

Joni Luostarinen

Peräkärri-traileri-yhdistelmän suunnittelu ja valmistus

Opinnäytetyö

Kevät 2018

SeAMK Tekniikka

Konetekniikan tutkinto-ohjelma

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyö tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Joni Luostarinen

Työn nimi: Peräkärri–traileri-yhdistelmän suunnittelu ja valmistus

Ohjaaja: Samuel Suvanto

Vuosi: 2018

Sivumäärä: 44

Liitteiden lukumäärä: 2

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja valmistaa tieliikennekäyttöön peräkärri, jota voidaan käyttää myös trailerina veneen kuljetuksessa. Opinnäytetyön aineisto kerättiin suurelta osin viranomais määräysten pohjalta, josta saatiin tärkeää tietoa teknisistä vaatimuksista.

Suunnitteluohjelmana toimi Siemensin Solid Edge, jolla kaikki osat mallinnettiin ja tehtiin kokoonpanopiirroksia. Pää tarkoituksena oli suunnitella kärri, jonka kantavuus on 750 kg. Huomio kiinnittyi erityisesti suureen tavaratilaan, keveyteen ja turvallisuuteen. Valmistus tapahtui 120 neliöisessä hallissa, jossa oli tarvittavat tilat ja laitteet peräkärrien valmistukseen.

Valmistus pystyttiin suorittamaan piirustusten ja suunniteltujen kriteerien pohjalta. Opinnäytetyön lopputuloksena valmistui peräkärri–traileri-yhdistelmä, joka hyväksytysti sai yksittäishyväksynnän ja on täten valmis tieliikennekäyttöön.

Avainsanat: peräkärri, venetraileri, suunnittelu, valmistus, solid edge

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical Engineering

Specialisation: Mechanical and Production Engineering

Author: Joni Luostarinen

Title of thesis: Designing and Manufacturing of a cart–trailer combination

Supervisor: Samuel Suvanto

Year: 2018

Number of pages: 44

Number of appendices: 2

The purpose of this thesis was to design and manufacture a trailer for road traffic use, which could also be used as a trailer for boat transport. The material of the final thesis was largely collected from official regulations which provided important information on the technical requirements.

Siemens Solid Edge 3D CAD software was used during the thesis project for modelling all the parts and for creating the assembly drawings. The main purpose was to design a cart with the capacity of 750 kg. Attention was paid particularly to the large load compartment, light weight and safety. The cart–trailer combination was made in a 120m² hall with the necessary facilities and equipment for the trailer production.

The production was made on from drawings and the planned criteria. As the result of the thesis, the cart–trailer combination was completed, and an individual type approval was granted to it. After that it was ready for road use.

Keywords: cart, trailer, design, manufacture, solid edge

SISÄLTÖ

Opinnäytetyö tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 TYÖN TAUSTA.....	8
2 VIRANOMAISTEN RAKENNEMÄÄRÄYKSET.....	9
2.1 Trafin määrittelemät aisan valmistusohjeet.....	10
3 SUUNNITTELU.....	13
3.1 Materiaalivalinnat.....	14
3.2 Runko ja kehikko.....	15
3.3 Lujuuslaskelmat.....	16
3.4 Alusta.....	18
3.5 Trailerin osat.....	24
4 VALMISTUS.....	27
4.1 Rungon ja kehikon hitsaus.....	28
4.2 Särmäys.....	29
4.3 Kokoonpano.....	32
4.4 Pintakäsittely.....	34
4.5 Rekisteröinti.....	39
5 KUSTANNUKSET.....	40
6 YHTEENVETO.....	42
LÄHTEET.....	45
LIITTEET.....	47

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo

Kuva 1. Putkipalkin leikkaus	27
Kuva 2. Rungon asettelua.....	28
Kuva 3. Runko ja kehikko hitsattuna	29
Kuva 4. Laippakiinnike särmäyskoneessa	30
Kuva 5. Laitojen valmistus	31
Kuva 6. Aisa ja akseli kiinnitettynä runkoon	32
Kuva 7. Laitojen asettelua.....	33
Kuva 8. Osien pintakäsittely.....	34
Kuva 9. Peräkärri laidoilla	36
Kuva 10. Kipin käyttö	37
Kuva 11. Trailerille lastattu vene.....	38
Kuvio 1. Aisan rakenne (Liikenteen turvallisuusvirasto 2007).	11
Kuvio 2. Aisan jatkumaton rakenne (Liikenteen turvallisuusvirasto 2007).....	11
Kuvio 3. Aisan jatkuva rakenne (Liikenteen turvallisuusvirasto 2007).....	12
Kuvio 5. Runko aisalla	15
Kuvio 6. Kehikko	16
Kuvio 7. Kehikon taipuminen.....	17
Kuvio 8. Jännitykset	18
Kuvio 9. Akseli renkailla	19

Kuvio 10. Akselin kiinnityskohta	19
Kuvio 11. Pohjavaneri ja laidat.....	20
Kuvio 12. Kärryn kokoonpano	21
Kuvio 13. Peräkärri ilman laitoja.....	22
Kuvio 14. Peräkärryn pohja.....	23
Kuvio 15. Venetela.....	24
Kuvio 16. Trailerin vinssipukki.....	25
Kuvio 17. Trailerin kokoonpano.....	26
Taulukko 1. Hankintalista	41
Taulukko 2. Osien muutos prosentit (Liikenteen turvallisuusvirasto 2016).....	44

Käytetyt termit ja lyhenteet

O1-luokka	Hinattava auton perävaunu luokka, jonka enimmäiskantavuus on 750 kg.
Solid Edge	Siemensin luoma parametrinen suunnitteluohjelmisto Windows-ympäristöön.
3D CAD	3D tarkoittaa tietokonepohjaista kolmiulotteista kappaletta ja CAD-lyhenne tulee sanoista computer aided design eli tietokoneavusteinen suunnittelu.
S235	Teräslaatu, jonka vähimmäismuotolujuus on 235 N/mm ²
S355	Teräslaatu, jonka vähimmäismuotolujuus on 355 N/mm ²
Palko	Hitsiainekerros, joka syntyy hitsauksen aikana lisälangan sulan metallin vaikutuksesta.
Nyloc	Mutterin päässä oleva muovinen rengas, joka estää mutterin kiertymisen auki.
MIG	Tulee sanoista metal inert gas eli kaasukaarihitsausmenetelmä, jossa valokaari palaa sulamattoman volframielektrodin ja työkappaleen välissä inertin suojakaasun ympäröimänä.

1 TYÖN TAUSTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli ideoida, suunnitella ja valmistaa auton peräkärri, jota voidaan hyödyntää myös veneen trailerina. Tässä opinnäytetyössä valmistettua yhdistelmää pääasiassa kutsutaan nimellä peräkärri–traileri-yhdistelmä, mutta nimityksiä on myös muita, kuten kärri, perävaunu, traileri, venetraileri ja yhdistelmä. Työn tärkein ajatukseni oli ideoida uusi perävaunu, jota voidaan hyödyntää liikenteessä monipuolisemmin. Traileri-muodossa voidaan kuljettaa moottorivenettä ja peräkärri-muodossa erilaisia kappaletavaroita. Työn tavoitteena oli suunnitella ja valmistaa turvallinen, suurella kantavuudella ja lavakoolla varustettu peräkärri–traileri-yhdistelmä tieliikennekäyttöön. Ensisijaisesti on tärkeää turvallinen kuljetus, jotta voidaan kuljettaa kokonaiskantavuuden puolesta mahdollisimman suuria kuormia. Trailerin kyytiin täytyi olla mahdollista lastata noin 4,7 metriä pitkä moottorivene ja peräkärrien lavalle saada mahtumaan mallista riippuen kaksi mönkijää tai moottorikelkkaa, joiden kokonaispaino jää kärrien kokonaiskantavuuden alle.

Opinnäytetyötä varten aineistoa kerättiin internetistä. Internetistä löytyi tietoa ja kuvia, joiden avulla selvitettiin, minkälaisia peräkärriä ja trailereita on jo valmistettu ja miten niiden käyttö eroaa toisistaan. Peräkärri- ja trailerimalleja löytyi useita, joissa oli runkorakenteellisesti vaikutettu siihen, mitä kyseinen malli kuljettaa. Huomioon oli otettava myös, kuinka paljon lisävarusteet nostivat alkuperäishintaa. Pelkästään suunnittelu pohjaisia trailereita löytyi useita, joita ei oltu valmistettu.

Näiden mallien pohjalta visioitiin, minkälainen peräkärri pystyttäisiin rakentamaan, niin että kärri pystyttäisiin muuttamaan traileriksi ja traileri kärriksi mahdollisimman vaivatta. Selvitetiin, onko kukaan valmistanut ja rekisteröinyt liikenteeseen vastaavan yhdistelmiä ja löydettiin muutamia traileri–peräkärri-yhdistelmiä. Ongelmaksi muodostui jatkuvasti muuttuneet lakimääräykset, jotka ovat tiukentaneet peräkärrien ja trailerien yksittäishyväksyntää. Selvitetiin lakimääräyksiä ajoneuvojen rakenteesta ja varusteista Liikenteen turvallisuusvirasto Trafilta ja valtion säädöstietopankki Finlexin verkkosivuilta. Visioinnin jälkeen ryhdyttiin suunnittelemaan omien tavoitteiden pohjalta peräkärri–traileri-yhdistelmää, jota voitaisiin käyttää tieliikenteessä.

2 VIRANOMAISTEN RAKENNEMÄÄRÄYKSET

Tieliikenteeseen suunnittelema peräkärri–traileriyhdistelmän tulee täyttää viranomaismääräykset, jotta yhdistelmä voidaan rekisteröidä hyväksytysti. Työn suunnitteluvaiheessa tutustuttiin viranomaisten rakennemääräyksiin Liikenteen turvallisuusvirasto Trafín kotisivuilla, jotta peräkärri täyttäisi vaadittavat tekniset määräykset rakenteisiin ja varusteisiin liittyen. Määräykset koskevat muun muassa yhdistelmän aisan, akseliston, vetopään ja valojen asennusta (Liite 2).

Suunniteltava peräkärri–traileriyhdistelmä kuuluu perävaunujen O1-luokkaan kokonaismassansa perusteella. O1-luokan ajoneuvo on nimitykseltään kevyt perävaunu, jonka kokonaismassa saa olla enintään 750 kg + 75 kg, mikä on kärriä vetävälle ajoneuvolle kohdistuva vetopään kuorma. Trailereille ei ole omaa luokkaa, vaan ne luokitellaan samoihin perävaunujen O-luokkiin. Määräaikaikatsastusta O1-luokalle ei tarvitse suorittaa. Perävaunut jaotellaan kolmeen luokkaan, joista keskiakseliperävaunua käytetään tässä työssä. Keskiakseliperävaunun akselisto on kohdistettu lähelle painopistettä, jolloin suurin osa kokonaismassasta kohdistuu akselin päälle (Liite 1).

Kaikkien valojen ja heijastimien tulee olla viranomaisten hyväksymiä ja E-hyväksytyjä, ja niiden tulee olla oikeissa paikoissa ja kulmissa kiinnitettyinä. E-hyväksynnällä tarkoitetaan kansainvälisesti tunnustettua menettelyä valokuvioista tai muuta tieliikenteeseen liittyvää osaa tai osakokonaisuutta. Vetopää tulee olla tyyppihyväksyty kyseiseen kärri- ja aisamalliin. Renkaiden tulee olla E-hyväksytyt. Pinnoitetuille renkailla E-hyväksyntää ei tarvitse. Renkaan kulutuspinnan on oltava vähintään 1,6 millimetriä. Peräkärri–traileriyhdistelmässä on oltava EY-direktiivin mukainen alleajosuojaja, jos korirakenteen mitat eivät ole määrättyjen ehtojen mukaiset. Kuitenkaan sitä ei tarvita, jos se vaikeuttaa peräkärriin tai sen laitteiden käyttöä. Roiske-suojien on oltava kaikilla pyörillä kourumaiset ja niiden on katettava koko renkaan leveys (Liite 2).

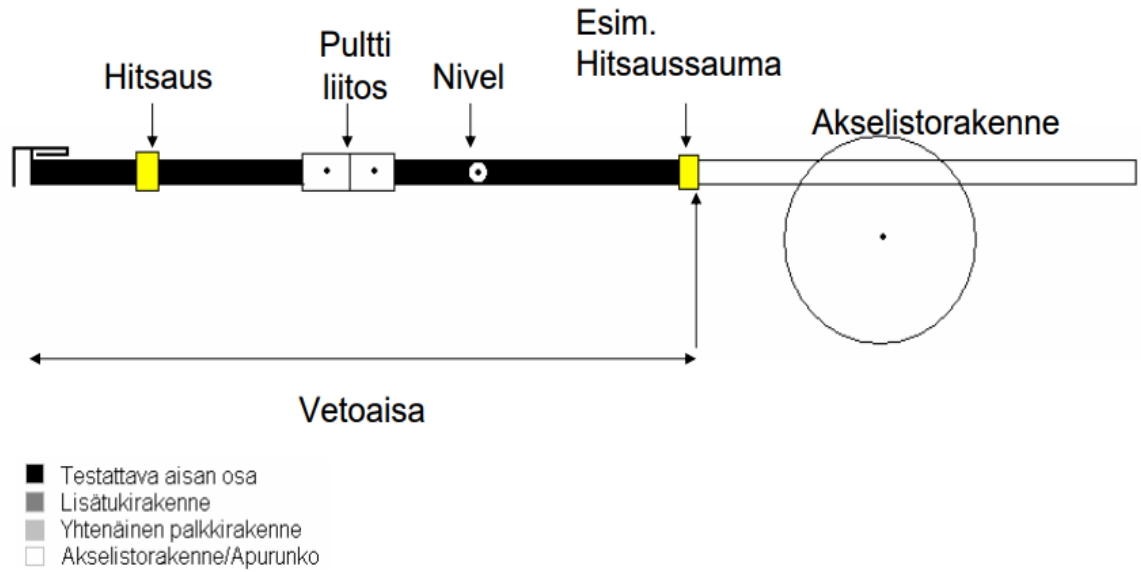
Vuoden 2011 alusta alkaen myös muut autolla hinattavat laitteet on täytynyt rekisteröidä tai yksittäishyväksyä. Hinattavissa laitteissa käytetään samoja määräyksiä, joita käytetään O1-luokan kärriissä, mutta jossakin tapauksissa on mahdollista

saada poikkeuslupa rekisteriin. Ajoneuvossa on oltava valmistenumero, joka merkitään rekisteriin (Liite 1).

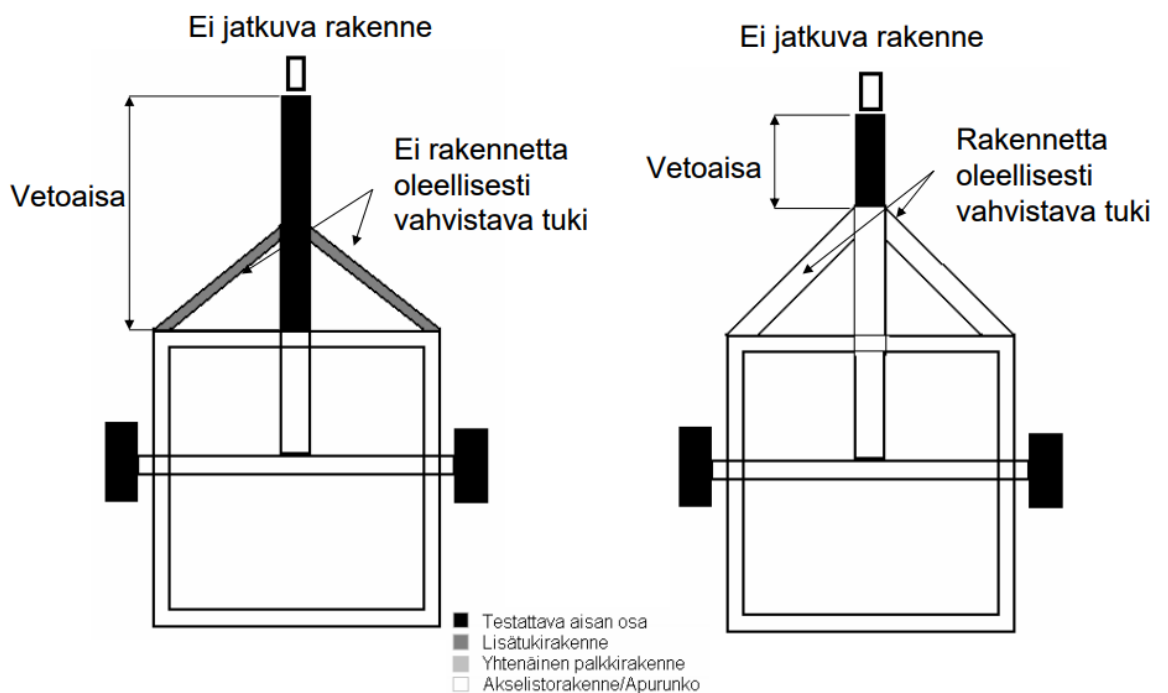
Yksittäishyväksyntä suoritetaan katsastustoimipaikalla, jolla on lupa suorittaa kyseisiä rekisteröintejä. Katsastustoimipaikalla suoritetaan ohjeiden mukaan yksittäishyväksyntään liittyvät ehdot, jotka kyseiseen malliin on määritelty. O1-luokan omavalmisteisenperävaunun yksittäishyväksynnässä tarkistetaan rungon, aisan, akselin, alleajosuojan ja roiskesuojien rakenne ja kunto sekä tekniset tiedot, kuten kokonaispituus, ajoneuvon leveys, omamassa, rengasmerkinnät, vetopäälle kohdistuva omamassa ja akselin kantavuus merkinnät. Rekisteröintitodistuksen erikoisehtoihin lisätään myös yksittäishyväksyntänumero, pohjan rakenne, vetopään mallimerkinnot ja lisävarusteet. Lisäksi tarkistetaan valojen ja heijastimien tyyppihyväksynnot, paikoitus ja kunto. (Liikenteen turvallisuusvirasto 2015.)

Trafin määrittelemät aisan valmistusohjeet.

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi on määritellyt kuviossa 1 esiteltävät aisan valmistusohjeet. Peräkärryn ja trailerin yksi tärkeimmistä osista on aisan rakenne, joka alkaa vetopäästä ja jatkuu siihen pisteeseen, missä on viimeinen liitos lähinnä akselitorakennetta. Aisa voidaan kiinnittää runkoon pultti-, hitsaus- tai muilla vastavilla liitoksilla. Aisan kiinnitys runkoon määritellään Liikenteen turvallisuusvirasto Trafin antamien ohjeiden mukaan (Liikenteen turvallisuusvirasto 2007.)



Kuvio 1. Aisan rakenne (Liikenteen turvallisuusvirasto 2007.)

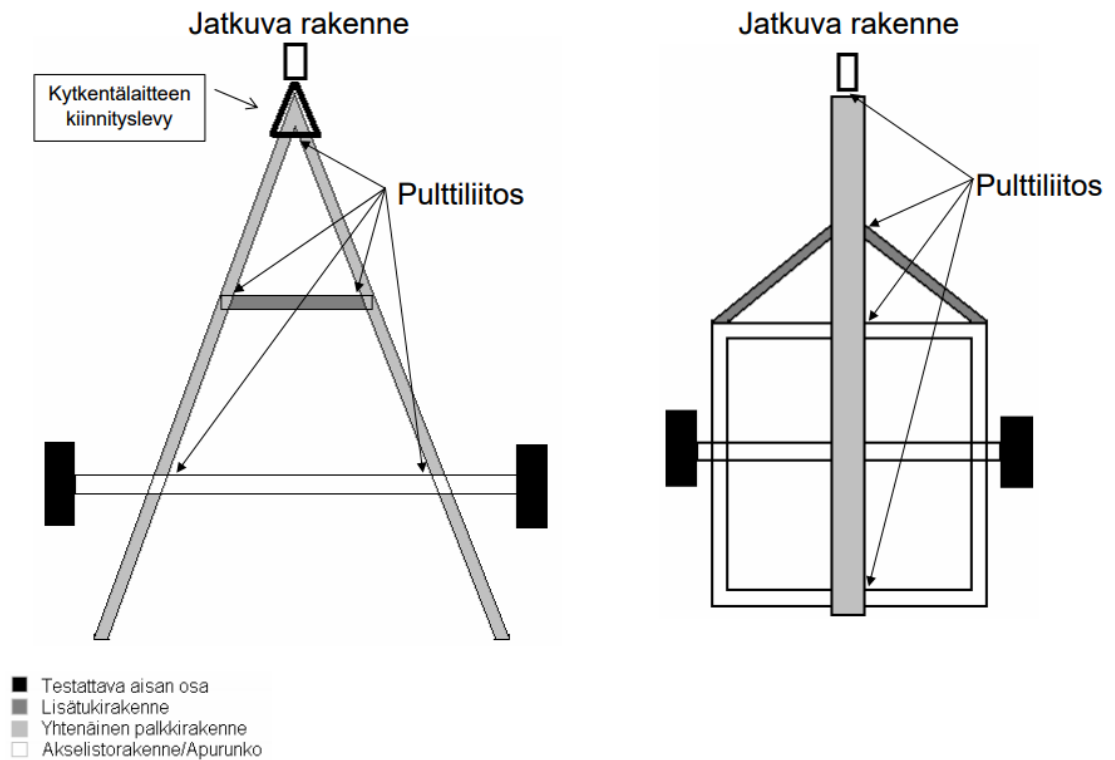


Kuvio 2. Aisan jatkumaton rakenne (Liikenteen turvallisuusvirasto 2007.)

Aisan rakenteita on kahdenlaisia, ensimmäinen on *jatkuva* ja toinen ei-jatkuva eli *jatkumaton* aisa. Seuraavissa kuvioissa 2-3 nähdään molempien aisojen mallit. Kuviossa 2 aisan *jatkumattomassa* rakenteessa aisa ei jatku akselin taakse eikä sille ole kiinnityspistettä akselin takana, jolloin sille on oltava valmistajan testaus. Tällöin

aisa joudutaan ostamaan valmiina ja siinä on oltava valmistajan myöntämä leima ja lasketut varmenteet. Kuviossa 2 esitetyt tukivahvisteet voidaan halutessa rakentaa. Jatkumaton aisa voidaan valmistaa hitsaamalla (Trafi 2007.)

ESIMERKKI (ohjeen kohta 4):



Kuvio 3. Aisan jatkuva rakenne (Liikenteen turvallisuusvirasto 2007.)

Aisan *jatkuvassa* rakenteessa kuviossa 3 aisa jatkuu vetopäästä katsottuna akselin taakse ja aisa on koottu/kiinnitetty pulttiliitoksin runkoon/apurunkoon. Tällöin testattavia osia ei ole ja aisa voidaan valmistaa itse. Hitsaussaumoja jatkuvarakenteisessa aisassa ei saa olla, vaan aisa pitää rakentaa pulttiliitoksin tai vastavanlaisilla liitoksilla (Liikenteen turvallisuusvirasto 2007.)

3 SUUNNITTELU

Peräkärri–traileri-yhdistelmän suunnittelu aloitettiin etsimällä kuvia ja teknisiä tietoja aiemmin valmisteluista peräkärriystä ja trailereista. Suunnitteluvaiheen tärkein lähde oli viranomaismääräykset, joiden avulla suunniteltavasta peräkärriystä tulisi turvallinen ja liikenteeseen hyväksyty. Työni yhtenä tavoitteena oli pystyä kuljettamaan peräkärri–traileri-yhdistelmällä niin moottorivenettä kuin moottorikelkkoja tai mönkijöitä. Tällöin suunnitteluvaiheessa tärkeintä oli huomioida kärriyn kokonaispaino.

Peräkärri–traileri-yhdistelmällä kuljetetaan moottorivenettä, jonka paino on noin 400 kg. Peräkärriyn kokonaiskantavuus määrittyy lavakoon, akseliratkaisun ja lisävarusteiden yhdistelmästä. Viranomaismääräysten ja uusien lakimuutosten mukaan perävaunujen O1-luokan peräkärri tai trailerin saa painaa lastattuna enimmillään 750 kg + vetopään pystysuuntainen kantavuus 75 kg eli yhteensä 825 kg. Tämä uusi kokonaiskantavuus tulee olla merkittynä rekisteröintitodistuksen tekniseen osaan (Liikenteen turvallisuusvirasto 2017).

Suunnittelun neljä tärkeintä kriteeriä olivat lavan koko, turvallisuus, muuntokyky ja hinta-laatusuhde. Peräkärriyn ominaisuudessa tärkein kriteeri oli lavan koko. Tarkoituksena on kuljettaa kahta moottorikelkkaa tai kahta mönkijää lavalla. Näiden yhteispaino mallista riippuen on noin 500 kg. Trailerin tärkein kriteeri oli turvallinen veneen kuljetus, johon liittyy myös trailerille nosto ja lasku. Kolmantena kriteerinä oli kärriyn muuntaminen traileriksi ja traileri kärriksi mahdollisimman helposti ja nopeasti. Neljäs kriteeri oli hinta- ja laatusuhde.

Suunniteltu peräkärri–traileri-yhdistelmä on mallia keskiakseliperävaunu. Mallia suositetaan yleisesti perävaunujen O1-luokassa. Keskiakseli valittiin runkorakenteen puolesta yhdistelmään. Valitun mallin vuoksi oli huomioitava trailerin painopiste ilman venettä ja veneen kanssa. Peräkärriyn aisa päätettiin valita jatkuvarakenteiseksi, jolloin se piti huomioida suunnittelussa ja olla viranomaismääräysten mukainen. Aisa suunniteltiin Liikenteen turvallisuusvirasto Trafim ohjeiden mukaan (Kuviot 1-3). Materiaalikustannukset pyrittiin laskemaan koko valmistusvaiheelle siten, että hinta jää noin tuhanteen euroon. Valmistusvaiheet pystyttiin tekemään kotiympäristössä, joten kustannuksiin ei tarvinnut laskea tila- ja työkustannuksia.

Suunnittelu ja mallintaminen toteutettiin Siemensin Solid Edge-ohjelmiston 3D-CAD-suunnitteluohjelmistolla. Ohjelmisto valikoitui käytettäväksi aiempien käyttökokemusten perusteella. Luotiin ohjelmistolla aiemmin kolmiulotteisia koneistuskappaleita. Hyödynnettiin suunnitteluohjelmaa myös koulussa ja vapaa-ajalla erilaisten mainoskylttien ja koneistettavien osien mallintamiseen.

3D-suunnittelun avulla jokaisesta peräkärri-trailerin yhdistelmän osasta tehtiin kolmiulotteisia malleja ja erityyppisiä kokoonpanopiirustuksia. Piirustuksien avulla pystyttiin selkeämmän havaitsemaan kokonaiskuvan ja mahdolliset valmistukseen liittyvät ongelmat. Ohjelman avulla tehtiin myös lujuuslaskelmia. Valmiiden kolmiulotteisten kuvien ansiosta suunniteltujen osien valmistus onnistui vaivatta. Osa karrin ja trailerin osista saatiin ostettua valmiina, joten se helpotti osien suunnittelua.

3.1 Materiaalivalinnat

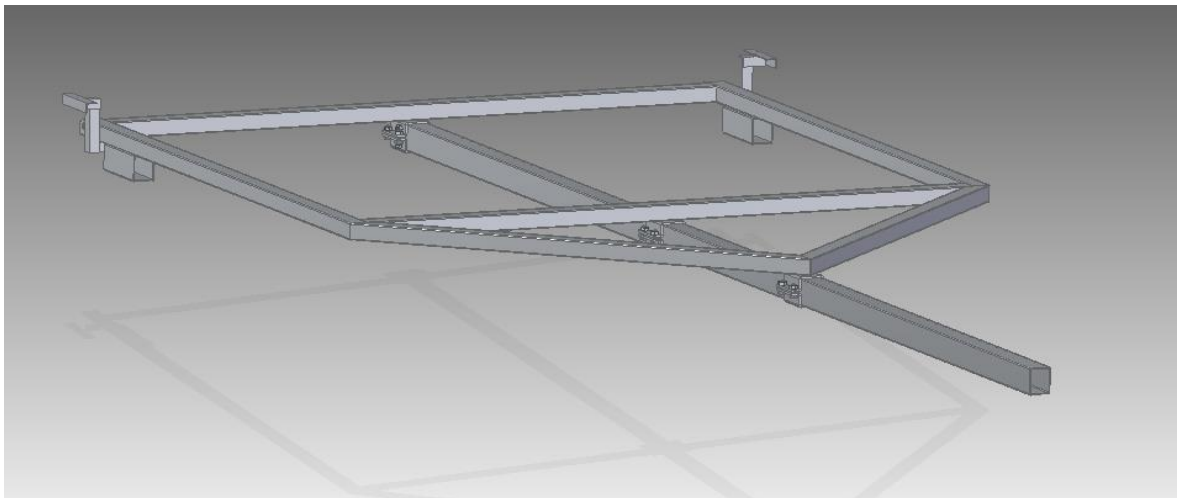
Peräkärri-traileri-yhdistelmän päämateriaaliksi valittiin rakenneteräs, jota on helppo hitsata ja jonka hinta on edullinen. Valinnan pohjalta aloitettiin rungon suunnittelu. Rungolle tilattiin verkkokaupasta 2290 millimetriä leveä akseli. Pyörät asennettuna leveys kasvoi 2400 millimetriin. Lavan leveydeksi saatiin 1900 millimetriä. Akseli on valmistettu kuumasinkitystä neliöputkesta. Akseli on varustettu kumipunoksilla, joissa on takoteräksistä valmistetut vääntövarret. Jousitus tapahtuu vääntövarsijousituksen tavoin.

Runkomateriaaliksi valittiin 50x50x3 mm paksu S355-neliöputkipalkki. Kärriin haluttiin myös kippi, jolloin rungon päälle valmistettiin 1900x3000 mm kehikko. Kehikon ristikkoon valittiin 50x50x2 mm paksu S235-neliöputkipalkki. Aisa haluttiin valmistaa jatkuvana rakenteena, jolloin se oli kiinnitettävä ilman hitsauksia ja yhtenäisenä palkkina akselin taakse pulttiliitoksin. Aisan materiaaliksi valittiin 80x60x3 mm paksu S355-teräsputkipalkki. Putkipalkin ympärille suunniteltiin 6 millimetriä paksusta S355-teräslevystä laippakiinnikkeet, jotka pultattiin kiinni aisan ympärille.

3.2 Runko ja kehikko

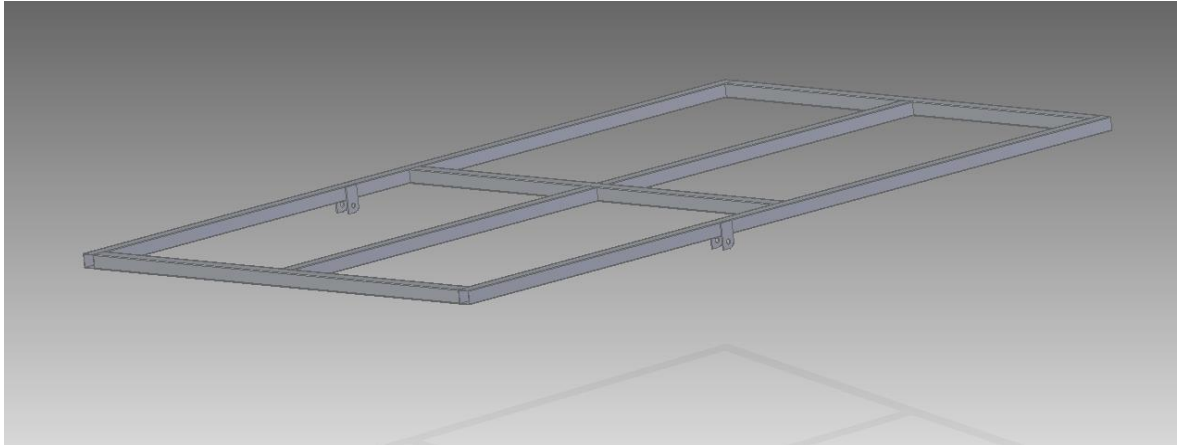
Materiaalivalintojen jälkeen tehtiin painopisteen määrittäminen. Rungon ja kehikon liitos pyrittiin toteuttamaan niin, että painopiste olisi akselin päällä. Peräkärriksen O1-luokan vetopäällä tulee olla lakimääräysten mukaisesti enintään 10 %:n voima alaspäin perävaunun akselille sallitusta massasta (A 240/2017). Rungon pituus mitattiin 4,7-metriseen veneeseen mukaan, johon lisättiin metri aisan etuosaan liikkumavaraa vinssi-pukille. Tällöin oli mahdollista säätää painopistettä, kun vene lastattiin kyytiin.

Aisan kiinnikkeitä oli kolme, ja ne hitsattiin yläpuolelta kiinni runkoon (kuvio 5). Jokainen kiinnike pultattiin neljällä M10x40 8.8 DIN933 -pultilla ja M10 10.9 DIN985 Nyloc -mutterilla. Aisan takaosan kiinnikkeeseen sekä aisan läpi porattiin kaksi reikää, joihin asennettiin M12x100 8.8 DIN931 -pultit ja M12 10.9 DIN985 Nyloc -mutterit. Kehikkoon hitsattiin roiskesuojan kiinnikkeet ja akselin tukipalat. Eturistikko hitsattiin suoraan kiinnikkeeseen kiinni, jolloin se tukee rungon poikittaistukea.



Kuvio 4. Runko aisalla.

Kehikko mitattiin runkoon siten, että se osaksi asettuu rungon päälle. Kehikon kooksi muodostui 1900x3000 millimetriä. Koko pituudeltaan kärri olisi 5350 mm ilman vetopäätä. Kuviossa 6 näkyvät kipin kiinnikkeet, jotka suunniteltiin 6 mm pak-susta S355-teräslevystä ja joihin tehtiin 20 mm halkaisijaltaan oleva reikä kipin tap-pia varten. Kiinnikkeet hitsattiin kiinni suoraan kehikon pitkittäispalkkiin lähelle risti-palkkia, jolloin kehikon taipuminen kippausvaiheessa olisi mahdollisimman pieni.

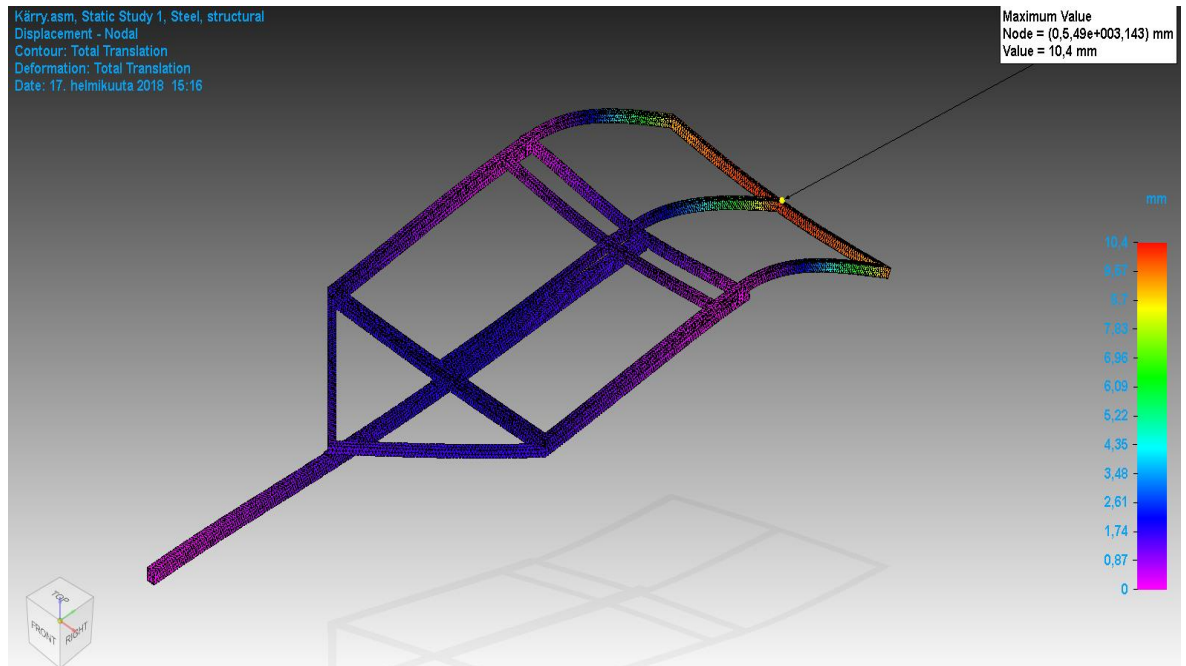


Kuvio 5. Kehikko.

3.3 Lujuuslaskelmat

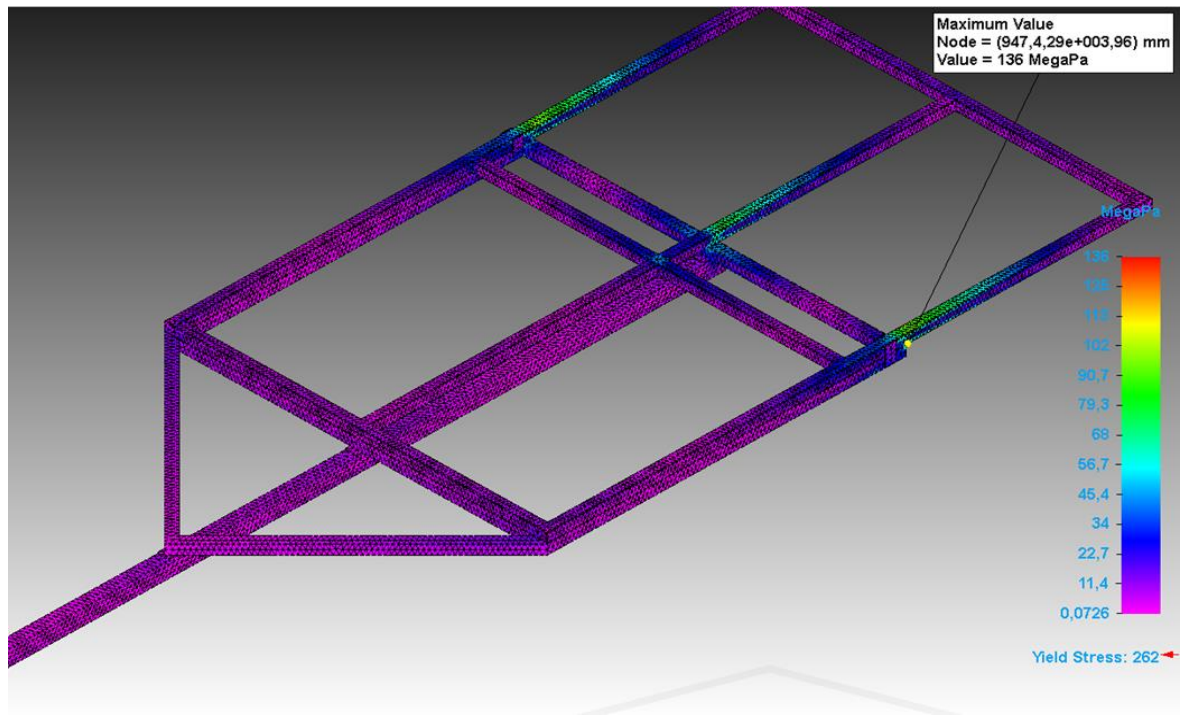
Lujuuslaskelmat kuuluvat osaksi suunnittelua. Ne tehtiin Solid Edgen simulaatiomoduulilla. Ohjelmalla haluttiin testata kehikon taipuminen ja kokonaisvarmuus, kun siihen on kiinnitetty aisa ja runko (Kuvio 7). Kokoonpanoon annettiin materiaalit S235-rakenneteräs kehikon ristikkoon, jonka myötölujuus on min 235 N/mm², murtolujuus 360-510 N/mm² ja murtovenymä min 26 %. Aisalle, rungolle ja kehikon muihin osiin S355-rakenneteräs, jonka myötölujuus on min 355 N/mm², murtolujuus 430-550 N/mm² ja murtovenymä min 20-24 % ainevahvuudesta riippuen (HTM Yhtiöt Oy 2018.)

Aisan päähän ja akselin kiinnityspisteisiin tehtiin kiinnitykset Fixed-toiminnolla. Runko ja kehikko yhdistettiin Glue-toiminnolla kipin kiinnityskohdista yhteen, jolloin saatiin yhtenäinen kappale. Tämän jälkeen määriteltiin Force eli voima ja sen suunta. 500 kg:n voima aseteltiin tasaisesti 20 pisteenä kehikon päälle ja voiman suunta maan vetovoiman suuntaisesti. Mesh-toiminnolla luotiin elementtiverkko ja annettiin ohjelman ratkaista yhtälö.



Kuvio 6. Kehikon taipuminen.

Taivutusjännityksessä kehiin kohdistuu momentti, joka venyttää palkkien yläosien säikeitä ja vastaavasti puristaa palkkien alaosien säikeitä. Viiden kilonewtonin voima kohdistettuna koko kehiin antaa tietoa siitä, kuinka paljon rasituksia kärjellä/trailerilla on, kun se on rasitettuna lähelle enimmäiskuormaa. Ohjelma laski taipumisen olevan 10,4 millimetriä kehiin takaosassa, jossa runko ei enää tue kehiä. Suhteutettuna lavan kokoon ja voimaan taipuminen on kohtuullinen. Kuviossa taipuminen on esitetty liioitellusti, jotta taipuminen olisi helpompi havaita. Kuviossa 7 voidaan havaita se, että ongelmaksi voi muodostua liian suuret voimat lastausvaiheessa kehiin takaosaan, jolloin taipuminen voi aiheuttaa pysyviä muodonmuutoksia. Materiaaleja ei kuitenkaan haluttu muuttaa enää laskentojen jälkeen.

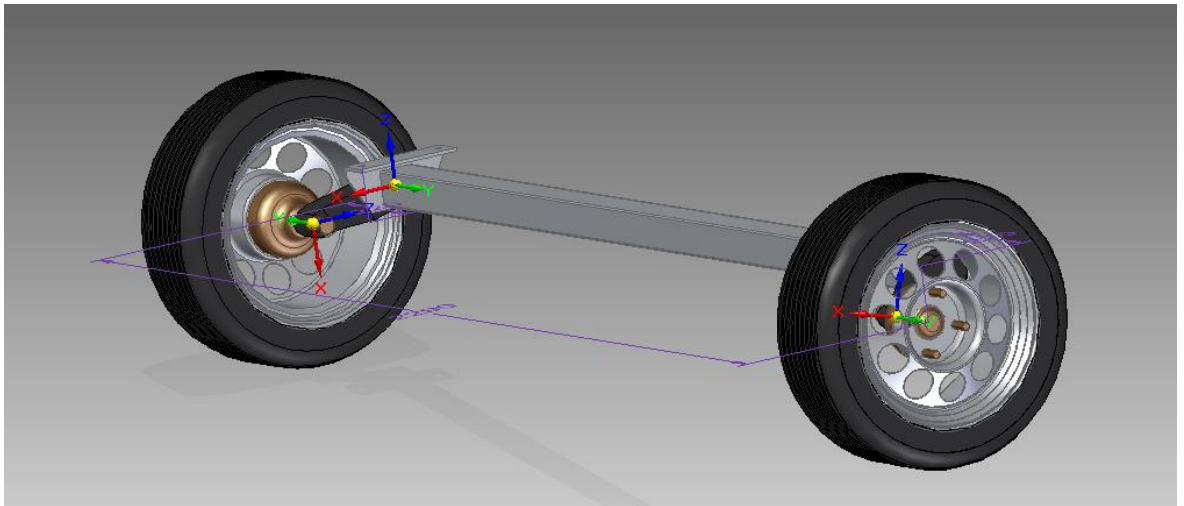


Kuvio 7. Jännitykset.

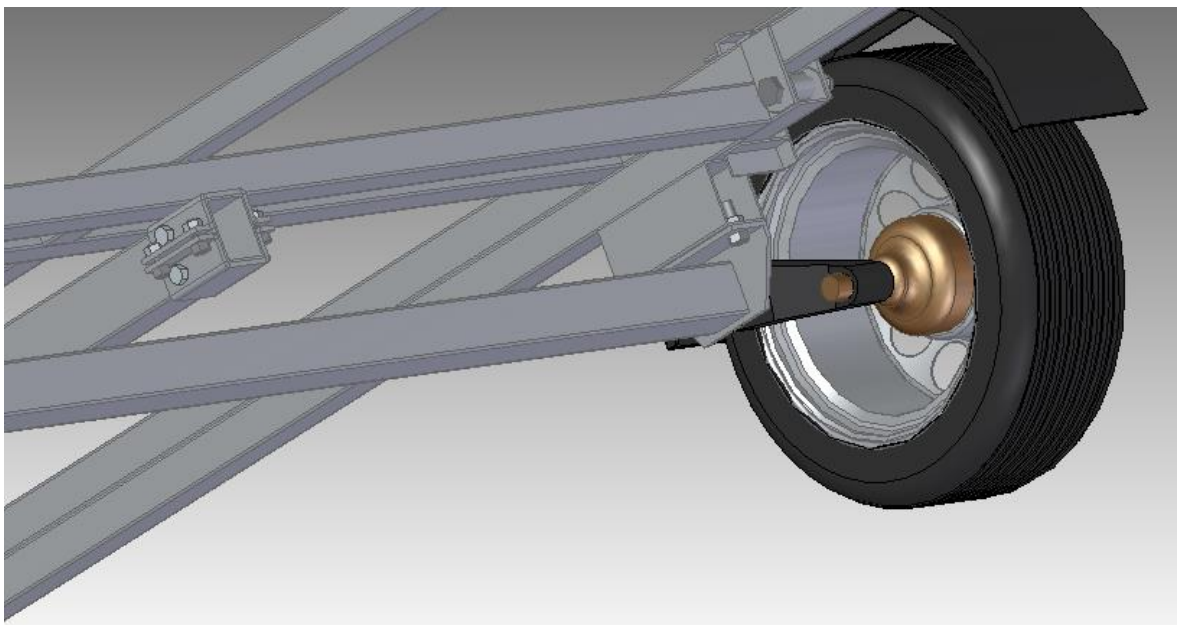
Kehikon suurin jännitys kuviossa 8 oli 136 N/mm². Jännitys kohdistuu juuri kehikon kiinnityspisteiden kohtaan, jossa taivutusmomentti saa maksimiarvonsa. Jakamalla myötörajan Re 262 suurimmalla jännityksellä 136 N/mm² saatiin kokonaisvarmuuden arvoksi 1,93.

3.4 Alusta

Akseli piirrettiin kuviossa 9 esitetyn kaltaisesti. Mitoitus määriteltiin akselin mittojen ja tietojen perusteella. Vanne ja rengas suunniteltiin alusta. Vanteen koko oli 14 tuumaa ja leveys oli viisi tuumaa. Kumeiksi valittiin 175/65R14 82, joiden kantavuus on 475 kg rengasta kohden. Perävaunussa renkaan kantavuus pitää olla vähintään 45 % akselimassasta, jossa kantavuusindeksi saa olla pykälän pienempi rajoitetun 80 kilometriä tunnissa nopeuden takia. Näiden tietojen perusteella renkaiden yhteiskantavuus olisi 950 kg, joka on 40,7 % yli vähimmäisakselimassasta koko kärryn 750 kg kantavuudesta (Vannetukku, [viitattu 18.3.2018].)



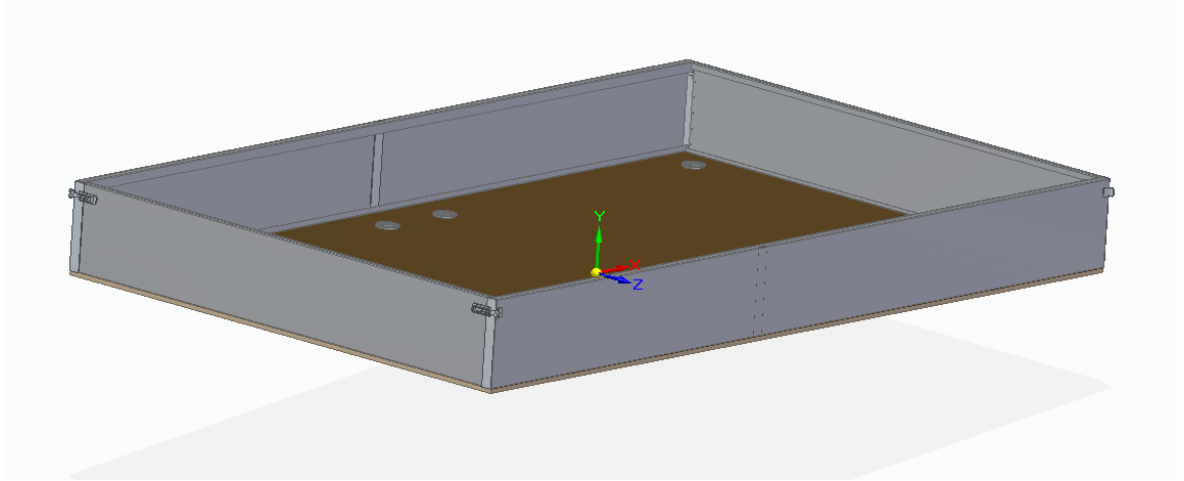
Kuvio 8. Akseli renkailla.



Kuvio 9. Akselin kiinnityskohta.

Runkoon suunniteltiin hitsattavaksi kuviossa 10 esitetty 200 millimetriä pitkä 80x60x3 teräspalkki, jonka alle akseli pultattiin kiinni neljällä M12x100 8.8 DIN931 -pultilla ja M12 10.9 DIN985 Nyloc -muttereilla. Tällöin aisan toinen pää saatiin kiinnitettyä akselin taakse laippakiinnikkeellä, jolloin aisa on hyväksytty tieliikennekäyttöön. Kippi-kiinnikkeiden toinen reuna pyöristettiin, jolloin kehikko pääsi laskeutumaan. Palkkien sisään piirrettiin teräsholkit, joka estää palkin muodonmuutoksia. Kipin saranatapiksi valittiin M20x80 8.8 DIN931 -pultit ja M20 10.9 DIN985 Nyloc

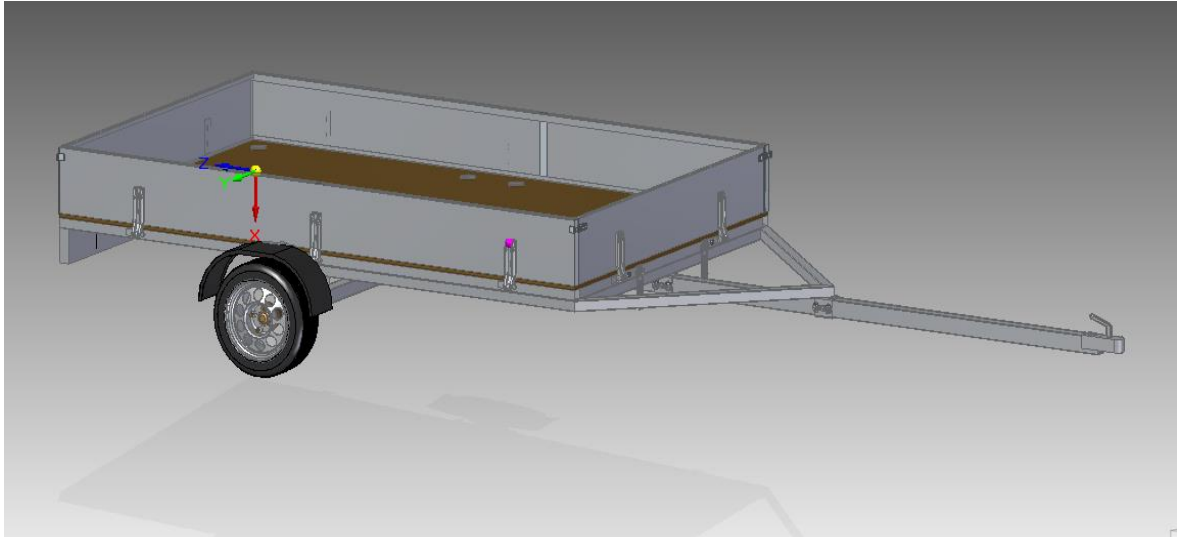
-mutterit. Roiskesuojan kiinnikkeet valmistettiin 30x30x3 millimetriä paksusta L-teräsprofiilista, jotka myös hitsattaisiin runkopalkkiin. Roiskesuojat kiinnitettiin L-teräsprofiiliin usealla 4,8x12 mm vetoniitillä.



Kuvio 10. Pohjavaneri ja laidat.

Kärryn pohjalevyksi (kuvio 11) valittiin 15 millimetriä paksu filmivaneri. Vanerin mitaksi tuli 2950x1850 millimetriä, jolloin laidoille jää 25 mm tilaa reunoille. Pohja tehtiin kahdesta erillisestä vaneripalasta, mikä helpotti asennusta ja vanerien poistoa. Vanerien päälle kiinnitettiin kahdeksan sidontalenkkiä, jotka porattiin läpipulteilla vanerin läpi.

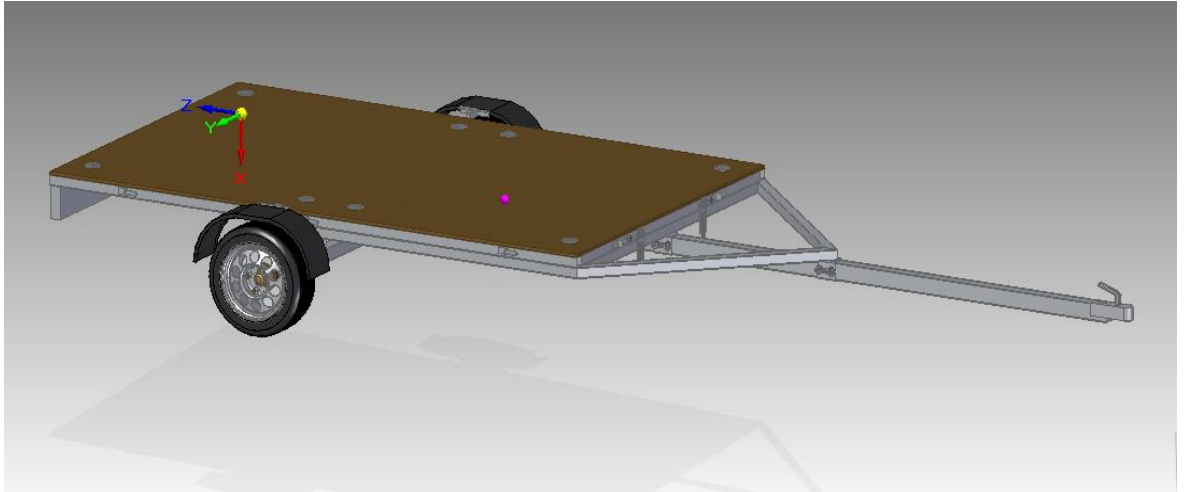
Laitojen materiaaliksi valittiin 2 millimetriä paksu teräslevy, koska haluttiin tehdä mahdollisimman korkeat ja vahvistetut laidat. Laitojen ylä- ja alapäihin tehtiin U-profiilitaivutukset jäykistämään laitojen muotoa. Laitojen kokonaiskorkeudeksi saatiin 330 mm ja leveydeksi jäykisteiden jälkeen 25 mm. Takalaitaan kiinnitettiin filmivaneri tukemaan laita sen ollessa ajoramppina. Laidat kiinnitettiin toisiinsa lavalukoilla, joista vastakappale oli sivulaitojen puolella. Lavalukot ja niiden vastakappaleet kiinnitettiin usealla 4,8x8 mm:n vetoniitillä.



Kuvio 11. Kärryn kokoonpano.

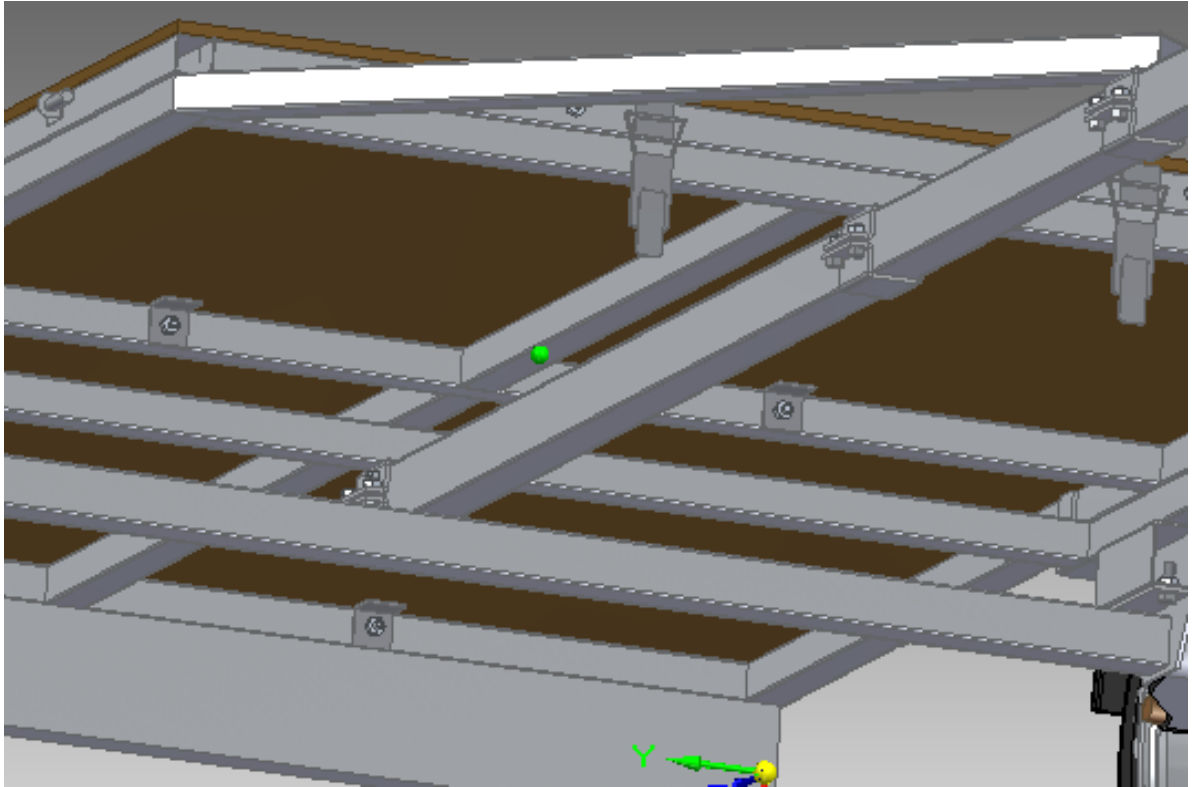
Peräkärryn osat liitettiin Solid Edgen Assembly-toiminnolla, josta saatiin kolmiulotteisen mallin mukainen kokonaiskuva. Punainen piste lavan keskellä kertoo massan keskipisteen, joka on 300 mm akselista kohti vetopäätä. Tämä tulos antaa vetopäälle alas suuntautuvan voiman, jolloin kärry ei jää lastausvaiheessa takapainoiseksi. Takapainoisessa kuormassa vetopäälle tulee nostetta, jolloin myös perävaunun aisaan tulee nostetta ja ajoneuvoyhdistelmän hallinta vaikeutuu. Vetopäällä pitää olla 3-5 % kuormitus kokonaispainosta, mutta enintään kuorma saa olla 75 kg. Kuormaus ei saa ylittää sivusuunnassa kärryn leveyttä poikkeuksena veneen kuormaus. Kuorman ylitys sallitaan takaa enintään kahdella metrillä, jolloin se pitää merkitä punaisella lipulla tai punaisella huomiovalolla (Liikenteen turvallisuusvirasto 2012.)

Laitojen saranat kiinnitettiin M10x30 hattukantaisella pulteilla ja M10 10.9 DIN985 Nyloc -muttereilla. Saranan vastakappaleet suunniteltiin hitsattavaksi suoraan kehikkoon. Alleajosuoja, jota käytettiin myös valojen ja kilven telineenä, valmistettiin kaksi millimetriä paksusta teräslevystä. Alleajosuoja särmättiin L-profiiliin muotoon, jolloin siihen saatiin jäykkyyttä. Kehikon pätyihin hitsattiin 150 millimetriä korkeat L-profiilituet, johon alleajosuoja kiinnitettiin vetoniiteillä. Koko kärryn painoksi Solid Edge -ohjelma antoi 301 kg. Kärryyn lisättiin myös nokkapyörä, joka painoi 10 kg, joten kokonaispainoksi saatiin 311 kg. Kokonaiskantavuus kärrylle laitojen kanssa oli 439 kg + vetopään kuorma 75 kg eli 514 kg.



Kuvio 12. Peräkärri ilman laitoja.

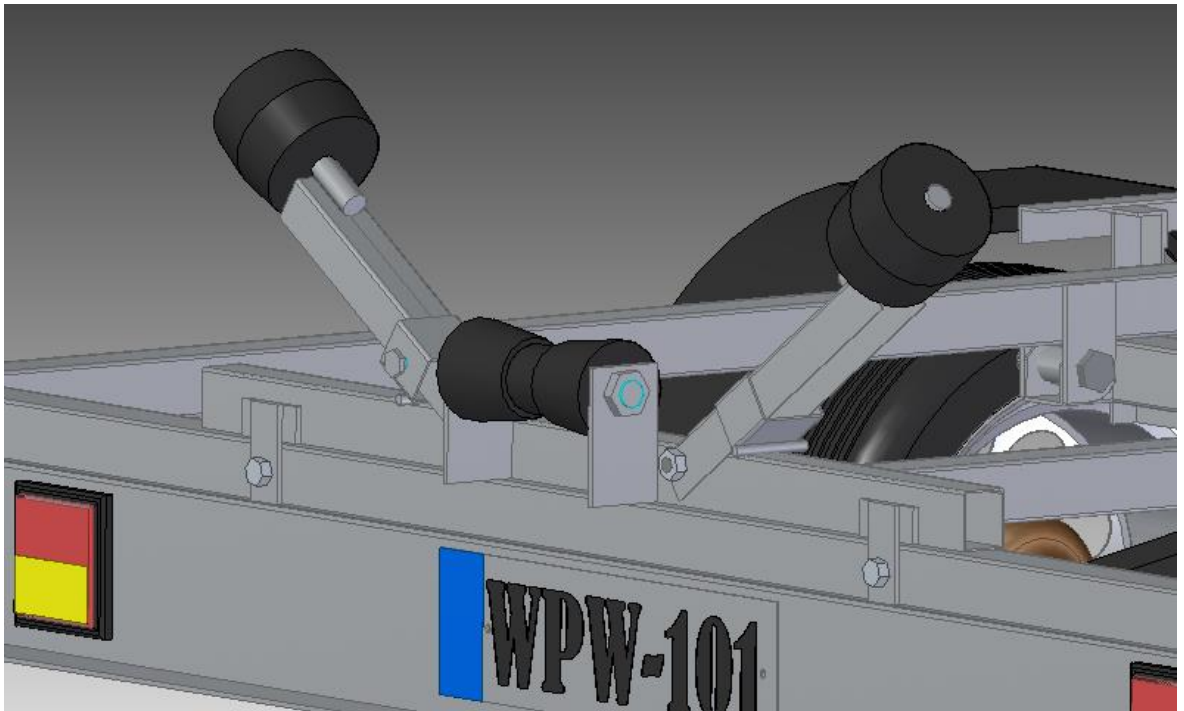
Kuten kuviossa 13 näkyy, voidaan peräkärriä kuljettaa tavaraa myös ilman laitoja. Laitojen yhteispaino on noin 70 kg, joten kantavuuspaino nousee tällöin $514 \text{ kg} + 70 \text{ kg} = 584 \text{ kg}$. Laidoissa ei ole erillisiä kiinnikkeitä rungon saranoita lukuun ottamatta. Jos siis yksi laita otetaan irti, on kaikki muutkin laidat irrotettava samalla kertaa, jotta kärriä voi kuljettaa turvallisesti.



Kuvio 13. Peräkärryn pohja.

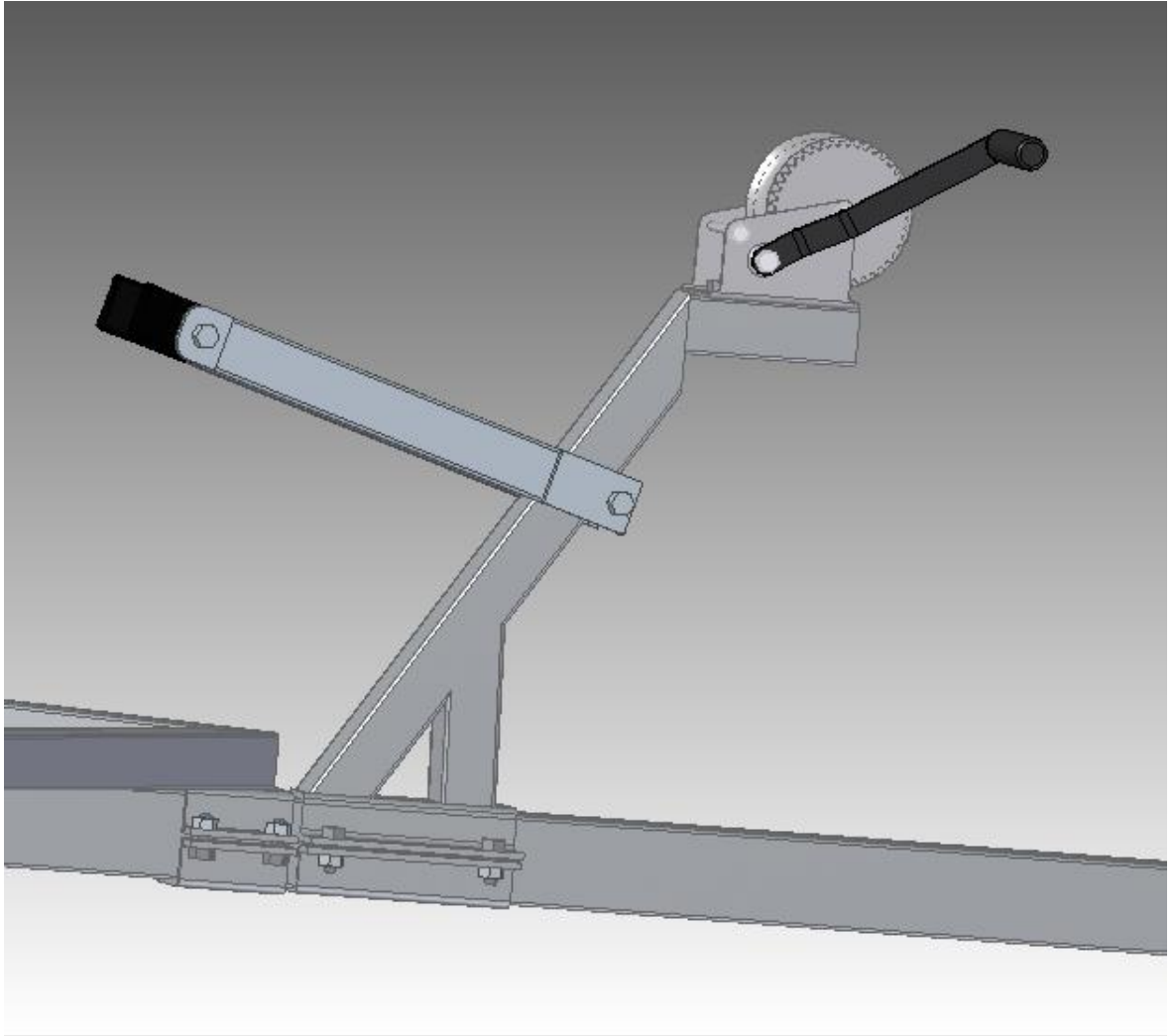
Filmivanerin kiinnikkeet särmättiin L-profiiliksi neljä millimetriä paksusta ruostumattomasta teräksestä. Molemmissa vaneri levyissä (kuvio 14) oli neljä kiinnikettä, jotka porattiin ja kiinnitettiin M10x30 hattukantaisella pulteilla ja M10 10.9 DIN985 Nyloc -muttereilla vaneriin. Toinen puoli L-profiilista kiinnitettiin M10x70 8.8 DIN933 -pulteilla ja M10 10.9 DIN985 Nyloc -muttereilla kehikkoon. Runkoon hitsattiin jousella toimivat lavalukot, joista vastakappaleet hitsattiin kehikon puolelle. Lukot pitävät kehikon kiinnitettynä turvallisesti runkoon ja ne avataan vain kipin käytössä.

3.5 Trailerin osat



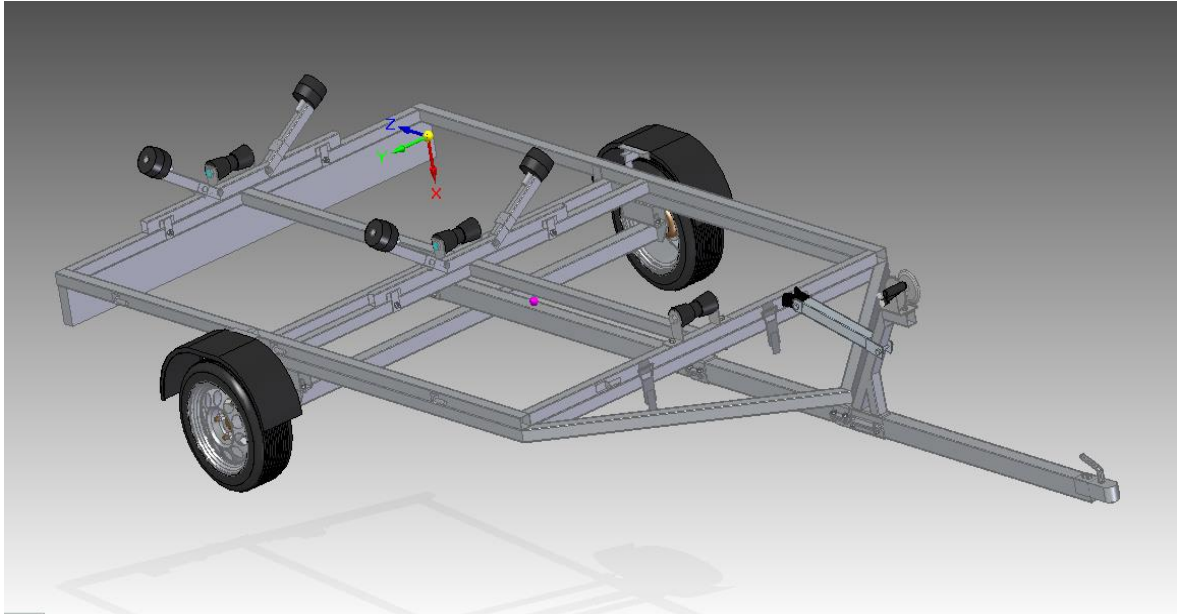
Kuvio 14. Venetela.

Peräkärryn muutos traileriksi haluttiin mahdollisimman helpoksi ja nopeaksi. Venetelat ostettiin valmiina, johon hitsattaisiin uudet kiinnikkeet (Kuvio 15). Venetelat asennetaan kehon poikittaispalkkien päälle. Kiinnikereiät ovat samat, missä filmivanerin kiinnikkeet ovat peräkärryssä, joten tällöin voidaan käyttää samoja reikiä, pultteja ja muttereita. Sivurullien kulmaa on helppo muuttaa säätöpalan avulla. Tarvittaessa rullat on helppo irrottaa ja vaihtaa uuteen ottamalla sokka irti rulla akselin päästä.



Kuvio 15. Trailerin vinssipukki.

Trailerin vinssipukki (kuvio 16) valmistettiin 3 millimetriä paksusta S355 50x50 -teräspalkista. Pystypalkin yläosaan hitsattaisiin vinssituki ja alaosaan pystypalkin tuki. Alustaan tehtiin 200 millimetriä pitkä laippakiinnike, jolla voitiin säätää veneen painopistettä trailerilla. Myös keulatuen korkeutta voitiin säätää veneen keulan korkeuden mukaan. Vinssi ja laippakiinnikkeet kiinnitettiin M10x30 8.8 DIN933 -pulteilla ja M10 10.9 DIN985 Nyloc -muttereilla. Vinssi ostettiin uutena ja se sisälsi vetoliinan galvanoidulla koukulla. Tällä kuuden metrin hinnalla murtoraja oli 1500 kg.



Kuvio 16. Trailerin kokoonpano.

Kuviossa 17 näkyy, miten trailerin etupäähän asennettiin ainoastaan yksi kölirulla. Kapeneva moottoriveneen keula ei tarvitse enää sivuttaistukea edestä, kun se sidotaan vinssipukkia vasten. Kölirulla on kiinnitetty M10x100 8.8 DIN933 -pulteilla ja M10 10.9 DIN985 Nyloc -mutterilla, mikä estää tällöin kipin käytön ja varmistaa turvallisen kuljetuksen.

Massan keskipiste on siirtynyt muutamia senttejä lähemmäksi vetopäätä vinssipukin vuoksi, mutta muutos on niin pieni, ettei se vaikuta vetopään kuormiin ratkaisevasti. Vinssipukki on sijoitettu kuvassa siten, että 4,7-metrinen moottorivene on tasapainossa akselin päällä. Mahdollisuuksien mukaan vinssipukkia voidaan siirtää eteenpäin noin metri, jolloin saadaan lastattua kyytiin isompi vene. Tällöin painopiste joudutaan selvittämään uudelleen, ettei vetopäälle tule liikaa tai liian vähän painoa. Trailerin painoksi ohjelma laski 215 kg, jolloin veneen maksimipaino saisi olla varusteiden kanssa 535 kg + 75 kg vetopään paino.

4 VALMISTUS

Peräkärri-trailerin valmistus alkoi terästen materiaalihankinnoilla. Osa terästuotteita haettiin itse myymälästä ja osa tilattiin rahtina hallille. Ensimmäisenä tehtiin osakoonpanokuvat, joihin merkittiin tarkat mitat.



Kuva 1. Putkipalkin leikkuu.

Rungon, kehikon ja aisan putkipalkit käytiin leikkauttamassa kuvassa 1 tarkkoihin mittoihin läheisellä pajalla teräsvannesahalla. Samalla tehtiin kipin kiinnitystä varten 20 millimetriä suuret reiät runkopalkkeihin.

4.1 Rungon ja kehikon hitsaus

Teräkset aseteltiin tasaiselle alustalle ja hitsausten liitoskohdat merkattiin, sekä mitattiin runko ristimittoihin kuvan 2 mukaisesti. Tämän jälkeen hitsattiin pistehitsauksen tavoin kappaleet kiinni toisiinsa ja kokoamisen jälkeen saumat hitsattiin yhdellä palolla koko leveydeltä MIG hitsaus koneella. MIG tarkoittaa metal inert gas eli kaasu-kaarihitsausmenetelmä, jossa sähkövirta saa aikaan valokaaren, joka palaa lisäainelangan ja työkappaleen välissä suojakaasun ympäröimänä. Käytössä oli inertti eli reagoimaton argon-kaasu. Argon on yleisin käytettävä MIG-hitsauskaasu. Lisäainelankana käytettiin niukkaseosteista teräslankaa, joka oli päältä kuparoitu. Langan halkaisija oli 0,8 millimetriä, joka sopi hyvin 2-3 millimetriä paksuun teräkseen (Esab 2016.)



Kuva 2. Rungon asettelua.



Kuva 3. Runko ja kehikko hitsattuna.

Rungon ja kehikon hitsaukset tehtiin kuvassa 3 yhdellä palolla liitosten joka suunnalta. Paksummissa materiaaleissa palkoja voisi olla enemmän, mutta tässä tapauksessa yksi noin 10 millia leveä pienahitsi riitti ja hitsin tunkeuma oli hyvä.

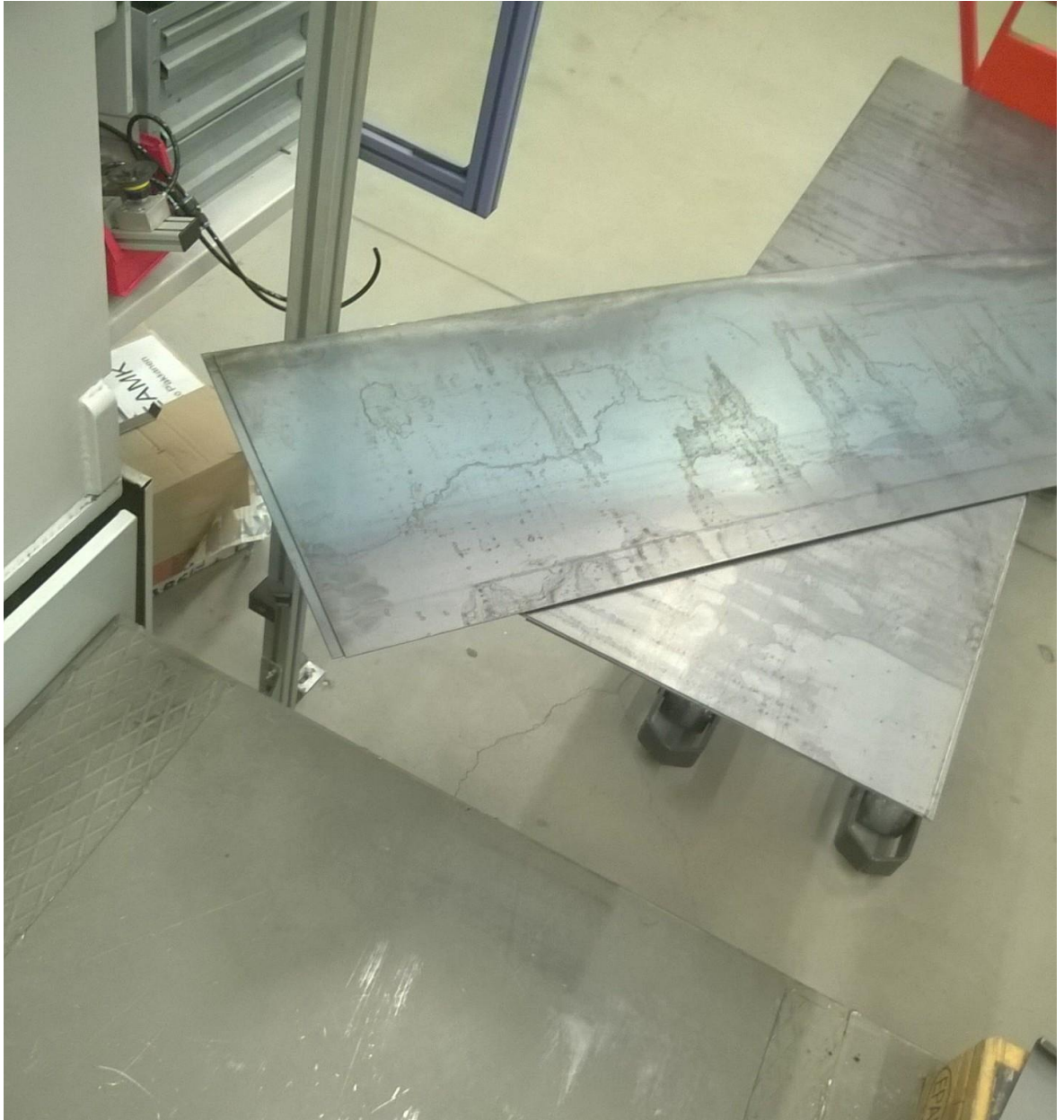
4.2 Särmäys

Laippakiinnikkeet valmistettiin Seinäjoen ammattikorkeakoulun konelaboratorion särmäyskoneella (Kuva 4). Särmäyskoneella pitää aina huomioida työturvallisuus ja noudatettava koneeseen liittyviä työturvallisuusohjeita. Vain koneeseen perehtynyt henkilö saa käyttää konetta.



Kuva 4. Laippakiinnike särmäyskoneessa.

Särmäystä tehdessä on otettava huomioon kappaleen materiaali, mitat, paksuus, haluttu kulma, oikean ala- ja ylätyökalun valinta ja työkalujen paikoitus. Koneelle määritellään särmäystiedot, joiden avulla valitaan työkalut ja niiden kulmat kullekin taitokselle. Suunnittelussa pitää muistaa ottaa huomioon mahdolliset koneen rajoitteet, oikeanlaiset kulmat ja työstöjärjestys.



Kuva 5. Laitojen valmistus.

Laidat leikattiin kuvassa 5 oikeisiin mittoihin Seinäjoen ammattikorkeakoulun laboratoriotiloissa levyleikkurilla. Tämän jälkeen kappaleet vietiin särmäyskoneelle. Laitojen ylä- ja alareunoihin särmättiin U-profiilitaivutukset jäykistämään laitojen muotoa. Laitojen kokonaiskorkeudeksi saatiin 330 millimetriä. Sivulaidat jouduttiin tekemään kahdesta palasta, koska särmäyskone jäi lyhyeksi. Sivulaidat liitettiin hitsaamalla laitojen liitoskohtaan 40x324x3 millimetriä paksut teräslevyt. Myös päätylaitojen päihin hitsattiin vastaavanlaiset palat tiivistämään sivulaitojen päädyt.

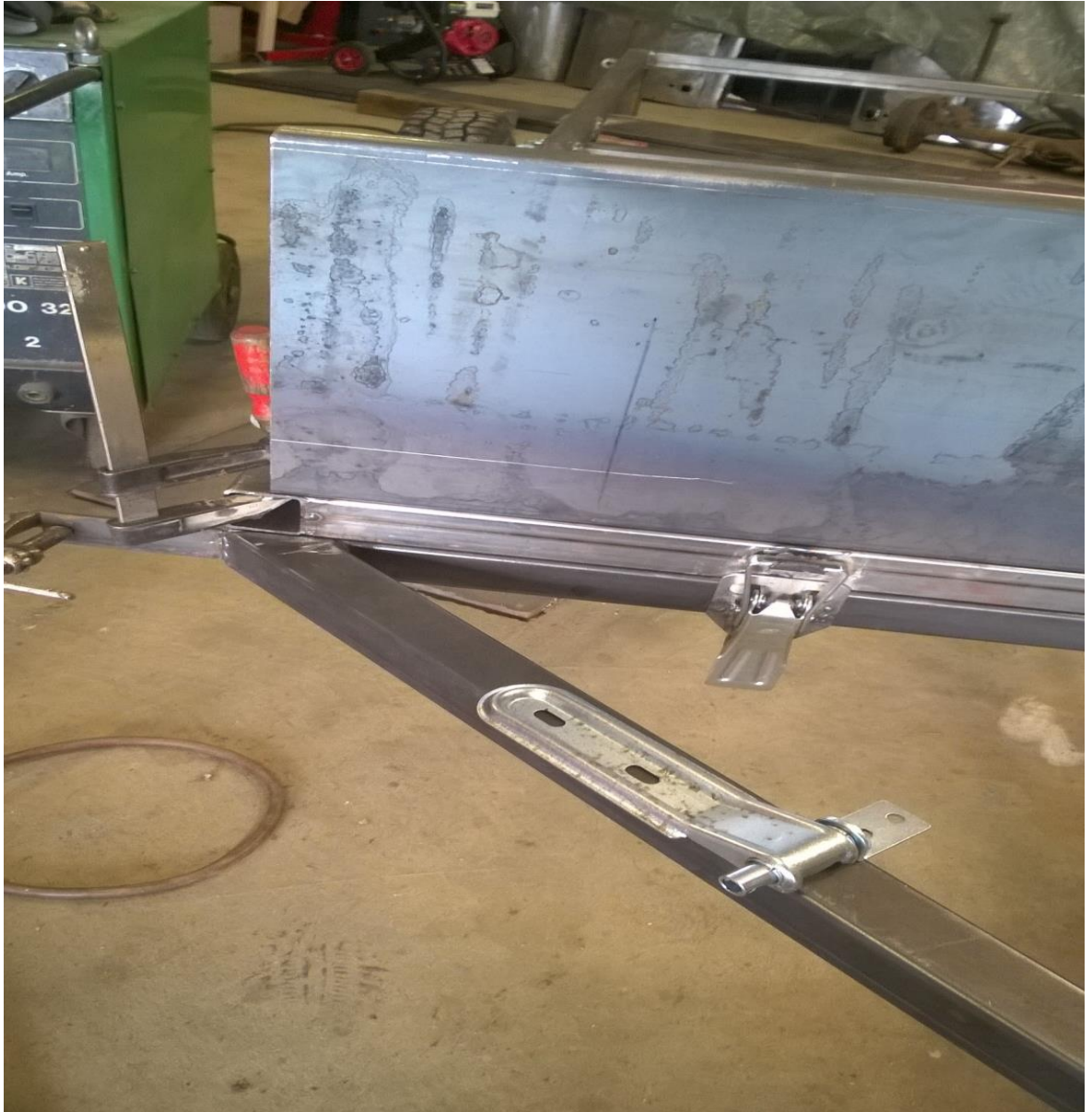
4.3 Kokoonpano

Laippakiinnikkeet hitsattiin kuvassa 6 runkoon kiinni yläpuolelta ja aisa aseteltiin paikalleen takalaipan tasolle. Aisan alapuolelle aseteltiin laippakiinnikkeiden vastakkappaleet, jotka pulteilla kiristettiin paikalleen. Akselin tuet hitsattiin paikoilleen, johon akseli pultattiin kiinni suorakulmaan aisaa kohden.



Kuva 6. Aisa ja akseli kiinnitettyinä runkoon.

Rungon etuosaan hitsattiin etuvaloille tuet ja samalla tehtiin kehikon takaosaan L-profiilista tuet kilpitelineelle. Rungon ja kehikon alaosaan hitsattiin lisäksi kuusi sidontalenkkiä, joista veneen voi sitoa liinalla kiinni.



Kuva 7. Laitojen asettelua.

Kipin kiinnikkeet ja vastakappale hitsattiin paikoilleen (Kuva 7). Laitojen urospuoliset saranan paikat merkittiin ja hitsattiin kehikkoon. Naaraspuoliset saranat merkittiin ja porattiin kiinnitysreiät, mutta pultattiin laitoihin kiinni vasta pintakäsittelyn jälkeen. Tässä vaiheessa päätylaitoihin hitsattiin 40x324x3 millimetriä paksut teräslevyt tiivistämään sivulaitojen päädyt. Laitojen kulmat aseteltiin toisiaan vasten ja lavalukojen paikat merkittiin. Lavalukot ja niiden vastakappaleet kiinnitettiin usealla 4,8x8 mm vetoniitillä laitojen pintakäsittelyn jälkeen.

4.4 Pintakäsittely

Osat pintakäsiteltiin ulkona, kun lämpötila oli noin + 20 astetta. Molemmilta puolilta maalattavat painavat osat aseteltiin tukien päälle ja kevyemmät osat laitettiin roikkumaan teräskoukuilla. Maalaus suoritettiin ruiskumaalauksella, jossa maali puhalletaan suuttimen läpi paineella. Ennen maalauksen aloittamista on huomioitava oikeanlainen hengityssuojain. Myös tärkeää on suojata itsensä maaliroiskeilta suojalasien, hanskojen ja hupullisen haalarin kanssa. Kaupoista saa ohuita kertakäyttöisiä haalareita, joita maalauksissa käytetään. Hengityssuojain olisi hyvä olla maalajan kasvoille sopiva, jolloin se tiivistää riittävän hyvin ja hengitysilma kulkee suodatimen kautta. Suojalasia suositellaan ilmatiiviiksi, jolloin maalihiukkaset ei vaaranna silmiä. Suojakäsineiksi kannattaa valita liuotinkestävät hanskat, jolloin suojataan kädet eri kemikaaleilta (Siivous.info, [viitattu 10.3.2018]).



Kuva 8. Osien pintakäsittely.

Ennen maalausta kuvassa 8 osat karhennettiin P400-hiomapaperilla. P400-luku tulee hiomapaperin karheuden mukaan. Tämän jälkeen osat puhdistettiin rasvan- ja silikoninpoistoaineella, jotta varmistutaan maalin tarttumisesta pintaan. Pohja- ja pintamaalina käytettiin sinkkipohjaista maalia, joka kuivuu nopeasti ja kestää hyvin

korroosiota. Maali sopii kaikille metallipinnoille ja sitä voidaan käyttää ulko- tai sisätiloissa.

Aluksi pohjamaalia ruiskutettiin kaksi kerrosta ensin ohuesti ja toinen peittävä kerros, minkä jälkeen osien annettiin kuivua. Puolen tunnin kuluttua tarvittavat osat käännettiin ympäri ja maalattiin toinen puoli, jotta maalausjälki olisi tasainen. Pohjamaalia ruiskutetaan ohuelti ja tasaisesti joka puolelta aina vähintään kaksi kerrosta märkänä. Jos pinta jää kuivaksi ja karkeaksi, lopputuloksena on hauras pinta, jolloin maali halkeilee ja pinnasta ei tule kova.

Pintamaalaus suoritettiin seuraavana päivänä, joka aloitettiin pintojen puhdistuksella, jossa käytettiin rasvan- ja silikoninpoistoainetta. Ensimmäisen kerroksen tulee olla ohut, jolloin se peittää juuri ja juuri pinnan. Toinen ja viimeinen kerros on peittävä ja paksumpi. Pintojen kuivumiseen meni noin 45 minuuttia, jonka jälkeen tarvittavat osat käännettiin ympäri ja maalattiin toinen puoli. Maalaus saatiin suoritettua peräkkäisinä päivinä, jolloin sää suosi. Maalia kului kokonaisuudessaan neljä litraa. Maalin ohenteena käytettiin tinneriä, jota kului noin puoli litraa.

Kun maalatut osat olivat saaneet kuivua hallin sisällä noin viikon, alkoi osien kasaus. Akseli, kilventeline, vetopää ja nokkapyörä pultattiin ensimmäisenä kiinni. Valmiiksi ostetusta 12 voltin valosarjasta tehtiin lisähaarat äärivalojen kautta etuvaloille. Aisan päälle asennettiin sähkörasia, jossa johdot liitettiin liittimillä toisiinsa. Sumuvalolle jouduttiin vetämään oma johto pistokkeelle, koska sarjassa ei sille ollut omaa paikkaa. Kaikki takavalot olivat vedenpitäviä LED-lamppuja. LED-lyhenne tulee sanoista Light Emitting Diode ja tarkoittaa valoa säteilevää diodia. Diodin materiaalit ovat ympäristöystävällisiä ja virrankulutus pientä normaaliin hehkulamppuun verrattuna. LED-lamppu yleensä kestää paremmin tärinää, pölyä, kosteutta ja valovirran hyötysuhde on parempi (Atlok, [viitattu 10.4.2018]). Kehikon sivuille asennettiin keltaiset heijastimet ja taakse punaiset kolmioheijastimet. Eteen asennettiin hehkulamppulla toimivat huomiovalot, joissa oli iskun kestävä lasi ja heijastava pinta. Hehkulampuilla toimivat äärivalot asennettiin roiskesuojien päälle. Kaikki johdot työnnettiin suojaputkiin, jotka kiinnitettiin rungon ja kehikon palkkeihin liimattavilla johtokiinnikkeillä.

Oikean kokoisia filmivaneri levyjä ei löytynyt kaupoista, joten tilattiin kaksi 1500x2500x15 millimetrin kokoisia levyjä. Levyt leikattiin tasosirkkelillä 1475x1850 millimetrin kokoisiksi, jolloin kehikon reunoille jäi 25 millimetriä tilaa laidoille. Takalaidan jäykisteeeksi leikattiin 1800x326x15 millimetriä kokoinen pala, joka kiinnitettiin saranoiden kupupulteilla kiinni laitaan. Pohjavanerit aseteltiin paikoilleen kuvassa 9 ja porattiin reiät kulmakiinnikkeille ja sidontalenkeille, jotka kiinnitettiin M10x30 ja M6x30 hattukantaisella pulteilla ja M10 ja M6 10.9 DIN985 Nyloc -muttereilla. Laidat aseteltiin pohjavanerin ympärille ja saranat säädettiin oikeaan korkeuteen. Laitojen nurkkiin kiinnitettiin lavalukot ja vastakappaleet vetoniiteillä paikalleen.



Kuva 9. Peräkärri laidoilla.

Painavamman tavaran lastauksessa kuvassa 10 kippi on hyödyllinen apuväline, koska tällöin ei tarvitse erillisiä rampeja, jota pitkin tavara siirretään lavalle. Kipin käyttö haluttiin sujuvaksi, joten siihen jälkiasennettiin kaasujouset. Jousien avulla saadaan kehikko kevyesti ylös ja alas tullessa kaasujouset jarruttavat liikenopeutta, jolloin liikkuvuus saadaan rauhalliseksi. Filmivaneri toimii takalaidan jäykisteenä ja

antaa samalla pitoja, kun lastataan tavaroita. Laitojen kanssa voidaan kuljettaa esimerkiksi kahta mönkijää ja kun ottaa laidat pois, voidaan kuljettaa myös kahta moottorikelkkaan ristikkäin, kun etusukset ajaa hieman kehikon yli. Laitojen kanssa lavan tilavuus on 1800 litraa.



Kuva 10. Kipin käyttö.

Traileriksi muutettuna purettiin laidat ja pohjavanerit pois. Kehikon poikittaispalkkien päälle kiinnitettiin venetelat pulteilla ja etuosaan kölirulla läpipulteilla, jolloin kehikko lukitaan runkoon kiinni. Aisan etuosaan kiinnitettiin vinssipukki, joka säädettiin lopulliseen paikkaan veneen noston yhteydessä, jolloin painopiste olisi akselin päällä. Vinssipukille jäi 770 millimetriä tilaa liikkua taaksepäin, jolloin on mahdollista kuljettaa myös suurempaa venettä ja säätää sen painopistettä. Vinssipukkia voidaan hyödyntää myös kärryssä, jolloin vinssin avulla voidaan vetää tavaroita lavalle.



Kuva 11. Trailerille lastattu vene.

Kuvassa 11 nähdään moottorivene trailerille nostettuna. Veneen lastaus trailerille tapahtui venepukkien päältä, josta se vinssin avulla vedettiin venetelojen päälle. Venetelat säädettiin moottoriveneen alustan mukaan, jolloin vene on tasapainossa akselin suuntaisesti. Kokonaispainona trailerin paino 215 kg + veneen paino 400 kg = 615 kg. Vinssipukki säädettiin aisan kiinnikettä vasten, jolloin vetopään alas suuntautuva paino oli 25 kg. Vähimmäispaino vetopäälle oli 3 % kokonaiskuormasta eli $615 \text{ kg} \times 3 \% = 18,45 \text{ kg}$. Tällöin vetopään paino ylittää näillä trailerin säädöillä riittävän vetopään vähimmäispainon. Tulevaisuudessa on mahdollista siirtää vinssipukki lähemmäs vetopäätä, jolloin vetopään paino kasvaa, mutta tällöin veneen pituus on oltava pidempi, jotta vene pysyy taaimmisen venetelan päällä.

4.5 Rekisteröinti

Peräkärri–traileriyhdistelmän valmistuttua soitettiin katsastusasemalle ja varattiin aika yksittäishyväksyntään. Katsastusasemalle lähtiessä tarkistettiin peräkärriy-vojen toimivuus ja kuljetettiin yhdistelmä henkilöautolla katsastusasemalle peräkärriyksi muutettuna ilman laitoja. Asemalla katsastustarkastaja ajoi peräkärriy-vo yhdistelmän halliin, jossa sille tehtiin tarkastus. Tarkastuksen kohteina oli peräkärriy-vo rakenne, valojen ja heijastimien sijoitus, tyyppihyväksyntämerkinnät, luokitteluvaatimukset ja kokonaismitat. Tämän jälkeen tarkastettiin kokonaispaino ja vetopäälle kuormitettu paino. Kärriy voitiin katsastaa ilman laitoja, jolloin saatiin rekisteritietoihin enemmän kantavuuskiloja. Kun asentaa laidat paikoilleen, on itse huomi-oitava kokonaispaino, joka ei saa ylittää luokiteltua akseli- tai yhdistelmäpainoa.

Tämän jälkeen katsastustarkastaja tarkisti akselin tyyppikilvestä akselin kokonais-kantavuuden, joka merkittiin rekisteriotteeseen erillisenä kantavuutena. Sitten tarkistettiin vetopään malli ja siihen liittyvät kantavuustiedot. Lopuksi katsottiin yleinen kunto, otettiin muutama dokumentoitava valokuva ja merkittiin kaiverruskynällä valmistenumerosarja runkoon. Runkoon liimattiin myös tyyppikilpi, johon merkittiin mal-liksi omavalmiste, kokonaiskantavuudeksi 750 kg ja valmistenumerosarja. Kun nämä toimenpiteet oltiin tehty, saatiin peräkärriyille hyväksyty merkintä yksittäishy-väksynnästä. Rekisteriote saatiin mukaan ja yksi rekisterikilpi, joka asennettiin kilpi-telineeseen. Nyt kärriy oli valmis tieliikennekäyttöön.

5 KUSTANNUKSET

Opinnäytetyön kustannuksien arviointi aloitettiin työn suunnitteluvaiheessa. Projektin budjetti oli noin 1000 euroa plus yksittäishyväksyntärekisteröinti, joka maksoi 200 euroa. Rekisteröinnin hinta on vakio ja se on määritelty Liikenteen turvallisuusvirasto Trafín sivuilla. Projektin kustannukset arvioitiin materiaalien nykyisten hintojen avulla, hinnat etsittiin eri liikkeiden verkkosivuilta. Tämän jälkeen materiaalihankinnat listattiin Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmaan, johon merkittiin tuotteen nimi, määrä, arvolisäverollinen hinta ja arvolisäveron osuus hinnasta. Tarvittavista materiaaleista koostui hankintalista taulukon 1 mukaisesti. Lisäksi merkittiin rekisteröinnin hinta.

Taulukon 1 perusteella voidaan havaita, että työn lopullinen kokonaiskustannus ylitti noin 180 eurolla budjetin, mutta jo suunnitteluvaiheessa pystyttiin arviomaan lähelle lopullista kustannusarviota. Budjetin ylitys johtui muutamien materiaalivalintojen muutoksista valmistusvaiheessa sekä kauppojen hintavaihteluista. Valmistusvaiheessa käytettyjä koneita ei otettu laskelmaan mukaan, koska niiden kulutusta on vaikea arvioida, esimerkiksi hitsausvälineistön langan ja suojakaasun kulutusta. Seinäjoen ammattikorkeakoulun laboratoriotilojen koneaikaa ei myöskään laskuttettu, vaan maksettavaksi jäi ainoastaan itse valmistettujen kappaleiden materiaalikustannukset. Huomionarvoista on myös työtunnit, joita ei listattu. Kokonaisuudessaan työtunteja kertyi suunnittelun kera arviolta yli 200 tuntia. Eli jos työlle olisi laskenut hinnan, niin kokonaiskustannus olisi vähintään kolminkertaistunut.

Taulukko 1. Hankintalista.

Tuote	Määrä	Hinta kpl	sis. ALV 24%	
			Hinta yhteensä	ALV 24%
Laidan sarana	10	2	20,00 €	4,80 €
Lavalukko iso	2	4,9	9,80 €	2,35 €
Lavalukko pieni	4	5	20,00 €	4,80 €
Tinneri	1	5	5,00 €	1,20 €
Sinkki maali 750ml	4	29	116,00 €	27,84 €
Saranan vastakappale	10	0,5	5,00 €	1,20 €
Lavalukon vastakappale	6	0,8	4,80 €	1,15 €
15x1500x2500 filmivaneri	2	48	96,00 €	23,04 €
30x30x3 kulmateräs 3m	1	5	5,00 €	1,20 €
30x4 Lattateräs 3m	1	3,1	3,10 €	0,74 €
40x5 Lattateräs 3m	1	5	5,00 €	1,20 €
60x8 Lattateräs 2m	1	8,5	8,50 €	2,04 €
2x1250x2500 teräslevy	2	43	86,00 €	20,64 €
60x60x6 Kulmateräs 2m	1	12,5	12,50 €	3,00 €
50x50x3 Putkipalkki 6m	3	18,83	56,49 €	13,56 €
50x50x2 Putkipalkki 6m	2	14,45	28,90 €	6,94 €
60x80x3 Putkipalkki 4,5m	1	35	35,00 €	8,40 €
Palkin katkaisu	4	2,5	10,00 €	2,40 €
Kaasujouset	2	10	20,00 €	4,80 €
Sähkörasia	1	3	3,00 €	0,72 €
Kilopultit	1	20	20,00 €	4,80 €
Vetopää	1	15	15,00 €	3,60 €
Kaasujousi	2	5	10,00 €	2,40 €
Kölrulla	1	6	6,00 €	1,44 €
Akseli	1	180	180,00 €	43,20 €
Nokkapyörä	1	15	15,00 €	3,60 €
Nokkapyörän kiinnike	1	5	5,00 €	1,20 €
Äärivalot	2	5	10,00 €	2,40 €
Valosarja	1	25	25,00 €	6,00 €
Heijastimet	6	2	12,00 €	2,88 €
Lokasuojat	2	10	20,00 €	4,80 €
Rengas	2	60	120,00 €	28,80 €
vinssi	1	15	15,00 €	3,60 €
Keulatuki	1	6	6,00 €	1,44 €
Venetela	2	25	50,00 €	12,00 €
Sidontalenkki	8	3	24,00 €	5,76 €
Sumuvalo	1	5	5,00 €	1,20 €
Muut teräspalat	6	3	18,00 €	4,32 €
Johtokiinnikeet	2	3	6,00 €	1,44 €
Suojaputki 3m	3	4	12,00 €	2,88 €
Rahtimaksut	1	43	43,00 €	10,32 €
Yksittäishyväksyntä	1	200	200,00 €	48,00 €
rekisterikilvet	1	15	15,00 €	3,60 €
Yhteensä			1 382,09 €	331,70 €

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyöni tavoitteena oli suunnitella ja valmistaa turvallinen, suurella kantavuudella ja lavakoolla varustettu peräkärri–traileriyhdistelmä tieliikennekäyttöön. Työn tarkoituksena oli tehdä omaan käyttöön peräkärrien ja trailerin yhdistelmä, joka helpottaa omien kappaletavaroiden kuljettamista, muun muassa moottoriveneen ja kahden mönkijän tai moottorikelkan kuljettamista tieliikenteessä. Työn suunnittelussa käytettiin hyödyksi internetistä löydettyjä kuvia ja aiempaa tuntemusta ja käsitystä peräkärrien ja trailerien toimintaperiaatteesta. Todetaan, että aiempi kokemus peräkärrien käytöstä on hyödyksi, jolloin ymmärretään kuljetusperiaatetta ja ajotuntumaa tieliikenteessä.

Kuitenkaan vastaavanlaista peräkärri–traileriyhdistelmää kukaan ei ollut aiemmin valmistanut, joten voidaan pitää peräkärrien suunnittelun ja valmistuksen toteutusta yhdessä kokonaisuutena haastavimpana osuutena. Oma valmisteiden osien suunnittelu ja valmistus piirustusten pohjalta ja siihen liittyvä kokoonpano oli työllästä. Oli myös todella opettavaista nähdä, kuinka hyvin suunniteltu on jo puoliksi tehty, koska valmistusvaiheet pystyttiin tekemään nopeasti valmiiden mittojen perusteella. Haastavaksi työstä teki sen aikatauluttaminen yhdessä muiden töiden ja koulun kanssa. Ideointi, suunnittelu ja toteutus kesti kokonaisuudessaan vajaan vuoden, jos laskee opinnäytetyöprosessin mukaan.

Ongelmaksi muodostui ohjeet omavalmistekärrien valmistukselle, koska Trafín kotisivuilla on aiemmin ollut yksittäishyväksyntään liittyvä ohjeistus, jossa kerrottiin kärrien vaatimuksista. Suunnitteluvaiheessa kyseistä ohjeistusta ei enää kuitenkaan löytynyt sivuilta. Lopulta kärri valmistettiin Trafín kotisivuilla olevien yksittäisten ohjeiden avulla sekä Finlexin lakimääräyksiä noudattaen. Tällöin suunnitteluvaiheessa näiden yksityiskohtien tarkastelussa jäi parannettavaa. Lisäksi kärrien roiskesuojien kiinnikkeet olivat muovisille roiskesuojille liian pienet. Luultiin, että muovinen roiskesuoja on jäykempää muovia, mutta ostamat roiskesuojat kuljetuksen aikana tärisivät liikaa ilmavastuksen takia, jolloin ne osuivat renkaisiin ja kuluttivat roiskesuojan reunoja. Myynnissä olisi ollut myös peltisiä roiskesuojia, jotka suunnitelluilla kiinnikkeillä pysyisivät paremmin paikoillaan. Peltisiä roiskesuojia ei alun perin valittu sen vuoksi,

että peruuttaessa kantoon tai muuhun vastaavanlaiseen esteeseen peltinen muuttaa muotoaan pysyvästi, mutta muovinen palautuu muotoonsa. Toinen huomionarvoinen ongelma on kehikon filmivanerien taipuminen. Kiinnikkeet pitäisi laittaa vanerien kulmiin, jolloin filmivaneri ei pääse taipumaan, jos käytetään vanerien päällä olevia lavakiinnikkeitä. On mahdollista kuitenkin tehdä vanerien kiinnikkeille uudet paikat tai kiinnittää vanerin pohjaan L-profiilista tukipalkit, jotka estävät vanerien taipumisen.

Käytettäessä yhdistelmää trailerina ongelmaksi muodostuu se, kuinka laillisena yhdistelmää voidaan pitää. Rekisteriotteessa lukee erikoisehtoina pohjavaneri, jota trailerissa ei ole. Samoin kuinka hyväksytyt venetelat tai vinssipukki ovat. Asia ei ole yksinkertainen ja taulukossa 2 nähdään, kuinka paljon muutosprosentti saa olla kyseisessä perävaunujen O1-luokassa. Kun peräkärri-traileri-yhdistelmään vaihdetaan osia, voidaan kyseisen prosenttiluokan pohjalta huomioida muutettavien osien muutosprosentti kanta-ajoneuvoon nähden (Liikenteen turvallisuusvirasto 2016.)

Osien muutosta peräkärriä traileriksi ei olla laskettu prosentteina, jolloin muutostyöt ovat oman harkinnan varassa. Rekisteröidessä yhdistelmää rekisteriotteeseen kirjattiin nimike perävaunu ja kokonaiskantavuus 750 kg. Uusille O1-luokan perävaunuille sallitaan 825 kg:n kantavuus, kun siihen lasketaan 75 kg vetopään kuorma. Kuitenkaan rekisteriotteeseen ei saatu tätä luokitusta, vaikka se kuuluisi olla kirjattuna. Asiaa selvitetään Trafín kanssa, miten asian kanssa edetään.

Taulukko 2. Osien muutosprosentit. (Liikenteen turvallisuusvirasto 2016.)

OSUUS (%)	
<i>Muutettu osa</i>	
Runko	35
Akselisto yhteensä	28
Jousitus	17
Kuormatila/kori yhteensä (päällirakenne)	10
Vetolaite/aisa	10

Käytännön toteutusta helpotti oma rakennustila, jossa saatiin työskennellä omien aikataulujen mukaisesti. Samoin suurin osa työvälineistä löytyi omasta takaa, joten rahaa säästyi niin tila- kuin konevuokrissa.

Opinnäytetyöni käytännön toteutuksessa onnistuttiin, peräkärri–traileri-yhdistelmä valmistui ja sai yksittäishyväksynnän, joten se on valmis tieliikennekäyttöön. Käytössä se on helposti muunneltavissa peräkärriksi ja tarvittaessa moottoriveneen traileriksi. Lopputuloksena uskon opinnäytetyön kuvien ja 3D-mallien olevan hyödyksi kyseisten yhdistelmien valmistajalle.

LÄHTEET

- A 1256/1992. Asetus ajoneuvojen rakenteesta ja varusteista. A1256/1992, 3. §. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 10.2.2018] Saatavana: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1992/19921256#Pidp451981408>
- A 240/2017. Valtioneuvoston asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä annetun asetuksen muuttamisesta. 240/2017,46. §. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 2.4.2018] Saatavana: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170240>
- Atlok. Ei päiväystä. Tämä sinun on hyvä tietää, kun olet hankkimassa led-valaisinta [Verkkosivu]. [Viitattu 10.4.2018]. Saatavana: <https://www.atlok.fi/led-koulu>
- ESAB. 1.11.2016. MIG/MAG-hitsaus. [Verkkosivu]. [Viitattu 11.2.2018]. Saatavana: <http://www.esab.fi/fi/fi/education/blog/mig-mag-hitsaus.cfm>
- HTM Yhtiöt Oy. Ei päiväystä. Terästen standardien mukaiset mekaaniset ominaisuudet [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 25.3.2018]. Saatavana: <https://htmyhtioid.fi/assets/files/TPK%20asiakirjat/Ter%C3%A4sten%20mekaaniset%20ominaisuudet.pdf>
- Liikenteen turvallisuusvirasto. 21.4.2017. Jarruttomien kevyiden perävaunujen kokonaismassa voi olla 825 kg. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 1.4.2018]. Saatavana: https://www.trafi.fi/trafi/ajankohtaista/3363/jarruttomien_kevyiden_peravaunujen_kokonaismassa_voi_olla_825_kg
- Liikenteen turvallisuusvirasto. 6.7.2007. Kuvat trailerista 1069/208/2007. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 16.2.2018]. Saatavana: https://www.trafi.fi/file-bank/a/1414581759/a5113c860a620c61bef790cf19698402/16029-O1- ja O2-luokan_keskiakseliperavaunun_vetoaisa_LIITE_Esim_vetoaisasta.pdf
- Liikenteen turvallisuusvirasto. 17.6. 2015. Hinattavan laitteen rekisteröintikatsastus ja yksittäishyväksyntä. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 11.4.2018]. Saatavana: https://www.trafi.fi/file-bank/a/1434621174/45e374fb58c5e4bfcfc32225aeda969f/17900-Ohje_hinattavan_laitteen_yksittaishyvaksynta.pdf
- Liikenteen turvallisuusvirasto. 2016. Rakenteenmuutosmääräys soveltamisohje (kevyt kalusto). [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 10.4.2018]. Saatavana: [https://www.trafi.fi/file-bank/a/1464955077/3ee2bebc461ef7693ac4d5455c14156f/21676-Rakenteenmuutosmaarays_soveltamisohje_\(kevyt_kalusto\)_Versio_2_0.pdf](https://www.trafi.fi/file-bank/a/1464955077/3ee2bebc461ef7693ac4d5455c14156f/21676-Rakenteenmuutosmaarays_soveltamisohje_(kevyt_kalusto)_Versio_2_0.pdf)

Liikenteen turvallisuusvirasto. 19.6.2012. Pidä huolta peräkärystä ja kuormaa oikein. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 1.4.2018]. Saatavana: https://www.trafi.fi/trafi/ajankohtaista/1836/pida_huolta_perakarrysta_ja_kuormaa_oikein

Liikenteen turvallisuusvirasto. 11.4.2018. Ajoneuvoluokat. [Verkkosivu]. [Viitattu 3.2.2018]. Saatavana: <https://www.trafi.fi/tieliikenne/ajoneuvoluokat>

Siivous.info. Ei päiväystä. Ruiskumaalaus – ohjeet ja vinkit. [Verkkosivu]. [Viitattu 10.3.2018]. Saatavana: <http://www.siivous.info/maalaus/ruiskumaalaus>

Trafi. 31.10.2007. O1- ja O2-luokan keskiakseliperävaunun vetoaisa. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 16.2.2018]. Saatavana: https://www.trafi.fi/filebank/a/1414581757/719067b953d7a20c427bf990eccc8643/15916-O1- ja O2-luokan_keskiakseliperavaunun_vetoaisa.pdf

Vannetukku. Ei päiväystä. Rengasinfo. [Verkkosivusto]. [Viitattu 18.3.2018]. Saatavana: <https://www.vannetukku.fi/rengasinfo.php>

LIITTEET

Liite 1. Liikenteen turvallisuusvirasto. Ajoneuvoluokat.

Liite 2. A 1256/1992. Asetus ajoneuvojen rakenteesta ja varusteista.
A1256/1992, 3. §.

LIITE 1. Liikenteen turvallisuusvirasto. Ajoneuvoluokat.

Perävaunu

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

Auton perävaunut jaetaan kokonaismassan perusteella seuraaviin luokkiin:

O1-luokan ajoneuvon (kevyt perävaunu) kokonaismassa on enintään 0,75 tonnia

O2-luokan ajoneuvon kokonaismassa on suurempi kuin 0,75 tonnia mutta enintään 3,5 tonnia

O3-luokan ajoneuvon kokonaismassa on suurempi kuin 3,5 tonnia mutta enintään 10 tonnia

O4-luokan ajoneuvon kokonaismassa on suurempi kuin 10 tonnia.

R-luokan ajoneuvo on tavarankuljetukseen tarkoitettu traktorin perävaunu. O1-luokan perävaunulle sallitaan Suomen kansallisessa lainsäädännössä 750 kg kokonaismassa. EU-asetuksissa kuitenkin sallitaan akselilta maahan kohdistuvan massan lisäksi perävaunun vetopään kantaa kokonaismassaan laskettavaa pystysuuntaista kuormaa.

EU-tason asetus siis sallii sen, että O1-luokan kevyiden perävaunujen kokonaismassa voi olla 825 kg. Tällöin kuormataan 750 kg akseleille ja 75 kg vetopäälle.

Jotta perävaunua voi käyttää 825 kg kuormauksella, tulee 825 kg olla merkittynä perävaunun rekisteröintitodistuksen tekniseen osaan. O1-luokan kevyille perävaunuille ei edellytetä pakollisena jarruja.

Perävaunut jaetaan rakenteen mukaan seuraaviin alaluokkiin:

Puoliperävaunu on perävaunu, joka on tarkoitettu kytkettäväksi puoliperävaunun vetoautoon tai apuvaunuun. Puoliperävaunu aiheuttaa olennaisen kohtisuoran kuormituksen vetoautoon tai apuvaunuun.

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.

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).

1.1.2011 tai sen jälkeen käyttöön otetut hinattavat laitteet

1.1.2011 tai sen jälkeen ensimmäisen kerran käyttöön otettava hinattava laite on rekisteröitävä ennen käyttöä tiellä. Rekisteröinnin edellytyksenä on yksittäishyväksyntä, tai tyyppihyväksytylle ajoneuvolle rekisteröintikatsastus tai ennakoilmoitus.

Autolla vedettävään hinattavaan laitteeseen sovelletaan samoja vaatimuksia kuin auton perävaunuihin. Jos autolla vedettävä hinattava laite ylittää tieliikenteessä yleisesti sallitut mitta- tai massarajat, ajoneuvolle on haettava Trafilta erikoiskuljetuksista ja erikoiskuljetusajoneuvoista annetun Liikenneministeriön päätöksen mukainen poikkeuslupa rekisteriin merkitsemistä varten.

Valmistenumero

Kaikissa autoon kytkettävissä hinattavissa laitteissa, myös ennen 29.4.2009 käyttöön otetuissa, on oltava valmistenumero. Jos ajoneuvossa ei ole valmistenumeroa, katsastustoimipaikka antaa sellaisen.

LIITE 2. A 1256/1992. Asetus ajoneuvojen rakenteesta ja varusteista. A1256/1992, 3. §.

215 §

Rakenne

Auton perävaunu saa olla pituudeltaan säädettävissä edellyttäen, että säätämiseen tarkoitetut rakenteet ja laitteet ovat tarkoituksenmukaiset ja kestävät.

216 §

Renkaat

1. Auton perävaunun renkaiden, pinnoitettuja renkaita lukuun ottamatta, tulee olla e-hyväksytyt EY:n neuvoston antaman direktiivin 92/23/ETY mukaisesti, E-hyväksytyt säännön n:o 30/02, 54 tai 64 mukaisesti tai täyttää FMVSS-standardin n:o 109 vaatimukset.

2. Pinnoitetussa renkaassa tulee olla merkintä renkaan koosta ja kantavuusluokasta sekä renkaan molemmilla puolilla pysyvä merkintä "Pinnoitettu - Regummerad".

3. Perävaunussa käytettävän henkilöautonrenkaan kulutuspinnan uria ei saa lisätä eikä syventää. Muuhun renkaaseen saa tartuntakyvyn parantamiseksi tehdä lisäuria alkuperäisten urien suurimpaan syvyyteen asti tai teräskudoksisessa renkaassa renkaan valmistajan sallimaan suurimpaan syvyyteen asti.

217 §

Nastat

Auton perävaunun nastarenkaiden nastojen määrään, kiinnitykseen, ulkonemaan, pistovoimaan, massaan ja hyväksymiseen sovelletaan, mitä auton nastarenkaiden vastaavista ominaisuuksista 37 ja 38 §:ssä säädetään.

218 §

Jarrut

1. Auton perävaunussa, O1-luokan perävaunua lukuun ottamatta, tulee olla luotettavat ja tehokkaat jarrulaitteet. Niiden tulee vastata EY- direktiivin 71/320/ETY vaatimuksia, sellaisina kuin ne ovat muutettuina direktiivillä 88/194/ETY, E-säännön n:o 13/05 tai standardin FMVSS 105 vaatimuksia taikka ministeriön paineilmajarruista antaman päätöksen vaatimuksia. Perävaunun, joka otetaan Suomessa ensi kertaa käyttöön 1 päivänä joulukuuta 1994 tai sen jälkeen, jarrujen tulee vastata sanotun direktiivin vaatimuksia sellaisina kuin ne ovat muutettuina direktiivillä 91/422/ETY tai E-säännön n:o 13/06 vaatimuksia. Perävaunussa tulee olla seisontajarru ja laite, joka saattaa perävaunun jarrut toimintaan kytkennän pettäessä.

2. Jarruissa saa käyttää vain perävaunun valmistajan niihin alunperin asentamia tai niitä toimintavaatimuksiltaan vastaavia taikka valmistajan määräämisiä ehdoin niihin jälkeinpäin asennettavaksi hyväksymiä säätö- ja turvalaitteita, jotka eivät vaaranna jarrujen toimintaa.

3. O4-luokan perävaunussa ja vaarallisten aineiden kuljetukseen tarkoitetun säiliöajoneuvoyhdistelmän O3-luokan perävaunussa, jonka kokonaismassa on suurempi kuin 6 tonnia, tulee olla 1 momentissa mainitussa EY-direktiivissä tai E-säännössä tarkoitetut lukkiutumattomat jarrut.

219 §

Vetolaitteet

1. Perävaunun vetosilmukan, vetotapin tai vetokytkimen tulee sijaita perävaunun pituusakselilla.

2. Vetoaisa saa olla pituudeltaan säädettävä, jolloin siinä tulee olla luotettavat lukituslaitteet. Sen tulee olla kaikissa käyttöasennoissa hyväksytty siihen kohdistuville kuormille. Milloin pituuden muuttaminen tapahtuu hydraulisella tai vastaavalla laitteistolla, on sen käyttövoima rajoitettava siten, ettei vetolaitteisiin kohdistu turvallisuutta vaarantavaa kuormitusta.

3. O3- ja O4-luokan perävaunun vetosilmukan ja -tapin mitoituksen ja lujuuden tulee vastata E-säännön n:o 55 vaatimuksia tai ministeriön tarvittaessa erikseen antamia määräyksiä. Ministeriö antaa tarkemmat määräykset vetoaisan lujuudesta ja hyväksymisestä.

220 §

Alleajosuoja

1. Auton perävaunussa tulee olla takapuskuri tai vastaava laite erityisesti M1- ja N1-luokan ajoneuvojen suojaamiseksi takaa tapahtuvassa törmäyksessä alleajolta. Alleajosuojan tulee vastata EY-direktiivin 70/221/ETY vaatimuksia, sellaisina kuin ne ovat muutettuina direktiivillä 81/333/ETY, tai E-säännön n:o 58/01 vaatimuksia.

2. Alleajosuojaa ei kuitenkaan vaadita:

a) perävaunussa, jossa korin, alustan tai perävaunuun kiinteästi kuuluvan osan tai laitteen rakenne ja sijainti täyttää alleajosuojalle asetetut vaatimukset;

b) O1- ja O2-luokan perävaunussa, jonka korirakenteen takaosan korkeus kuormittamattomana tien pinnasta on enintään 0,55 metriä enintään 0,2 metriä perävaunun leveyttä pienemmältä leveydeltä ja 0,45 metrin etäisyydellä ajoneuvon takapäätä;

c) perävaunussa, joka on suunniteltu ja rakennettu erityisesti jakamatomien, pitkien kuormien, kuten tukkien tai terästankojen kuljettamiseen;

d) jokapyörävetoiseen N2G- ja N3G-luokan autoon kytketyssä perävaunussa; eikä

e) perävaunussa, jossa alleajosuoja olennaisesti vaikeuttaa perävaunun tai sen laitteiden käyttöä.

221 §

Sivusuojat

1. Autoon kytkettäväksi tarkoitetun O3- ja O4-luokan perävaunun tulee olla siten rakennettu tai varustettu, että suojattomien tienkäyttäjien vaara perävaunun sivujen alle kaatumiseen ja pyörien alle joutumiseen on mahdollisimman vähäinen. Sivusuojauksen tulee vastata EY-direktiivin 89/297/ETY tai E-säännön n:o 73 vaatimuksia.

2. Jos perävaunun sivut on siten suunniteltu tai varusteltu, että niiden muoto ja osien ominaisuudet yhdessä täyttävät 1 momentissa tarkoitetun direktiivin tai E-säännön vaatimukset, voidaan perävaunun rakenteen katsoa korvaavan sivusuojat.

3. Erityistä sivusuojaa ei vaadita:

a) perävaunussa, joka on suunniteltu ja rakennettu erityisesti jakamattomien, pitkien kuormien, kuten tukkien tai terästankojen kuljettamiseen;

b) jokapyörävetoiseen N2G- ja N3G-luokan autoon kytketyssä perävaunussa; eikä

c) perävaunussa, joka on suunniteltu ja rakennettu erityiskäyttöön ja johon ei ole käytännössä mahdollista asentaa sivusuojauksia.

222 §

Roiskesuojat ja -läpät

1. Auton perävaunussa tulee olla kaikilla pyörillä roiskesuojat. Erityistä roiskesuojaa ei vaadita, jos perävaunun korin tai lavan pohja tarpeellisin lisälaittein muodostaa jäljempänä tässä pykälässä määriteltä vastaan suojan roiskumista vastaan.

2. Roiskesuojien tulee ulottua leveydeltään vähintään renkaan tai parirenkaiden yhteenlasketun leveyden suuruiseen edessä vähintään 30° pyörän akselin kautta kulkevan pystytason etupuolelle ja takana, perävaunun ollessa kuormittamaton, ainakin akselin tasalle.

3. Roiskesuojan poikkileikkauksen tulee olla siten kourumainen, että kourun syvyys akselin yläpuolelta mitattuna on vähintään 30 mm. Roiskesuojan reunan etäisyys akselista ei saa olla suurempi kuin puolitoista kertaa renkaan säde.

4. O3- ja O4-luokan perävaunussa tulee takapyörien roiskesuojissa olla roiskesuojien levyiset roiskeläpät enintään 1,2 metrin etäisyydellä pyörän akselista. Niiden alareunan etäisyys maasta perävaunun ollessa kuormittamaton saa olla enintään neljäsosa mainitusta etäisyydestä, jollei perävaunun ja jousituksen rakenne muuta edellytä.

5. O3- ja O4-luokan perävaunussa EY:n neuvoston antaman direktiivin 91/226/ETY vaatimukset täyttävien roiskeläppien katsotaan vastaavan 4 momentin vaatimuksia.

223 §

Pakolliset ja sallitut valaisimet ja heijastimet

1. Auton perävaunussa tulee olla seuraavat valaisimet ja heijastimet:

a) suuntavalaisimet;

b) jarruvalaisimet;

c) rekisterikilven valaisin;

d) etuvalaisimet perävaunussa, jonka leveys on suurempi kuin 1,6 metriä;

e) takavalaisimet;

f) takana punaiset heijastimet;

g) etuheijastimet;

h) sivuheijastimet;

i) takasumuvälaisin tai -valaisimet;

j) äärivalaisimet, jos perävaunun leveys on suurempi kuin 2,1 metriä; ja

k) ajoneuvon ulkopuolelle yli yhden metrin takana ulottuvan muuta rakennetta kapeamman rakenneosan tai varusteen merkitsemiseksi sivuille näkyvät ruskeankeltaiset heijastimet.

2. Auton perävaunussa saa sen lisäksi, mitä 1 momentissa säädetään, olla seuraavat valaisimet:

a) etuvalaisimet perävaunussa, jonka leveys on enintään 1,6 metriä;

b) peruutusvalaisin tai -valaisimet;

c) sivuvalaisimet;

d) äärivalaisimet perävaunussa, jonka leveys on vähintään 1,8 metriä ja enintään 2,1 metriä;

e) ylös keskelle asennettu lisäjarruvalaisin;

f) kuormausta ja purkausta varten välttämättömät työ- ja apuvalaisimet; ja

g) erikoiskuljetukseen käytettävässä perävaunussa tai sen kuormassa erikseen määrätyt valaisimet ja heijastimet.

3. Edellä 1 momentin a -j kohdassa sekä 2 momentin a -d kohdassa tarkoitettujen valaisimien ja heijastimien värin, tyypin, lukumäärän, sijoituksen, näkyvyyden, suuntauksen ja kytkennän tulee täyttää EY-direktiivin 76/756/ETY määräykset, sellaisina kuin ne ovat muutettuina direktiivillä 84/8/ETY, tai E-säännön n:o 48 määräykset. Perävaunussa, joka otetaan käyttöön 1 päivänä lokakuuta 1994 tai sen jälkeen, tässä momentissa tarkoitettujen valaisimien ja heijastimien värin, tyypin, lukumäärän, sijoituksen, näkyvyyden, suuntauksen ja kytkennän tulee täyttää sanotun EY-direktiivin määräykset sellaisina kuin ne ovat muutettuina direktiivillä 91/663/ETY. Muidenkin valaisimien ja heijastimien värin, sijoituksen, näkyvyyden ja suuntauksen määrittämiseen sovelletaan, mitä sanotussa direktiivissä tai sanotussa E-säännössä on määrätty.

224 §

Suuntavalaisimet

Suuntavalaisimien tulee olla e-hyväksytyt direktiivin 76/759/ETY mukaisesti tai E-hyväksytyt säännön n:o 6/01 mukaisesti.

225 §

Jarruvalaisimet

1. Jarruvalaisimien tulee olla e-hyväksytyt direktiivin 76/758/ETY mukaisesti tai E-hyväksytyt säännön n:o 7/01 mukaisesti.

2. Lisäjarruvalaisimen tulee olla sijoitettu perävaunun keskiviivalle.

3. Lisäjarruvalaisimen valaisevan pinnan alareuna ei saa olla alempana kuin 0,85 metrin korkeudella. Lisäjarruvalon valaisevan pinnan alareunan tulee kuitenkin kaikissa tapauksissa olla varsinaisten jarruvalaisimien valaisevan pinnan yläpuolella.

4. Lisäjarruvalaisin on kytkettävä toimimaan samanaikaisesti varsinaisten jarruvalaisimien kanssa.

5. Lisäjarruvalaisimen tulee olla 1 momentin mukaisesti hyväksytyt tai täyttää standardin FMVSS 108 vaatimukset ja olla varustettu tässä tai SAE-standardissa edellytetyllä merkinnällä.

226 §

Rekisterikilven valaisin

Rekisterikilven valaisimen tulee olla e-hyväksytyt direktiivin 76/760/ETY mukaisesti tai E-hyväksytyt säännön n:o 4 mukaisesti.

227 §

Etu- ja takavalaisin

Etu- ja takavalaisimiin sovelletaan mitä 225 §:n 1 momentissa säädetään jarruvalaisimista.

228 §

Heijastimet

1. Heijastimien tulee olla e-hyväksytyt direktiivin 76/757/ETY mukaisesti tai E-hyväksytyt säännön n:o 3/02 mukaisesti.

2. Eteenpäin suunnattujen heijastimien tulee olla valkoiset, sivulle suunnattujen ruskeankeltaiset ja taakse suunnattujen punaiset. Taakse suunnattujen heijastimien tulee olla kolmion muotoiset. Muut heijastimet eivät saa olla kolmion muotoiset.

229 §

Takasumuvälaisin

Takasumuvälaisimen tulee olla e-hyväksytyt direktiivin 77/538/ETY mukaisesti, sellaisena kuin se on muutettuna direktiivillä 89/518/ETY, tai E-hyväksytyt säännön n:o 38 mukaisesti.

230 §

Äärivälaisimet

Äärivälaisimiin sovelletaan mitä 225 §:n 1 momentissa säädetään jarruvalaisimista.

231 §

Peruutusvalaisin

Peruutusvalaisimen tulee olla e-hyväksytty direktiivin 77/539/ETY mukaisesti tai E-hyväksytty säännön n:o 23 mukaisesti.

232 §

Sivuvalaisimet

Sivuvalaisimien lampun teho saa olla enintään 10 W.

233 §

Nopeuskilpi

Perävaunuun, jonka hinausnopeus on erikseen rajoitettu alemmaksi kuin 80 km/h, on kiinnitettävä taakse näkyvä suurinta sallittua nopeutta kilometreinä tunnissa osoittava mustin reunoin varustettu keltainen, halkaisijaltaan 240 mm mittainen pyöreä kilpi, johon on mustin 120 mm korkein numeroin merkitty suurinta sallittua nopeutta kilometreinä tunnissa osoittava luku.

234 §

Pituuskilpi

Ajoneuvoyhdistelmässä, jonka suurin pituus ylittää 15,5 metriä, tulee olla taakse suunnattuina E-säännön n:o 70 vaatimuksia vastaavat pitkän ajoneuvon merkkilivet tai 25 mm levein punaisin reunuksin varustettu vähintään 0,30 m x 0,80 m mittainen kilpi, jossa on keltaisella heijastavalla pohjalla musta ajoneuvoyhdistelmän kuva.