6.2011],

<http://www.avanttecno.com/www/index.php?PAGE=58&LANG=1&series=1&pid=5>

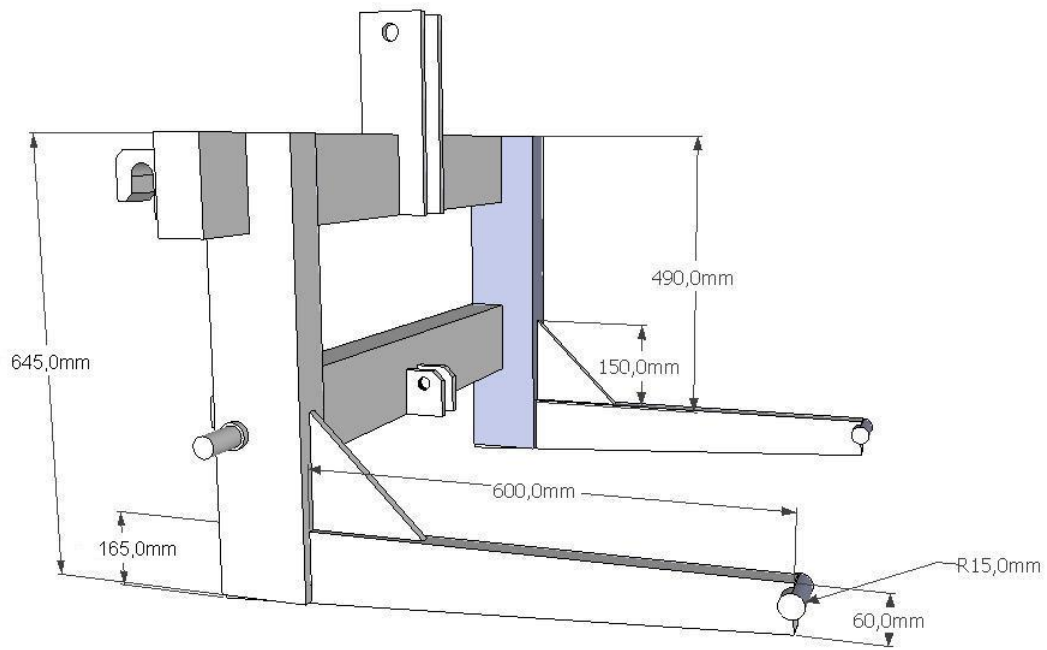
Agromatic, [viitattu 16.6.2011],

<http://www.agromatic.fi/files/agromatic/lisavarusteet/lisavarusteet.pdf>

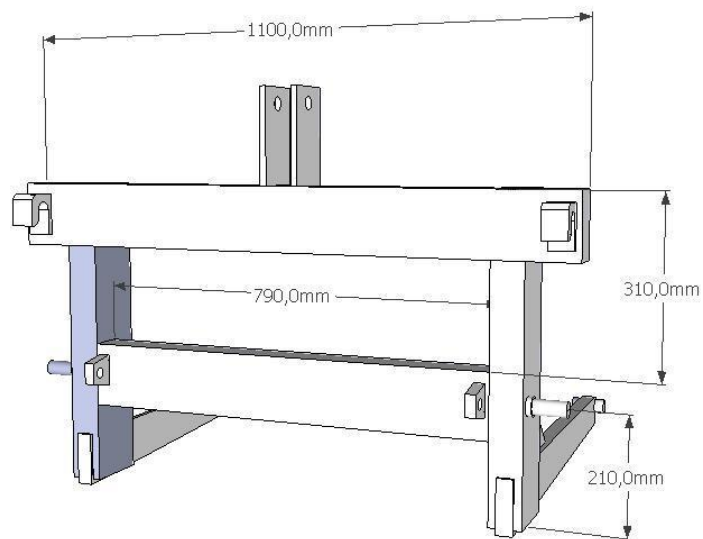
Konedata, [viitattu 20.6.2011], <http://www.konedata.net>

IKH, Isojoen konehalli OY, myyntiliike

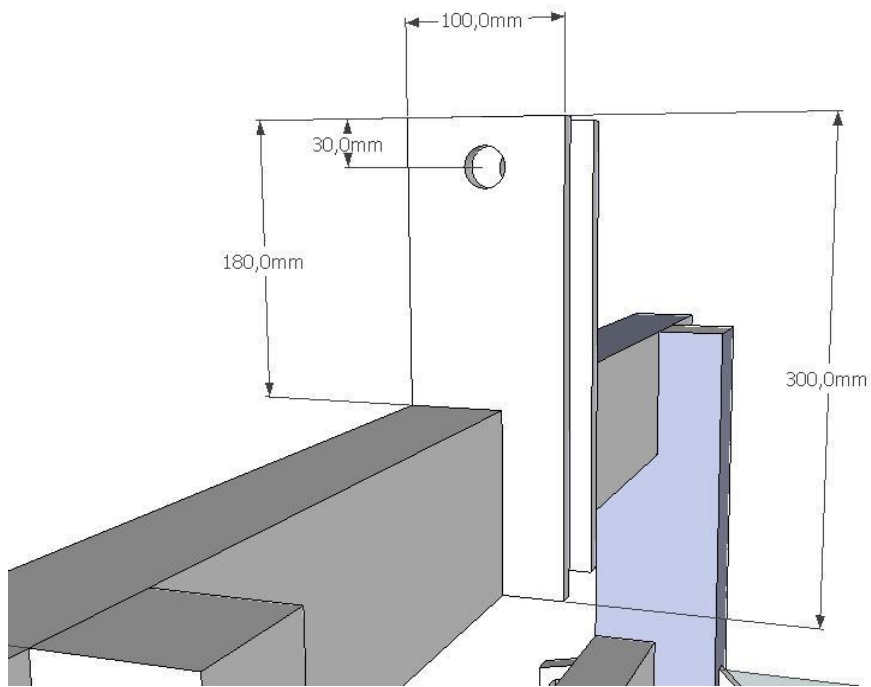
Agropoint, [viitattu 21.7.2011], <http://www.agropoint.fi/hydrauliikka.html>



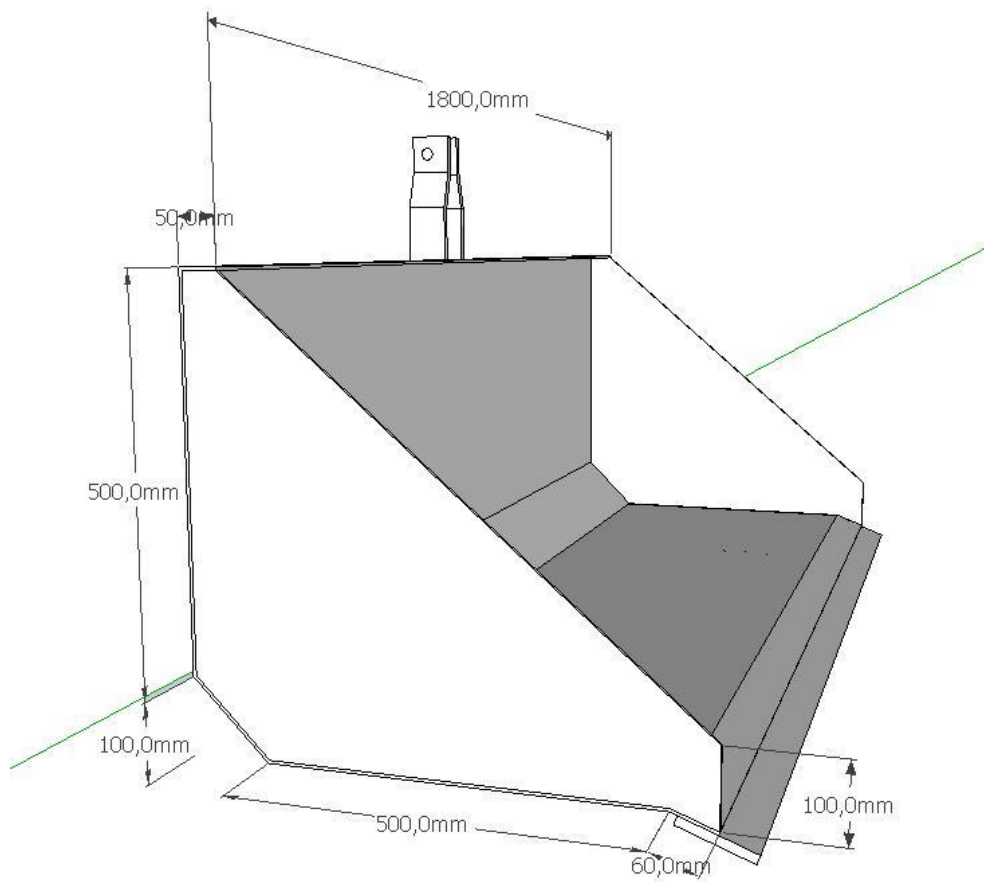
Runko sivulta päämittoineen.



Runko takaa päämittoineen.



Työntövarren korvake.



Kauhaosa.