

Joonas Nyroos

TRAKTORIN METSÄPERÄKÄRRYN SUUNNITTELU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
2015

TRAKTORIN METSÄPERÄKÄRRYN SUUNNITTELU

Nyroos, Joonas
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2015
Ohjaaja: Teinilä, Teuvo
Sivumäärä: 35
Liitteitä: 36

Asiasanat: traktori, metsäperäkärri, suunnittelu

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella traktorin metsäperäkärri maa -ja metsätilalle. Lisäksi metsäperäkärriin suunniteltiin kiinnityspiste maa -ja metsätilalta löytyvälle puutavarakuormaimelle. Tällä hetkellä puutavarakuormain on ollut lähes käyttämättömänä, mutta se saataisiin käyttöön jos se asennettaisiin metsäperäkärriin rungolle.

Työ aloitettiin tutkimalla valmiina saatavia metsäperäkärriä sekä etsittiin valmiina saatavilla olevia osia. Valmiina ostettavien osien tuli sopia yhteen itse suunniteltavien osien kanssa. Sen jälkeen tutustuttiin eri valmistajiin ja heidän mallistoonsa.

Erinäisille palkeille suoritettiin lujuustarkastelut ja kaikille osille sekä materiaaleille laskettiin suuntaa antavat paino -ja kustannusarviot. Lopputuloksena saatiin luotua 3D-malli, kokoonpano ja piirustukset, joiden avulla voitaisiin valmistaa itse metsäperäkärri. Piirustukset eivät ole tämän opinnäytetyön julkinen osio.

DESIGNING A FOREST TRAILER FOR TRACTOR

Nyroos, Joonas

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

May 2015

Supervisor: Teinilä, Teuvo

Number of pages: 35

Appendices: 36

Keywords: tracktor, forest trailer, desinging

The purpose of this thesis was to desing a forest trailer for a farm. There was a need for installation point for loader which was also planned in forest trailer. At the moment loader has been useless but now it could be useful once it has been installed to the forest trailer's frame.

The thesis was started by investigating ready-made forest trailers and different parts which were already available. Ready for purchased parts should came together whit self made parts. After that there has been made some investigation for different manufacturers forest trailer products. There has been made FEM-calculations for different types of beams.

For every part and materials has been made approximate weight and cost calculations. The thesis resulted in 3D model, the assembly of the equipment and drawings which the forest trailer can be made. Drawings are not a puplic portion of this thesis.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	LÄHTÖTILANNE	6
3	METSÄPERÄKÄRRYN KÄYTTÖTARKOITUS, OMINAISUUDET JA VAATIMUKSET	7
3.1	Käyttötarkoitus.....	7
3.2	Ominaisuudet	7
3.3	Vaatimukset	8
4	MARKKINOILLA OLEVIA METSÄPERÄKÄRRYJÄ.....	8
4.1	Kesla Oyj	9
4.2	Junkkari Oy.....	9
4.3	Nokka-Yhtiöt Oy	9
5	SUUNNITTELU JA MALLINNUS	10
5.1	Valmisosien mallinnus.....	10
5.1.1	Pyörät	11
5.1.2	Pyörän napa	12
5.1.3	Karikat	13
5.1.4	Aisaohjauksen hydraulisylinteri	14
5.1.5	Hydrauliletkut	15
5.1.6	Vetosilmukka	15
5.2	Kuormain	16
5.3	Valmistettavien osien mallinnus	18
5.3.1	Teliakselisto	18
5.3.2	Runko	20
5.3.3	Etusermi	20
5.3.4	Siirrettävät pankot	21
5.3.5	Akselin suuntainen palkki	22
5.3.6	Vetoaisa	22
6	LUJUUSTARKASTELUT	24
6.1	Teliakseliston palkki lujuus	24
6.2	Akselin suuntaisen palkin lujuus	25
6.3	Pankon palkin lujuus.....	25
6.4	Vetoaisan lujuus.....	26
6.5	Runko.....	26
6.6	Päätelmät.....	27
7	METSÄPERÄKÄRRYN KOKOONPANO	27

8 PIIRUSTUKSET	28
9 PINTAKÄSITTELY	28
10 PAINO- JA KUSTANNUSARVIO	29
10.1 Painoarvio	29
10.2 Kustannusarvio	30
10.2.1 Materiaalin valintaan ja hintaan vaikuttavat tekijät	30
10.2.2 Valmisosien kustannukset	31
10.2.3 Materiaalien hinnat	32
11 YHTEENVETO	33
LÄHTEET	35
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on traktorin metsäperäkärryn suunnittelu. Metsäperäkärri suunnitellaan maa- ja metsätilalle yksityiskäyttöön. Kärri suunnitellaan itse ja sen valmistaminen olisi tulevaisuudessa mahdollista. Lisäksi kärriyn suunnitellaan asennuspiste jo olemassa olevalle puutavarakuormaimelle.

Kärryn käyttökohde tulee olemaan pääasiassa rankojen ja tukkien kuljetuksessa, mutta mahdollisten risujenkin kuljetus tulee onnistua. Jo tältä osin kärriyn asetetaan erilaisia vaatimuksia ja ominaisuuksia. Valmiina ostettavat kärret eivät ole kovinkaan kalliita, mutta silti ajatellaan itse valmistettavan tulevan halvemmaksi.

Työstä saatiin aikaiseksi Solidworks-malli, luku-laskut, piirustukset, paino- ja hinta -arvot. Ensimmäistä kertaa jotain tuotetta valmistettaessa on selvää, että joitain ongelmia esiintyy lähes varmasti. Tämä kävi selväksi jo suunnitteluvaiheessa. Tästä syystä olisi järkevää valmistaa tuotteesta prototyyppi.

2 LÄHTÖTILANNE

Vuosien ajan maa- ja metsätilalla polttopuut on valmistettu klapikoneella. Jotta puut on saatu kuljetetuksi metsästä tilan pihalle, on käytössä ollut traktorin vanhasta peräkärryn rungosta muokattu lavetti. Lavetin pohja ja vajaa puoli metriä korkea etulaita on aikanaan valmistettu lankuista. Vuodet ja niiden aikana koetut sää sekä työolosuhteet ovat mädännyttäneet lankkuja jo siinä määrin, että niiden vaihtaminen olisi ajankohtaista. Lavetti on etulaidasta mitattuna noin neljä metriä pitkä ja leveyttä sillä on vajaat kaksi metriä. Lavetti on yksiakselinen ja maavara reilut 30 senttimetriä. Lavetin pohjan korkeus maan pinnasta mitattuna on reilun metrin.

Metsästä kaadetut puut on sahattu reilun kahden metrin pituisiksi, jonka jälkeen ne on kasattu metsässä kulkevien metsäteiden varsille. Tästä puut on nosteltu käsin lavetin kyytiin siten, että ne ovat olleet poikittain kulkusuuntaan nähden. Viimeiset puut on nosteltu lavetin kyytiin lähes kahden metrin korkeudelle. Puiden nostelu käsin on hidasta ja fyysisesti raskasta ja varsinkin kun kuorman purku on tapahtunut myös käsin. Tästä syystä olisi tarvetta metsäperäkärrylle.

Maa -ja metsätilalta löytyy jo Patu 545 puutavarakuormain, jonka käyttökerrat ovat jääneet hyvin vähäisiksi. Siksi olisi tärkeää saada se vihdoin hyötykäyttöön ja asentaa se metsäperäkärryn. Metsäperäkärriä on markkinoilla saatavina useilta eri valmistajilta. Niitä myydään ilman kuormainta sekä kuormaimen kanssa. Kärriä eivät ole kovinkaan kalliita, mutta silti päätettiin suunnitella omaa metsäperäkärriä ja verrata sen rakentamiseen kohdistuvia kustannuksia valmiina saataviin metsäperäkärriin.

3 METSÄPERÄKÄRRYN KÄYTTÖTARKOITUS, OMINAISUUDET JA VAATIMUKSET

Metsäperäkärriä on annettu tiettyjä vaatimuksia ja ominaisuuksia, joita sen tulee sisältää. Suunniteltaessa metsäperäkärriä nämä tulee ottaa huomioon.

3.1 Käyttötarkoitus

Metsäperäkärriä tulee maa -ja metsätila käyttöön. Sillä tullaan lähinnä kuljettamaan puiden rankoja tai tukkeja, mutta myös oksien ja risujen kuljettaminen tulisi olla mahdollista.

3.2 Ominaisuudet

Metsäperäkärriä on hyvä olla tiettyjä ominaisuuksia, jotka parantavat sen käytettävyyttä ja helpottavat sen toimintaa eri olosuhteissa. Ominaisuudet jotka metsäperäkärriä tulisi olla ovat seuraavat:

- rengaskoko 400/60-15.5 (yleisesti käytössä oleva koko)
- pankkoja 3 kappaletta eli 6 kappaletta tolppia (kuorma pysyy varmemmin kyydissä jos kyseessä on lyhyet puut tai risuja/oksia)
- pankot ovat siirreltävissä (syyt samat kuin edellisessä)

- telissä ei ole vetoa (lähinnä sen takia, että hinta kyseiselle laitteelle on turhan suuri, enkä koe vedolle olevan tarvetta)
- aisaohjaus (parantaa metsässä ajettavuutta)

3.3 Vaatimukset

Metsäperäkärjelle annettiin seuraavanlaisia vaatimuksia, jotka sen tulisi täyttää mahdollisimman hyvin:

- yksipalkkirunko (halutaan rakenteesta kevyt, mutta kestävä)
- kantavuus 7000kg (traktorin vetokyky on rajallinen eikä ole tarvetta suuremmalle metsäperäkärjelle)
- kuormatilan pituus vähintään 3500mm
- teliakselisto (maasto-olosuhteisiin ehdoton)
- renkaan navoissa ei jarruja (lisäävät kustannuksia, eivätkä ole välttämättömiä)
- maavara vähintään 500mm (saa olla enemmänkin vertaa lavetin noin 300mm)
- etusermi (estää rankojen tai tukkien pääsyn traktorin ohjaamoon ja suojaa kuormainta)
- kuormain (tällä hetkellä Patu 545 kuormain on käyttämättömänä ja näin ollen se tulisi käyttöön)
- pyörivä vetosilmukka (estää traktorin kaatumisen jos metsäperäkärri sattuisi kaatumaan sekä mahdollistaa suuremman metsäperäkärryn sivuittaiskallistuksen)

4 MARKKINOILLA OLEVIA METSÄPERÄKÄRRYJÄ

Markkinoilla on saatavilla useita metsäperäkärjyjä. Pienempien kantavuudet lähtevät 3000 kilosta ylöspäin. Suurimpien kärjien kantavuudet liikkuvat aina 14000 kilossa asti. Metsäperäkärjien hinnat koostuvat karrystä ja kuormaisesta. Näiden hinnat

alkavat 5000 eurosta ja päättyvät noin 30000 euroon. Hintaa nostavat vielä erilaiset lisävarusteet mm. hydraulinen sermin siirto, kärryn neliveto tai valosarja. Seuraavaksi olen ottanut omasta mielestäni tunnetuimmat suomalaiset merkit ja kertonut niistä lisää alla.

4.1 Kesla Oyj

Kesla on omasta mielestäni ehkä tunnetuin suomalainen metsäteknologiaan erikoistunut yhtiö. Jo yli 50 vuoden ajan sillä on ollut vahva ote puunkorjuun koko tuotantoketjuun. Kesla-tuotteet tunnetaan markkinoilla mm. niiden käytettävyydestä ja huollettavuudesta. Kesla-tuoteperheeseen kuuluu puutavara-, harvesteri-, metsäkone-, kierrätys- ja teollisuusturvit sekä kuormaimet, metsäperävaunut ja hakkurit. Liiketoiminta muodostuu 2/3 osaa viennistä, yli 35 maahan (Kesla.fi). Keslan metsäperäkäräryjen mallistoon kuuluu 8-, 9-, 10- ja 12 tonnin kantavuudella olevat käräryt.

4.2 Junkkari Oy

Toiseksi tunnetuimmaksi nostaisin Keslan jälkeen Junkkarin. Junkkari Oy on suomalainen maa- ja metsäkoneiden konetoimittaja, joka suunnittelee, markkinoi ja valmistaa kylvöön, kuljetukseen sekä metsänhoitoon tarkoitettuja koneita. Junkkari on ollut maatalouskonekaupan ja viljelijöiden luotettu kumppani jo kolmen sukupolven ajan. Junkkari sijaitsee Etelä-Pohjanmaalla, Kauhavan Ylihärmässä (Junkkari.fi). Junkkarin metsäperäkäräryjen mallistoon kuuluu kantavuudeltaan 7.5-, 9-, 10- ja 12 tonnin kantavuudella olevat käräryt.

4.3 Nokka-Yhtiöt Oy

Kolmanneksi metsäperäkäräryjen valmistajaksi nostaisin Nokka Oy:n Muuramesta. Nokka-Yhtiön juuret juontavat vuoteen 1967 ja silloin ensimmäisiä tuotteita olivat Lantarenki-lannanlevitin ja lumilinko. Metsäkoneiden valmistus aloitettiin vuonna 1979. Nokka-Yhtiöt Oy on konsernin emoyhtiö, jonka omistaa Nokkalan perhe.

Tytäryhtiöitä ovat metsäkoneita ja lumilinkoja valmistava Nokka Oy, sekä hydraulisylintereihin keskittynyt Pematic Oy (nokka.fi). Nokka Oy:n metsäperäkärrien mallisto on näistä kolmesta kaikkein laajin jos tarkastellaan pelkästään kantavuuksien osalta. Mallistoon kuuluu 7.5-, 8.5-, 9.5-, 10-, 11-, 13- ja 15 tonnin kantavuudella varustettuja kärriä.

5 SUUNNITTELU JA MALLINNUS

Metsäperäkärrien suunnitteluun sekä mallintamiseen päätettiin käyttää SolidWorks-ohjelmistoa. Dassault Systèmes SolidWorks Corp. tarjoaa täyden valikoiman 3D-työkaluja, joiden avulla voit luoda, simuloida, julkaista ja hallita tietoja. Yritys on perustettu joulukuussa 1993. Yrityksen osti vuonna 1997 Velizyssa Ranskassa sijaitseva Dassault Systèmes S.A., joka on maailman johtava tuotteiden elinkaaren hallintaratkaisujen kehittäjä. Yli 2,1 miljoonaa tuotesuunnittelijaa ja -insinööriä 180 000 organisaatiossa eri puolilla maailmaa käyttää SolidWorksin ohjelmistoa niin pienten muovituotteiden kuin myös suurten metsäkoneiden suunnitteluun ja kehittämiseen. (solidworks.fi)

5.1 Valmisosien mallinnus

Metsäperäkärrien mallinnus aloitettiin valmiina ostettavista osista. Osa osista oltaisiin myös voitu valmistaa itse, mutta silti ajateltiin valmisosien tulevan edullisemmaksi. Metsäperäkärriin on saatavilla paljon jo valmiita osia ja siitä syystä mallinnus edistyi nopeasti. Näistä osista otettiin mahdollisimman tarkat mitat ylös, jotta ne sopisivat myöhemmin yhteen itse valmistettavien osien kanssa. Mallintamisen lopputuloksena saatiin melko lähellä oikeita osia kuvaavat 3D-mallit tietokoneelle. Koska valmisosia on saatavana runsaasti, päästiin aloittamaan itse valmistettavien osien suunnittelu varsin nopeasti.

5.1.1 Pyörät

Aloitin valmisosien mallinnuksen pyöristä, joita on saatavilla markkinoilla runsaasti. Pyöriä on saatavilla eri leveyksillä, halkaisijoilla, vanteilla, kantavuuksilla ja kuvioilla. Tärkeimpänä ominaisuutena keskityin kantavuuteen, sillä metsäperäkärryn kantavuudeksi oli valittu 7000kg. Yritin välttää turhan suurella kantavuudella olevaa pyörää, mutta kuitenkin niin, että siihen jäisi varmuuskerrointa 7000kg nähden. Lopulta päädyin pyörään, jonka koko on 400/60-15,5 ja kantavuus 2900kg/pyörä. Merkintä 400 tarkoittaa renkaan leveyttä millimetreinä, merkintä 60 tarkoittaa profiilisuhdetta eli montako prosenttia rengas on poikkileikkausleveydestä ja merkintä 15,5 tarkoittaa vanteen halkaisijaa tuumissa (Autowiki 2015).



Kuva 1. Metsäperävaunun pyörä 400/60-15,5. (Joonas Nyroos)

5.1.2 Pyörän napa

Pyörän navan valintaan vaikuttavia kriteerejä olivat jarruttomuus, kuudella pultilla kiinnitys sekä kantavuus. Valintani kohdistui napaan, jonka akselin halkaisija on 60

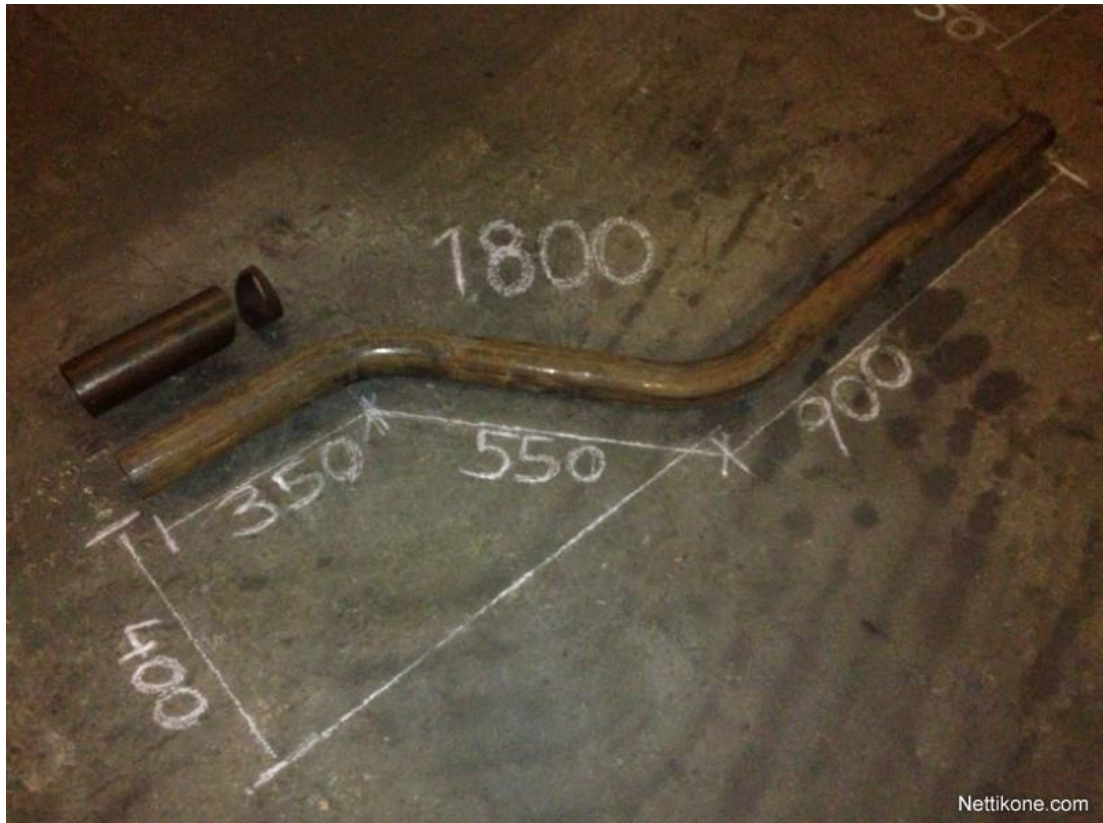
millimetriä ja kantavuus teliakselilla on 2000kg kun nopeus on 25km/h (ikh.fi)



Kuva 2. Kuusipulttinen pyörän napa 60 millimetrin akselilla. (ikh.fi)

5.1.3 Karikat

Karikat tai tolpat ovat yleensä tiettyyn muotoon taivutettuja putkia, joiden tehtävä on tukea kuormaa sen sivuilta. Näiden valintaan ei ollut mitään tiettyä kriteeriä vaan valinta perustui siihen mikä näyttäisi omaan silmääni parhaimmalta.



Kuva 3. Metsäperäkärryn karikka. (Nettikone.com)

Karikoita on saatavilla monilta valmistajilta, mutta valintani kohdistui Nettikone.com:sta ostettaviin karikoihin. Kuvassa (Kuva 3) esiintyvässä 900 millimetrin mitasta päätin katkaista pois 200 millimetriä, jotta kuormatilan ala saataisiin lähelle 2 neliömetriä. Kyseisen putken halkaisija on 76,1 millimetriä ja seinämävahvuus 6,3 millimetriä.

5.1.4 Aisaohjauksen hydraulisyylinteri

Aisaohjaukseen piti valita hydraulisyylinteri, jolla vetoaisaa pystytään kääntämään ahtaissa paikoissa metsässä liikuttaessa. Hydraulisyylintereitä on saatavilla monella eri männän halkaisijalla, männän varren paksuudella ja eri iskunpituuksilla. Valintani kohdistui yleisesti saatavilla olevaan hydraulisyylinteriin, jonka kooksi päätettiin 60/30-200. Merkintä 60 tarkoittaa männän halkaisijaa, merkintä 30 tarkoittaa männän varren paksuutta ja merkintä 200 tarkoittaa iskunpituutta. Kaikkien mittojen arvot ovat millimetreinä.



Kuva 4. Maalaamaton hydraulisylinteri. (Agropoint.fi)

Hydraulisylinteri on maalaamaton, jolloin sen hinta on halvempi kuin maalatun. Kun valitaan 200 millimetrin iskunpituudella oleva sylinteri, joka asennetaan tietylle etäisyydelle aisaohjauksen nivelpisteestä, saadaan aisan kääntökulmaksi noin 38° .

5.1.5 Hydrauliletkut

Ainut kriteeri hydrauliletkujen valintaan on se, että niiden on kestävä noin 200 bar:n paine, sillä metsäperäkärryn vetoon tarkoitetun traktorin tuottama hydrauliiikan paine on 176 bar:a (konedata.net). Lisäksi on otettava huomioon, että hydraulisylinterin ja letkujen liittimet sekä traktoriin kiinnitettävät liittimet sopivat toisiinsa. Tarkkaa letkujen mittaa ei vielä pystytä sanomaan mutta oletetaan, että yhteensä 6 metriä hydrauliletkua riittää.

5.1.6 Vetosilmukka

Vetosilmukoita on saatavilla kiinteinä ja pyörivänä. Koska vaatimuksena oli käyttää pyörivää vetosilmukkaa, vaihtoehdot jäivät käytännössä kahteen vetosilmukkaan.

Toinen vetosilmukoista oli 11 tonnin ja toinen 17 tonnin vetokuormituksella. 11 tonnin silmukka kestää 1500 kg pystykuormitusta ja 17 tonnin 3000 kg pystykuormitusta (Ikh.fi). Lopulta valintani kohdistui 11 tonnin vetosilmukkaan, sillä todettiin että 17 tonnin vetosilmukka on liian järeä.

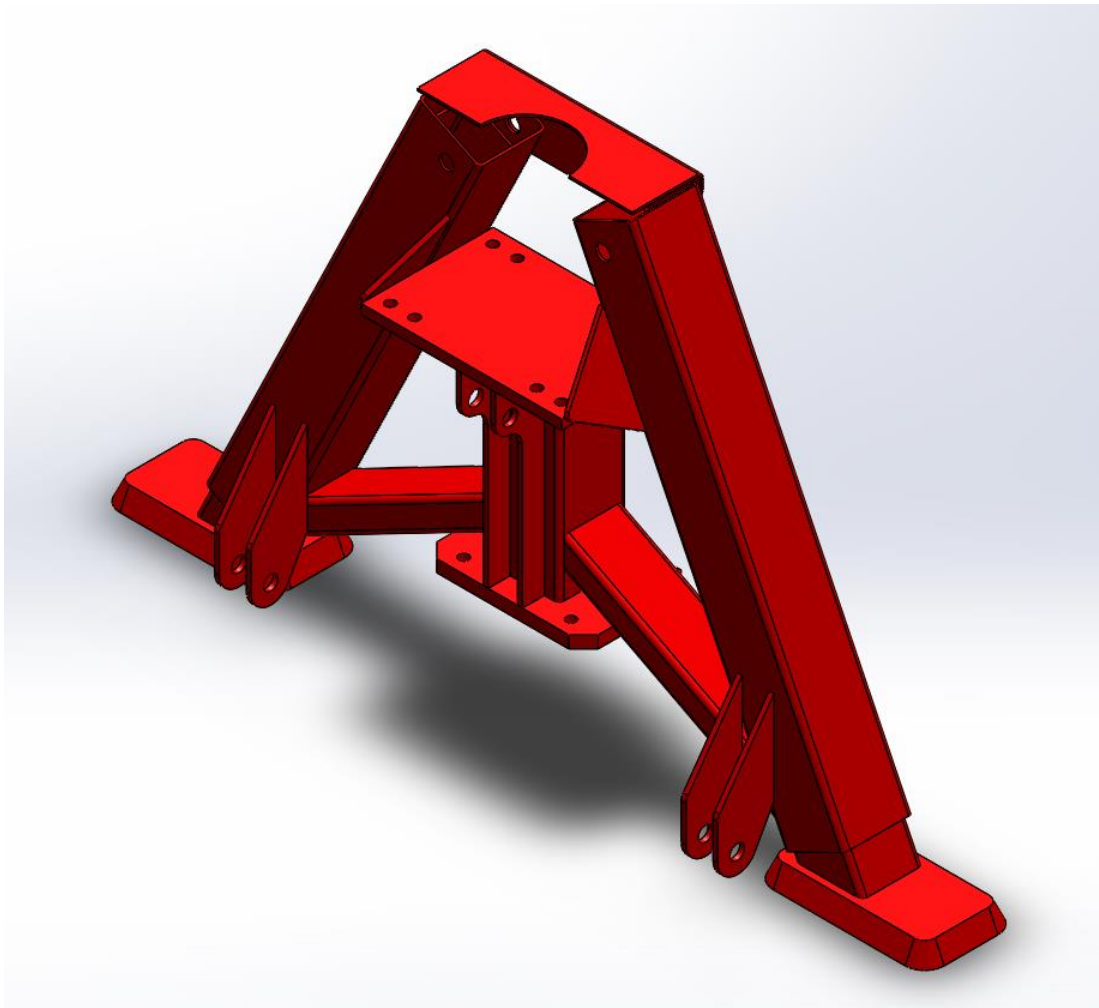


Kuva 5. 17 tonnin pyörivä vetosilmukka. (Ikh.fi)

5.2 Kuormain

Maa- ja metsätilalla on jo ennestään Patu 545 puutavarakuormain, joka on vuosimalliltaan 2001. Sen käyttökerrat ovat jääneet hyvin vähäisiksi, mutta liittämällä se metsäperäkärriyn uskon sille tulevan enemmän käyttöä. Jotta se sopisi itse suunniteltavaan metsäperäkärriyn, tuli se 3D-mallintaa tietyiltä osin mahdollisimman

tarkasti. Tärkeimpänä osana puutavarakuormaimesta pidin jalustavarustusta (Kuva 6), joka kiinnitettäisiin lopulta metsäperäkärryn runkoon.



Kuva 6. Patu 545 jalustavarustuksen 3D-malli. (Joonas Nyroos)

Lopuilla kuormaimen osilla ei ollut niin suurta merkitystä itse metsäperäkärryn suunnitteluun, joten niiden tarkempi mallintaminen ei ollut välttämätöntä. Halusin kuitenkin henkilökohtaisesti mallintaa mahdollisimman tarkan 3D-mallin, jotta lopputulos olisi mahdollisimman lähellä oikeaa laitetta.



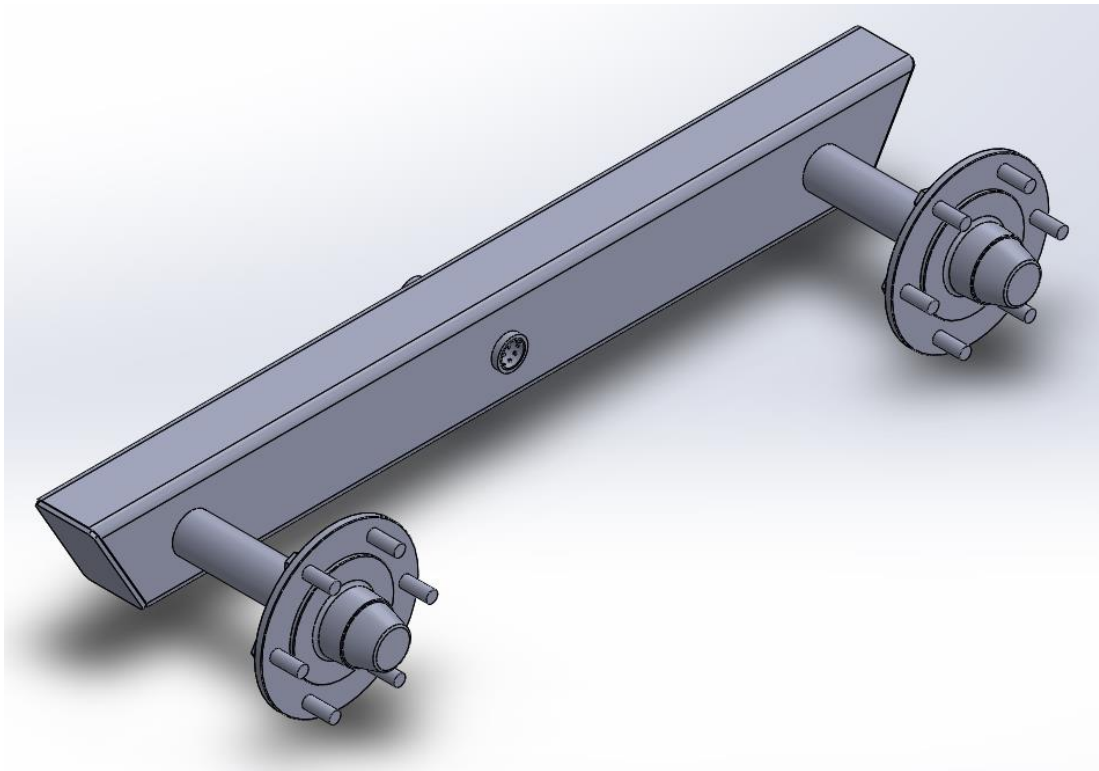
Kuva 7. Patu 545 puutavarakuormaimen 3D-malli. (Joonas Nyroos)

5.3 Valmistettavien osien mallinnus

5.3.1 Teliakselisto

Metsäperäkärryn pääasiallinen käyttö tulee tapahtumaan maastossa sekä metsässä, jolloin vaatimuksena piti suunnitella teliakselisto. Verrattaessa normaaliin akseliin

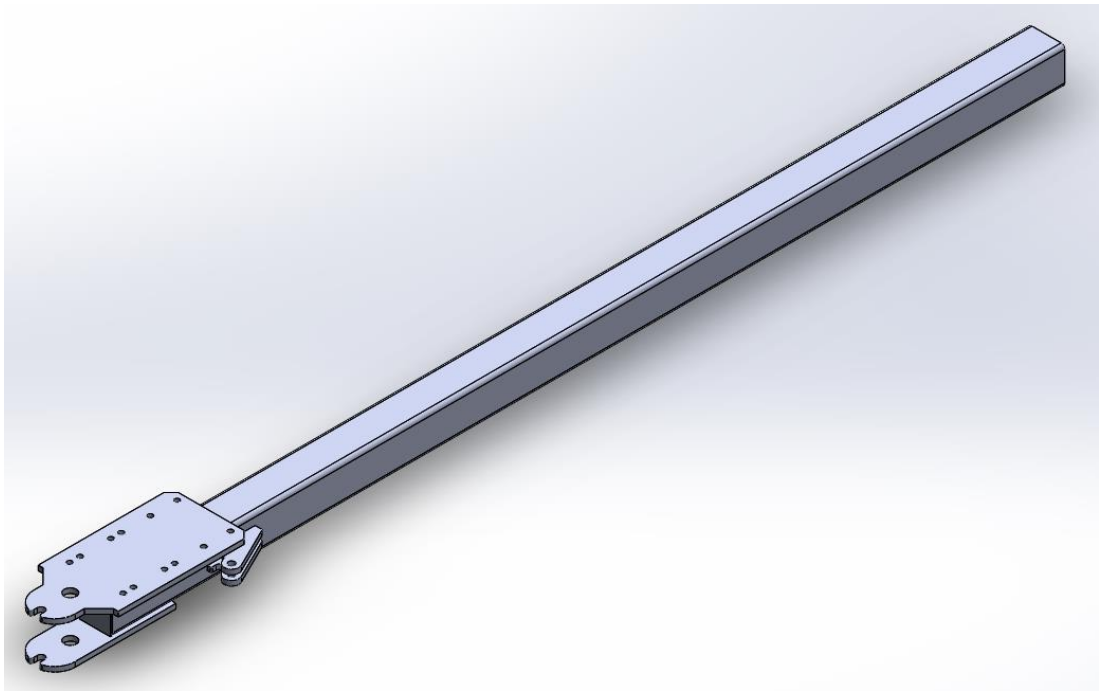
teliakseliston suurin etu on, että se vakavoittaa kulkua huomattavasti. Teliakselisto vähentää tiessä olevien kuoppien ja möykkyjen vaikutusta, joka voidaan havaita sivusuuntaisen heilumisen vähentymisenä. Vähentynyt sivusuuntainen heiluminen taas ehkäisee peräkärryn kaatumisriskiä huomattavasti. Teliakselisto lisää myös kantavuutta, esim kuljettaessa pehmeällä tai upottavassa maastossa maahan kohdistuva paino jakaantuu suuremmalle alalle ja rengas uppoaa maahan vähemmän verrattaessa yksiakseliseen kokoonpanoon. (Niemi 2013, 11) Telipalkiksi valittiin S355 150x100x6.3 mm suorakaideputkipalkki (RHS - Rectangular Hollow Section). Palkin keskelle tehtiin reikä akselipesälle. Akselipesä suunniteltiin 48.3x5 mm pyöreästä putkipalkista, jonka sisäpuolelta sorvattiin pois materiaalia sen verran, että liukulaakereiden asennus oli mahdollista. Lisäksi akselipesään suunniteltiin reikä rasvanipalle, josta rasva pääsee kulkeutumaan akselin sekä liukulaakereiden pinnalle. Palkin molempiin päihin tehtiin reiät pyörän napojen akseleille ja lopuksi palkin päihin hitsattiin päätylevyt.



Kuva 8. Teliakselisto (Joonas Nyroos)

5.3.2 Runko

Rungon rakenteesta haluttiin kestävä, mutta kevyt ja siksi valintani kohdistui yksipalkkirunkoiseen rakenteeseen. Rungon materiaaliksi valittiin S355 150x150x6 mm neliöputkipalkki. Rungon toiseen päähän hitsattiin kiinnityspisteet sekä tuet sermille, puutavarakuormaimelle, vetoaisalle ja hydraulisylinterille.



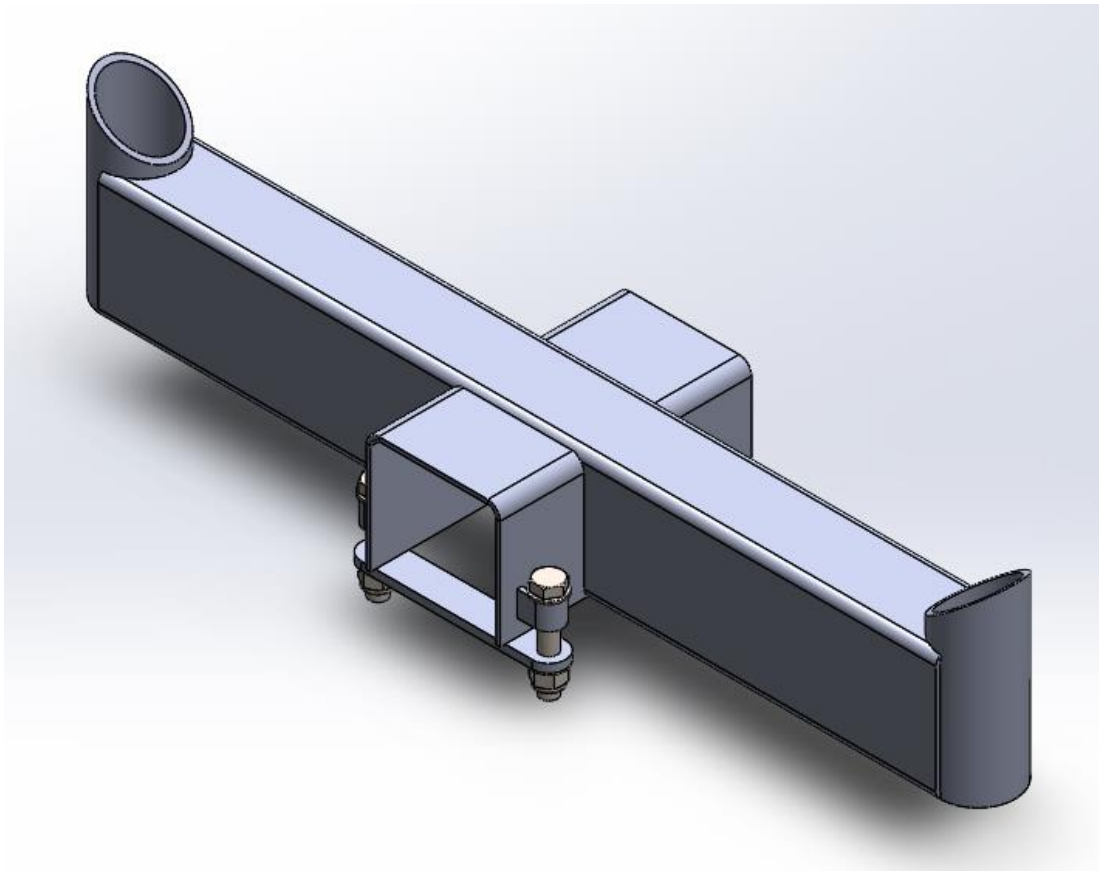
Kuva 9. Yksipalkkirunko (Joonas Nyroos)

5.3.3 Etusermi

Etusermi suunniteltiin S355 50x50x3.2 mm neliöputkipalkista. Rakennetta tukee keskeltä pystysuuntaisesti yksi neliöputkipalkki ja vaakatasossa tukea antaa 5x50 lattarauta. Samaa kokoluokkaa olevat lattaraudat hitsataan kehikkoon 45 mm välein. Lopuksi sermin alapuolelle hitsataan kiinnikelevy, jolla sermi kiinnitetään runkopalkkiin. Itse sermin kiinnitys runkoon tapahtuu neljällä kappaleella M20x65 kuusioruuveja ja M20 nylon muttereilla.

5.3.4 Siirrettävät pankot

Pankoista haluttiin suunnitella siirrettävät, jolloin kuormatilan käytöstä tulisi monipuolisempaa. Esimerkiksi risuja tai oksia kuljettaessa pankot olisi hyvä saada lähemmäs toisiaan. Pankko suunniteltiin S355 150x100x5 mm suorakaideputkipalkista. Palkin keskelle tehtiin lovi, johon särmättiin 5mm vahvasta levystä kiinnike, joka lasketaan rungon päälle. Pankon kiinnitys tapahtuu neljällä M20x110 kuusioruuvilla, neljällä M20 nyloc-muttereilla ja kiinnikelatalla.

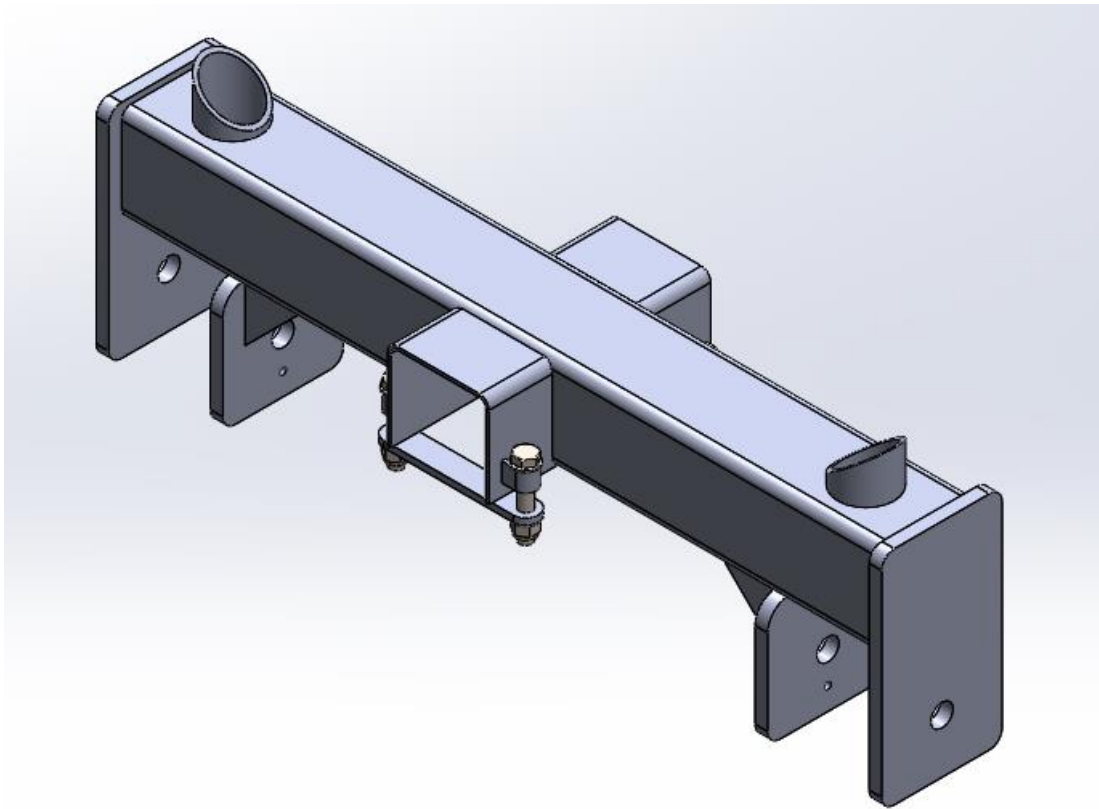


Kuva 10. Siirrettävä pankko. (Joonas Nyroos)

Palkin molempiin päihin hitsattiin holkit, joihin karikat voidaan laskea paikoilleen. Karikoihin hitsattiin vastakappale, jotta ne eivät pääse tippumaan holkista läpi tai kääntymään paikoillaan ollessaan.

5.3.5 Akselin suuntainen palkki

Palkiksi valittiin S355 150x150x6 mm neliöputkipalkki eli samasta palkkista, josta runko tehtiin. Tähän palkkiin kiinnitetään teliakselisto ja siitä syystä palkin kooksi valittiin pankkojen palkeista suurempi koko. Palkki on myös liikuteltavissa ja kiinnitys runkoon tapahtuu samalla tavalla kuin siirrettävien pankkojenkin kohdalla.



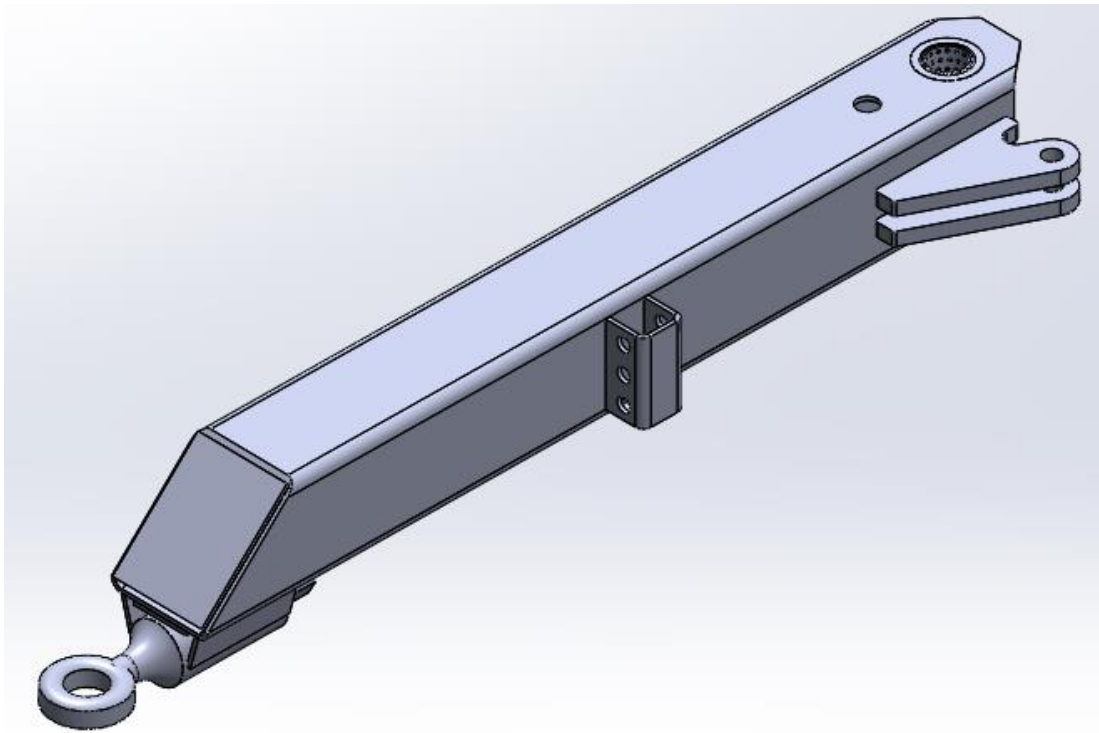
Kuva 11. Akselin suuntainen palkki. (Joonas Nyroos)

Lisäksi suunniteltiin reiät karikoiden holkeille sekä päihin vahvasta levystä kiinnikkeet, joihin itse teliakselisto kiinnitetään. Päätylevyihin tehtiin reiät akselitapille sekä sen kiinnittämiseksi. Palkin alapuolelle suunniteltiin jäykisteet, jotka vahvistavat rakennetta.

5.3.6 Vetoaisa

Vetoaisan palkiksi valittiin S355 150x150x6 mm neliöputkipalkki. Koska vetoaisaan haluttiin aisaohjaus, suunniteltiin palkin päähän 60,3x4 pyöreästä putkipalkista

akselipesä, joka toimii samalla nivelpisteenä. Akselipesään asennettiin kaksi kappaletta liukulaakereita sekä tehtiin reikä rasvanipalle.

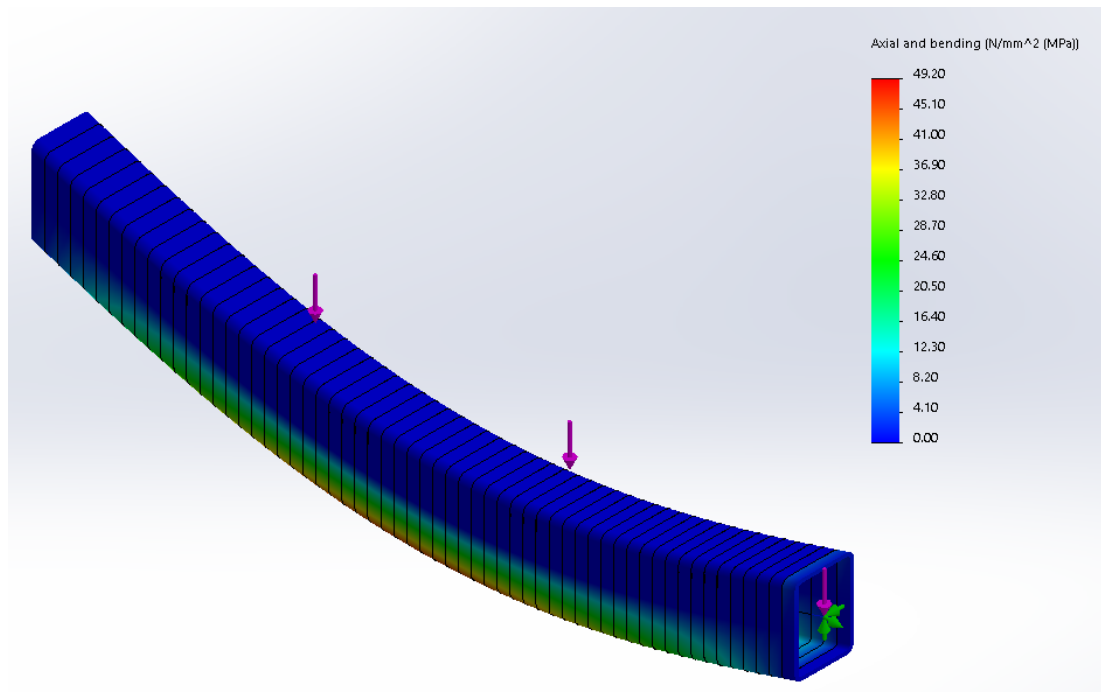


Kuva 12. Vetoaisa. (Joonas Nroos)

Aisaan suunniteltiin läpi menevä reikä, josta aisa lukitaan tapilla kuljetuksen ajaksi. Tappi estää aisan kääntymisen vahingossa ja se pitää muistaa poistaa kun halutaan käyttää aisaohjausta. Aisan sivulle hitsattiin hydraulisylinterin kiinnittämiseen tarvittavat kiinnikkeet sekä paikka aisan tukijalalle. Aisan toiseen päähän hitsattiin pyörivä vetosilmukka ja päätylevy. Itse aisa tullaan kiinnittämään metsäperäkärryn runkoon akselitapilla, jonka kiinnitykseen käytetään kruunumutteria.

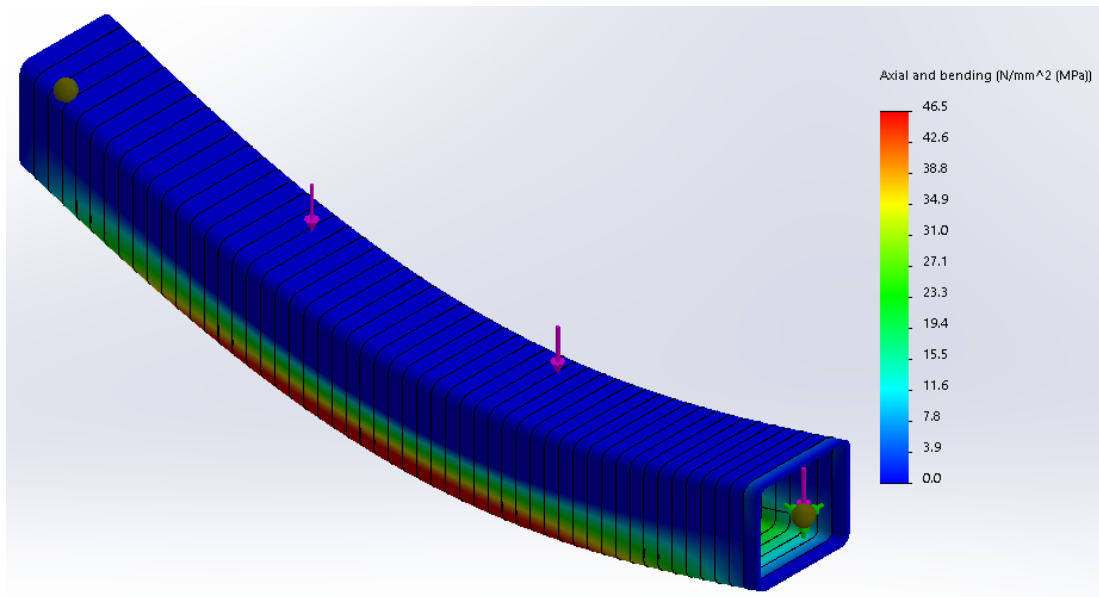
6 LUJUUSTARKASTELUT

6.1 Teliakseliston palkki lujuus



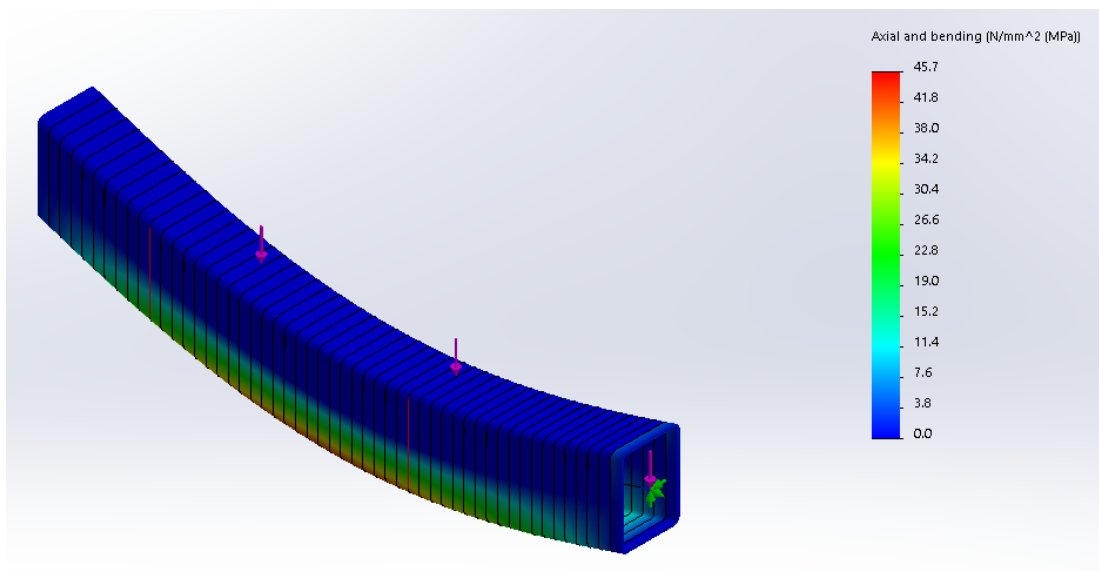
Kuva 13. Teliakseliston palkkia rasiettiin suoraan ylhäältä tulevalla 35000N voimalla. (Joonas Nyroos)

6.2 Akselin suuntaisen palkin lujuus



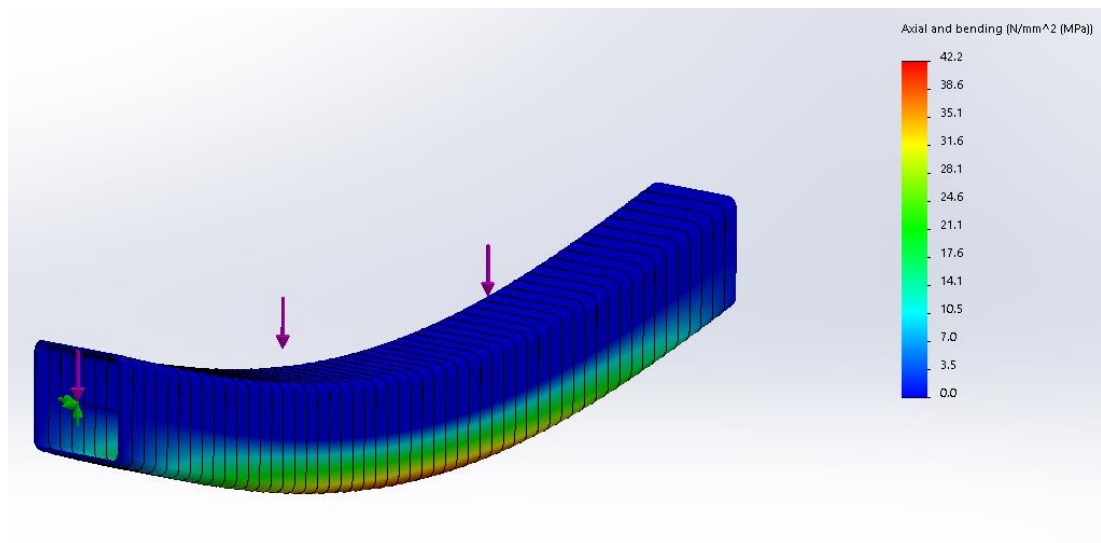
Kuva 14. Akselin suuntaisen palkin lujuutta rasiettiin 70000N voimalla. (Joonas Nyroos)

6.3 Pankon palkin lujuus



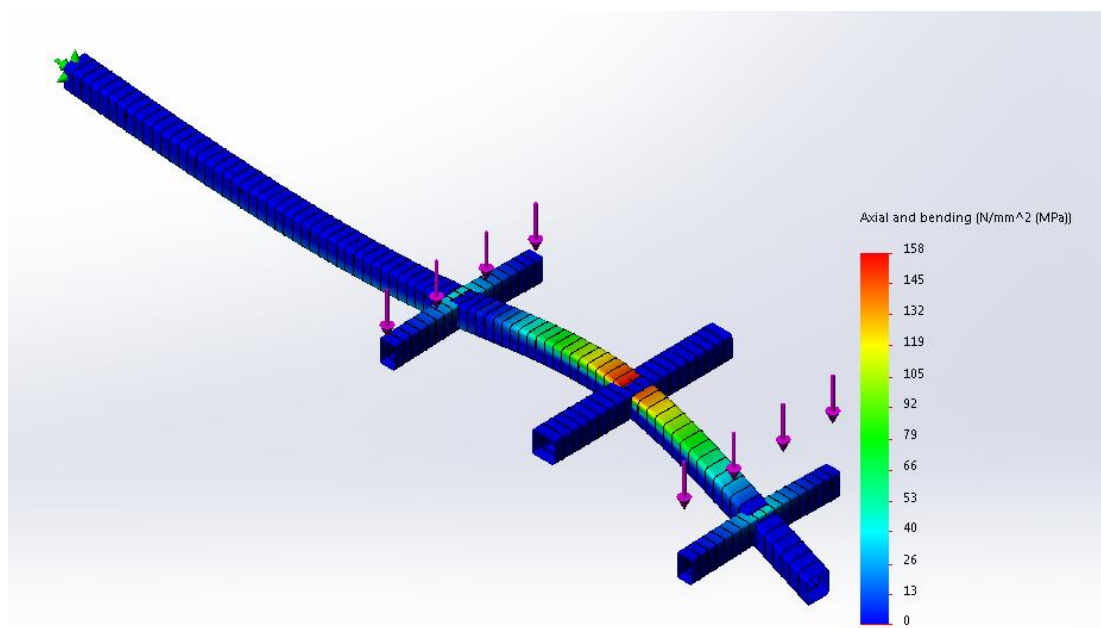
Kuva 15. Pankon palkin lujuutta rasiettiin 35000N voimalla. (Joonas Nyroos)

6.4 Vetoaisan lujuus



Kuva 16. Vetoaisaa rasiitettiin 40000N voimalla.

6.5 Runko



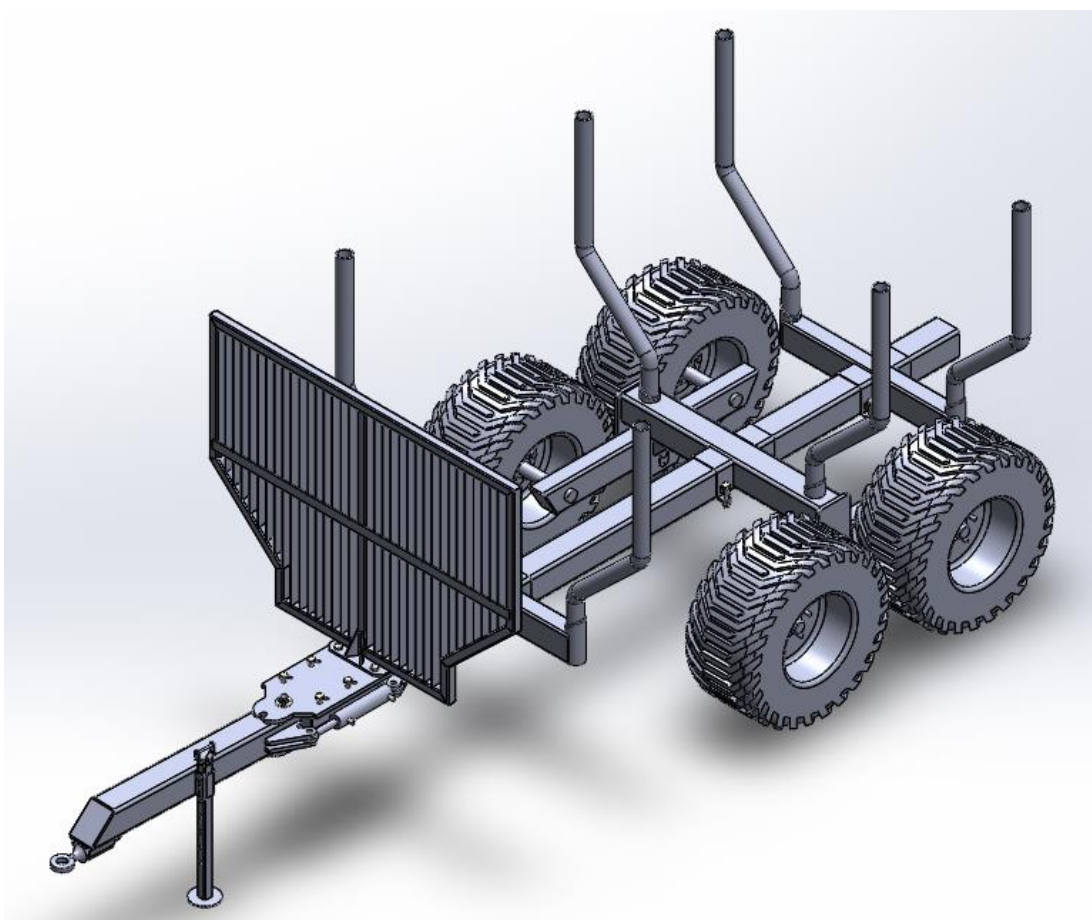
Kuva 17. Koko rungon lujuutta testattiin 70000N voimalla.

6.6 Päätelmät

Teräksenä tullaan käyttämään S355:ta, jonka myötölujuus on 355 N/mm^2 . Kuten kuvista nähdään, tämä arvo ei ylity. Palkit kestävät niille kohdistuvat kuormitukset erittäin hyvin. Itse rungon lujuuden testauksessa havaitaan, että arvo nousee lähelle 160 N/mm^2 , joka tarkoittaa silti lähes kahden varmuutta.

7 METSÄPERÄKÄRRYN KOKOONPANO

Kun osat oli suunniteltu ja niistä tehty osakokoonpanot sekä tarkistettu niiden yhteensopivuus, voitiin aloittaa itse kokoonpano. Kokoonpanossa tuli esille, etteivät osakokonaisuudet välttämättä sopineet yhteen vaan joitain mittoja jouduttiin muuttamaan sekä tarkistamaan sopivuus uudestaan.



Kuva 18. Metsäperäkärryn kokoonpano. (Joonas Nyroos)

Kokoonpanoon tuli vielä sovittaa Patu 545 kuormain ja tarkistaa, ettei se ottaisi esimerkiksi etusermiin kiinni kuormaimen kääntyessä. Näin ei tapahtunut vaan kuormain pääsi liikkumaan vapaasti. Lopullinen kokoonpano löytyy liitteestä (Liite 1). Lopuksi voitiin todeta, että kuormaimen asentaminen kärryyn onnistui ilman sen suurempia ongelmia.

8 PIIRUSTUKSET

Kaikista osista tehtiin piirustukset, jotta itse metsäperäkärryn valmistus olisi tulevaisuudessa mahdollista. Piirustukset ovat tämän opinnäytetyön osio, jotka on määritelty salaisiksi.

9 PINTAKÄSITTELY

Terästä maalataan korroosionkestävyyden parantamiseksi sekä ulkonäöllistä syistä. Tärkeimmät maalausmenetelmät ovat märkämaalaus, jauhemaalaus, kastomaalaus sekä jatkuvatoiminen maalipinnoitus. Märkämaalauksessa maali voi olla joko liuotin- tai vesiohenteinen. Märkämaalaus voidaan suorittaa ruiskulla, siveltimellä tai telalla. Jauhemaalit ovat jauheen muodossa olevia maaleja. Kemiaalisesti kovettuva jauhe levitetään useimmiten sähköstaattisella ruiskulla. Lopullinen kalvo muodostuu polttouunissa, jossa jauhe sulaa ja polymeroituu maalikalvoksi. Kastomaalauksessa maalattavat kappaleet upotetaan maalialtaaseen joko yksitellen, nipussa, kastelutelineessä tai pienimmät kappaleet verkkokorissa tai vastaavassa. Jatkuvatoimisessa maalipinnoituksessa valmistetaan maalipinnoitettuja teräsohutlevykeloja, joissa maalaus tapahtuu isoilla teloilla, jonka jälkeen maali kovetetaan uunissa. (Teräsrakenneyhdistys ry 2015)

Maalit koostuvat pääasiassa sideaineista, pigmenteistä, liuottimista sekä täyte- ja apuaineista. Maalityyppejä on yleisesti useita: polyvinyylideenifluoridi, polyuretaanit,

polyesterit, akryylit, epoksit, vinyylimaalit, kloorikautsu ja silikonimaalit. Maali on joko yksi- tai kaksikomponenttinen ja kuivuminen tapahtuu joko ilman, kosteuden, lämmön tai kemiallisen reaktion kautta maalityypistä riippuen. Maalien ominaisuudet riippuvat maalin koostumuksesta ja kestävyysominaisuuksissa on suuriakin eroja eri maalityyppien välillä. Kaikilla maalausteknologioilla on omat testausstandardit ja -käytännöt. Maalisysteemi ja maalausmenetelmä valitaan käyttökohteen ja sen asettamien vaatimusten perusteella (Teräsrakenneyhdistys ry 2015). Vielä ei ole päätetty millä maalityypillä metsäperäkärri kannattaisi maalata.

10 PAINO- JA KUSTANNUSARVIO

10.1 Painoarvio

Metsäperäkärriä haluttiin kevyt, mutta kestävä. Jos metsäperäkärriä tulisi liian painava saattaisi ongelmaksi muodostua traktorin rajallinen vetokyky silloin, kun metsäperäkärri olisi lastattu täyteen. Näin ollen liian painava rakenne on pois kärrien kantavuudesta. Kaikkien mahdollisten osien painoa ei tiedetä, joten painoarvioon on listattu vain ne osat ja materiaalit, joiden painot on saatu selville.

Taulukko 1. Metsäperäkärrien kokonaispaino.

Osa	Määrä	Paino (kg)
Runko	1	152
Akselin suuntainen palkki	1	71
Pankot	2	52
Karikat	6	104
Etusermi	1	105
Teliakselisto	2	58
Pyörät	4	256
Pyörän navat	4	68
Vetoaisa	1	52
Patu 545 kuormain	1	765
	Yhteensä	1683

10.2 Kustannusarvio

Metsäperäkärryn kustannukset tulevat koostumaan teräksen, pyörän napojen, pyörien, karikoiden, hydraulisylinterin, hydrauliletkujen, vetosilmukan, hiekkapuhalluksen, maalauksen, liukulaakereiden, pulttien, muttereiden sekä erinäisten kiinnitystarvikkeiden hinnoista. Työn, hitsauksen ja pintakäsittelyn osuutta ei pystytä tarkkaan määrittelemään, mutta arvioidaan niiden kustantavan 1000-1500€.

10.2.1 Materiaalin valintaan ja hintaan vaikuttavat tekijät

Kantavien rakenteiden materiaaliksi suositellaan lujuusluokkaa S355 kokonaistaloudellisista syistä. Usein lujuusluokan S235 teräs on vielä saatavuutensa takia varsin tavanomainen, erityisesti korjausrakentamisessa. Uudisrakentamisen teräsrakennesuunnittelussa voidaan korkeammat lujuusominaisuudet useimmissa käytännön tapauksissa hyödyntää täysin, jolloin rakenteiden kokonaiskustannukset alenevat. Teräksen hinta muodostuu kolmesta tekijästä. Perushinta, mittauslisä ja laatulisä. Perushinta ja mittauslisä ovat vakioita teräslajista riippumatta. Yleisillä rakenneteräslevyillä lujuuden nostaminen esimerkiksi S235:sta S355:een tuo lisähintaa noin 8% laatulisän kautta. Kuumavalssattujen I-profiilien osalta vastaava lisähinta on noin 10%. Teräsmateriaalin hinnoittelussa on suuntaus ollut laatulisän pienenemiseen. Kehitystä varmasti nopeuttaa käytön keskittyminen yhteen teräslajiin, kuten eräillä terästuotteilla on jo tapahtunut. Kun suunnitellaan sama rakenne lujuusluokan S235 teräksestä S355 sijasta, vähenee tarvittavan materiaalin määrä 35%, jolloin rakenteen materiaalikustannuksissa säästetään levyrakenteita käytettäessä 30% ja profiilirakenteita käytettäessä 28%. Korkeamman lujuusluokan käytöllä on myös seurannaisvaikutuksia, jotka kaikki vaikuttavat kokonaiskustannuksia alentavasti. Pienemmät dimensiot pienentävät rungon painoa sekä rakenteiden pinta-alaa, jolloin siirto-, valmistus-, kuljetus-, asennus- ja pintakäsittelykustannukset alenevat. Lisäksi siirtyminen yhden teräslajin käyttöön alentaa paitsi laatulisähintaa, myös materiaalien varastoinnista aiheutuvia kustannuksia. Puristetuissa rakenteissa lujasta teräksestä saatava hyöty riippuu rakenteen hoikkeudesta. Pienillä hoikkeuksilla, joita käytännössä yleensä esiintyy, voidaan teräksen lujuus hyödyntää tehokkaasti. Hoikkeuden kasvaessa hyöty vähenee. Kun hoikkeus on niin suuri, että nurjahdus

tapahtuu täysin kimmoisesti, ei suuremman lujuuden omaavan teräksen käytöllä saavuteta etua pienemmän lujuuden omaavan teräkseen verrattuna. Rakenteellisella muotoilulla voidaan sekä nurjahduksen että lommahduksen vaikutuksia suunnittelussa vähentää. (Pellosniemi & Kalamies n.d.)

10.2.2 Valmisosien kustannukset

Alla olevaan taulukkoon olen koonnut valmiina ostettavien osien hinnat. Kaikki hinnat sisältävät 24% arvonlisäveron ja ovat vain suuntaa antavia. Kiinnitystarvikkeiden hinnat on kerätty ja laskettu käymällä paikallisissa rautakaupoissa.

Taulukko 2. Valmisosien hinnat.

Osan nimi	Lukumäärä	Hinta/kpl (€)	Hinta yhteensä (€)
Pyörä	4	385	1540
Pyörän napa	4	87,25	349
Karikka + holkki + pidike	6	65,75	394,5
Hydraulisylinteri	1	126	126
Hydrauliletkut	6	17,66	105,96
Vetosilmukka	1	72	72
Liukulaakerit (35x39x40)	4	11,78	47,12
Liukulaakerit (50x55x60)	2	24,8	49,6
Kuusioruuvi M20x110 Zn	20	1,89	37,8
Kuusioruuvi M20x80 Zn	4	1,46	5,84
Kuusioruuvi M20x65 Zn	4	1,4	5,6
Aluslevy M20 Zn	40	0,12	4,8
Nyloc-mutteri M20 Zn	20	0,51	10,2
Korialuslevy M16 Zn	2	0,3	0,6
Korialuslevy M24 Zn	1	1,59	1,59
Kruunumutteri M16	2	1	2
Kruunumutteri M24	1	3,61	3,61
		Yhteensä:	2684,18

10.2.3 Materiaalien hinnat

Materiaalien hinnat on saatu VS-Partners Oy:n Internet sivujen (www.vs-market.fi) hinnoista laskemalla. Kaikkia taulukossa (Taulukko 3) esiintyvien materiaalien hintoja ei ollut saatavilla, joten niiden hinnat on laskettu kyseistä materiaalia seuraavaksi lähempänä olevan mukaan. Hinnat sisältävät 24% arvonlisäveron ja ovat vain suuntaa antavia.

Taulukko 3. Materiaalien hinnat.

Teräs	Määrä	Hinta (€/m) tai (€/m ²)	Hinta (€)
Neliöputkipalkki 150x150x6	6,4m	42,53	272,2
Neliöputkipalkki 50x50x3,2	6,4m	6,64	42,49
Suorakaideputkipalkki 150x100x6,3	1,1m	34,98	38,48
Suorakaideputkipalkki 150x100x5	2,0m	28,48	56,95
Pyöreä putkipalkki 60,3x4	0,15m	8,80	1,32
Pyöreä putkipalkki 48,3x5	0,32m	6,91	2,21
Lattarauta 5x50	35,8m	2,46	88,19
Pyörötanko Ø55	0,3m	24,03	7,21
Pyörötanko Ø40	0,5m	12,68	6,34
Levy 5mm	0,41m ²	53,80	22,06
Levy 6mm	0,19m ²	64,58	12,27
Levy 8mm	0,02m ²	92,00	1,84
Levy 10mm	0,13m ²	115,31	14,99
Levy 20mm	0,54m ²	240,26	129,74
		Yhtensä:	696,29

Metsäperäkärryn kustannukset voidaan laskea taulukoista 2 ja 3. Näin ollen yhteishinnaksi saadaan noin 3380 €. On myös otettava huomioon, että kustannuksissa ei ole laskettu hintaa hitseille, työlle, osien katkaisulle tai leikkaukselle eikä pintakäsittelylle.

11 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli suunnitella traktorin metsäperäkärri maa -ja metsätilalle. Lisäksi piti suunnitella puutavarakuormaimelle asennuspiste ja asentaa se paikoilleen. Lopputuloksena saatiin 3D-malli kuormaimesta ja metsäperäkärriä sekä piirustukset joiden avulla itse tuotteen valmistus olisi tulevaisuudessa mahdollista.

Aluksi voisi ajatella, että metsäperäkärri on helppo suunnitella, mutta kun asiaan pääsi tutustumaan tarkemmin kävi selväksi, että oli paljon asioita joita piti ottaa huomioon suunnittelun alussa, sen aikana ja jälkeen. Työn alussa annettiin erinäisiä vaatimuksia ja ominaisuuksia, jotka metsäperäkärriä tulisi olla. Niistä ei luovuttu ja kaikki saatiin sisällytettyä työhön. Todelliset ongelmakohdat ja parannusehdotukset selviävät vasta todellisessa käytössä. Tämä edellyttää kuitenkin itse tuotteen valmistusta tulevaisuudessa.

Tuotteen hinta-arvio ei ota huomioon kaikkia kustannuksia. Näihin kuuluvat työt, maalaus ja hitsit. Oli kuitenkin merkittävää huomata, kuinka paljon pelkät renkaat lisäävät kustannuksia. Tässä tapauksessa lähes 45%, joka tuntuu todella suurelta. Olisi siis suotavaa, etsiä joko halvempia tai käytettyjä renkaita. Lisäksi joidenkin teräsmateriaalien vahvuuksia olisi syytä tarkastella uudestaan ja miettiä voitaisiinko jotkin osat tehdä eri vahvuudella. Tällöin hintakin jäisi alemmaksi jos verrataan jo valmiina ostettavia metsäperäkärriä sekä rakenteen painokin olisi näin ollen pienempi. Lisäksi kaikkien tarvikkeiden, osien ja materiaalien hinnat saattavat muuttua.

Jatkossa metsäperäkärriin voidaan miettiä olisivatko vetävät pyörät tai jarrulliset navat tarpeen. Myös muiden lisäominaisuuksien lisäämistä voidaan miettiä. Varsinkin jos liikutaan yleisellä tiellä, olisi syytä miettiä valosarjan asentamista yleiseen turvallisuuteen vedoten. Myös mahdollisten laitojen suunnittelua voitaisiin miettiä. Tämä mahdollistaisi esimerkiksi mullan tai sannaan kuljetuksen. Varsinkin kun puutavarakuormaimen lisävarusteena löytyy kaivuuväline.

Työ oli hyvin kiinnostavaa tehdä ja se opetti minulle käytännön asioita. SolidWorks ohjelman käyttö oli jäänyt vähälle, mutta tässä työssä sitä oppi taas käyttämään. Olisin toivonut oppivani käyttämään enemmän SolidWorksin lujuuslaskentaa, mutta aika oli rajallinen. On selvää että jos tuotetta lähdetään valmistamaan tullaan kohtaamaan erilaisia ongelmia. Onneksi tuote tehdään itselle, joten aikataulun saa määrittää itse.

LÄHTEET

ADRaxles www-sivut. 2015. Viitattu 1.5.2015.

<http://www.adraxles.com/EN/res/429/ADR---Spare-Parts-Catalogue.pdf>

Agropoint www-sivut. 2015. Viitattu 16.4.2015.

http://www.agropoint.fi/pics/sylinteri_2.jpg

Autowiki 2015. Viitattu 13.4.2015. <http://www.autowiki.fi/index.php/Etusivu>

Isojoen Konehallin www-sivut. 2015. Viitattu 13.4.2015.

http://www.ikh.fi/Peravaunut_ja_tarvikkeet/Peravaunutarvikkeet_-_isot_perakarryt#!47_tid20141

Isojoen Konehallin www-sivut. 2015. Viitattu 13.4.2015.

http://www.ikh.fi/images/wwwkuvat/Tuotekuvat/T0423_S_1_web.jpg

Isojoen konehallin www-sivut. 2015. Viitattu 20.4.2015.

<http://www.ikh.fi/tuotehaku/vetosilmukka>

Junkkari Oy:n www-sivut. 2015. Viitattu 27.4.2015.

<http://www.junkkari.fi/yritysinfo>

Kesla Oyj:n www-sivut. 2015. Viitattu 26.4.2015. <http://www.kesla.fi/web/guest>

Konedata.net www-sivut. 2015. Viitattu 28.4.2015.

<http://www.konedata.net/Traktorit/db1490.htm>

Nettikoneen www-sivut. 2015. Viitattu 16.4.2015.

http://image.nettix.fi/extra/machineimg/810001_810100/forest-and-wood-muu-merkki-810032_1_4cc02ee67680f562.jpg

Niemi, R. 2013. Mönkijän peräkärryn suunnittelu. AMK-opinnäytetyö. Savonia-ammattikorkeakoulu. Viitattu 27.4.2015. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2013053011989>

Nokka-Yhtiöt Oy:n www-sivut.2015. Viitattu 27.4.2015.

<http://www.nokka.fi/nokka/yritysesittely>

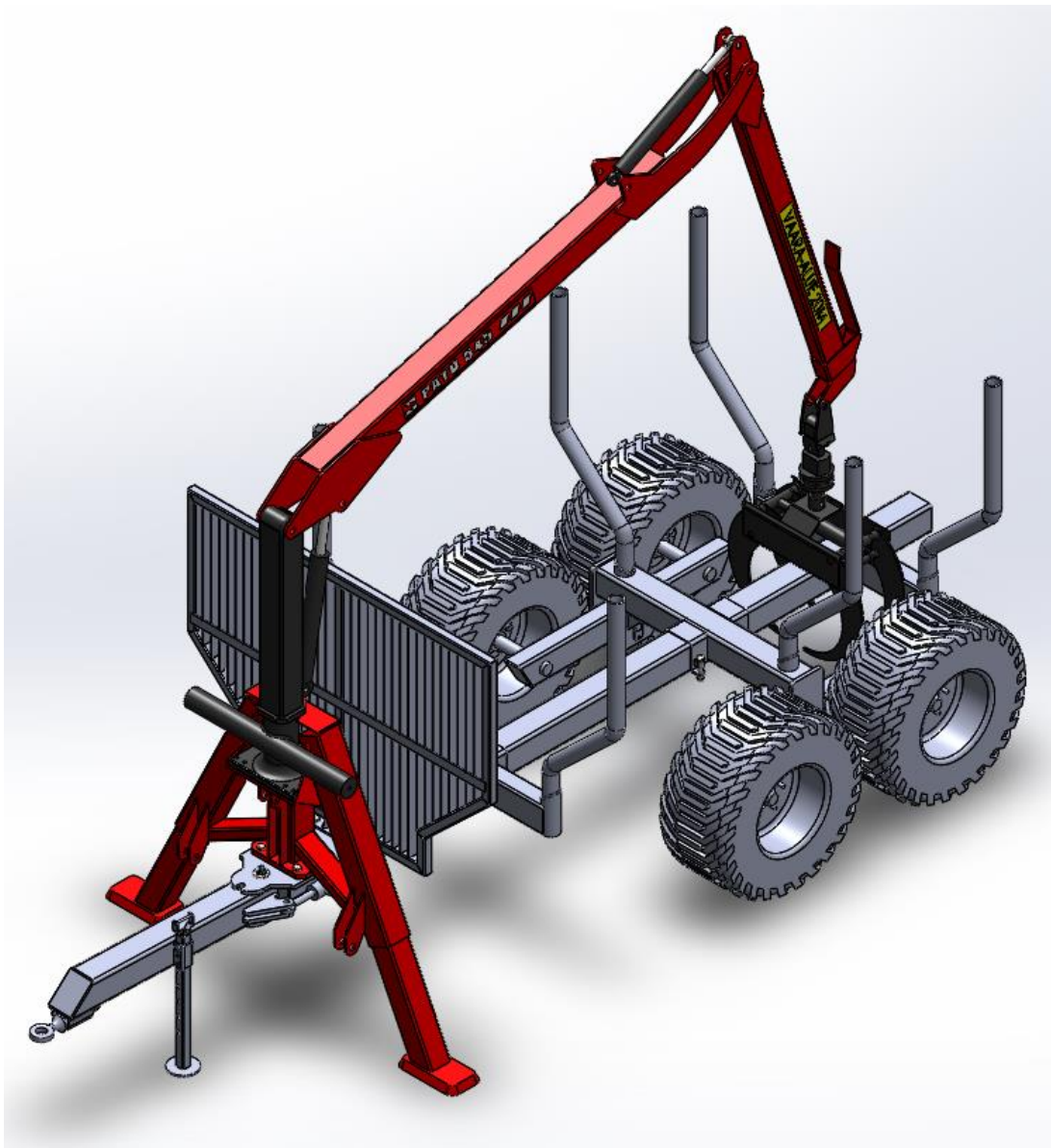
Pellosniemi, Jouko & Kalamies, Unto. Teräsrakennetuotteet ja suositeltavat teräslajit. Rakennustieto Oy

SolidWorks www-sivut. 2015. Viitattu 20.4.2015.

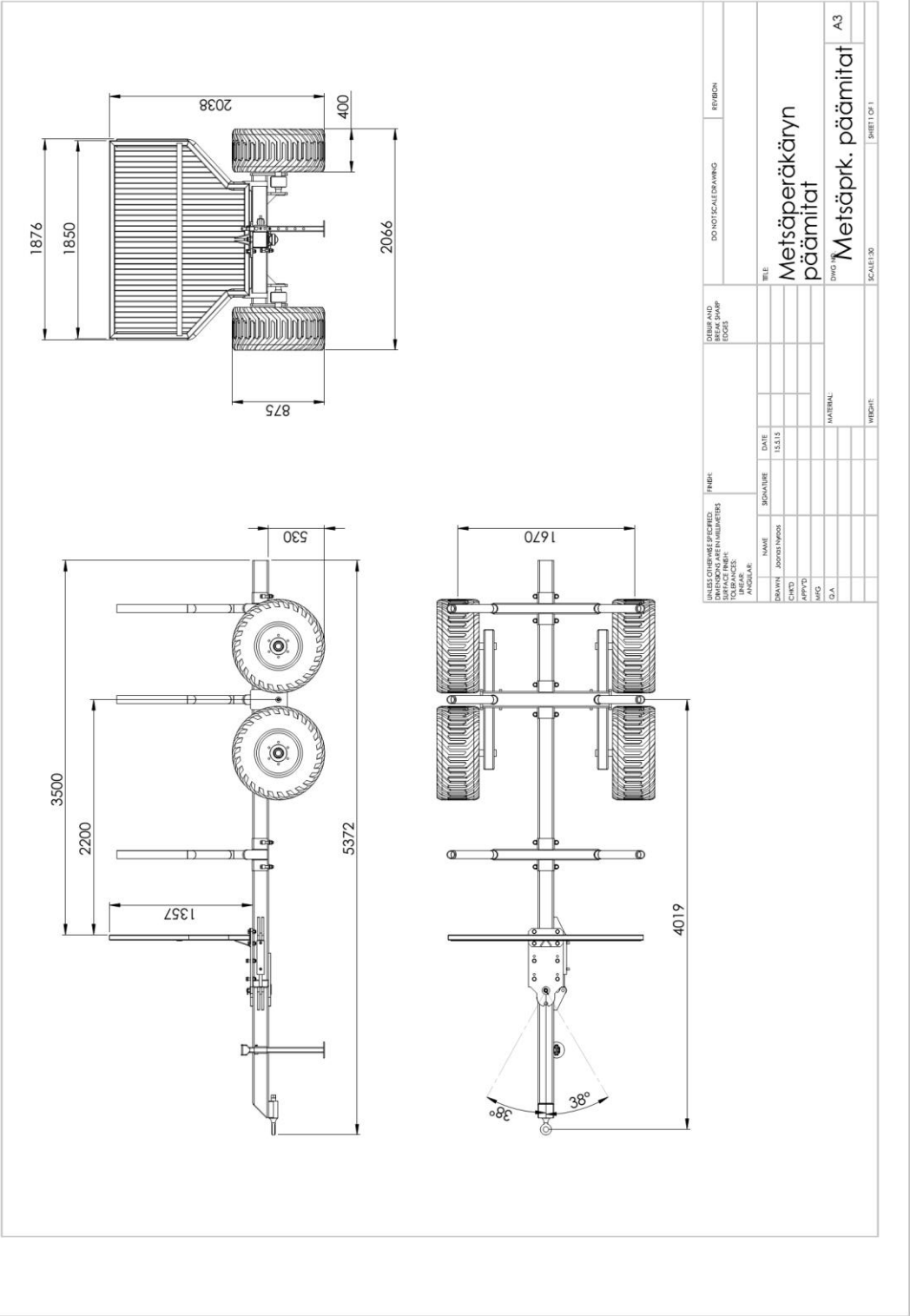
http://www.solidworks.fi/sw/6453_SVF_HTML.htm

Teräsrakenneyhdistys ry:n www-sivut. 2015. Viitattu 11.5.2015.

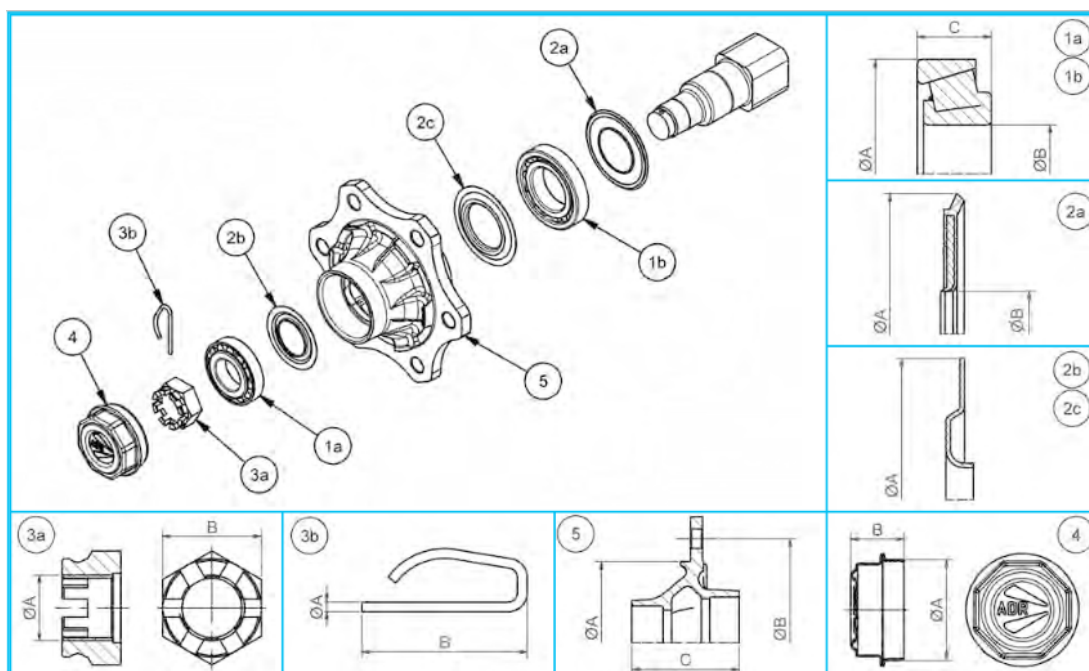
http://www.terasrakenneyhdistys.fi/fin/t__k_ja_jaostot/pintakasittelyjaosto/maalaus/



Metsäperäkärryn täydellinen kokoonpano.



LIITE 3



Item	Description	Code	A	B	C	Qty.	Kit code
1a	Bearing 30208	59130208	80	40	19,75	1	9RCLA
1b	Bearing 30211	59130211	100	55	22,75	1	
2a	Oil seal	5411001	100	55	-	2	9RNLA
2b	Nilos 30208	5510801	80	-	-	2	
2c	Nilos 30211	5511001	100	-	-	2	
3a	Crown nut	57539B1	M39X1,5	50	-	4	9RDF3950
3b	Spring pin	58205	4	64	-	4	
4	Cap	56108003	80	40	-	4	9RT80
5	Hub 6 holes for M18X1,5	61L6LA001	160	205	118	1	61L6LA001

Pyörän navan räjäytyskuva (adraxles.com)