



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jani Petri Hakala

CUSTOM VAN - PERÄKÄRRYN KEHITYS

Tekniikka ja Liikenne
2010

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Custom Truck Oy:lle. Yrityksellä oli tarve saada Custom Vanin rungosta valmistuspiirustukset. Opinnäytetyö on suoritettu Vaasan ammattikorkeakoulussa kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelmassa keväällä 2010.

Opinnäytetyön valvojina toimivat Vaasan ammattikorkeakoulun lehtori Timo Gröndahl ja Custom Truck Oy:n toimitusjohtaja Markku Parkkari sekä alihankintavastaava Heikki Uussalo. Kiitän työssäni apuna olleita valvojia hyvistä neuvoista yhteistyöstä.

Vaasassa 4.6.2010

Jani Hakala

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Jani Hakala
Opinnäytetyön nimi	Custom Van – peräkärryn kehitys
Vuosi	2010
Kieli	suomi
Sivumäärä	42
Ohjaaja	Timo Gröndahl

Tämän opinnäytetyön aiheena on Custom Vanin konfigurointi ja 3D- mallinnus ja sen tilaajana on Custom Truck Oy. Suunnittelutyön tavoitteena oli parantaa Custom Vanin ulkonäköä, muuttaa vetoaisan kiinnitys hitsausliitoksista pulttiliitoksiin ja tehdä valmistuspiirustukset.

Työssä lähdettiin liikkeelle tutustumalla tuotannossa olevaan Custom Van – peräkärryyn. Tämän jälkeen luonnosteltiin eri vaihtoehtoja peräkärystä. 3D-mallinnuksessa lähdettiin liikkeelle tuotteen konfiguroinnista eli asiakkaan vaatimusten muuttamisesta tuotteen ominaisuuksiksi. Työn aiheena oli vaihtaa rungon materiaalina käytettävä RHS - putki avonaiseen profiiliin ja suunnitella vetoaisan kiinnitys. Kaikki rungon osat mallinnettiin Autodesk Inventor Professional 2010 3D- ohjelmalla ja luotiin tarvittavat osakokoonpanot.

Työssä saatiin aikaan halutut muutokset peräkärryyn ja valmistuspiirustukset. Tarkat mitat ja yksityiskohdat tarkentuvat lopullisessa valmistustyössä.

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

ABSTRACT

Author	Jani Hakala
Title	Design Custom Van - Trailer
Year	2010
Language	Finnish
Pages	42
Name of Supervisor	Timo Gröndahl

The aim of this thesis is configuration and 3D modeling of Custom Van and it was ordered by Custom Truck Oy. The aim of the thesis was to make drawings of Custom Van – trailer, improve the look and change the drawbar mortage from welding joints to bolt joints.

The work for the thesis started by collecting information about Custom Van – trailer. After this sketches for various options of trailer were made .The 3D modeling was started by configuring Custom Van. Product configuration means convering the customer wishes to product features. The material of body was changed and jointing jointing of drawbar was designed. After this, all of the parts were modeled by using Autodesk Inventor Professional 2010.

The result of the thesis was changes which company wanted for the Custom Van - trailer and drawings for the manufacturing. More detailed dimensions and details will be revised at the manufacturing stage.

Keywords design, custom van, configuration

SISÄLLYS

ALKUSANAT	2
TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT	4
1 JOHDANTO	7
2 CUSTOM TRUCK OY	8
2.1 Yritysesittely.....	8
2.2 Tuotteet ja palvelut	9
2.3 Asiakkaat	10
2.4 Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaus	10
3 CUSTOM VAN - PERÄVAUNU	11
3.1 Custom Vanin historia.....	11
3.2 Perävaunun määritelmä	12
3.3 Käyttö.....	13
3.4 Custom Vanin muutokset	14
4 RUNGON VAIHTOEHTOJEN TARKASTELU	18
4.1 Vaihtoehto 1	18
4.2 Vaihtoehto 2	19
4.3 Vaihtoehto 3	20
5 O ₁ - JA O ₂ -LUOKAN KESKIAKSELIPERÄVAUNUN VETOAISA.....	26
5.1 Yleistä	26
5.2 Katsastusmiehille tarkoitetun ohjeen tarkoitus ja sisältö	26
5.3 Lainsäädäntö	26
5.4 Mikä katsotaan vetoaisaksi?	27
5.5 Vetoaisan vaatimustenmukaisuuden osoittaminen	29

5.6 Vetoajoneuvon suurin sallittu massa.....	30
5.7 Vetoaisan kiinnitys perävaunuun.....	31
6. KONFIGUROINTI JA 3D-MALLINUS	32
6.1 Tuotteen konfigurointi	32
6.2 3D-mallinnus	32
6.2.1 Top – Down – menetelmä	33
6.2.2 Parametrisuus.....	34
7 LIITOSMENETELMÄT.....	35
7.1 Hitsausliitos	35
7.2 Pulttiliitos	35
7.2.1 Kuumasinkityn teräksen liittäminen pulteilla.....	35
7.3 Rakentamisessa huomioitavaa	36
7.4 Pulttien kiristys	37
8 SUUNNITTELIJAN ROOLI	38
8.1 Suunnittelijan vastuu.....	38
8.2 Riskien tunnistaminen.....	38
9. YHTEENVETO.....	40
LÄHDELUETTELO.....	41

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty Custom Truck Oy:lle. Työn tarkoituksena oli suunnitella tuotannossa olevaan Custom Vaniin yrityksen haluamia muutoksia ja tehdä valmistuspiirustukset. Suurin muutos oli rungon vetoaisan hitsausliitoksien vaihtaminen pulttiliitoksiin.

Menetelmänä pulttiliitos tuo helppoutta kokoonpanoon, huoltoon ja korjaustöihin. Näin asiakas voisi halutessaan tehdä mahdollisia huolto- ja korjaustöitä itse.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella kuljetuskärryn rungon parannukset ja laatia piirustukset valmistusta varten.

Opinnäytetyön tekeminen antoi tekijälleen hyödyllistä tietoa suunnittelusta ja niihin liittyvistä ongelmista ja niiden ratkaisuista. Tuotteen valmistusprosessi on pitkä. Opinnäytetyössä sitä on päässyt seuraamaan läheltä ja osallistumaan kaikkeen suunnittelun ja kokoonpanon väliltä.

2 CUSTOM TRUCK OY

2.1 Yritysesittely

Custom Truck Oy on vuonna 1990 perustettu yritys, jonka toimitusjohtajana toimii Markku Parkkari. Yrityksen nykyinen toimipaikka on Vähäkyrö. Custom Truck Oy valmistaa omia korkealaatuisia karjapuskureita ja valotelineitä useimpiin automerkkeihin. Nykyään yrityksessä keskitytään enemmän alihankintaan.

Markku Parkkari aloitti toiminnan aluksi poikansa kanssa Vaasassa. Vuonna 1994 töiden lisääntyessä yritys joutui etsimään isommat tilat ja ne löytyivät Laturintieltä Vaasasta. Laturintiellä liiketoiminta kasvoi entisestään ja tilojen vaihto oli jälleen kerran edessä. Uusi ja nykyinen toimipaikka löytyi Vähästäkyröstä joenvarrelta (kuva1). Tällä hetkellä yritys työllistää 9 henkilöä. Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2008 n.1,5 milj. euroa.



Kuva 1. Yrityksen tilat Vähästäkyrössä.

2.2 Tuotteet ja palvelut

Custom Truck Oy valmistaa omia korkealaatuisia lisävarusteita autoon, mm. karjapuskureita, valotelineitä, astinlautoja, kylkiputkia, takapuskureita ja vinssitelineitä. Tuotteet valmistetaan asiakkaalle harjatusta ruostumattomasta teräksestä tai vaihtoehtoisesti asiakas voi valita pinnoitteeksi iskunkestävän poltomaalauksen. Erikoispuskurit valmistetaan asiakkaalle räätälöitynä. Myös omistajan Markku Parkkarin suunnittelemaa Custom Vania tehdään asiakkaiden tilausten mukaan.

Yritys tekee myös putken taivutuksia alihankintana nykyaikaisilla CNC- koneilla. Ostaessa tuotteen Custom Truck Oy:ltä asiakas saa ilmaisen asennuksen kaupanpäälle. Ajan voi varata puhelimitse tai sähköpostitse. Kuvissa 2-5 on esitelty tuotteita ja palveluita.



Kuva 2. Karjapuskuri



Kuva 3. Valoteline



Kuva 4. Valotelteen asennus



Kuva 5. Custom Van

2.3 Asiakkaat

Custom Truck Oy tuottaa palveluita yrityksille ja yksityisille asiakkaille. Alihankintaa yritys tekee n. 11 000 asiakkaalle. Suurimpia asiakkaita ovat muun muassa Wärtsilä Finland Oy, Ruukki Oy, Petsmo Products Oy. /10/

2.4 Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaus

Yrityksellä oli toiveena käynnistää Custom Vanin sarjatuotanto ja sitä varten runkoa päivitettiin nykyaikaisemmaksi ja laadittiin piirustukset valmistusta varten. Opinnäytetyö rajattiin rungon muutoksien suunnitteluun ja valmistuspiirustuksien tekoon Custom Vanista.

3 CUSTOM VAN - PERÄVAUNU

3.1 Custom Vanin historia

Idea syntyi Markku Parkkarin tarpeista saada kuljetettua erilaista kalustoa harrastuksiin. Custom Vania kehitettiin yhdessä Muovan kanssa 1987. Tuotetta kehitellessä huomattiin, että sitä voisi alkaa valmistaa myös yksityisille asiakkaille ja yrityksille. /8/

Hyväksi havaitulle tuotteelle haettiin myös hyödyllisyysmallisuoja eli ns. pikkupatentti. Sillä voidaan suojata kehitetty parannus, uusi tuote, laite tai järjestelmä. Se ei kuitenkaan suojaa valmistusmenetelmiä. Toimenpiteellä varmistetaan, että tuotekehitykseen uhratut panostukset eivät päädy korvauksetta kilpailijoiden käsiin. /8/

Tuloksena syntyi moneen käyttötarkoitukseen soveltuva Custom Van, (kuva 6). Se on kevyesti vedettävä aerodynaamisen muotoilun ansiosta ja näin ollen myös energiataloudellinen perinteisiin karruihin verrattuna.

Ensimmäinen tuote valmistettiin asiakkaalle 1993. Custom Vania on valmistettu siitä lähtien noin 15 kappaletta, asiakkaan tilauksen mukaan. Tuotetta ei ole koskaan markkinoitu millään tavalla, joten kysyntä on ollut vähäistä. Asiakas on nähnyt peräkärryn jossain ja tilannut sellaisen. /8/

Custom Vanin muutoksien ja piirustusten laatimisella on tarkoitus saada sarjatuotanto käyntiin. Asia on ollut kauan vireillä ja viimein tämän opinnäytetyön johdosta suunnitelmaa alettiin viedä eteenpäin.



Kuva 6. Custom Van

3.2 Perävaunun määritelmä

Liikenteen turvallisuusvirasto Traficin Internet-sivustolla perävaunu on luokiteltu seuraavanlaisesti:

”O1–O4-luokan ajoneuvo (auton perävaunu) on henkilöiden tai tavaran kuljetukseen taikka matkailutarkoituksiin valmistettu hinattava ajoneuvo.

Auton perävaunut jaetaan kokonaismassan perusteella seuraaviin luokkiin:

- 1) O1-luokan ajoneuvon (kevyt perävaunu) kokonaismassa on enintään 0,75 tonnia;*
- 2) O2-luokan ajoneuvon kokonaismassa on suurempi kuin 0,75 tonnia mutta enintään 3,5 tonnia;*
- 3) O3-luokan ajoneuvon kokonaismassa on suurempi kuin 3,5 tonnia mutta enintään 10 tonnia;*
- 4) O4-luokan ajoneuvon kokonaismassa on suurempi kuin 10 tonnia.*

R-luokan ajoneuvo on tavaran kuljetukseen tarkoitettu traktorin perävaunu.

Perävaunut jaetaan rakenteen mukaan seuraaviin alaluokkiin:

1) puoliperävaunu on perävaunu, joka on tarkoitettu kytkettäväksi puoliperävaunun vetoautoon tai apuvaunuun; puoliperävaunu aiheuttaa olennaisen kohtisuoran kuormituksen vetoautoon tai apuvaunuun;

2) varsinainen perävaunu (vetoaisaperävaunu) on perävaunu, jossa on vähintään kaksi akselia ja jonka etuakselistoa ohjaava vetolaite on nivelöity pystysuunnassa liikkuvaksi perävaunuun nähden eikä välitä merkittäviä pystysuuntaisia voimia vetävään ajoneuvoon;

3) keskiakseliperävaunu on nivelöimättömällä vetoaisalla varustettu perävaunu, jonka akselisto on sijoitettu perävaunun painopisteeseen tai sen lähelle siten, että vain vähäinen osa perävaunun kokonaismassasta kohdistuu kytkentäkohtaan; tähän ryhmään luetaan myös puoliperävaunun kytkemiseen N2- ja N3-luokan ajoneuvoon tarkoitettu apuvaunu (dolly).”/13/

Custom Van kuuluu O2- luokan perävaunuihin, koska siinä käytettävään akseliin ei saa kohdistaa yli 1600 kg kokonaismassaa.

Rakenteen mukaan Custom Van on jaettu vielä alaluokkaan 1.

”1) puoliperävaunu on perävaunu, joka on tarkoitettu kytkettäväksi puoliperävaunun vetoautoon tai apuvaunuun; puoliperävaunu aiheuttaa olennaisen kohtisuoran kuormituksen vetoautoon tai apuvaunuun”/17/

3.3 Käyttö

Hyvän muunneltavuutensa ansiosta Custom Van soveltuu erilaisiin käyttötarkoituksiin ja tavaroiden kuljetukseen. Kaluston voi itse tuoda paikan päälle ja näin ollen ei tarvitse huolehtia esimerkiksi välineiden vuokrauksista ja niin edelleen. Custom Van soveltuu muun muassa sähkö-, kaasu- ja putkiasentajille, tuote-esittelijöille, markkinakauppiaille, erilaisiin harrastuksiin,

kuljetustoimintaan ja kaikenlaiseen kÄrrystÄ tapahtuvaan suoramyntiin. /8/

Custom Vanissa kÄytettÄvÄ akseli mÄÄrÄÄ kokonaismassan. Maksimissaan kokonaismassa on kuitenkin 1600 kilogrammaa. Lastausta ja purkutyötä on helpotettu suunnittelemalla irrotettavat lokasuojat, jotka ovat nopea ja helppo asentaa paikoilleen. SisÄtilaan hyllyt saavat helposti ja vaivattomasti kasattua standardimoduuleista.

Kuvissa 7-9 on esitelty Custom Vanin muunneltavuutta erilaisiin kÄyttötarkoituksiin.



Kuva 7. Moottorikelkkailu



Kuva 8. Torimyynti



Kuva 9. Palomiesten kaluston kuljetus

3.4 Custom Vanin muutokset

Nykyiseen konseptiin lähdettiin hakemaan muutoksia vetoaisan liitosten muuttamisesta hitsausliitoksista pultiliitoksiin. Uusi laki velvoittaa perävaunun

valmistajat käyttämään pultiliitoksilla kiinnitettävää ja testattua vetoaisaa. Tällä toimenpiteellä saadaan kokoonpanosta nopeampi, turvallisempi ja helpompi, eikä mahdollisia hitsausaumojen väsymisiä/repeämisiä pääse syntymään. Kyseisellä toimenpiteellä perävaunusta saadaan pitkäikäisempi ja huoltovapaampi.

Muita toiveita yrityksellä oli saada perävaunuun lisää leveyttä n. 10 senttimetriä, pohjalevyn hyvä ja helppo asennettavuus ja pohjalevyn alapuolelle tulevien poikittaistukien helppo asennettavuus (suoruus). Tällä hetkellä joudutaan poikittaistuet loveamaan sitä varten tehdyssä jigissä. Kuvassa 10 on poikittaistuki ennen muutosta ja kuvissa 11 ja 12 on uudet poikittaistukivaihtoehdot.

Kuvassa 11 on poikittaistuki perävaunun etupäässä. Siinä näkyy päätyjen loveaminen ja vetoasian kiinnitys. Päätyjen loveamisella saadaan poikittaistuet sopimaan hyvin pohjalevyn alapuolelle ilman, että niiden väliin jäisi ilmarakoa. Kuvassa 12 on esitetty poikittaistuki perävaunun takapäässä akselin jälkeen.

Vetoaisa suunniteltiin menemään perävaunun etupäässä olevien poikittaistukien läpi ja sille on leikattu keskelle 60 x 60mm reikä. Vetoaisalle lävistettävä reikä tehdään sillä tavalla, että sivuille saadaan taivutettua pienet siivekkeet. Siivekkeissä on reiät, kuten vetoaisassakin, näin vetoaisa saadaan hyvin pultattua kiinni. Ainoastaan perävaunun etupäässä vetoaisa menee poikittaistukien läpi johtuen siitä, että vetoaisan on oltava yhtenäinen pyörien akselin yli, jotka sijaitsevat perävaunun keskellä. Tällä matkalla on 4 kappaletta kuvassa 11 esitettyä poikittaistukea. Loput kolme poikittaistukea ovat kuvassa 12 esitetyn näköisiä.

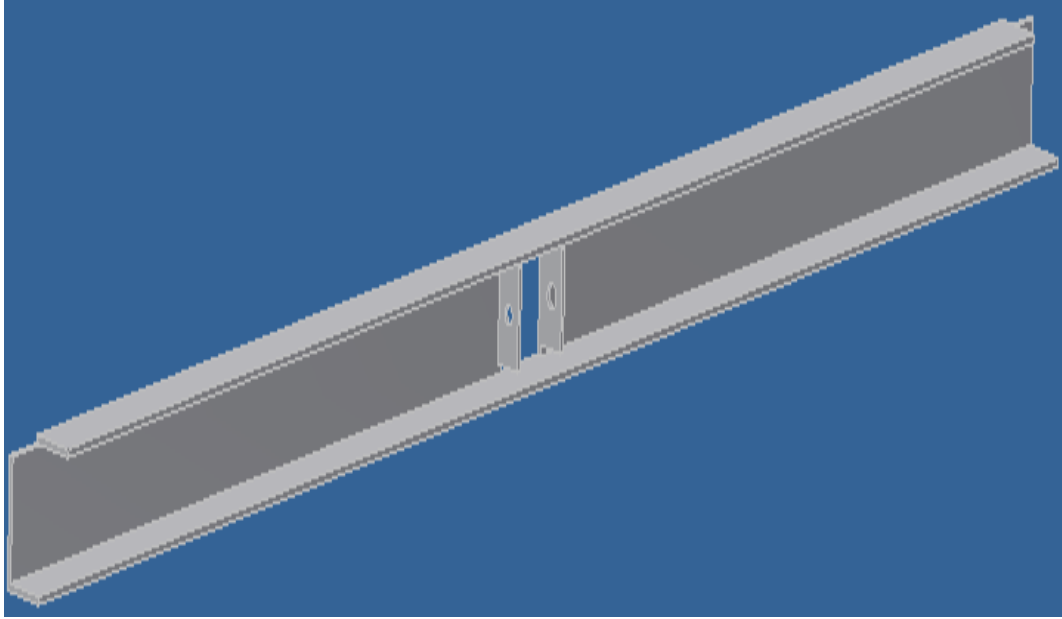
Vetoaisan läpimenolla poikittaistuista saatiin 64 mm lisää joustamistilaa akselin ja vetoaisan välille.

Poikittaistuet ja sivuprofiilit tilataan alihankintana Vaasa Mechanics Oy:ltä. Levytyöstökoneella saadaan hoidettua poikittaistukien päätyjen loveamiset, vetoaisan kiinnitysreiät ja leikattua aihiot oikean kokoisiksi. Mitään viritelmiä poikittaistukien päätyjen loveamisen suhteen ei tarvitsisi jälkikäteen tehdä. Kun aihiot ovat tulleet levytyöstökoneelta, ne särmätään piirustusten mukaan.

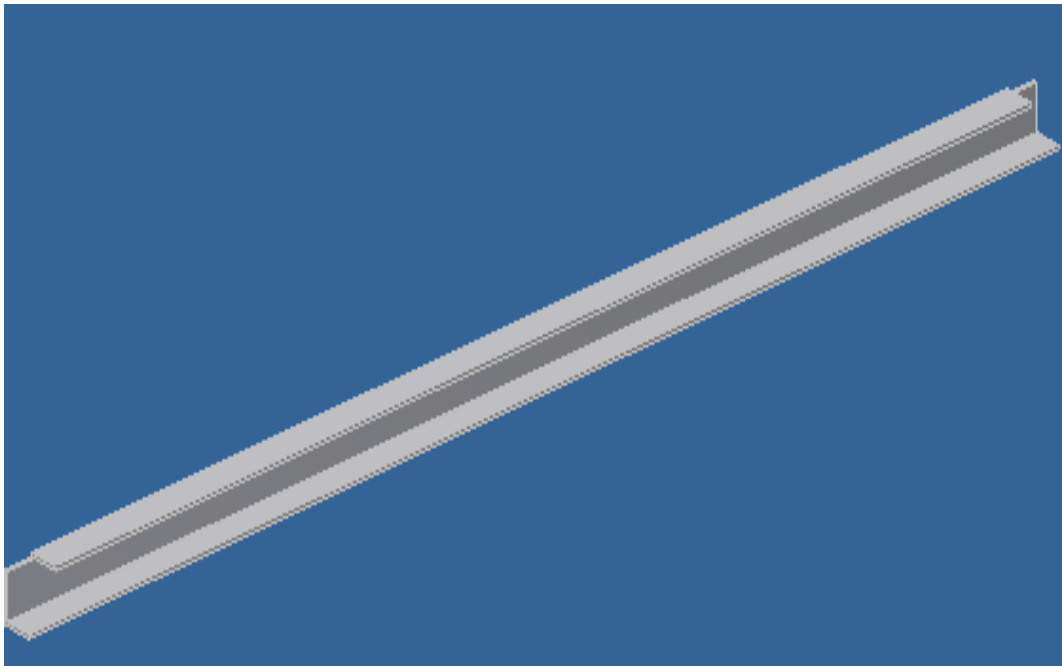
Särmätyllä sivuprofiilin muodolla saadaan poikittaistukien helppo asennettavuus. Pohjalevyn hyvä istuvuus ja tiiveys sekä kuomun ja sivuprofiilin kosketuspinnan kaltevuus, ovat mahdollisia avonaisella profiililla. Avonaista profiilia käytettäessä rungon lujuus laskee, joten tukirautoja joudutaan käyttämään. Tukiraudat toimivat samalla kiinnitysliinojen sidontapisteinä. Tämä mahdollistaa sen, että kuormat saadaan helposti, vaivattomasti, turvallisesti ja asianmukaisesti sidottua ilman lisäkiinnittimiä.



Kuva 10. Poikittaistukena käytettiin kulmarautaa ennen muutosta



Kuva 11. Poikittaistuki perävaunun etupäässä.



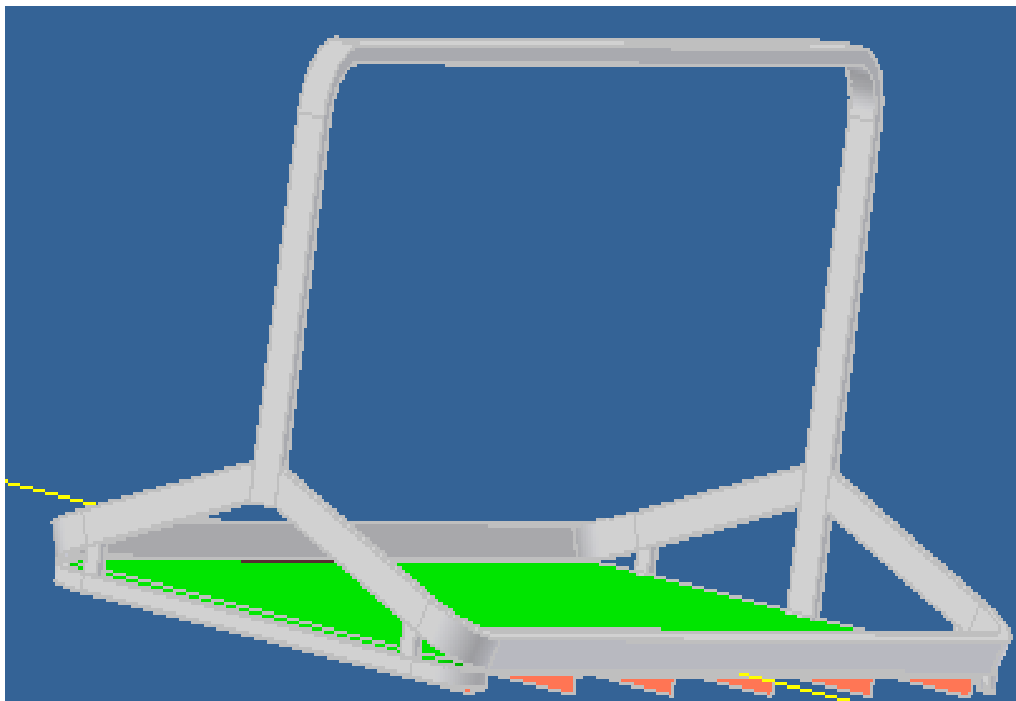
Kuva 12. Poikittaistuki takapäässä akselin jälkeen.

4 RUNGON VAIHTOEHTOJEN TARKASTELU

4.1 Vaihtoehto 1

Kuvassa 13 on luonnos ensimmäisestä mahdollisesta runkovaihtoehdosta. Sivuprofiili ja keskiranka ovat huonekaluputkea 100x50x3 mm. Kaikki muu materiaali olisi huonekaluputkea 40x40x3 mm. Tässä vaihtoehdossa sivuprofiilit ja keskiranka olisivat samaa materiaalia ja taivutettaisiin yhtenäisestä putkesta. Tämä vaihtoehto olisi ollut nopea ja helppo toteuttaa käytännössäkin. Osat olisi taivutettu Custom Truck Oy:n omissa tiloissa ja omilla koneilla, mutta taivutustyökalujen teettäminen olisi ollut liian kallista. Ne olisivat maksaneet n. 50 000 euroa.

Pohjalevyn poikittaistukien ja päätyprofiilien liittäminen runkoon olisi kuitenkin hankalampaa profiilin ollessa suljettu ja vinossa. Se olisi tuonut lisätyötä ja sen mukana kustannuksia. Tämä vaihtoehto hylättiin kalliiden työkalujen teettämisen vuoksi.

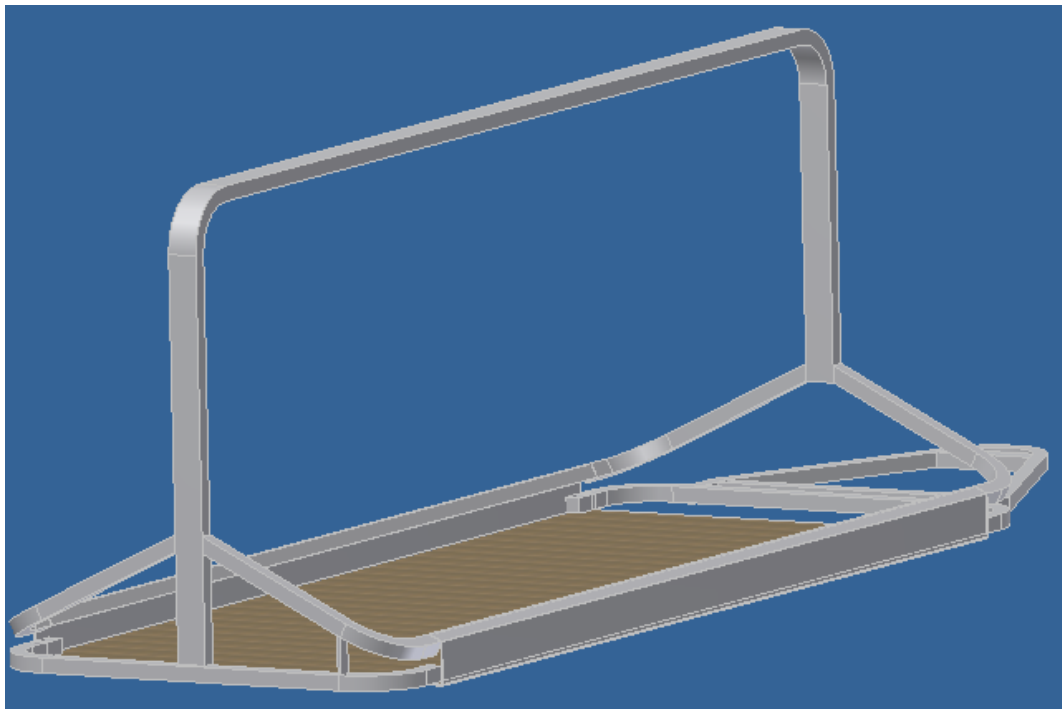


Kuva 13. Luonnos 1

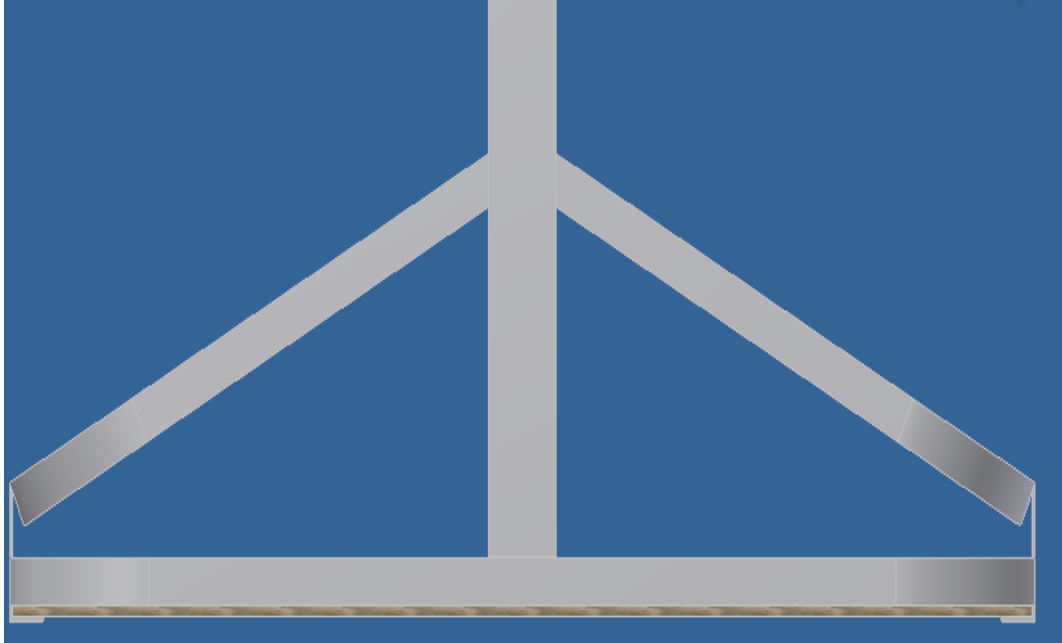
4.2 Vaihtoehto 2

Tässä vaihtoehdossa sivuprofiilin muoto olisi avonainen ja siinä olisi yksi taivutus alhaalla. Kuvassa 14 näkee mitä avonaisella profiililla haetaan. Siinä on pohjalevylle saatu hyvä ja helppo asennettavuus taivutuksen myötä. Pohjalevyn suoraan saamiseksi ei tarvitse tehdä kiinnityspaloja. Tällä vaihtoehdolla saataisiin ulkonäköä siistimmäksi ja muiden osien helppo asennettavuus.

Haluttua lisäleveyttä tämä vaihtoehto ei toisi, koska profiilissa on vain yksi taivutus. Pohjalevyt määrää leveyden ja ne toimitetaan standardikoossa 1500x3000 mm. Päätyprofiilit tulisivat tässä tapauksessa pohjalevyn päälle ja veisivät näin ollen tilaa. Kuvassa 15 on luonnos perävaunusta takaapäin. Tämä idea hylättiin, koska pohjalevy haluttiin omalle tasolle ja yhdellä taivutuksella ei saataisi lisää leveyttä perävaunulle.



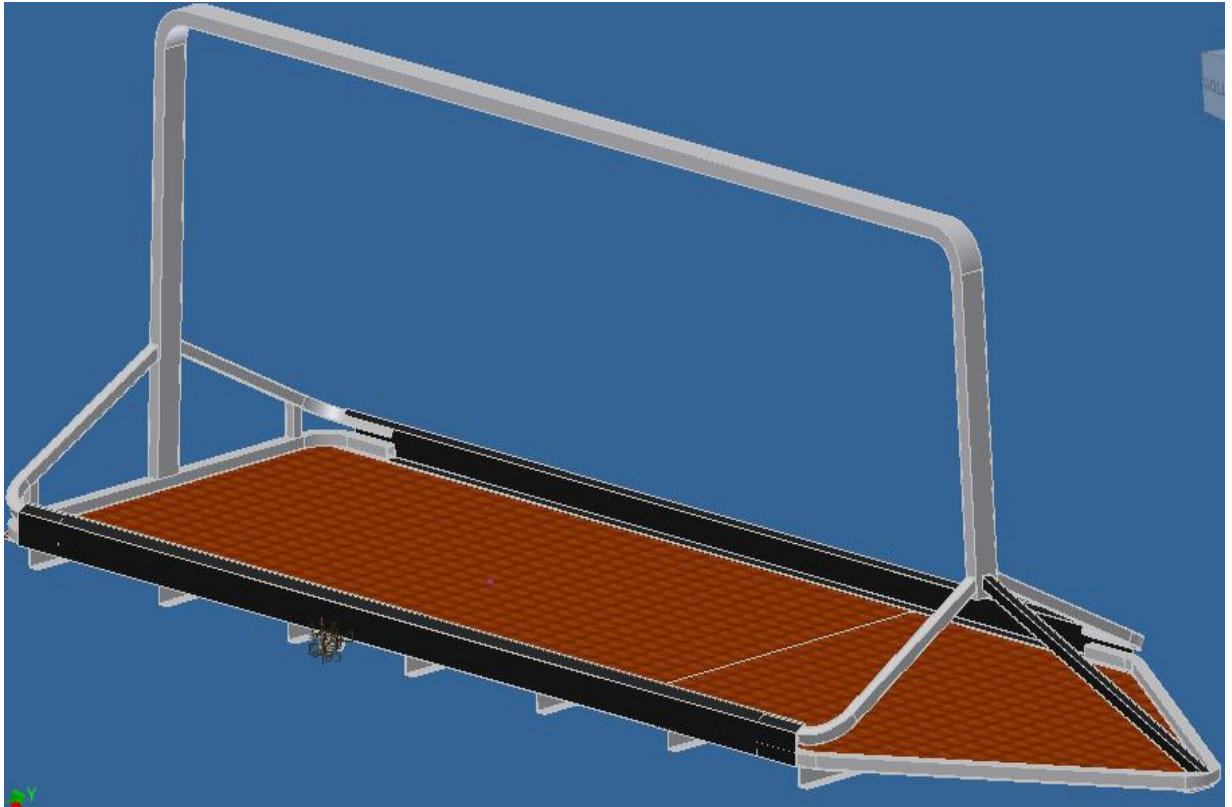
Kuva 14. Luonnos 2



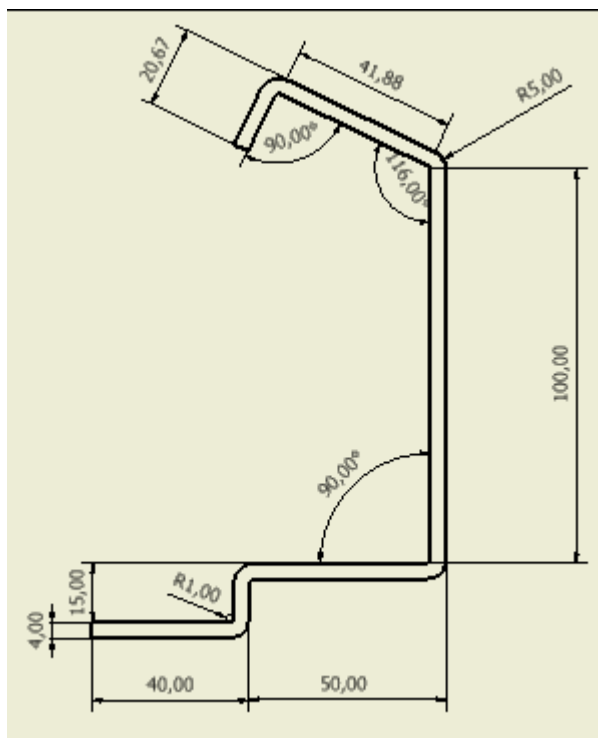
Kuva 15. Perävaunu kuvattuna takaapäin. Kuvassa näkee sivuprofiilin muodon ja pohjalevyn hyvän istuvuuden. Päätyprofiilit tulevat pohjalevyn päälle.

4.3 Vaihtoehto 3

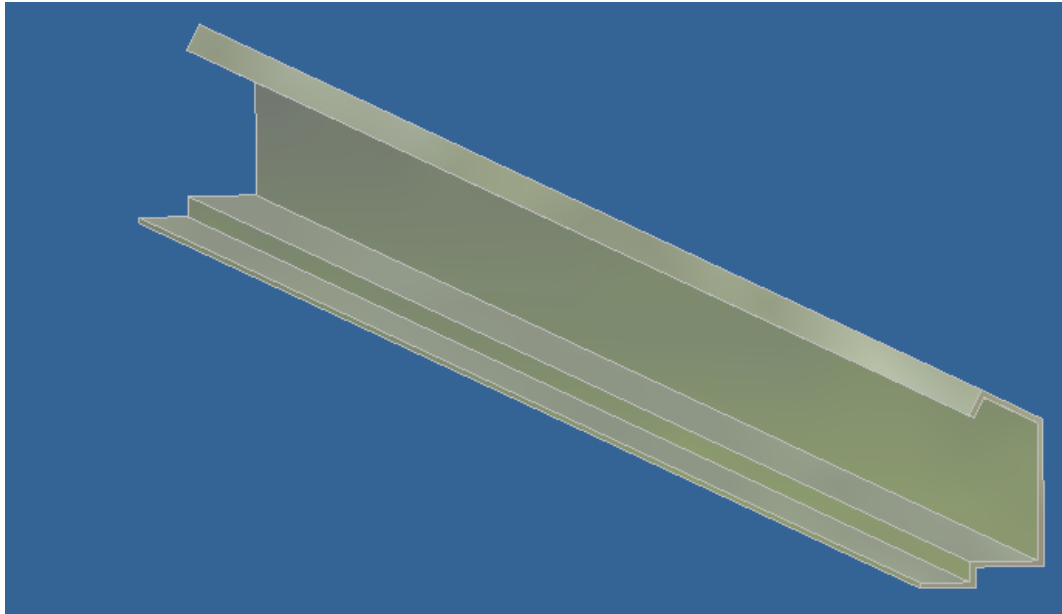
Kolmannessa vaihtoehdossa (kuva16) on esitetty ajatus, että päätyprofiilit jatkuisivat sivuprofiilien sisälle 20 senttimetriä ja sivuprofiilin muoto olisi kuvissa 17 ja 18 esitetty muoto.



Kuva 16. Vaihtoehto 3. Päätyprofiilien ja pohjalevyn kiinnitys.



Kuva 17. Sivuprofiilin muoto päädyistä katsottuna.



Kuva 18. Sivuprofiili 3D-kuvana

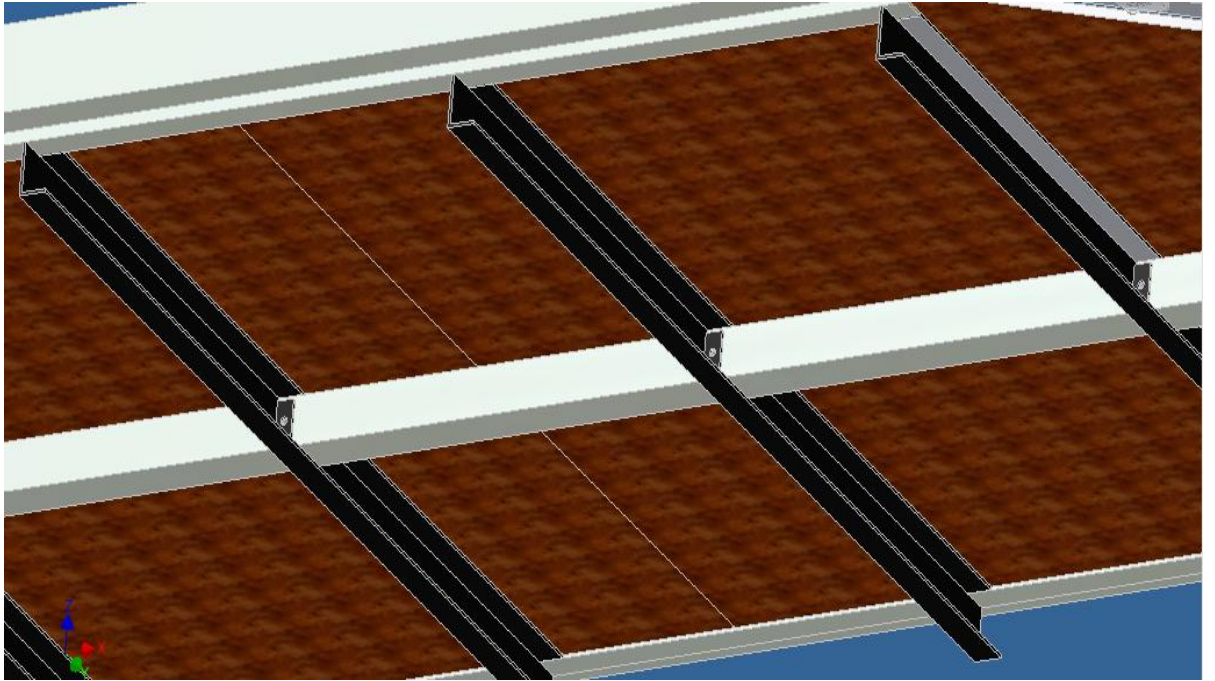
Päätyprofiilit tulisivat omalle tasolle (kuvassa 18 ylempi taso) ja pohjalevy jäisi myös tällä profiililla omalle tasolle (kuvassa 18 alempi taso). Päätyprofiilit olisi myös helppo hitsata paikoilleen. Tässä vaihtoehdossa pohjalevyn alapuolelle tulevat poikittaistuet olisivat U-profiilia.

Poikittaistukien päädyt lovetaan sen takia, että ne saataisiin tiiviisti kiinni pohjalevyyn. Ilman U-profiilien päätyjen loveamista pohjalevyn ja poikittaistukien väliin jäisi 4 millimetrin ilmarako, kuten kuvissa 19 ja 20 on esitetty. Loveamisella saadaan pohjalevy hyvin tuettua poikittaistukien päälle ja näin pohjalevyssä ei ilmaantuisi taipumisia.

Nykymääräysten mukaan vetoaisaa ei saa hitsata kiinni vaan se joudutaan kiinnittämään pulttamalla ja sen on oltava yhtenäinen ja ulottauduttava pyörien akselin yli. Tässä tapauksessa vetoaisan olisi tarkoitus kulkea neljän ensimmäisen poikittaistuen läpi perävaunun etupäässä ja se kiinnitettäisiin pulttamalla ns. siivekkeisiin ks.(kuva)21.



Kuva 19. U-profilii ilman loveamista



Kuva 21. Vetoaisan kiinnitys poikittaistukiin alhaaltapäin

5 O₁- JA O₂-LUOKAN KESKIAKSELIPERÄVAUNUN VETOAISA

5.1 Yleistä

Peräkärryn teossa saa käyttää ainoastaan tehdasvalmisteisia, peräkärrykäyttöön tarkoitettuja akseleita ja vetopäätä. Akseleista ja vetopäädä tulee katsastuksessa olla näyttää valmistajan kirjoittama todistus EU-määräysten täyttyvyydestä, sekä akselin/akselien ja vetopään yhteensopivuudesta. Jarrullisesta perävaunusta täytyy myös toimittaa yhteensopivuustodistus (jarrulaskelma) jarruista ja vetopäädä katsastusasiamiehelle. Akselien ja vetoaisan valmistajat toimittavat toimituksen yhteydessä tarvittavat dokumentit.

5.2 Katsastusmiehille tarkoitetun ohjeen tarkoitus ja sisältö

Ohjeen tarkoituksena on auttaa katsastajaa O1- ja O2 – luokan keskiakseliperävaunun vetoaisan määrittelyssä rekisteröintikatsastuksen yhteydessä.

Ohjeessa on pyritty kertomaan lainsäädännössä tarkoitetun vetoaisavaatimuksen määrittely siten, että katsastaja voi käytännössä varmistua vetoaisan hyväksymisestä.

Lisäksi ohjeessa on kerrottu, miten rekisteröintikatsastuksessa vetoaisan vaatimustenmukaisuus tulee osoittaa. Kuvissa 22-24 on esimerkkejä vetoaisasta.

5.3 Lainsäädäntö

Liikenne- ja viestintäministeriön asetuksen autojen ja perävaunujen rakenteesta ja varusteista 1248/2002 liitteen osan 1 kohdan 50 mukaan, uusien tyyppien ja ensi kertaa käyttöön otettavien O₁- ja O₂-luokan perävaunujen vetoaisan, tulee vastata E-sääntöä 55 tai direktiiviä 94/20/EY.

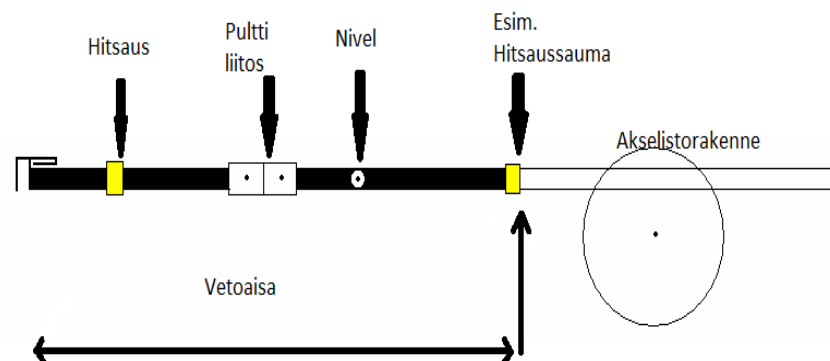
Ajoneuvohallintokeskus on yhtenäistänyt tulkintaansa vetoaisasta muiden EY-maiden hyväksyntäviranomaisten kanssa. Uusissa O₁ - ja O₂-luokan perävaunutyypeissä sekä ensi kertaa käyttöön otettavissa O₁- ja O₂-luokan

perävaunuissa vetoaisalta edellytetään rekisteröintikatsastuksessa ja kansallisessa tyyppihyväksynnässä osoitusta vaatimustenmukaisuudesta 1.1.2007 alkaen. /18/

5.4 Mikä katsotaan vetoaisaksi?

Vetoaisaksi katsotaan seuraavista vaihtoehdoista 1 - 3 laajin mahdollinen, joka soveltuu kyseiseen perävaunuun, jollei kohta 4 vaatimusta lievennä. Muulla tavalla kuin hitsaamalla kiinnitetyn vetopään, nokkapyörän, valojen tai muun vastaavan varusteen kiinnityskohtaa tai läpivientä ei huomioida seuraavia ehtoja tulkittaessa. Vetopään mahdollisten kiinnitysosien vastaavuudet pitävät osoittaa. /18/

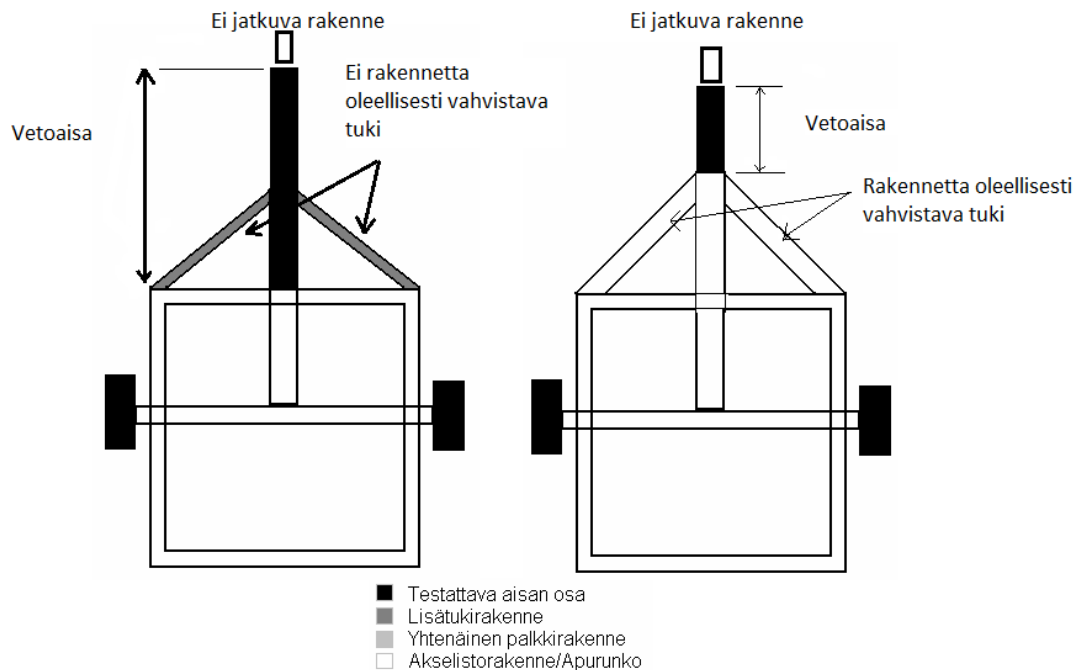
1. Vetoaisaa on perävaunun vetopään puolella akselistorakennetta lähinnä oleva aisan nivelpisteen ja vetopään välinen osa.
2. Vetoaisaa on perävaunun vetopään puolella akselistorakennetta lähinnä oleva aisan pultti-, hitsaus- tai muun vastaavan liitoksen ja vetopään välinen osa ks.(kuva)22



- Testattava aisan osa
- Lisätukirakenne
- Yhtenäinen palkkirakenne
- Akselistorakenne/Apurunko

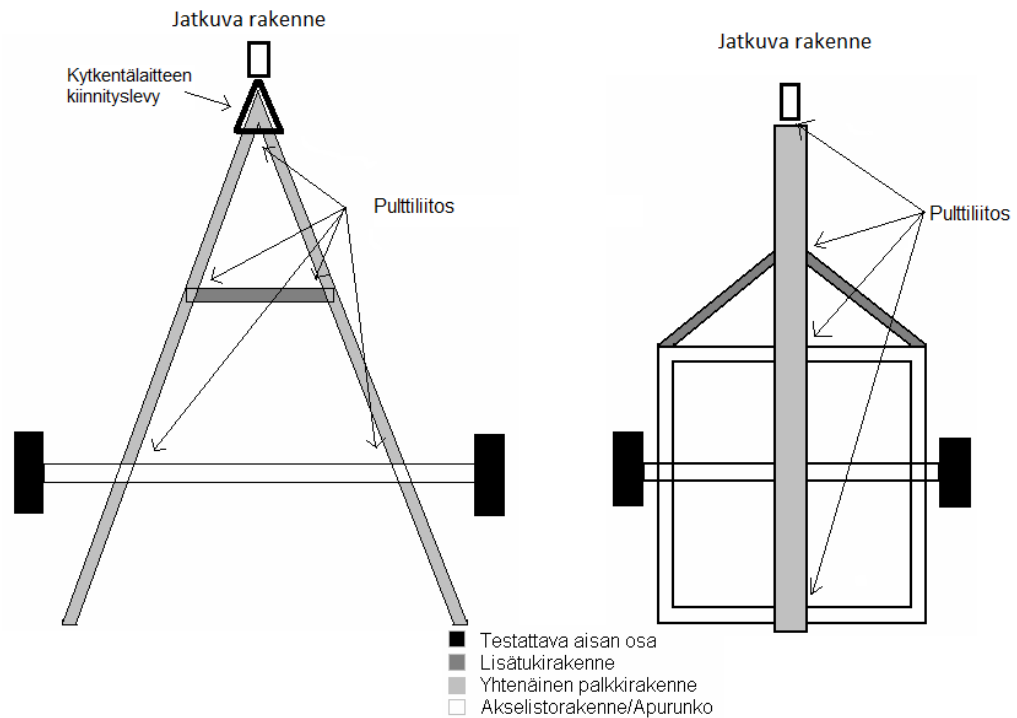
Kuva 22. Vetoaisan määritelmä

3. Vetoaisaa katsotaan olevan kuormatilan etureunan ja vetopään välinen osa, jos kuormatila on kiinnitetty pysyvästi hitsaamalla vetoaisaan. Venetrailerissa katsotaan kuormatilan jatkuvan aisaan kiinteästi hitsattujen selvästi rakennetta vahvistavien vinopalkkien ja aisan yhtymäkohtaan saakka. /18/



Kuva 23. Esimerkkejä vetoaisasta

4. Jos rakenne on jatkuva vetopään ja koko akselistorakenteen / apurungon välillä, rakenteen ei katsota olevan vetoaisaa, eikä vastaavuutta vaadita. Kyseisessä tapauksessa ei saa olla yhtään kohdissa 1-3 mainittua epäjatkuvuuskohtaa eikä hitsaussaumoja eikä vetopään ja akselistorakenteen välinen etäisyys saa olla säädettävissä. Jatkuvaksi rakenteeksi katsotaan rakenne, jossa materiaalin vahvuus ja muoto säilyvät samana koko akselistorakenteen yli, eikä materiaalia ole pakotettu sellaiseen muotoon, että materiaalin lujuusominaisuudet merkittävästi heikkenevät. Jatkuvassa rakenteessa saa olla pulttiliitoksin rakennetta vahvistavia välitukia. /18/



Kuva 24. Esimerkkejä vetoaisasta

5.5 Vetoaisan vaatimustenmukaisuuden osoittaminen

Vetoaisan vaatimustenmukaisuutta koskevana selvityksenä hyväksytään:

1. Vetoaisan tyyppihyväksyntä; direktiivin 94/20/EY tai E-säännön 55 mukainen vetoaisan tyyppihyväksyntä, joka tarkastetaan vetoaisaan kiinnitetystä hyväksyntämerkistä. /18/
2. Tutkimuslaitoksen testiraportti; pätevän riippumattoman tutkimuslaitoksen antama direktiivin 94/20/EY tai E-säännön 55 mukainen vetoaisan hyväksymistesteihin perustuva testiraportti. Vetoaisan valmistajan antama testiraportin numerolla varustettu todistus sekä kyseisen testiraportin jäljennös. Vetoaisan rakenteen vastaavuus testiraportissa mainittuun on aina varmistettava valmistajan merkinnöistä ja testiraportin liitteenä olevien piirustusten perusteella. /18/

5.6 Vetoajoneuvon suurin sallittu massa

Vetoaisan rajoittama vetoajoneuvon suurin teknisesti sallittu massa tulee selvittää ja merkitä perävaunun erikoisehtoihin.

Vetoaisan rajoittaman vetoajoneuvon suurimman teknisesti sallitun massan voi selvittää vetoaisan EY- tai E-tyyppihyväksyntätodistukseen mahdollisesti merkitystä rajoituksesta tai tutkimuslaitoksen testiraportin tiedoista. Tarvittaessa massan voi selvittää laskennallisesti seuraavalla kaavalla /18/

$$D_c = g \times \frac{T \times C}{T + C} \quad (\text{kN}) \quad (1)$$

jossa

D_c = vetoajoneuvon ja perävaunun välisen vaakasuuntaisen voiman teoreettinen viitearvo [kN]

T = vetoajoneuvon suurin teknisesti sallittu massa tonneina, mukaan lukien keskiakseliperävaunun pystysuuntainen kuorma [t] tarvittaessa.

C = suurinta sallittua kuormaa kantavan keskiakseliperävaunun akselikuormien summa tonneina [t]

g = painovoimasta aiheutuva kiihtyvyys ($9,81 \text{ m/s}^2$).

Ensisijaisesti vetoajoneuvon suurimmaksi teknisesti sallituksi massaksi suositellaan kaavaan sijoitettavaksi $T = 32$ tonnia. Mikäli D_c näin laskemalla, on enintään sama kuin vetoaisan D -arvo, vetoajoneuvon suurimmaksi teknisesti sallituksi massaksi voidaan perävaunun rekisteritietojen erikoisehtoihin merkitä 32tonnia. Muussa tapauksessa kaavaan sijoitettavaksi ja erikoisehtoihin merkittäväksi tulee hakea sellainen arvo T , jolla D_c ei ylitä vetoaisan D - arvoa.

/18/

Rekisteritietoihin tehdään merkintä käyttäen täydennettävää erikoisehtoa Osa-
alue: massat, erikoisehto: ” Vetoaisan rajoittama vetoajoneuvon suurin teknisesti
sallittu massa enintään () kg ” ja ruotsiksi: ” Av dragstången begränsad, tekniskt
tillåten största massa för dragfordonet högst () kg ”.

5.7 Vetoaisan kiinnitys perävaunuun

Kun on kyseessä komponenttina myytävä vetoaisa, valmistajan on aina
toimitettava aisan mukana aisatyypin koskevat asennusohjeet.
Rekisteröintikatsastuksessa on aina varmistuttava vetoaisan asennusohjeiden
noudattamisesta. /18/

6. KONFIGUROINTI JA 3D-MALLINUS

6.1 Tuotteen konfigurointi

Tuotekonfigurointi tarkoittaa tuotteen yksityiskohtaista muuntelua asiakkaan toivomusten mukaan. Asiakkaan toiveet muutetaan tuotteen ominaisuuksiksi ja tuote kootaan etukäteen suunnitelluista komponenteista. /6/, /7/

Asiakkaan rooli vaikuttaa myös tuotteen konfiguroinnissa. Nopeisiin toimitusaikoihin pyrittäessä voi tuote olla jo niin pitkälle valmistettu, etteivät asiakkaan haluamat muutokset ole enää mahdollisia.

6.2 3D-mallinnus

3D - mallinnusohjelmien käyttö yrityksissä on kasvanut 2000 – luvulla ja on korvannut lähes kokonaan 2D - suunnittelun. Kokoonpanoteollisuudessa sen tuomat edut tulevat erityisesti esiin. Tänä päivänä kone- ja laitesuunnittelu tapahtuu 3D – mallinnuksen pohjalta. Suunnitteluun liittyvä 3D - mallinnus on mittatarkkojen kolmiulotteisten mallien laatimista. Näin ollen työn tilaajalla/ suunnittelijalla on mahdollisuus nähdä valmis tuote ennen sen valmistusta ja halutessaan tehdä siihen muutoksia. Piirustuksia tehdään ja ylläpidetään edelleen 2D - menetelmillä, mutta yhä useammin uudet tuotteet suunnitellaan 3D-malleina. /2/

Jokaisesta koneenosasta laaditaan oma osamalli, joka sisältää tarkat fyysiset mitat ja muodot. Valmiit osamallit haetaan kokoonpanomalleihin, joissa on helppo havaita eri osien keskinäinen vuorovaikutus.

Sekä osa- että kokoonpanomallit varustetaan paikkansa pitävällä metatiedolla, joissa on määriteltyinä osien valmistusmateriaalit, tilaustiedot, omapainot ja niin edelleen. Varsinaiset valmistuspiirustukset puolestaan valmistetaan suunnittelumallien pohjalta. /2/

Piirustuksien ja mallien päivitettävyyden nopeus on nopeaa. Kun 3D -mallien mittoja tai muotoja muutetaan, päivittyvät muutokset kaikkiin niihin kokoonpanomalleihin, joissa

kyseistä osaa käytetään sekä kaikkiin piirustuksiin, jotka on laadittu kyseisten osajaj kokoonpanomallien pohjalta. /2/

Työskentely on huomattavasti nopeampaa ja virheitä tulee vähemmän. Voidaankin sanoa, että paluuta 2D - piirtämiseen ei ole. Kun nykyiset tuotteet korvataan uusilla, siirretään 2D - suunnittelu historiaan.

Aluksi 3D- mallintaminen on hitaampaa ja työläämpää, mutta riittävän harjoittelun ja koulutuksen jälkeen suunnittelu on sujuvampaa ja tuottavampaa.

6.2.1 Top – Down – menetelmä

Top – Down - menetelmässä kokoonpano ja siihen liittyvät toisistaan riippuvaiset osat luonnostellaan ohjausmallin ympärille tilavuusmalleja, pintoja sekä luonnoksia hyväksikäyttäen. Osien yhteiset metatiedot, kuten piirteet, parametrit sekä paikkatieto, hallitaan näin ollen jo ohjausmallitasolla. Osat mallinetaan yksittäisiksi osiksi ohjausmallin piirteiden avulla ja kokoonpano kasaantuu itsestään ilman kokoonpanorajoitteita. Vain yleisosat ja standardikomponentit kiinnitetään paikalleen kokoonpanorajoitteiden avulla. /3/

Ajansäästö Top – Down - menetelmällä perinteiseen osakeskeiseen mallinnusmenetelmään saattaa olla jopa 60 %, joskus jopa enemmän. Ohjausmalliin tehdyt muutokset päivittävät osat ja kokoonpanot automaattisesti. Näin ollen yksittäisiä osia ei enää tarvitse erikseen avata ja tehdä haluttuja muutoksia. Tämä pienentää myös virhemahdollisuutta. /3/

Tässä opinnäytetyössä hyödynnettiin Top – Down - mallinnusmenetelmää. Top – Down - menetelmässä on aluksi koko tuote, jota lähdetään pilkkomaan osakokoonpanoiksi ja yksittäisiksi osiksi.

Työssä lähdettiin liikkeelle pohjalevyn luonnoksesta ja sen mittojen määräämisellä. Pohjalevyn luonnoksen ympärille alettiin mallintaa peräkärryn muita osia. Näin saadaan yksittäiset osat rajoitettua luonnokseen, johon on määritelty tärkeät mitat, kuten pituus, leveys ja niin edelleen.

6.2.2 Parametrisuus

Parametrisuus on yksi 3D-mallinnuksen tuomista eduista. Sen avulla voidaan nopeuttaa osien mallintamista huomattavasti ja lisätä suunnittelun automatisointia.

Parametrisuus tarkoittaa tuotteeseen kytkettyjen mittojen mahdollista muuttamista missä vaiheessa mallinnusta tahansa. Tuotteen geometria muuttuu vastaavasti. Suunnittelun alkuvaiheen mahdolliset tarkkojen mittojen puuttumiset eivät näin ollen haittaa mallintamista. Suunnittelun edetessä tarkentuvat mitat voidaan sijoittaa kohteeseen epämääräisiä mittoja muuttamalla. Parametrisuus helpottaa muutosten tekemistä myös siten, että geometriaan ei tarvitse muutoksia tehdä. Pelkkä mittaluvun muuttaminen riittää siihen, että geometria muuttuu sekä itse kohteessa että kaikissa kytketyissä kohteissa. Näitä ovat esimerkiksi kokoonpanot ja piirustukset. /4/

7 LIITOSMENETELMÄT

7.1 Hitsausliitos

Hitsaus on menetelmä, jossa osia liitetään toisiinsa käyttäen apuna lämpöä ja/tai puristusta siten, että osat muodostavat hitsauksen jälkeen jatkuvan yhteyden. Lisäksi voidaan käyttää lisäainetta, jonka sulamispiste on suunnilleen sama kuin perusaineen. Yleisin Suomessa ja maailmalla käytetty hitsausmenetelmä on MIG/MAG- hitsaus. Sen etuina ovat muun muassa jatkuva lisäaineen tulo kelalta, korkea tuottavuus, hitsausmenetelmän monipuolisuus, edulliset kustannukset (lisäaine- ja kaasutoimittajat helppo kilpailuttaa), hitsauslaite on helppo ja edullinen huoltaa ja menetelmä on helppo oppia. /9/

Yleisimmät kaasukaarihitsausmenetelmät ovat MAG- hitsaus, MIG- hitsaus, MAG- täytelankahitsaus, jauhekaarihitsaus, TIG- hitsaus ja plasmahitsaus.

Custom Vanissa on käytetty MIG- hitsausmenetelmää, jossa valokaari palaa suoja kaasun ympäröimänä hitsauslangan ja työkappaleen välissä. Sula metalli siirtyy pieninä pisaroina hitsisulaan.

7.2 Pulttiliitos

7.2.1 Kuumasinkityn teräksen liittäminen pulteilla

Rakenteiden valmistusta ja liitoksia suunniteltaessa kuumasinkitystä teräksestä täytyy ottaa huomioon rakenteille sopivat liitostavat. Rakenteiden suuruuden vuoksi kuumasinkitseminen ei ole mahdollista tai muusta syystä liittäminen ja kokoonpano on tehtävä sinkitsemisen jälkeen. Yleisimpiä liitosmenetelmiä ovat pulttiliitokset, hitsausliitokset tai molemmat yhdessä. /11/

Pulttiliitoksilla saadaan vuosikausiksi paremmin kestävä rakenne, esim. kuorma-autojen runkoja kootaan pulteilla, koska runko elää koko ajan. Hitsausauma pettää varmasti jossakin vaiheessa ja sinkittyä runkoa on huono hitsata. Hitsaustoimenpiteen jälkeen se täytyisi sinkitä uudelleen, ettei hitsattuun kohtaan

tule korroosiota. Korjaustyöt pulttiliitoksin kokoonpantuun rakenteeseen onnistuu helpommin ja vaivattomammin. /11/

Pulttiliitoksen edut:

- kestää paremmin rungon elämistä
- helpottaa korjausta jos esimerkiksi jokin osa vaurioituu
- ei tarvitse korjauksen jälkeen sinkitä uudelleen, sinkkipinnan suojaava vaikutus ei vaurioidu
- asennus ja kokoonpano mahdollista muualla
- voidaan kuljettaa pienemmässä tilassa
- suurempi lujuus tietyillä profiileilla kuin hitsaamalla, mahdollistaa kevyemmän profiilin käytön ja on näin edullisempi
- eri materiaalien liittäminen /11/

Pulttiliitoksen haitat:

- reikien suurentuminen ajan myötä pulttien ja niittien kuluttaessa niitä
- liitoksien löystyminen ajan kanssa
- säännöllinen tarkastus ja huolto /11/

7.3 Rakentamisessa huomioitavaa

Erityisesti huomioon otettavat asiat pulttiliitoksia käytettäessä:

- Reikiä mitoitettaessa on tärkeä huomioida sinkin vaativa tila. Normaalisti halkaisijalle lasketaan +2 mm suurempi reikä. Kun kyseessä on sovite, joka vaatii ehdotonta tarkkuutta, on reiät tehtävä poraamalla. Tarvittava väljyys on määriteltävä ainevahvuus ja reiän sijainti huomioon ottaen. Reiät voidaan avartaa ja tehdä kokonaan sinkityksenkin jälkeen, jos näin vaaditaan. /11/
- Rakenteiden kokoonpanovaiheessa on käytettävä kuumasinkittyjä pultteja ja aluslevyjä. Toisinaan näkee käytettävän sähkösinkittyjä hyvin ohutkerroksisia pultteja, jotka jo 1-2 vuoden kuluttua ruostuvat ja likaavat valuvalla ruosteella koko rakenteen. /11/

- Rakenteissa kiinni olevia kierteellisiä osia, joita ei voida linkokäsitellä, on joko suojattava sinkityksen ajaksi tai kierre on aukaistava jälkikäteen. Suojauksena voidaan käyttää kierreosan maalaamista sopivalla maalilla tai muulla menetelmällä. /11/
- Kuumasinkityt kiertet on tehtävä alimittaisiksi, jotta kierteseen tulevalle sinkille on tilaa. Mutterit ovat mitoitukseltaan normaaleita eikä mutterin kiertessä ole sinkkiä. /11/

7.4 Pulttien kiristys

Pulttiliitoksien riittävä esikiristys teräsrakenteissa toiminnan kannalta takaa luotettavan toimivuuden.

Moniruuvisissa liitoksissa, joissa vaaditaan tiiviyttä, on ehdotonta, että kiristys tapahtuu tasaisesti. Edellytyksenä on, että pultit kiristettäisiin samanaikaisesti tai mahdollisimman symmetrisesti.

Kiristysmenetelmän valinnassa kannattaa ottaa huomioon, että käsityökaluilla (lenkkiavain tms.) pultteja kiristettäessä tulevat likimäärin oikein kiristetyiksi vain kokojen M10 ja M12 pultit. Yleensä pultit kiristetään tavanomaisessa konepajakäytännössä liian tiukalle, ja suuremmat pultit taas jäävät liian löysälle. Momenttiavainta käytettäessä kaikki pultit tulevat kiristettyä oikeaan kireyteen.
/11/

8 SUUNNITTELIJAN ROOLI

8.1 Suunnittelijan vastuu

Suunnittelijan velvollisuuksista ei ole olemassa kovin tarkkoja määritelmiä. Suunnittelijan vastuusta ja velvollisuuksista puhuttaessa työ tulisi tehdä ”hyvien suunnitteluperiaatteiden mukaan”. Viimekädessä vastuu on kuitenkin tuotteen valmistajalla. Työturvallisuus lain 7. luvun pykälässä 57 on otettu kantaa suunnittelijan velvollisuuksiin:

”Sen, joka toimeksiannosta luovuttaa työympäristön rakennetta, työtilaa, työ- tai tuotantomenetelmää, konetta, työvälinettä tai muuta laitetta koskevan suunnitelman, on huolehdittava siitä, että suunnitelmassa on sen kohteen ilmoitetun käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla otettu huomioon tämän lain säännökset.” /14/

Tällä työturvallisuuslain säätämällä pykälällä on suunnittelija veloitettu ottamaan huomioon lain muissa pykälissä säädettyjä ohjeita. Lain tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työkyvyn turvaamiseksi, sekä ennaltaehkäistä ja torjua työtapaturmia. Suunnittelijalle ei kuitenkaan anneta kovinkaan täsmällisiä ohjeita itse työn suorittamiseen lain muissa pykälissä, koska lain muut pykälät ovat hyvin yleisluontoisia. /14/

8.2 Riskien tunnistaminen

Riskien tunnistamisessa on hyvä lähteä liikkeelle mahdollisten riskien aiheuttavien osien tai toimintojen etsimisellä. Näiden vikaantuminen ja vikaantumisen todennäköisyys tulisi pystyä arvioimaan. Samalla on myös syytä miettiä mahdollisia tapaturmia ja niiden aiheuttajia. Vaaratekijään liittyvät mahdollista terveyshaittaa aiheuttavan tekijän todennäköisyys on myös otettava huomioon. Ihmisten toiminta ja ennalta ehkäisevä laitteiden väärinkäyttö on myös yksi iso tekijä vaaran aiheuttajien joukossa ja nekin olisi syytä pyrkiä ottamaan huomioon. Tämä asia ei kuitenkaan ole aivan yksinkertainen, koska ihmisten käyttäytymistä on todella vaikeaa ennustaa etukäteen. /15/

Standardin EN ISO 12100-1 kohdassa 5.1.3. on annettu suunnittelijalle seuraavanlaisia ohjeita:

”Ottaen huomioon samankaltaisten koneiden käyttäjien kokemukset ja mahdollisuuksien mukaan, tiedonvaihto mahdollisten käyttäjien kanssa suunnittelijan on toteutettava seuraavat toimet osoitetussa järjestyksessä:

- *määritettävä koneen raja-arvot ja tarkoitettu käyttö*
- *tunnistettava vaarat ja niihin liittyvät vaaratilanteet*
- *arvioitava riskin suuruus kunkin tunnistetun vaaran ja vaaratilanteen osalta*
- *arvioitava riskin merkitys ja tehtävä päätökset riskin pienentämisen tarpeesta*
- *poistettava vaara tai pienennettävä vaaraan liittyvää riskiä suojaustoimenpiteiden avulla*

Neljä ensin mainittua luetelmakohtaa liittyy riskien arviointiin, jota koskevaa yksityiskohtaista tietoa on standardissa EN ISO 14121-1.” /16/

9. YHTEENVETO

Aiheena tässä opinnäytetyössä oli Custom Van – peräkärryn konfigurointi ja 3D-mallinnus ja sen tilaajana on Custom Truck Oy. Suunnittelutyön tavoitteena oli parantaa Custom Vanin ulkonäköä ja muuttaa vetoaisan kiinnitys hitsausliitoksista pulttiliitoksiin.

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella tuotannossa olevaan Custom Vaniin yrityksen haluamia muutoksia ja tehdä valmistuspiirustukset. Suurin muutos oli rungon vetoaisan hitsausliitoksien vaihtaminen pulttiliitoksiin. Menetelmänä pulttiliitos tuo helppoutta kokoonpanoon, huoltoon ja korjaustöihin. Näin asiakas voisi halutessaan tehdä mahdollisia huolto- ja korjaustöitä itse.

Opinnäytetyön tekeminen antoi tekijälleen hyödyllistä tietoa suunnittelusta ja niihin liittyvistä ongelmista ja niiden ratkaisuista.

Tämän opinnäytetyön mukana ei ole valmistuspiirustuksia, vaan täydelliset osapiirustukset ovat toimeksiantajalla. Custom Truck Oy:ssä on tarkoituksena valmistaa lähitulevaisuudessa uusi Custom Van – perävaunu tämän työn pohjalta.

LÄHDELUETTELO

- /1/ Custom Truck Oy, kotisivut. [viitattu 10.2.2010]. Saatavilla URL:
<http://www.customtruck.fi>
- /2/ Hartikainen J. Liukupalo-ovien konfigurointi ja 3D – mallinnus. Insinööriyö. [viitattu 16.2.2010].
- /3/ CADPOWER Oy, kotisivut. [viitattu 17.2.2010]. Saatavilla URL:
<http://www.cadpower.fi/index.php?si=menetelmat>
- /4/ Hietikko E. 2007. Solid Works- Tietokoneavusteinen suunnittelu. Tampere Savonia- ammattikorkeakoulu.
- /5/ Dotson S. 2002. Linked & Embedded Parameters-Part-Three. [viitattu 20.2.2010]. Saatavilla URL:
<http://www.sdotson.com/freetut/linked%20&20embedded%20parameters%20part%three.pdf>
- /6/ Laakko T., Björkstrand R., Borgman J., Kaikonen H., Konkola M., Simolin T., Sukuvaara A., Tuomi J. Tuotteen 3D – CAD suunnittelu. WSOY, 1998. ISBN 951-0-23217-3
- /7/ Malmqvist J. - Mesihovic S. - Department Product Data Management (PDM) System Support for the Engineering configuration Process – a position paper. [viitattu 20.2.2010]. Saatavilla URL:
<http://www.ppd.chalmers.se/~joma/publications/ecai00.pdf>
- /8/ Parkkari, Markku, Custom Truck Oy, 3.3.2010. Haastattelu.
- /9/ URL: <http://www.hitsaus.info/hitsausmenetelmat/mig-mag-hitsaus/>
- /10/ Uussalo, Heikki. Custom Truck Oy, 26.2.2010. Haastattelu

- /11/** Luukkanen M. 1988. Kuumasinkityn rakenteen liittäminen pulttiliitoksella ja hitsaamalla. Kuumasinkityssanommat 1988. Julkaisija Suomen Kuumasinkitsijät ry. [viitattu 9.3.2010]. Saatavilla URL: <http://www.helonkuumasinkitys.fi/PULTTI.pdf>
- /12/** Leino T., Korttesmaa M.. LAAJRUNKOISTEN TERÄS- TAI PUURAKENTEISTEN LIIKUNTAHALLIEN RAKENTEELINEN TURVALLISUUS JA KUNNON TARKASTUS. [viitattu 9.3.2010]. Saatavilla URL: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=74098>
- /13/** Liikenteen turvallisuusvirasto, kotisivut. [viitattu 7.3.2010]. Saatavilla URL: http://www.ake.fi/AKE/Katsastus_ja_ajoneuvotekniikka/Ajoneuvoluokat/Peravaunu.htm
- /14/** L738/2002. Työturvallisuuslaki. 23.8.2002. [viitattu 15.3.2010].
- /15/** Siirilä T., Pahkala J. 2004. EU- määräysten mukainen koneiden turvallisuus. 5. Painos. Keuruu. Otavan Kirjapaino Oy.
- /16/** EN ISO 12100-1. Koneturvallisuus – Perusteet ja yleiset suunnitteluperiaatteet. Osa 1: Peruskäsitteet ja menetelmät. 2003.
- /17/** Finlex lainsäädäntö, kotisivut. [viitattu 21.4.2010]. Saatavilla URL: [http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20021248?search\[type\]=pika&search\[pika\]=per%C3%A4vaunu#highlight3](http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20021248?search[type]=pika&search[pika]=per%C3%A4vaunu#highlight3)
- /18/** Nurmi, Mikko. Katsastuksen tuki ja valvonta Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi, 30.4.2010. Haastattelu