

Tuomas Kauppinen

Henkilöauton perävaunun suunnittelu

Opinnäytetyö

Kevät 2010

Tekniikan yksikkö

Auto- ja kuljetustekniikka

Auto- ja työkonetekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö
Koulutusohjelma: Auto- ja kuljetustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto: Auto- ja työkonetekniikka

Tekijä: Tuomas Kauppinen

Työn nimi: Henkilöauton perävaunun suunnittelu

Ohjaaja: Mika Kumara

Vuosi: 2010

Sivumäärä: 47

Liitteiden lukumäärä: 16

Tämän työn lähtökohtana oli suunnitella jarruton, yksiakselinen henkilöauton perävaunu. Materiaali ja rakenne olivat vapaasti valittavissa.

Työssä on perehdytty Suomen lain asetuksiin ja määräyksiin perävaunujen rakenteesta.

Runkorakenteen osalta on suoritettu tarvittavat lujuuslaskennat valitulle materiaalille. Valmistettavista osista on tehty 2D ja 3D piirustukset valmistusta varten.

Lisäksi on perehdytty perävaunujen valmisosien tarjontaan.

Työn tuloksena syntyi valmis suunnitelma perävaunun rakentamiseen niin itse valmistetun rungon kuin valmisosienkin osalta.

Avainsanat: perävaunut, henkilöautot, suunnittelu

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Automotive and Transportation Engineering

Specialisation: Automotive and Work Machine Engineering

Author: Tuomas Kauppinen

Title of thesis: Designing an trailer for a passenger car

Supervisor: Mika Kumara

Year: 2010

Number of pages: 47

Number of appendices: 16

The basis of this thesis was to design a trailer with one axel without brakes for passenger car. The material and structure were freely selectable.

For this work the Finnish Law was also studied to make the trailer to be used in the traffic.

The necessary strength theory was calculated for the selected material. The 2D and 3D drawings of the parts which will be manufactured were made.

The selection of the ready made trailer parts was also studied for this work. As a result of this work a design for a trailer was formed.

The design is composed of a self made frame and a selection of the ready made parts.

Keywords: trailer, passenger car, design

SISÄLLYS

OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ	2
THESIS ABSTRACT	3
SISÄLLYS	4
KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET.....	6
KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO	7
1 JOHDANTO	9
1.1 TYÖN LÄHTÖKOHTA	9
1.2 TYÖN TAVOITTEET	10
1.3 HENKILÖAUTON PERÄVAUNUN MÄÄRITELMÄ JA RAKENNEMÄÄRÄYKSET	11
2 VERTAILU MUIHIN JA KILPAILEVIIN MALLEIHIN	19
2.1 RAKENTEELTAAN ERILAINEN MALLI	19
2.2 RAKENTEELTAAN SAMANLAINEN MALLI.....	20
2.3 VERTAILU	20
3 PERÄVAUNUN SUUNNITTELU.....	22
3.1 AKSELI	22
3.2 AISA.....	23
3.3 KUULAKYTKIN	23
3.4 RUNKORAKENNE	24
3.4.1 Materiaalit	24
3.4.2 Runkopalkit	25
3.4.3 Poikkipalkit.....	33
3.4.4 Kulmat.....	37
3.4.5 Päädyt ja sivut	38
3.4.6 Aisan kiinnityslaipat.....	39
3.5 LAVA JA LAIDAT	39
3.5.1 Lavamateriaali ja kiinnityspisteet	40
3.5.2 Laidat	41
3.5.3 Roiskesuojat	41
3.5.4 Lavalukot	42
3.5.5 Renkaat	43
3.6 SÄHKÖJÄRJESTELMÄ	44

3.7 TYÖSSÄ KÄYTETYT VALMISOSAT	45
4 YHTEENVETO	46
LÄHTEET	47
LIITTEET	48

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

Perävaunu	Tavaroiden tai ihmisten kuljettamiseen käytettävä hinattava laite.
Akseli	Osa perävaunun kantavaa rakennetta, johon kuuluu pyörän navat ja mahdollisesti jousitus.
Aisa	Perävaunun osa, jolla vaunu liitetään vetoautoon.
Kuulakytkin	Osa, jolla vaunun kytkentä varmistetaan vetoautoon.
Runkopalkki	Pituusakselin suuntaisesti kulkeva perävaunun kantava rakenne.
Poikkipalkki	Poikittaissuuntainen kantava rakenne.

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. JC28L.(Agrimarket 2010.)	19
Kuvio 2. R 3000.1. (RKK-trailer 2010.).....	20
Taulukko 1. JC28L:n tekniset tiedot. (Agrimarket 2010.)	21
Taulukko 3. R 3000.1:n tekniset tiedot. (RKK-trailer 2010.).....	21
Kuvio 3. WAP akseli. (IKH 2010.)	22
Kuvio 4. Kuulakytkin. (Teohydrauli 2010.).....	23
Kuvio 5. 3D-mallinnus runkorakenteesta.	24
Kuvio 6. 3D-mallinnus runkopalkista.	25
Kuvio 7. Runkopalkin poikkileikkaus.	26
Kuvio 8. Rakenteen tukireaktiot.	28
Kuvio 9. Taivutusmomentti pisteessä 2.....	31
Taulukko 4. Runkopalkkiin kohdistuvat taivutusmomentit tukireaktion B ja pisteen 3 kohdalla.	32
Kuvio 10. Leikkausvoimakuvaaja.	32
Kuvio 11. Taivutusmomenttikuvaaja.	32
Kuvio 12. Poikkipalkin poikkileikkaus.	33

Kuvio 13. Poikkipalkin tukireaktiot.....	34
Taulukko 5. Poikkipalkin taivutusmomentit.	36
Kuvio 14. Poikkipalkin taivutusmomenttikuvaaja.....	36
Kuvio 15. 3D-mallinnus kulman rakenteesta.....	37
Kuvio 16. 3D-mallinnus lavarakenteesta.....	38
Kuvio 17. Laippakiinnitys.	39
Kuvio 18. Sidontalenkki 303. (Teohydrauli 2010.).....	40
Kuvio 19. Ruuvikiinnitteinen sidontakoukku. (Teohydrauli 2010.).....	40
Kuvio 20. Sidontalenkkien paikat.	41
Kuvio 21. Lavalukko 107. (Teohydrauli 2010.).....	42
Kuvio 22. Perävaunun lastauskorkeus ja kokonaiskorkeus 300 mm laidoilla.....	43
Kuvio 23. Valosarja. (Teohydrauli 2010.).....	44
Taulukko 6. Työssä käytetyt valmisosat.....	45
Kuvio 24. Havainnekuva valmiista perävaunusta.....	46

1 JOHDANTO

1.1 Työn lähtökohta

Tehtävänanto tälle työlle tuli Järviseudun ammatti-instituutilta, jonne haluttiin suunnitteludokumentti perävaunusta opiskelijoiden valmistukseen. Rajoituksena suunnitelmalle oli se, että vaunun tulisi olla yksiakselinen ja jarruton. Materiaali ja rakenne olivat vapaasti valittavissa.

Suunnitelman lähtökohdaksi on valittu käyttäjäystävällinen näkökulma. Perävaunun mitat tulisi olla sellaiset, että esimerkiksi rakennustarvikkeiden kuljetus ja lastaaminen olisi mahdollisimman helppoa. Tästä lähtökohdasta päädyttiin lavettimaliin, jossa perävaunun rakenne on sellainen, että laidat on mahdollista poistaa, jolloin kuorma on mahdollista lastata sivusta ja laitojen poistaminen helpottaa lavapituuden ylittävän kuorman, kuten puutavaran, kuljettamista. Lastaamisen helpottamiseksi perävaunun lava on mahdollista kipata jolloin esimerkiksi erilaisten moottoriajoneuvojen lastaaminen helpottuu. Perävaunun lavakoko on määritetty sen mukaan, että sillä voidaan kuljettaa esimerkiksi 1200 x 2400 mm:n kipsilevyjä ilman, että laitoja tarvitsee poistaa.

1.2 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on suunnitella lavettimallin perävaunu eli sellainen perävaunu, jonka laidat ovat irrotettavat. Materiaaliksi on valittu teräs, koska se on yksinkertaista muovata ja sen kustannukset ovat pienemmät. Akselisto on erillisjousitettu kumivääntösauvoilla varustettu, koska tämän akseliston kanssa ei ole pakko käyttää heilahduksenvaimentimia. Perävaunu on kipattava, minkä takia suunnittelussa on jouduttu käyttämään paljon valmiiksi tyyppihyväksytyjä osia, kuten esim. akseli, aisa ja kuulakytin.

1.3 Henkilöauton perävaunun määritelmä ja rakennemääräykset

Jotta suunniteltu perävaunu saataisiin tieliikennekäyttöön, on sen täytettävä Suomen lain määrittelemät asiat rakenteessa ja varusteissa. Kun kyse on henkilöauton perävaunusta, kuuluu se O₁ luokkaan. O₁ luokan perävaunu on jarruton ja sen kokonaismassa saa olla enintään 750 kg.(L 1992/1256.)

2 luku

Ajoneuvoja koskevia määritelmiä

9 §

Perävaunu

1. *Perävaunulla* (O₁-O₄-luokka) tarkoitetaan henkilöiden tai tavarankuljetukseen taikka matkailutarkoituksiin rakennettua hinattavaa ajoneuvoa. *Reki* on jalaksin varustettu perävaunu.
2. *Puoliperävaunu* on moottoriajoneuvoon kytkettäväksi tarkoitettu ajoneuvo, jonka etuosa lepää moottoriajoneuvon päällä; moottoriajoneuvo kantaa olennaisen osan puoliperävaunun koko omasta massasta ja perävaunun kuorman massasta.
3. *Varsinainen perävaunu* 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.
4. *Keskiakseliperävaunu* on perävaunu, jonka akselisto on sijoitettu perävaunun painopisteeseen tai sen lähelle siten, että vain vähäinen pystysuuntainen voima, joka ei ylitä 10 kN tai 10 prosenttia perävaunun kokonaismassaa vastaavasta voimasta, kohdistuu vetävään ajoneuvoon. Keskiakseliperävaunun vetolaite ei ole nivelöity pystysuunnassa liikkuvaksi perävaunuun nähden. *Traktoriperävaunu* on traktoriin kytkettäväksi tarkoitettu keskiakseliperävaunu, jossa vetävään ajoneuvoon kohdistuu tässä momentissa tarkoitettua suurempi, kuitenkin enintään 30 kN pystysuuntainen voima.
5. Perävaunut jaetaan kokonaismassan perusteella lisäksi seuraaviin luokkiin:
 - a) perävaunu, jonka kokonaismassa on enintään 0,75 tonnia, luetaan O₁-luokkaan (kevyt perävaunu);

- b) perävaunu, jonka kokonaismassa on suurempi kuin 0,75 tonnia, mutta enintään 3,5 tonnia, luetaan O₂-luokkaan;
- c) perävaunu, jonka kokonaismassa on suurempi kuin 3,5 tonnia, mutta enintään 10 tonnia, luetaan O₃-luokkaan; ja
- d) perävaunu, jonka kokonaismassa on suurempi kuin 10 tonnia, luetaan O₄-luokkaan.

13 luku

Auton perävaunu

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 kokonaisuudessa on suurempi kuin 6 tonnia, tulee olla 1 momentissa mainitussa EY-direktiivissä tai E-säännössä tarkoitettut 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 jakamattomien, 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 §

Sivusuoijat

1. Autoon kytkettäväksi tarkoitettun 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. Sivusuojausten 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 tarkoitettun direktiivin tai E-säännön vaatimukset, voidaan perävaunun rakenteen katsoa korvaavan sivusuoijat.

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 sivusuojausta.

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 määriteltyä vastaavan suojan roiskumista vastaan.

2. Roiskesuojien tulee ulottua leveydeltään vähintään renkaan tai parirenkaiden yhteenlasketun leveyden suuruisena 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 takapyörrien 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) takasumuvalaisin 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-hyväksytty direktiivin 76/759/ETY mukaisesti tai E-hyväksytty 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 §

Takasumuvalaisin

Takasumuvalaisimen 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 §

Äärivalaisimet

Äärivalaisimiin 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 merkkikilvet 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. (Asetus ajoneuvojen rakenteesta ja varusteista 1256/1992.)

2 VERTAILU MUIHIN JA KILPAILEVIIN MALLEIHIN

Osana työtä suoritettiin tutkimusta jo markkinoilla olevista henkilöauton perävaunuista. Vertailuun valittiin kuvassa 1 oleva rakenteeltaan erilainen malli, jonka tässä tapauksessa oli valmistanut Juncar. Toinen vertailuun valittu kuvassa 2 oleva perävaunu oli RKK-trailerin valmistama lavettiperävaunu. Perävaunujen tekniset tiedot on esitetty taulukoissa 1 ja 2.

2.1 Rakenteeltaan erilainen malli

JC28L, kuvio 1, on Juncarin valmistama perävaunu. JC28L edustaa perinteisempää linjaa valmistaa perävaunuja. Siinä on lehtijouset sekä kiinteät sivulaidat. JC28L on varustettu kipillä ja se on valmistettu sinkitystä teräksestä.



Kuvio 1. JC28L.(Agrimarket 2010.)

2.2 Rakenteeltaan samanlainen malli

R 3000.1, kuvio 2, on perävaunu, joka edustaa lavettimallin ratkaisuja perävaunujen rakentamisessa. R 3000.1 on myös valmistettu sinkitystä teräksestä. Siinä on kuitenkin perinteisen lehtijousituksen sijaan kumivääntösauvajousitus sekä kiinteiden sivulaitojen sijaan irrotettavat sivulaidat, jotka on saranoitu runkoon.



Kuvio 2. R 3000.1. (RKK-trailer 2010.)

2.3 Vertailu

Molemmat vertailuun valitut perävaunut ovat valmistettu sinkitystä teräksestä. JC28L edustaa perinteisempää rakennetta lehtijousituksella. Lehtijousituksen edut ovat siinä, että perävaunun runkorakenne on yksinkertaisempi ja komponenttien hinnat edullisempia verrattuna RKK-trailerin rakenteeseen, jossa on käytetty kumivääntösauvajousitusta. RKK-trailerin mallin rakenteen tekee monimutkaisemmaksi myös lavettimalli, jossa renkaat sijoitetaan lavan alle, joka mahdollistaa sivusta lastaamisen. JC-trailerin mallissa ei ole sivusta lastaamisen mahdollisuutta. Rakenteesta johtuen RKK-trailerin hinta on yli 1,5-kertainen verrattuna JC-trailerin malliin.

Taulukko 1. JC28L:n tekniset tiedot. (Agrimarket 2010.)

Kantavuus	580 kg
Omapaino	170 kg
Kokonaispaino	750 kg
Rengaskoko	13 "
Kokonaispituus	3950 mm
Kokonaisleveys	1800 mm
Lavan sisäpituus	2740 mm
Lavan sisäleveys	1400 mm
Laidan korkeus	240 mm
Lavan pohjamateriaali	vesivaneri
Avattava etulaita	kyllä, saranoitu
Avattava takalaita	kyllä, saranoitu
Sisäpuoliset sidontalenkit	kyllä
Kuormapeitekoukut	kyllä
Kippi	kyllä
Jousitus	lehtijousi
Hinta	1 095,00 €

Taulukko 2. R 3000.1:n tekniset tiedot. (RKK-trailer 2010.)

Ominaisuus	RKK-3000.1
Kantavuus	550 kg
Omapaino	200 kg, ilman laitoja
Kokonaispaino	750 kg
Rengaskoko	155/70 R13
Kokonaispituus	ei ilmoitettu
Kokonaisleveys	1800 mm
Lavan sisäpituus	3000 mm
Lavan sisäleveys	1800 mm
Lastauskorkeus	650 mm
Lavan pohjamateriaali	vesivaneri
Avattava etulaita	kyllä, saranoitu
Avattava takalaita	kyllä, saranoitu
Avattava sivulaita	kyllä, saranoitu
Sisäpuoliset sidontalenkit	kyllä
Kuormapeitekoukut	ei ilmoitettu
Kippi	kyllä
Jousitus	kumivääntösauva
Hinta	1750 €, laitojen kanssa

3 PERÄVAUNUN SUUNNITTELU

Perävaunu koostuu neljästä pääosasta: rungosta, akselista ja aisasta vetokytkimineen sekä sähköjärjestelmästä. Runko koostuu perävaunun kuormaa kantavista osista eli runko- ja poikkipalkeista. Runko- ja poikkipalkit on tässä työssä tarkoitus valmistaa ammattiopistolla. Tässä työssä akseli, aisa ja sähkövarusteet on hankittava valmisosina, koska runkorakenteen korkeuden minimoimiseksi oli valittava kumivääntösauvajousituksella varustettu akseli. Aisan on oltava tyyppihyväksytty, jotta perävaunusta voidaan tehdä kipattava ja sähkövarusteiden tulee myös olla ehyväksyttyjä.

3.1 Akseli

Akseliksi valitsin IKH :n myymän WAP :n akselin, tuotenumero **PV330201**. Akselin valinnan perusteena on käytetty normaalin henkilöauton leveyttä. (IKH 2010.)



Kuvio 3. WAP akseli. (IKH 2010.)

3.2 Aisa

Aisa on myös IKH:n myymä tuote, jonka pituus on 2051 mm, kiinnityspisteiden leveys 1143 mm ja välitangon etäisyys kiinnityspisteistä 960 mm. Aisa on tyyppi-hyväksytty 750 kg:n kokonaismassalle ja 22 000 kg:n vetoautolle. Aisan tuotenumero on **PV335300**. Kuulakytkimen kiinnitys on suunniteltu 60 mm:n neliöputkelle. (IKH 2010.)

3.3 Kuulakytkin

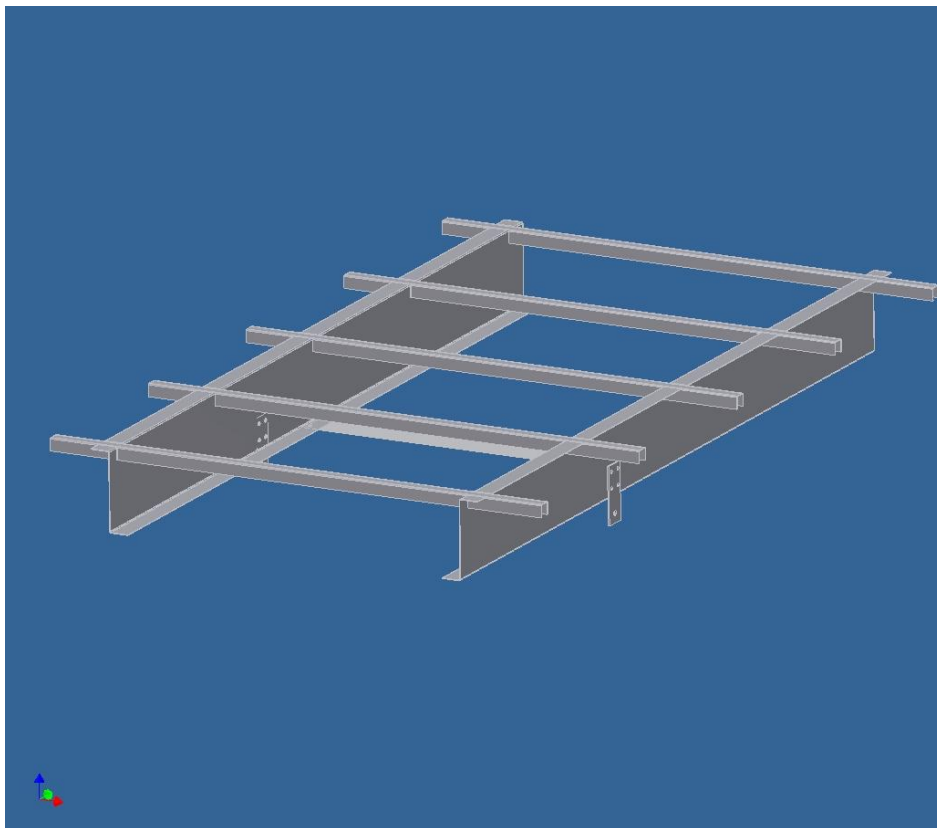
Kuulakytkimeksi valittiin Teohydrauli Oy:n myymä Winterhofin valmistama 60 mm:n neliöputkelle sopiva kuulakytkin. Kuulakytkin, kuvio 4, on EU-hyväksytty 800 kg:n kokonaismassalle sekä 75 kg:n aisapainolle. Kuulakytkimessä on kuormitusindikaattori sekä pidike pistokkeelle. (Teohydrauli 2010.)



Kuvio 4. Kuulakytkin. (Teohydrauli 2010.)

3.4 Runkorakenne

Perävaunun runkorakenne, kuvio 5, koostuu kahdesta pitkittäisestä runkopalkista ja viidestä poikkipalkista. Runkorakennetta reunustaa kehys, jolla ei ole merkitystä perävaunun kantavuuteen. Kehys toimii pohjana kulma- ja laitarakenteille. Runkorakenne valmistetaan hitsaamalla. Hitsausseamoja ei ole mitoitettu tässä työssä.



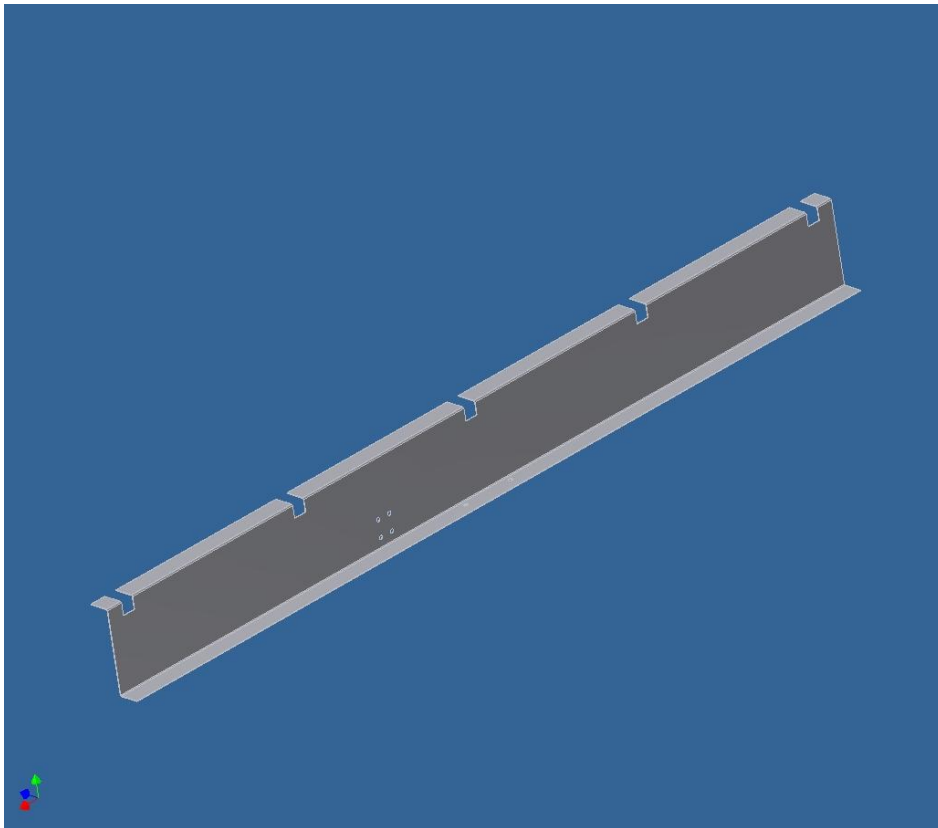
Kuvio 5. 3D-mallinnus runkorakenteesta.

3.4.1 Materiaalit

Runkopalkkien ja poikkipalkkien materiaalivahvuus on 2 mm ja pääty- ja sivupalkkien materiaalivahvuus 1 mm. Lavan pintamateriaalina käytetään 15 mm:n vesi- vaneria.

3.4.2 Runkopalkit

Runkopalkit ovat Z -profiiliset 2 mm:n ainevahvuudella. Runkopalkkien korkeus on 274 mm. Runkopalkkien poikkileikkaus on epäsymmetrinen. Runkopalkit lovetaan poikkipalkkeja varten. Runkopalkit valmistetaan särmämällä. Runkopalkkien poikkileikkaus esitetty kuviossa 7.



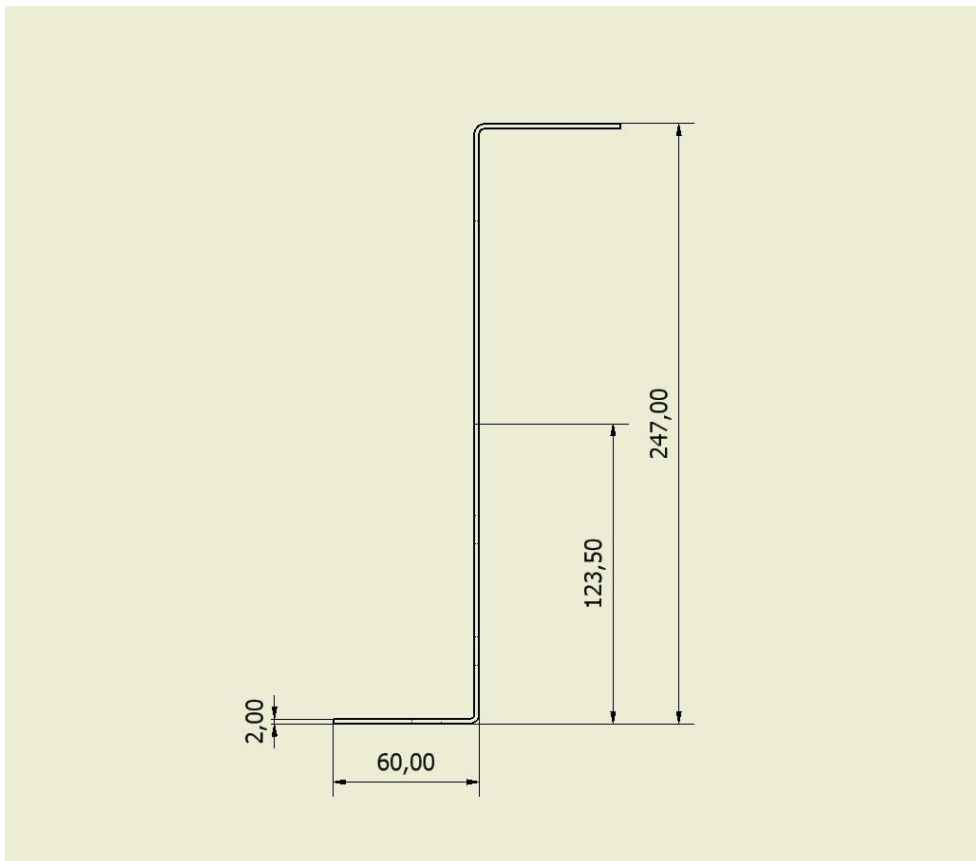
Kuvio 6. 3D-mallinnus runkopalkista.

Seuraavilla laskutoimituksilla on varmistettu, ettei sallittu taivutusmomentti ylitä valituilla runkopalkkien mitoilla ja materiaalivalinnoilla. Mitoitusperustana on mitoitus puhtaan taivutuksen perusteella. Poikkipalkkeilla ei ole vaikutusta runkopalkkien laskentaan.

Poikkipinnan jäyhyysmomentti lasketaan kaavasta

$$I_z = \frac{Bh^3}{12} + A \times (y_{pk1} - y_{pk2})^2 \quad (1)$$

jossa	B	on	poikkipinnan leveys
	h	on	poikkipinnan korkeus
	A	on	poikkipinnan pinta-ala
	$y_{pk1,2}$	on	pintakeskiön etäisyys



Kuvio 7. Runkopalkin poikkileikkaus.

Sijoittamalla runkopalkin mitat yhtälöön (1) saadaan kuvan 4 mukaiselle poikkileikkaukselle jäyhyysmomentiksi $5993064,5 \text{ mm}^4$.

Poikkipinnan taivutusvastus lasketaan kaavasta

$$W_z = \frac{I_z}{e} \quad (2)$$

jossa	I_z	on	jäyhyysmomentti
	e	on	reunaetäisyys

Sijoittamalla yhtälön (1) avulla laskettu jäyhyysmomentti sekä reunaetäisyys, joka on kappaleen symmetrisyydestä johtuen puolet poikkipinnan korkeudesta, saadaan poikkipinnan taivutusvastukseksi 48526,8 mm³.

Sallittu jännitys lasketaan kaavasta

$$\sigma_{sall} = \frac{R_m}{n} \quad (3)$$

jossa	R_e	on	myötöraja
	n	on	varmuusluku

Sallittu jännitys, 156,67 MPa, saadaan sijoittamalla yhtälöön (3) S235 teräkselle tyypillinen myötöraja on 235 MPa ja myös yleisesti käytetty varmuusluku 1,5.

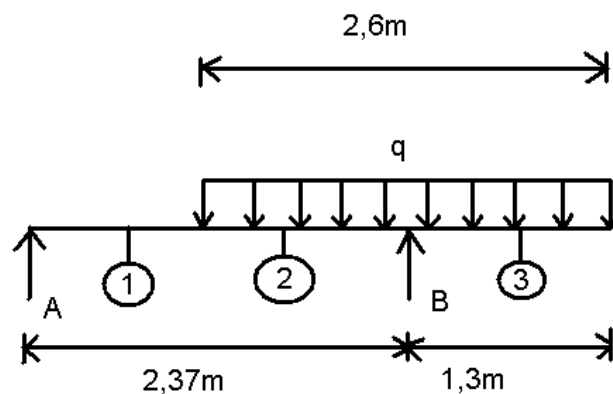
Momentti saadaan ratkaisemalla kaavasta

$$\sigma_{sall} = \frac{M}{W} \quad (4)$$

jossa	σ_{sall}	on	taivutusjännitys(3)
	M	on	momentti
	W	on	taivutusvastus

Yhdelle runkopalkille sallittu momentti saadaan ratkaisemalla momentti M yhtälöstä (4). Taivutusvastus on kuitenkin kerrottava kahdella, koska runkopalkkeja on rakenteessa kaksi kappaletta. Sijoittamalla sallittu jännitys yhtälöstä (3) sekä kaksi kertaa taivutusvastus yhtälöstä (2) saadaan yhden runkopalkin sallituksi taivutusmomentiksi 15,2 kNm.

Seuraavaksi tutkittiin taivutusmomentin arvoja runkopalkissa. Ensin määritettiin rakenteen tukireaktiot.



Kuvio 8. Rakenteen tukireaktiot.

Runkopalkin, kuvio 8, tukireaktiot saadaan ratkaisemalla palkin vasemmassa päässä vaikuttavan momentin avulla tukireaktio B. Koska rakenteeseen vaikuttavien momenttien summan tulee olla 0, voidaan kirjoittaa seuraava yhtälö tukireaktion ratkaisemiseksi.

Tukireaktiolle B muodostuu seuraava yhtälö

$$M_A = q \times 2,6m \times 2,37m - B \times 2,37m = 0 \quad (5)$$

jossa	M_A	on	momentti pisteen A ympäri
	q	on	tasainen kuorma
	B	on	tukireaktio

Kun tunnetaan, että rakenteelle sallittu 750 kg tasainen kuorma jakaantuu 2,6 metrin matkalle, saadaan yhtälöstä (5) ratkaistua tukireaktion B arvoksi 7,358 kN.

Koska myös rakenteeseen vaikuttavien pystysuorien voimien summan tulee olla 0, voidaan pisteen A tukireaktio ratkaista seuraavasta yhtälöstä

$$F_y = q \times 2,6m - B - A = 0 \quad (6)$$

jossa	F_y	on	pystysuorat voimat
	q	on	tasainen kuorma
	B	on	tukireaktio
	A	on	tukireaktio

Koska kaikki muut arvot ovat tunnettuja, saadaan yhtälöstä (6) pisteen A tukireaktioksi 0 kN.

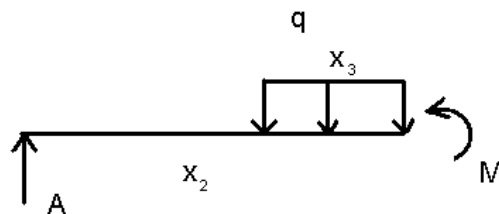
Nyt, kun tunnetaan rakenteen tukireaktiot sekä sallittu taivutusmomentti, voidaan tutkia, ylittääkö palkkiin kohdistuva taivutusmomentti sallittua arvoa.

Taivutusmomentin arvoja on tutkittu neljässä pisteessä, pisteissä 1, 2 ja 3 sekä tukireaktion B kohdalla. Koska pisteen 1 kohdalla ei vaikuta tasainen kuorma ja tukireaktio pisteessä $A = 0$, ei myöskään pisteessä 1 vaikuta taivutusmomentti.

Muissa pisteissä vaikuttaa tasaisen kuorman aiheuttama taivutusmomentti sekä tukireaktion aiheuttama taivutusmomentti. Pisteessä 2 vaikuttavat voimat on esitetty kuviossa 9. Esimerkiksi pisteessä 2 vaikuttaa tukireaktion A aiheuttama taivutusmomentti sekä matkalla x_2 vaikuttavan tasaisen kuorman aiheuttama taivutusmomentti, jolloin muodostuu seuraavanlainen yhtälö

$$-A \times x_2 + \frac{q \times x_3 \times x_3}{2} + M = 0 \quad (7)$$

jossa	A	on	tukireaktio
	$x_{2,3}$	on	pisteen etäisyys voimiin
	M	on	momentti



Kuvio 9. Taivutusmomentti pisteessä 2.

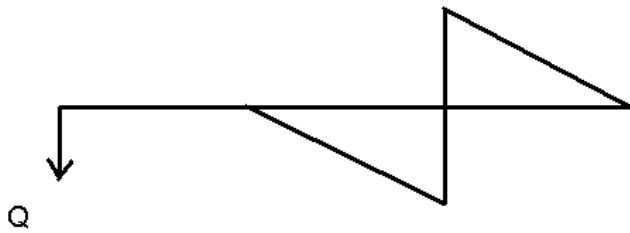
Koska momentti on ainut tuntematon yhtälössä (7), saadaan taivutusmomentiksi pisteessä 2, -4,18 kNm.

Koska muissa pisteissä laskentaperiaate on sama, esitetään muissa pisteissä lasketut momentit taulukkomuodossa, taulukko 4.

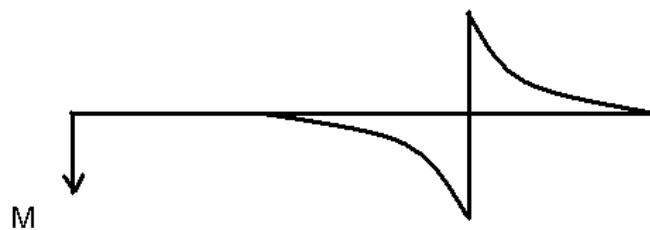
Taulukko 3. Runkopalkkiin kohdistuvat taivutusmomentit tukireaktion B ja pisteen 3 kohdalla.

Etäisyydet	Tukireaktio A	Tukireaktio B	Momentti
$x_4 = 2,37\text{m}, x_5 = 1,3\text{m}$	0	7,358 kN	10,08 kNm
$x_6 = 2,37\text{m}, x_7 = 1,95\text{m}, x_8 = 0,65\text{m}$	0	7,358 kNm	(-)0,59 kNm

Lisäksi on piirretty palkin leikkausvoima- sekä taivutusmomenttikuvaajat, kuviot 10 ja 11.



Kuvio 10. Leikkausvoimakuvaaja.

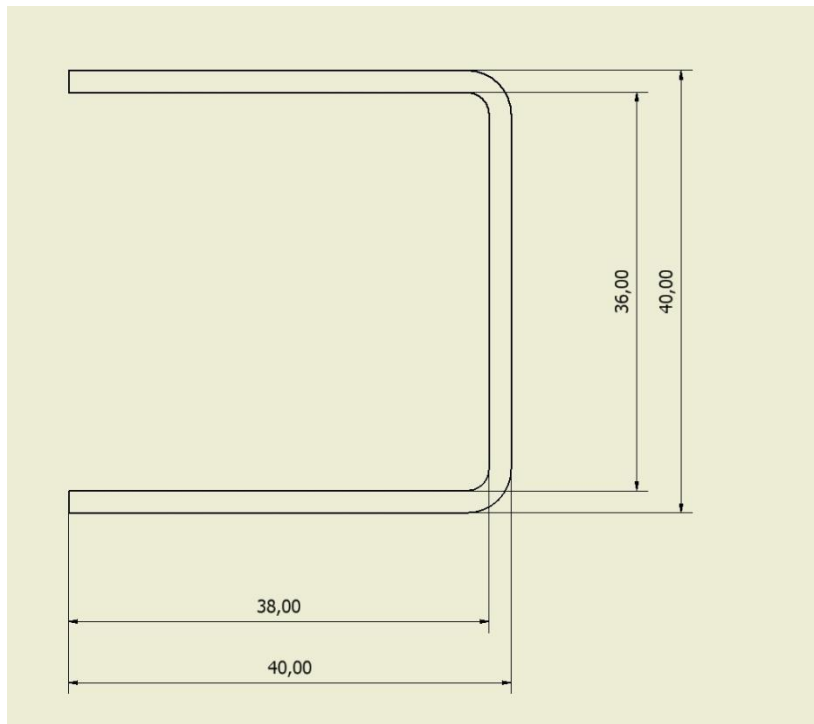


Kuvio 11. Taivutusmomenttikuvaaja.

Kuten taulukkomuodossa ilmoitetusta taivutusmomenttien arvoista voidaan todeta, taivutusmomentti ei kasva sallittua 15,2 kNm:ä suuremmaksi.

3.4.3 Poikkipalkit

Poikkipalkit, poikkileikkaus kuviossa 12, ovat muodoltaan U-profiilia ja ainevahvuudeltaan 2 mm. Poikkipalkit valmistetaan valmiista U-profiilista tai vaihtoehtoisesti särmäämällä.



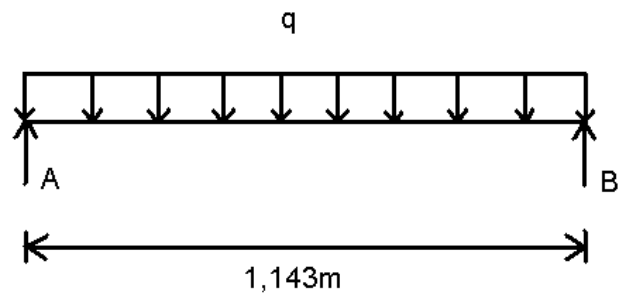
Kuvio 12. Poikkipalkin poikkileikkaus.

Koska poikkipalkkeja on viisi kappaletta, laskentaa on yksinkertaistettu olettamalla, että jokaiselle palkille tulee sama tasainen kuorma, eli yksi viidesosa 750 kg:sta. Tämän perusteella on laskettu poikkipalkkien tukireaktiot sekä sallitut taivutusmomenttiarvot. Poikkipalkin tukireaktiot on esitetty kuviossa 13.

Yhdelle poikkipalkille tulee siis seuraavan suuruinen kuorma

$$q = \frac{150 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2}{1,143 \text{ m}} = 1287 \text{ N/m} \quad (8)$$

jossa	150 kg	on	750 kg/5
	9,81 m/s ²	on	Maan putoamiskiihtyvyys
	1,143 m	on	palkin kiinnityspisteiden väli



Kuvio 13. Poikkipalkin tukireaktiot.

Poikkipalkin tukireaktiot voidaan laskea esimerkiksi määrittämällä momentti palkin oikean pään ympäri, kun kaikki muut arvot paitsi tukireaktio palkin vasemmassa päässä, jolloin muodostuu seuraavanlainen yhtälö

$$M_B = \frac{q \times 1,143m \times 1,143m}{2} + A \times 1,143 = 0 \quad (9)$$

jossa	M	on	momentti
	q	on	tasainen kuorma
	A	on	tukireaktio

Tukireaktiolle pisteessä A saadaan lukuarvoksi 735,5 N. Kun tiedetään, että palkilla on tasainen kuorma ja että kiinnityspisteet ovat palkin päissä, palkin tuenta on symmetrinen. Voidaan todeta että $A = B$.

U-profiilille on johdettu yhtälö Boschin Autoteknisessä taskukirjassa

$$W = \frac{b \times h^3 - b_0 \times h_0^3}{6 \times h} \quad (10)$$

jossa	W	on	taivutusvastus
	b	on	leveys
	h	on	korkeus
	b ₀	on	leveys – materiaalivahvuus
	h ₀	on	korkeus – materiaalivahvuus

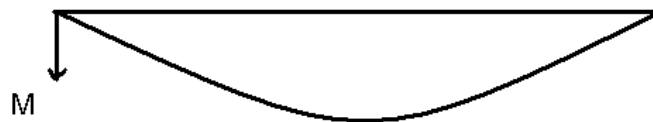
Sallitun jännityksen arvona on sama kuin runkopalkeissakin eli yhtälöstä (3) laskettu 156,67 MPa.

Sallittu taivutusmomentti saadaan sijoittamalla poikkipalkin arvot yhtälöön (4). Sallituksi taivutusmomentiksi poikkipalkeille saadaan 513,8 Nm.

Taivutusmomentin arvoja tutkittiin poikkipalkin eri osissa, taulukko 5. Taivutusmomenttien laskemiseen käytettiin yhtälöä (7). Poikkipalkin taivutusmomenttikuvaaja on esitetty kuviossa 14.

Taulukko 4. Poikkipalkin taivutusmomentit.

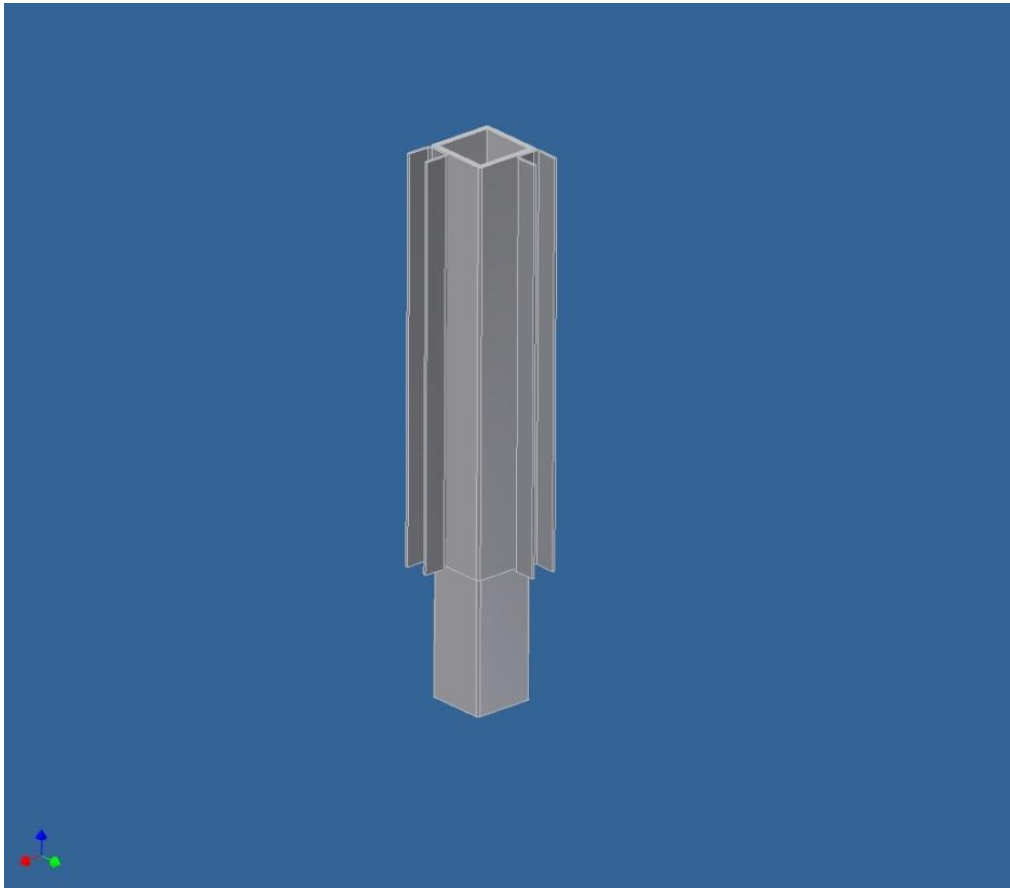
Etäisyys	Kuorma	Tukireaktio	Momentti
$x_1 = 0,286 \text{ m}$	1287 N/m	735,5 N	(-)157,6 Nm
$x_2 = 0,57 \text{ m}$	1287 N/m	735,5 N	(-)210,2 Nm
$x_3 = 0,857 \text{ m}$	1287 N/m	735,5 N	(-)157,6 Nm



Kuvio 14. Poikkipalkin taivutusmomenttikuvaaja.

3.4.4 Kulmat

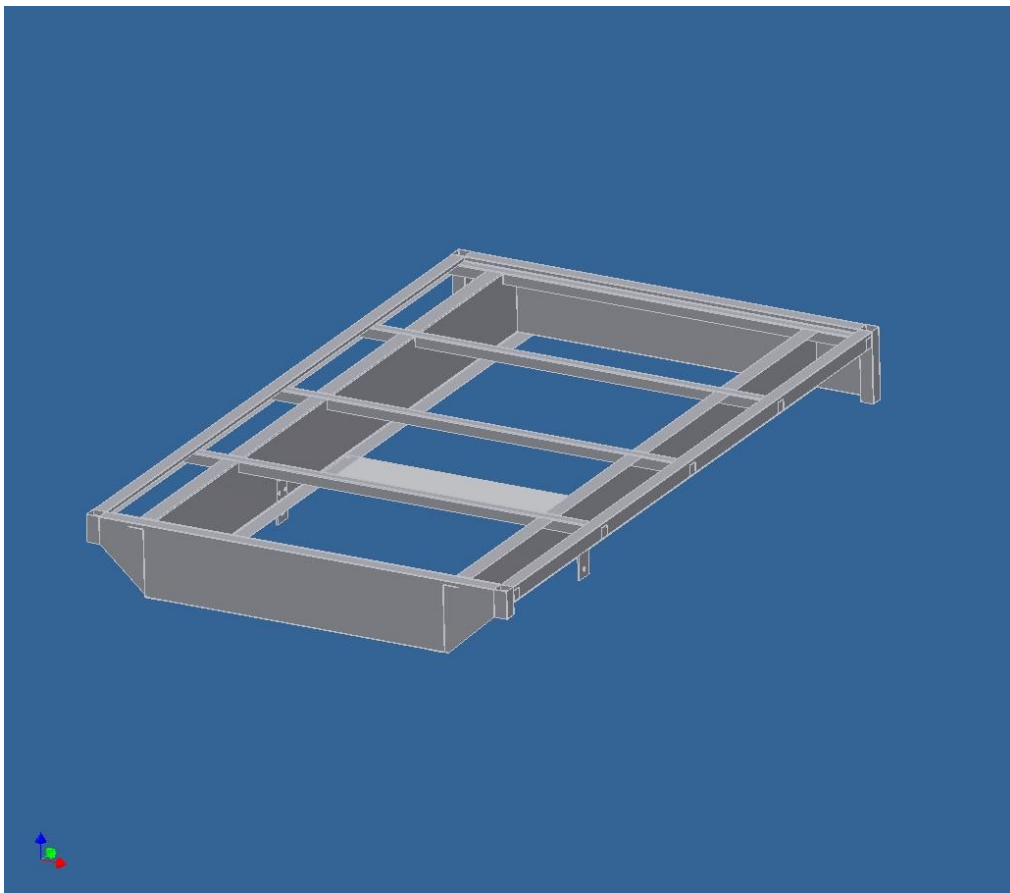
Kulmat valmistetaan sisäkkäin menevistä, jokaisesta rautakaupasta löytyvästä, neliöputkista. Isompien putkien ulkomitat ovat 50 mm x 50 mm ja pienempien 45 mm x 45 mm. Kulmat rakentuvat siten, että ne on helppo ja nopea poistaa tarvittaessa. Kulmien pohjarakenne hitsataan runkorakenteen ympärille tulevaan kehikkoon. Varsinainen laitarakennetta tukeva kulma valmistetaan siis pohjaosaan sopivasta neliöputkesta ja pohjaosan kanssa yhtä suuresta neliöputkesta sekä urasta, johon laita liu'utetaan. Kulmarakenne, kuvio 15, valmistetaan hitsaamalla. Kulmarakenne kiinnitetään lavalukolla runkorakenteeseen.



Kuvio 15. 3D-mallinnus kulman rakenteesta.

3.4.5 Päädyt ja sivut

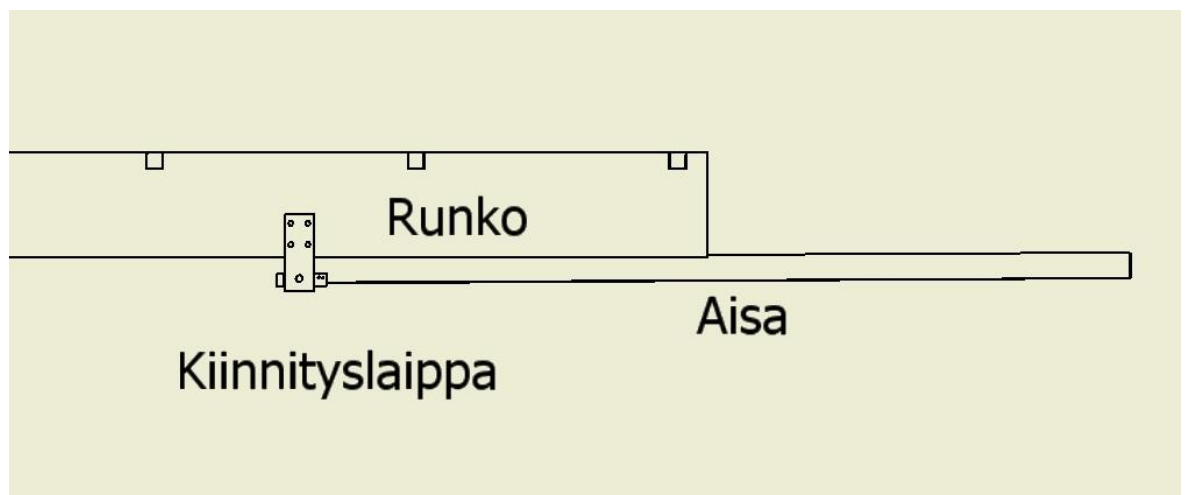
Päädyt ja sivut valmistetaan 1 mm:n levyistä särmämällä. Sivu- ja päätyosat särmätään siten, että niiden yläpinta on 15 mm korkeammalla kuin runkorakenne, jolloin runkorakenteen päälle asennettava vanerilevy tulee samaan tasoon kehikon kanssa ja perävaunun lava on täysin tasainen. Kuviossa 16 esitettynä mallinnus runkorakenteesta ja kehkosta.



Kuvio 16. 3D-mallinnus lavarakenteesta.

3.4.6 Aisan kiinnityslaipat

Koska perävaunun tulee olla kipillä varustettu, on käytettävä tyyppihyväksyttyä aisaa. Aisan kiinnitystä varten tarvitaan erilliset laipat, jotka kiinnitetään runkopalkkeihin. Laipat valmistetaan 5 mm:n vahvuisesta teräslevystä ja ne kiinnitetään neljällä M12x35-pultilla. Valitun aisan kiinnitys laippoihin tapahtuu M16x40-10.9-pultilla, koska liitoskohtaan kohdistuu normaalia enemmän rasitusta. Kuviossa 17 on esitettyä aisan kiinnitys.



Kuvio 17. Laippakiinnitys.

3.5 Lava ja laidat

Perävaunun lavan ulkomitat ovat 2600 mm x 1600 mm. Lava koostuu runkorakennetta kiertävästä kehikosta, joka on valmistettu 1 mm:n levyistä sekä 15 mm:n vahvuisesta vesivanerilevystä.

3.5.1 Lavamateriaali ja kiinnityspisteet

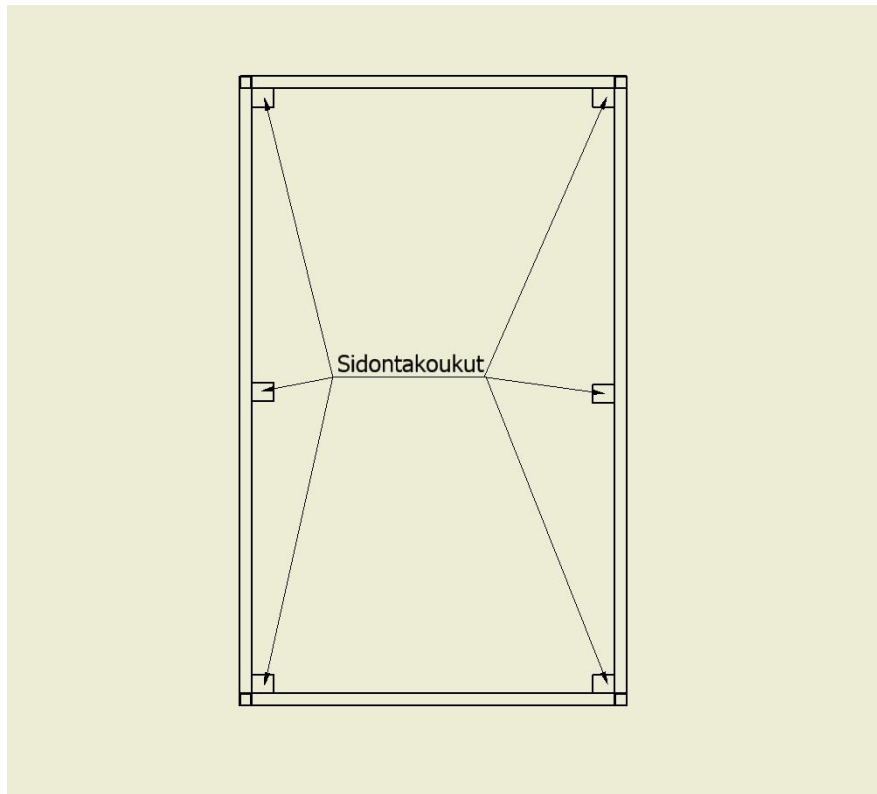
Lavan materiaalina käytetään 15 mm:n vahvuista vesivaneria sen kulutuskestävyyden sekä painon takia. Kiinnityspisteitä tulee lavaan 6 kpl ja lavan ulkopuolelle 10 kpl. Lavaan upotettavat sidontakoukut sijoitetaan siten, että lenkkejä on kummallakin reunalla 3 kpl: kulmissa ja keskikohdassa. Lavan ulkopuoliset sidontakoukut sijoitetaan siten, että kummallakin sivulla on 3 kpl ja päädyissä 2 kpl. Lavassa voidaan käyttää esimerkiksi kuviossa 18 esitettyä Teohydraulin myymää sidontalenkki 303:a, joka on upotettavaa mallia. Lavaan upotettavien sidontalenkien paikat on esitetty kuviossa 20. Lavan ulkopuolisina kiinnityspisteinä voidaan käyttää niin ikään Teohydraulin myymää ruuvikiinnitteistä, kuvio 19, sidontakoukku. (Teohydrauli 2010.)



Kuvio 18. Sidontalenkki 303. (Teohydrauli 2010.)



Kuvio 19. Ruuvikiinnitteinen sidontakoukku. (Teohydrauli 2010.)



Kuvio 20. Sidontalenkkien paikat.

3.5.2 Laidat

Laidat valmistetaan 1 mm:n teräslevystä. Valmiiden sivulaitojen mitat ovat 2498 mm x 300 mm ja päätyjen 1498 mm x 300 mm. Laitojen ylä- ja alareunat särmätään 90°:n kulmaan. Laidat kiinnittyvät kulmarakenteisiin lavalukoilla.

3.5.3 Roiskesuojat

Koska perävaunun lavarakenne ei suojaa riittävästi renkaiden aiheuttamilta roiskeilta, on perävaunuun asennettava erilliset roiskesuojat. Roiskesuojien tulee ylittää vähintään akselin tasolle eivätkä ne saa olla enempää kuin 1,5 renkaan säteen etäisyydellä renkaasta. Roiskesuojat kiinnitetään pulteilla poikkipalkkiin. (L 1992/1256.)

3.5.4 Lavalukot

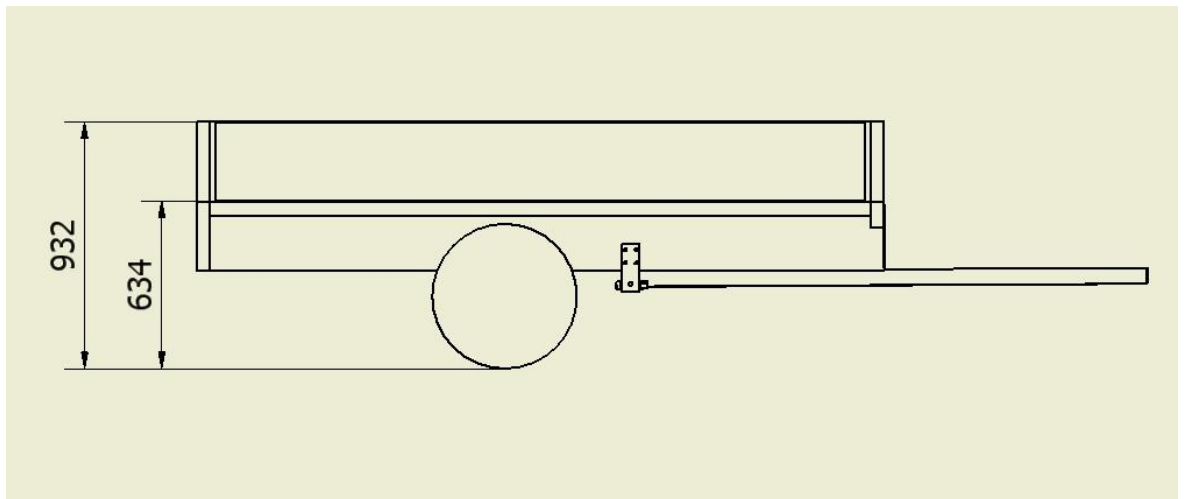
Lavalukkoina voidaan käyttää esimerkiksi kuviossa 21 esitettyä Teohydraulin myymää lavalukkoa 107 ja vastakappaletta 14. Lavalukot ja vastakappaleet ovat ruuvikiinnitteiset. Lavalukoilla varmistetaan kulmakappaleet runkoon sekä laidat kulmakappaleisiin. Kulmarakenteet runkoon liittävät lavalukot asennetaan kulmarakenteen ja lavarakenteen yhtymäkohtaan siten, että lavalukko on kulmarakenteessa ja vastakappale rungossa. Laitojen kiinnitykseen käytettävät lavalukot asennetaan laidan ja kulmarakenteen yläreunaan siten, että lavalukko on laidassa ja vastakappale kulmarakenteessa. Yhteensä tarvitaan 12 kpl lavalukkoja laitoihin ja kulmiin sekä kaksi kappaletta kipin lukitsemiseen. Kipin lukkoina voidaan käyttää esim. Teohydraulin myymää lavalukkoa HTK MIDI Leikattu. Kipin lukot asennetaan siten, että lavalukko on runkorakenteessa ja vastakappale aisassa. (Teohydrauli 2010.)



Kuvio 21. Lavalukko 107. (Teohydrauli 2010.)

3.5.5 Renkaat

Renkaiksi perävaunuun on valittu 155/70 R13, jolloin renkaan halkaisija on 547 mm. Vanteen keskireikä tulisi olla 56,5 mm tai suurempi. Renkaiden halkaisijalla on suuri merkitys koko perävaunun rakennetta ajatellen, koska mitä suurempi halkaisija on, sitä korkeampi on runkorakenne ja lastauskorkeus. Tällä rengasvalinnalla tämän perävaunun lastauskorkeudeksi tulee 634 mm. Lastauskorkeus laskeaan renkaan alareunasta lavan yläreunaan. Renkaiden valinta vaikuttaa myös perävaunun kustannuksiin ja sen vuoksi on valittu yleisesti perävaunuissa käytetty rengaskoko. Renkaita valittaessa tulee myös huomioida renkaiden kantavuus, eli perävaunuun ei voida valita rengasta, jonka kantavuus on vähemmän kuin 350 kg. Lastauskorkeutta on havainnoitu kuviossa 22.



Kuvio 22. Perävaunun lastauskorkeus ja kokonaiskorkeus 300 mm laidoilla.

3.6 Sähköjärjestelmä

Sähköjärjestelmäksi on valittu Teohydrauli Oy:n myymä kuviossa 23 esitetty valmis valosarja alle 2,1 m leveille perävaunuille. Valosarjaan kuuluu 6 m:n johtosarja, yhdistelmävalot, 7-napainen pistoke, äärivalot eteen ja 4 kpl keltaisia heijastimia. (Teohydrauli 2010.)



Kuvio 23. Valosarja. (Teohydrauli 2010.)

3.7 Työssä käytetyt valmisosat

Alla olevaan taulukkoon on listattuna perävaunun valmistamiseen tarvittavat valmisosat. Taulukossa eriteltynä osa, myyjä ja sivunumero, jolla kyseinen osa mainitaan.

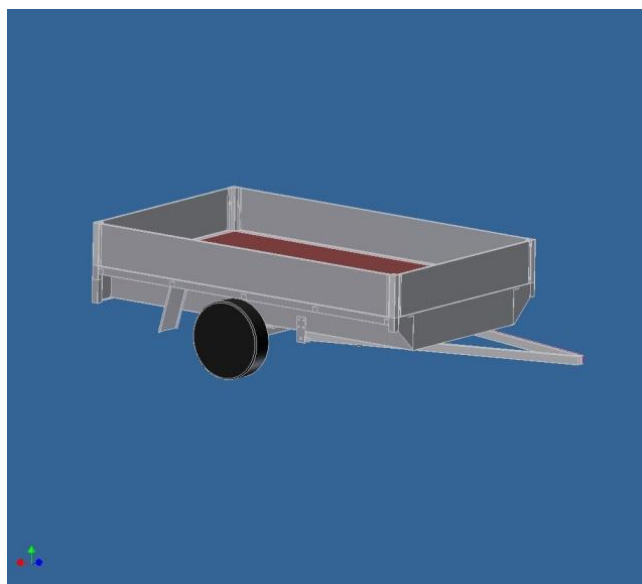
Taulukko 5. Työssä käytetyt valmisosat

Valmisosa	Myyjä	Sivu
Akseli	IKH	22
Aisa	IKH	23
Kuulakytkin	Teohydrauli	23
Sidontalenkki	Teohydrauli	40
Sidontakoukku	Teohydrauli	40
Lavalukko	Teohydrauli	42
Kippilukko	Teohydrauli	42
Vastakappale	Teohydrauli	42
Valosarja	Teohydrauli	44

4 YHTEENVETO

Tämä työ on suunnitelma henkilöauton perävaunusta. Kaikki suunnitelman osat alueet perustuvat valmisosien, kuten aisan ja akselin, mittoihin. Runkorakenteen lujuuslaskelmat perustuvat tunnettuihin lujuusopin kaavoihin ja määritelmiin. Koska yhtään osaa ei ole vielä valmistettu eikä kokoonpantu, ei voida varmasti sanoa, kuinka toimiva perävaunu todellisuudessa on. Perävaunuihin myydään paljon valmisosia ja tähän työhön valitut osat ovat vain yksi mahdollinen kokoonpano. Valmiin tuotteen kustannuksia ei tässä työssä ole käsitelty. Perävaunun pintakäsittelyyn ei myöskään ole otettu kantaa. Epätarkkuutta työhön aiheuttaa valmisosien mittojen osittainen puuttuminen. Sähköjärjestelmän osalta on tyydytty valmiiseen pakettiratkaisuun, joka sisältää kaikki tarvittavat valaisimet ja heijastimet sekä pistokkeet. Sähköjärjestelmästä ei ole laadittu kaaviota. Kaikki valmistettavien osien piirustukset ovat tämän työn liitteinä. Valmiin perävaunun malli on esitetty kuviossa 24.

Henkilökohtaisesti koin työn mielenkiintoiseksi ja haastavaksi, monia eri osat alueita käsitteleväksi kokonaisuudeksi. Työ antoi mahdollisuuden kokeilla suunnittelun perusteita ja nähdä minkälaisia ongelmia kokonaisuuden suunnittelu tuo mukanaan.



Kuvio 24. Havainnekuva valmiista perävaunusta.

LÄHTEET

Finlex. Ei päiväystä. Lainsäädäntö. Säädökset alkuperäisinä. 1992.1256/1992.

[WWW-dokumentti]. [Viitattu 29.3.2010]. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1992/19921256>

Agrimarket. Ei päiväystä. Rakentaminen. Työkalut ja tarvikkeet. Perävaunut.

[WWW-dokumentti]. [Viitattu 24.3.2010]. Saatavissa:

<http://www.agrimarket.fi/main.cfm?iA=3508>

RKK trailer. 12.3.2010. Perävaunumallisto ja hinnat. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 24.3.2010]. Saatavissa:

http://www.rkktrailer.fi/?Per%E4vaunumallisto_ja_hinnat%26nbsp%3B%26nbsp%3B

IKH. Ei päiväystä. Tuoteluettelot. Perävaunutarvikkeet 2009. [WWW-dokumentti].

[Viitattu 24.3.2010]. Saatavissa:

http://www.ikh.fi/~ikh/ikh2007//files/File/Pdf/Kauppiasverkostot/PeravaunutarPeravau_2009.pdf

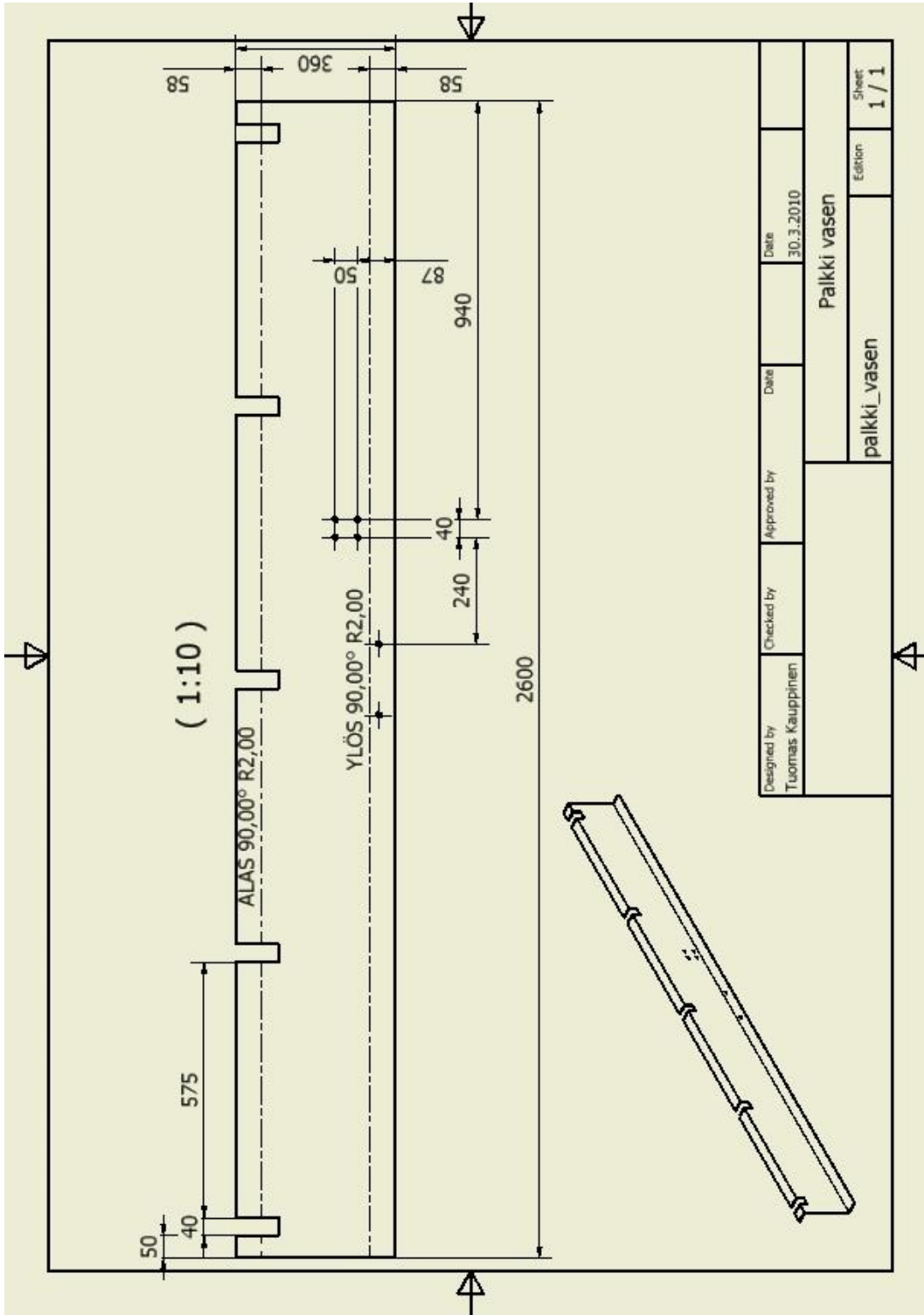
Teohydrauli Oy. 16.2.2010. Web- kauppa. [WWW-dokumentti]. [Viitattu

24.3.2010]. Saatavissa: http://www.teohydrauli.fi/web_kauppa.php

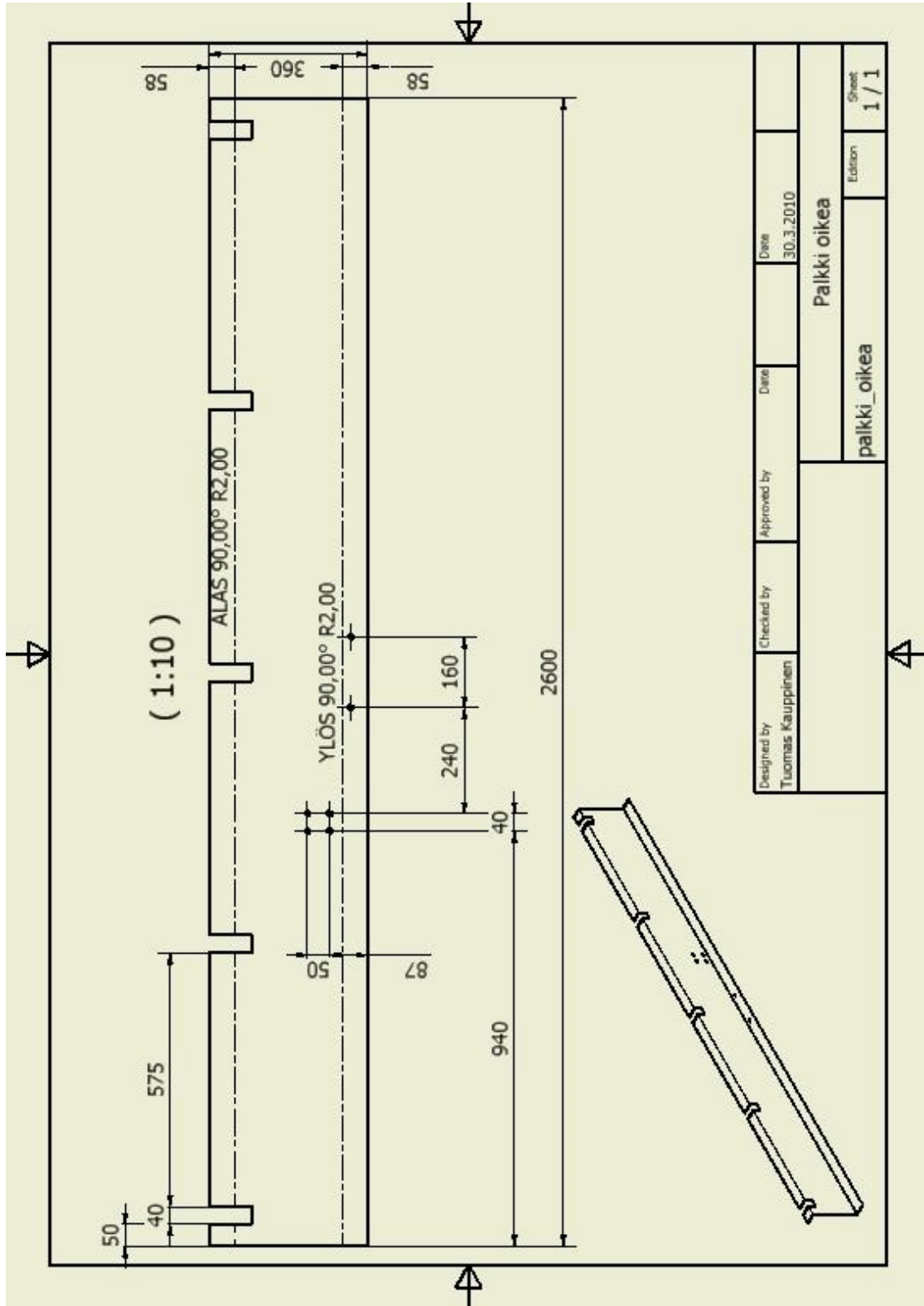
Bosch. 2002. Autoteknillinen taskukirja. Autoalan Koulutuskeskus Oy. 6. Jyväskylä. Gummerus Oy.

LIITTEET

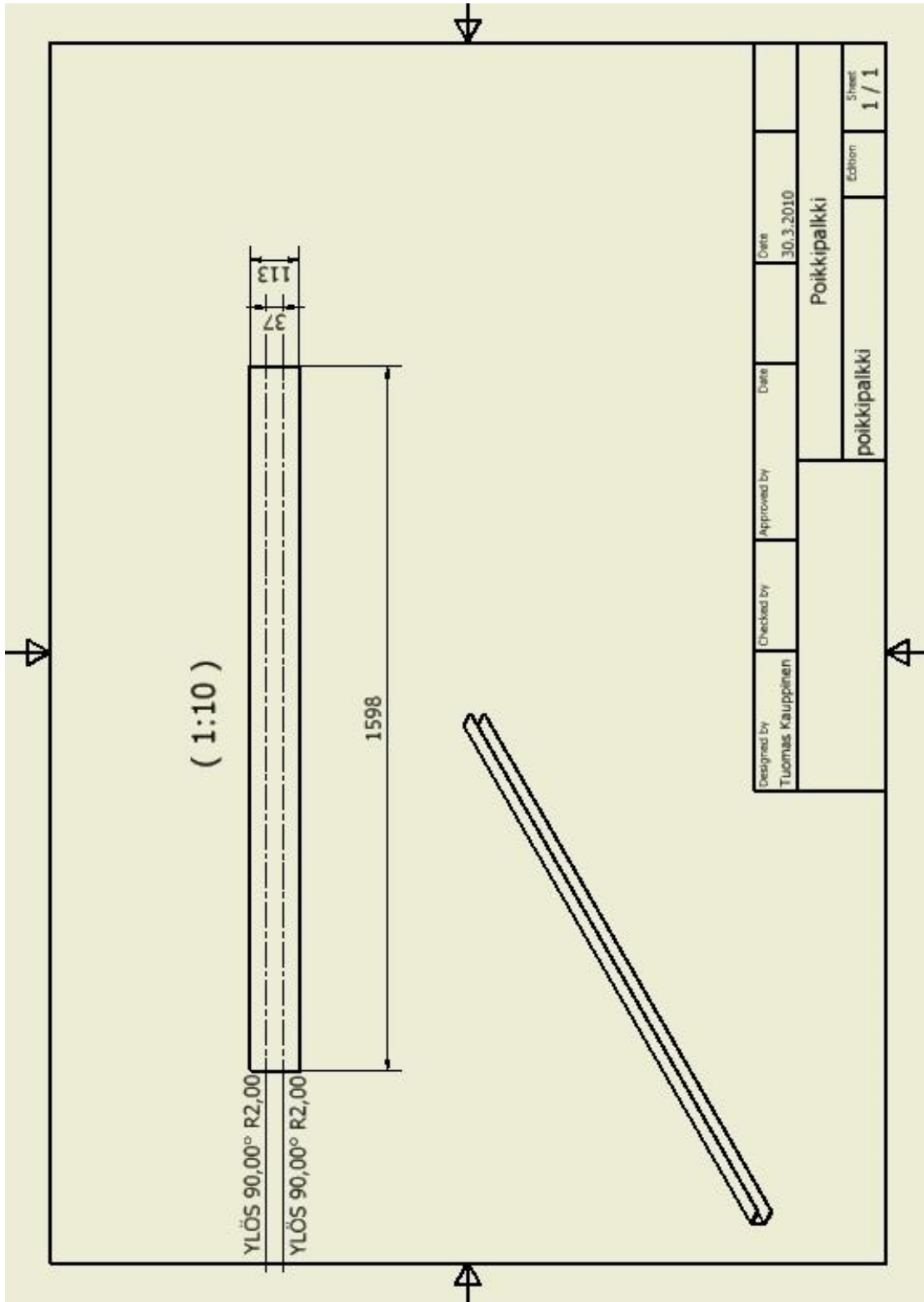
LIITE 1: Runkopalkki vasen



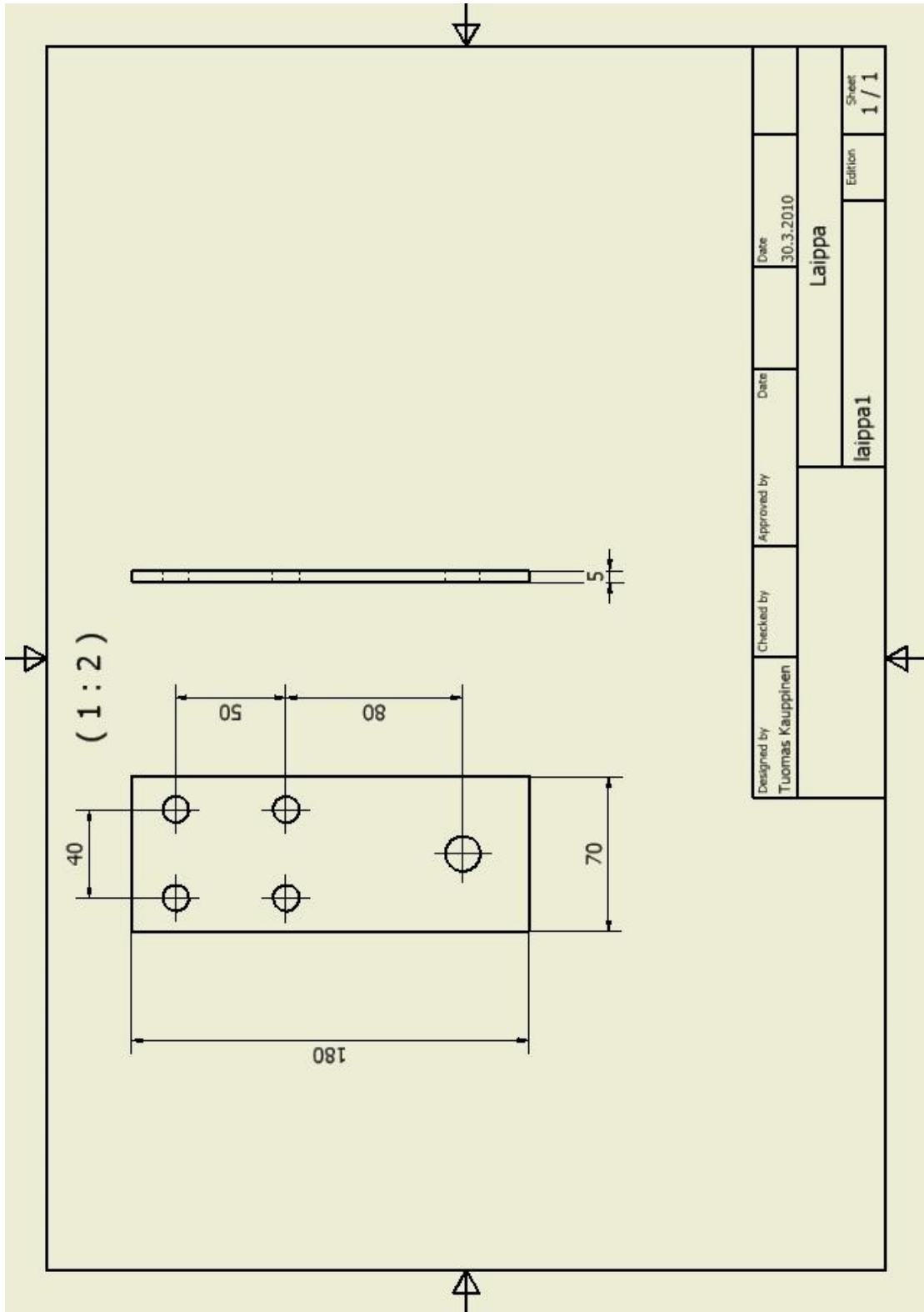
LIITE 2: Runkopalkki oikea



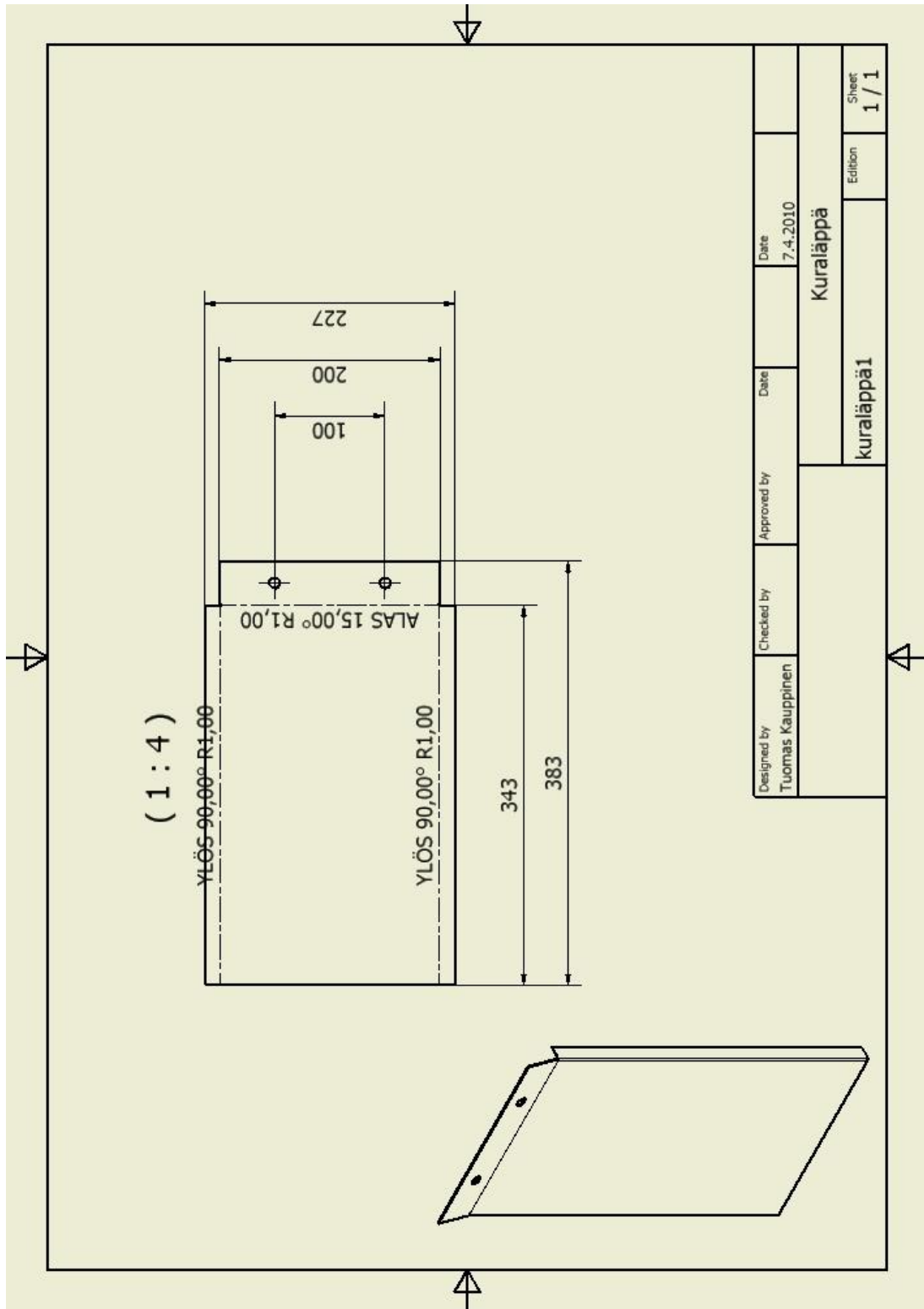
LIITE 3: Poikkipalkki



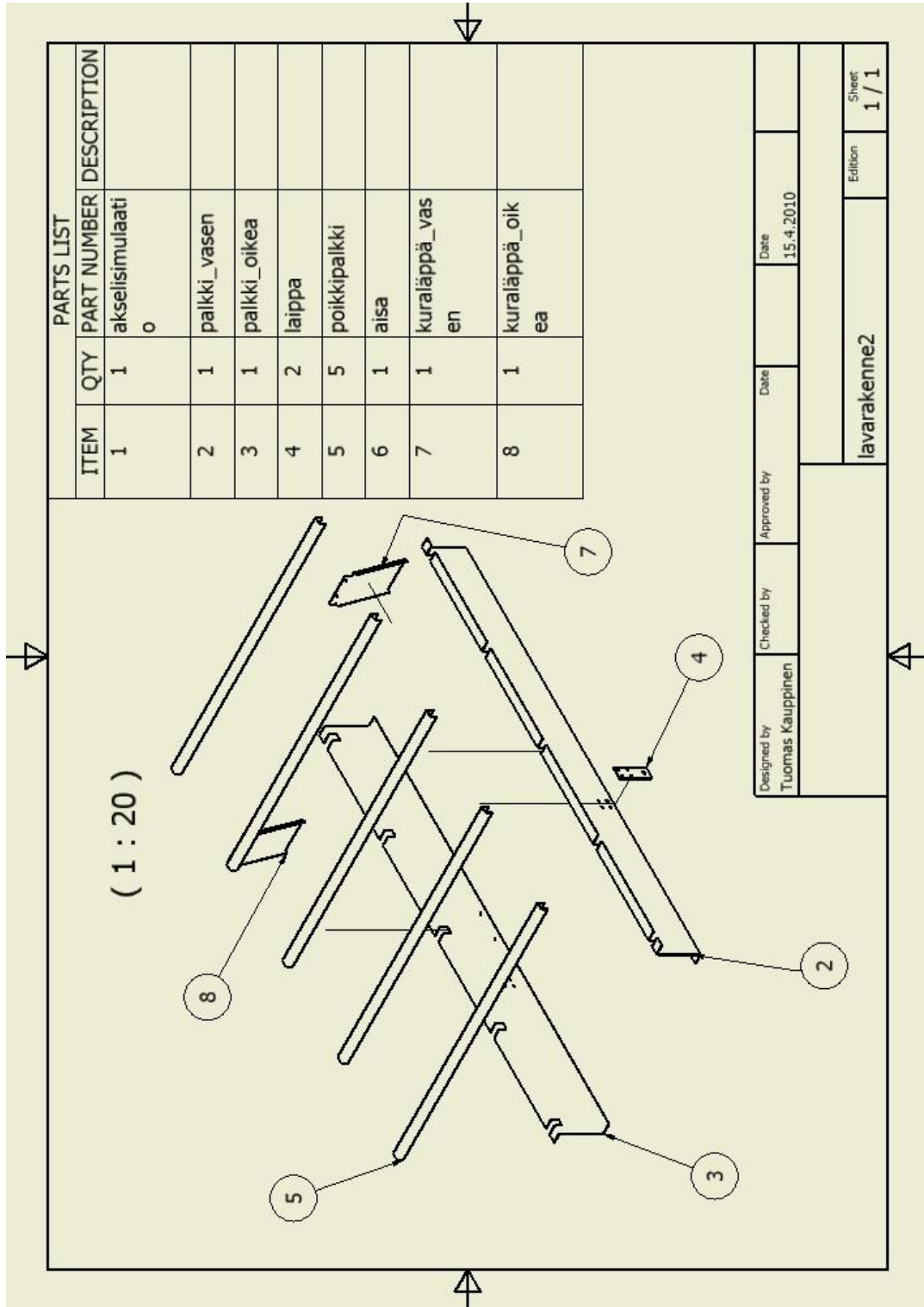
LIITE 4: Akselinkiinnitysliippa



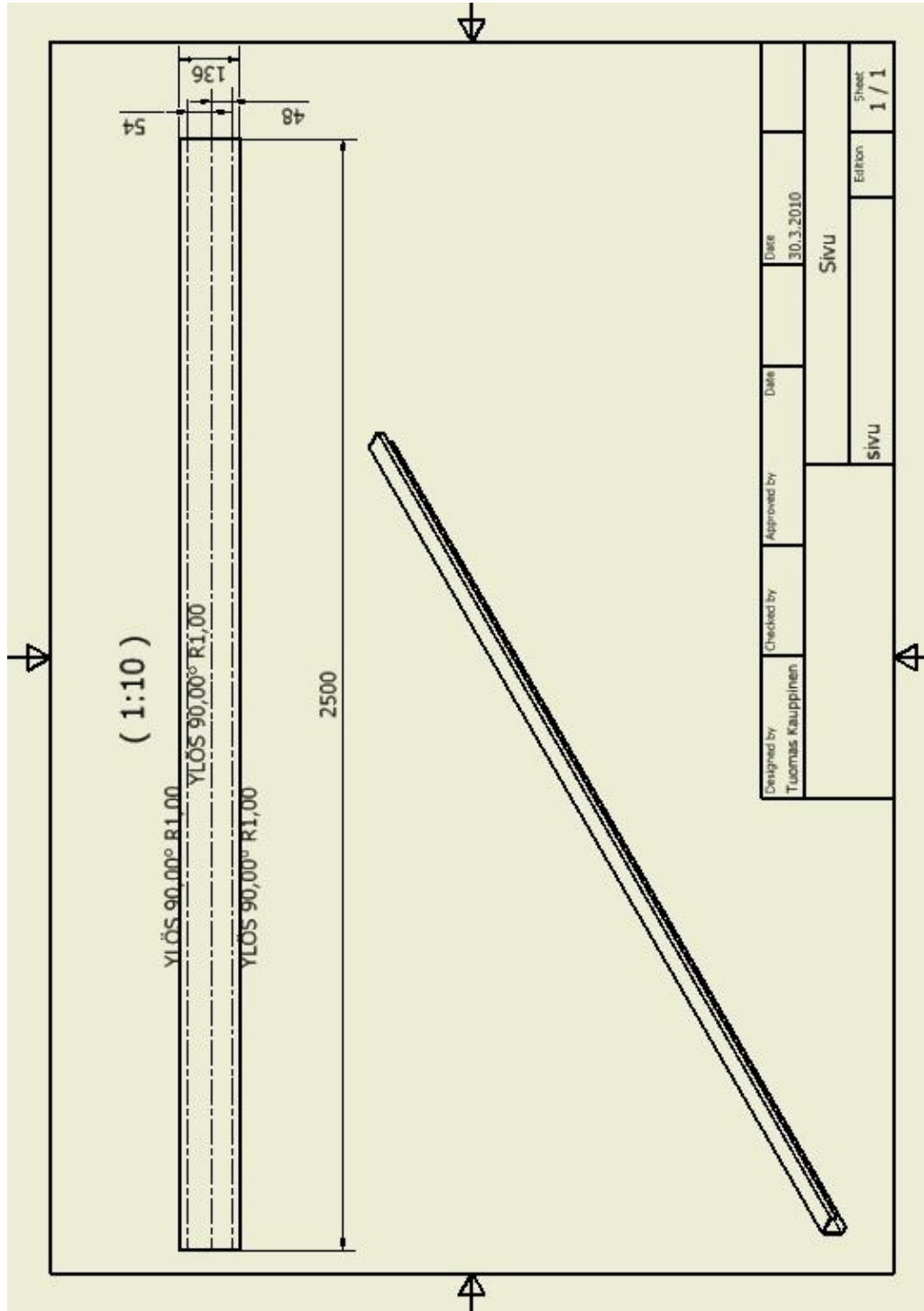
LIITE 5: Roiskeläpät



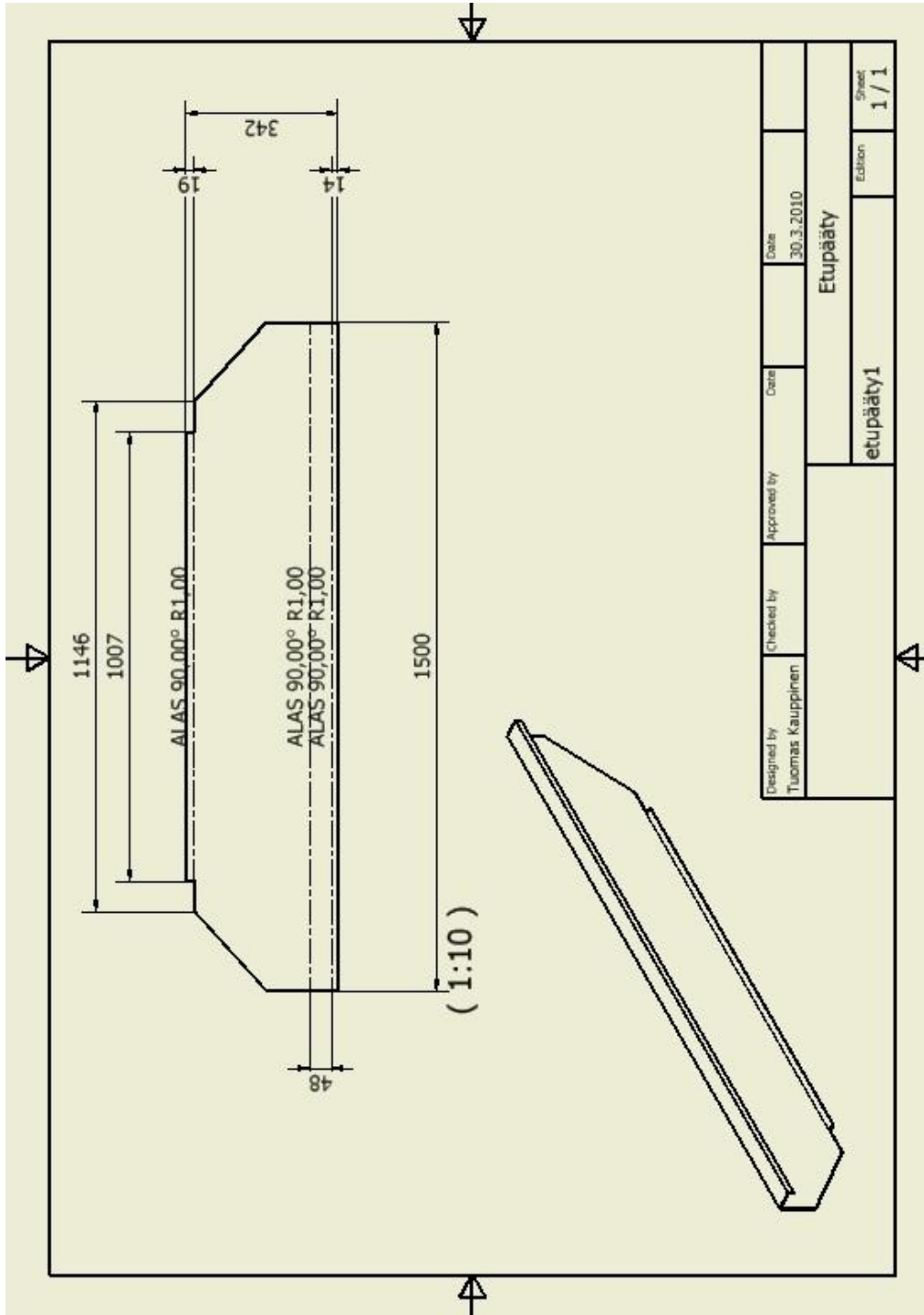
LIITE 6: Kokoonpanokuva 1



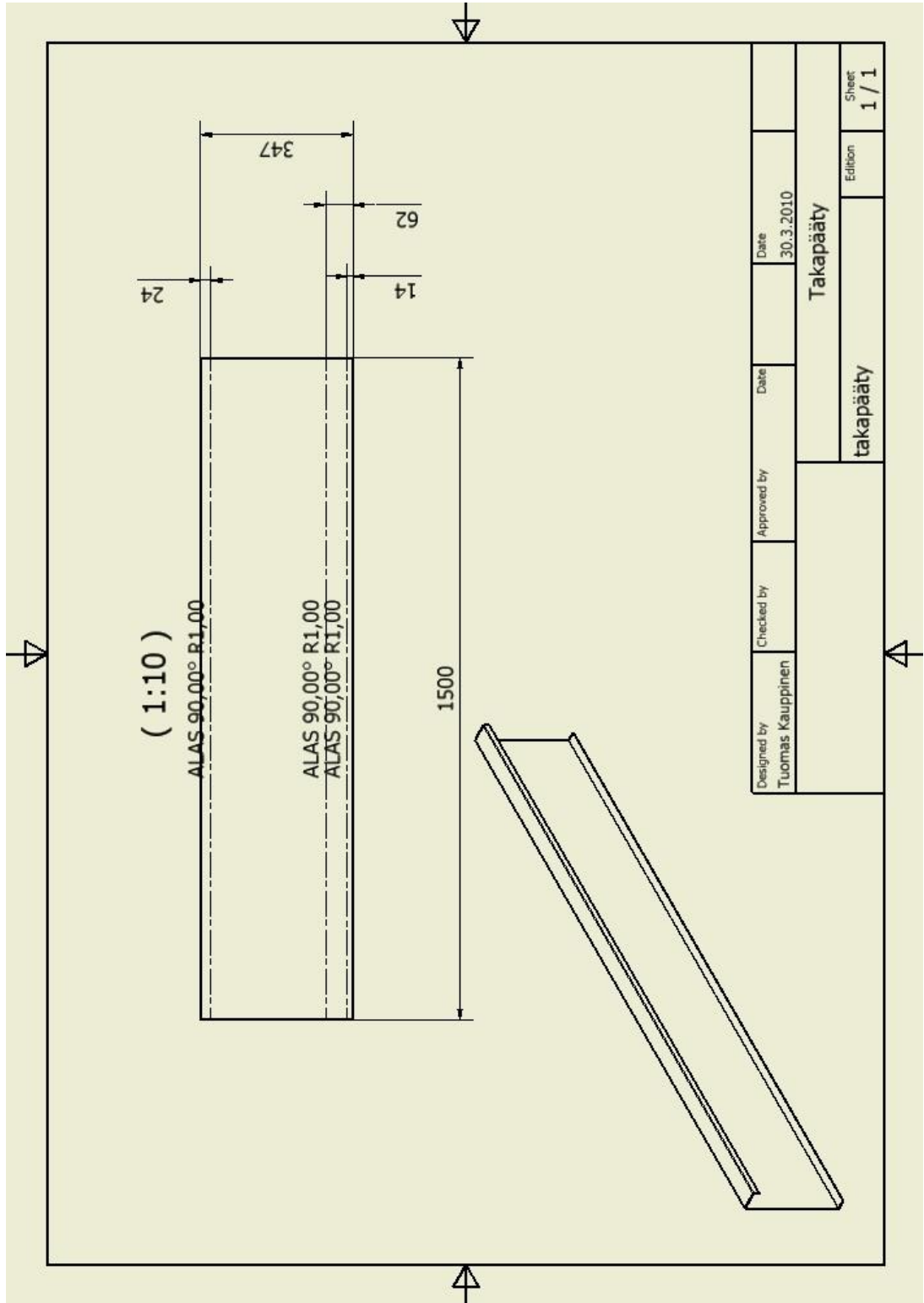
LIITE 7: Sivu



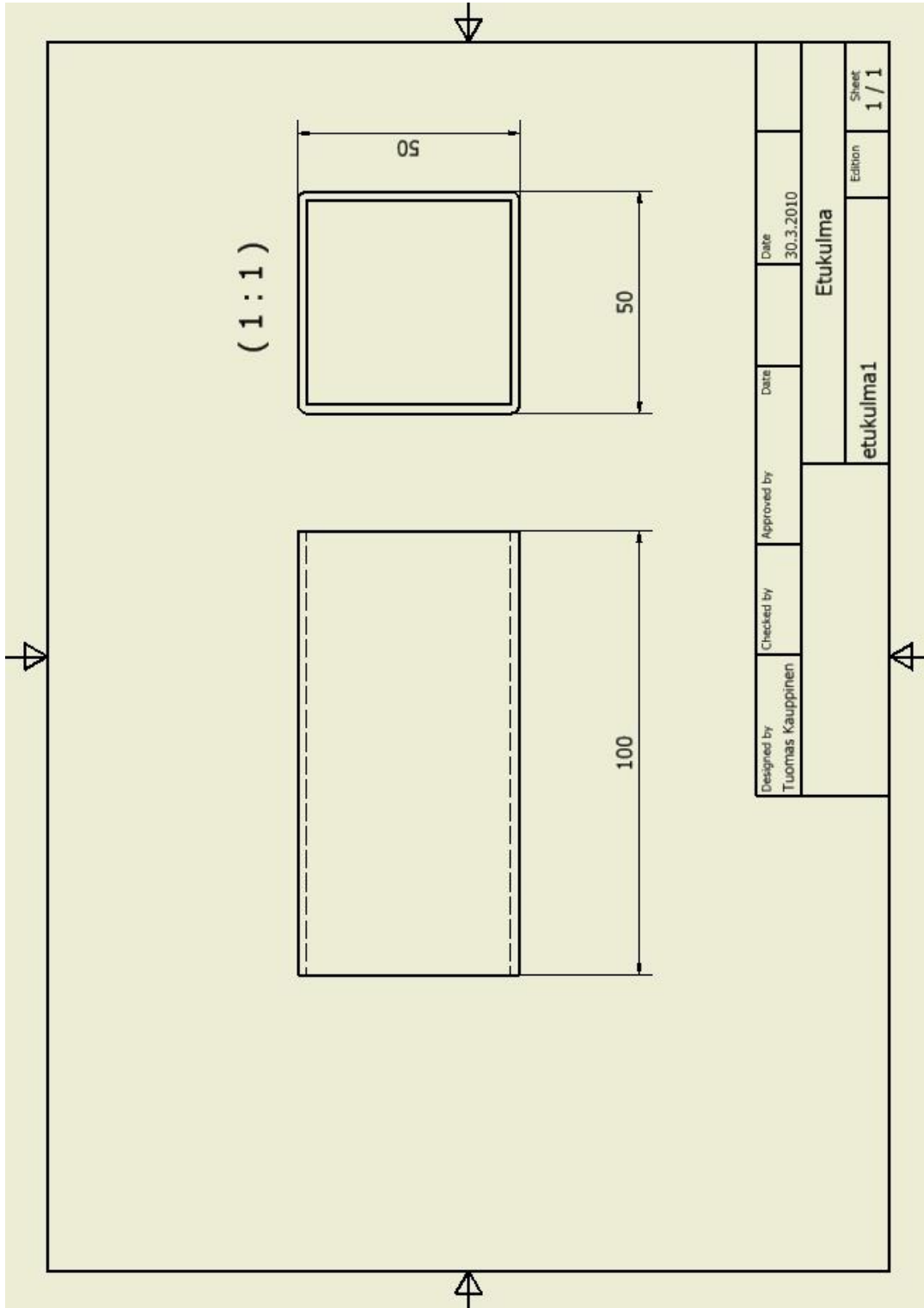
LIITE 8: Etupääty



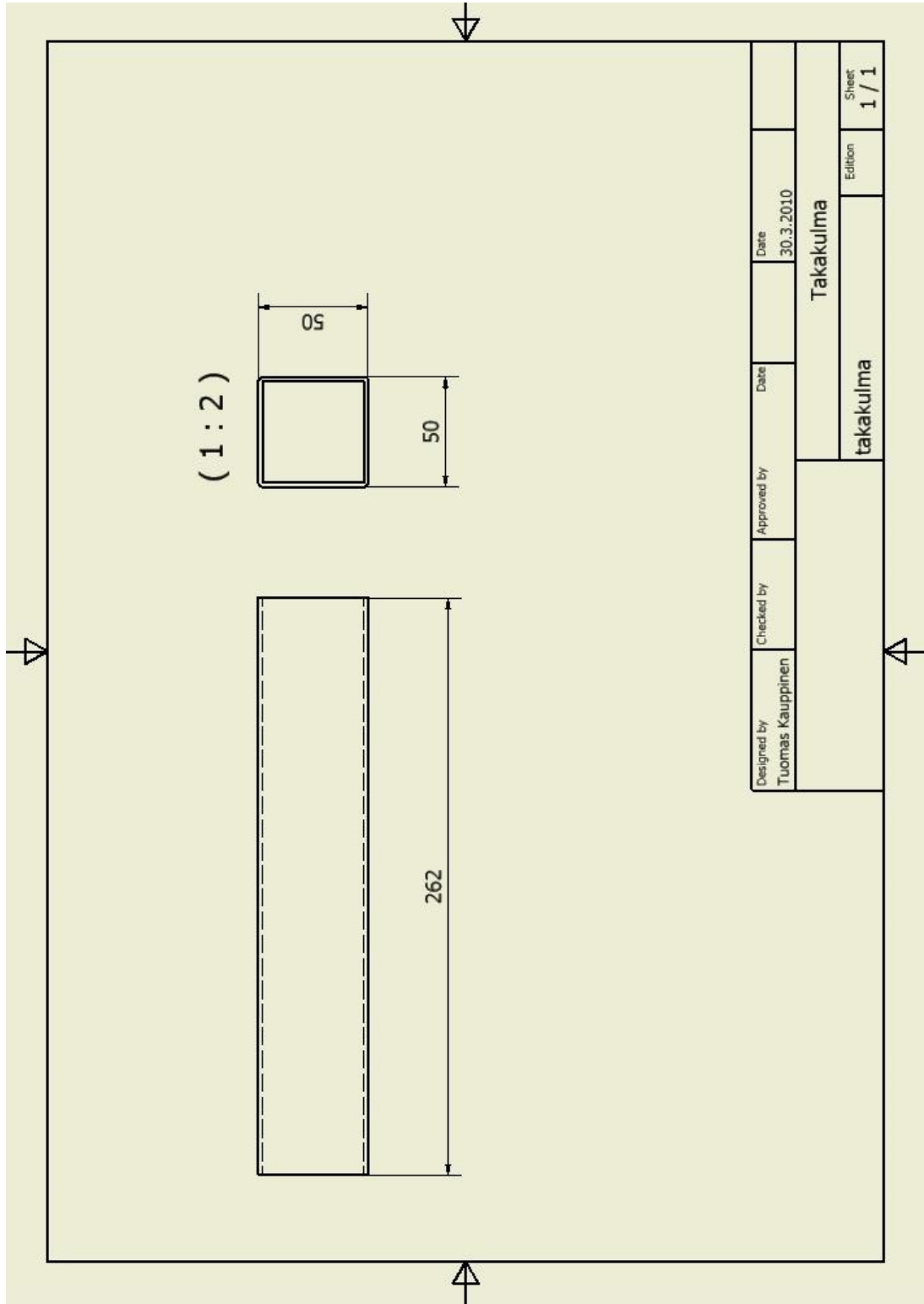
LIITE 9: Takapääty



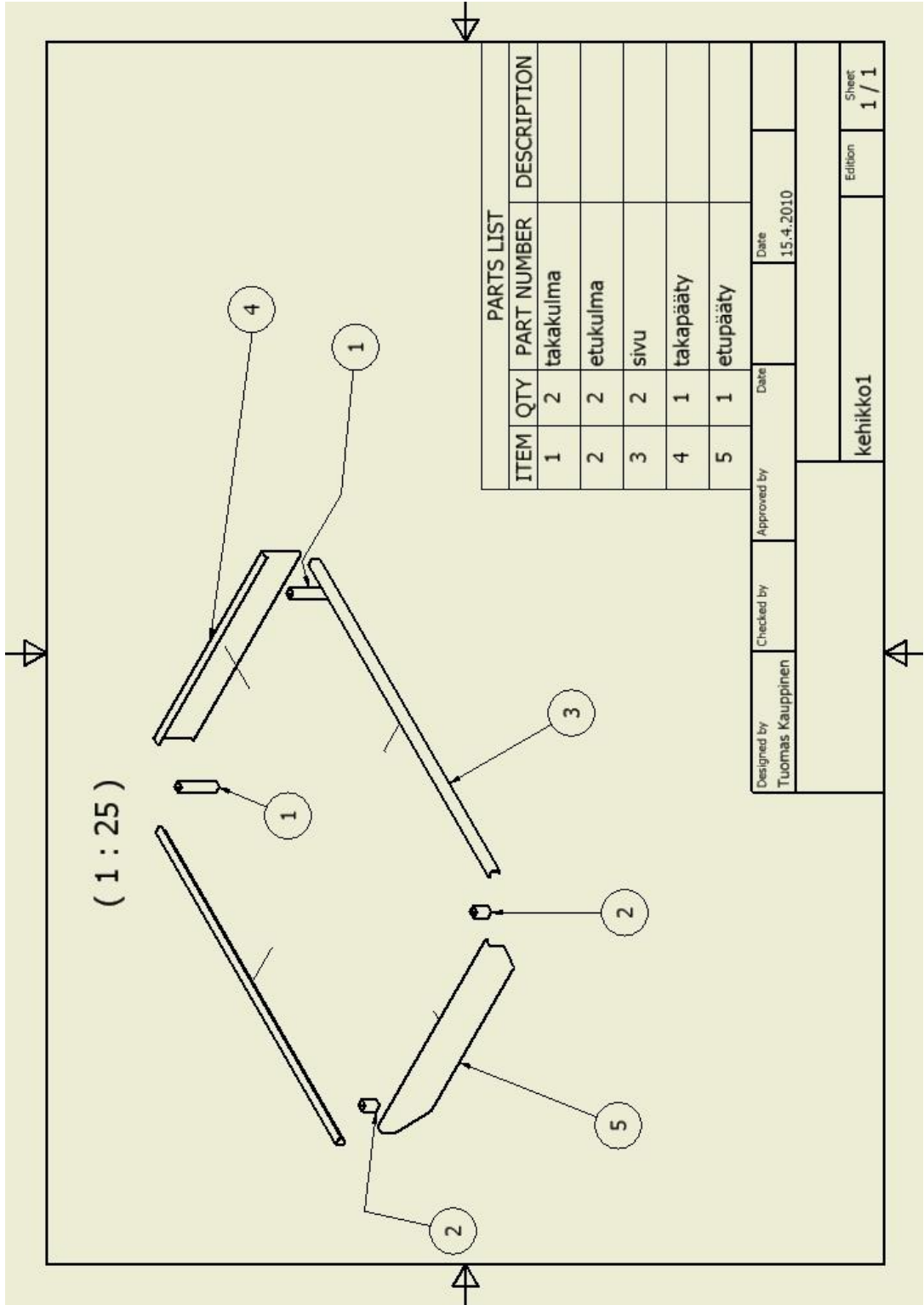
LIITE 10: Etukulma

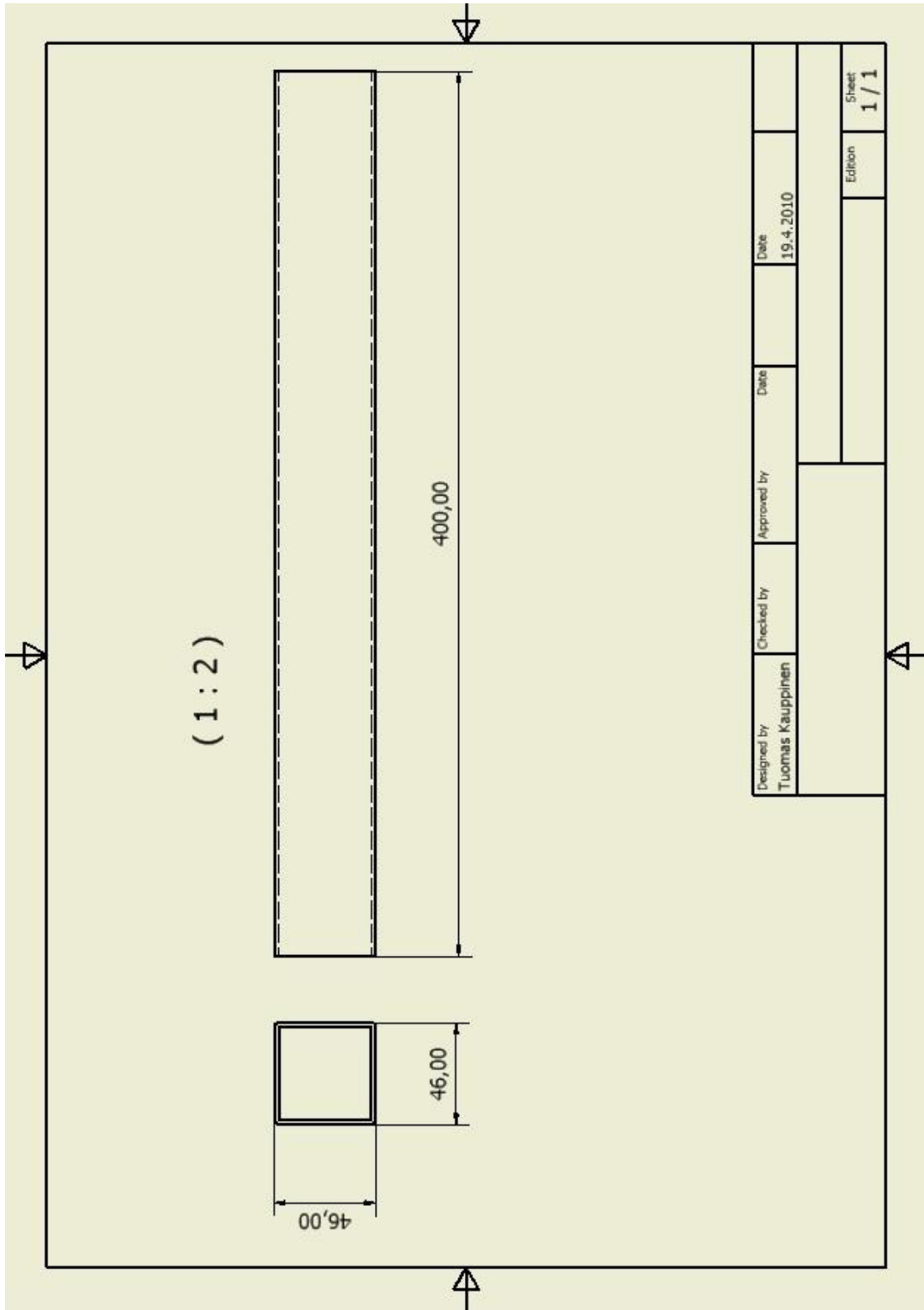


LIITE 11: Takakulma

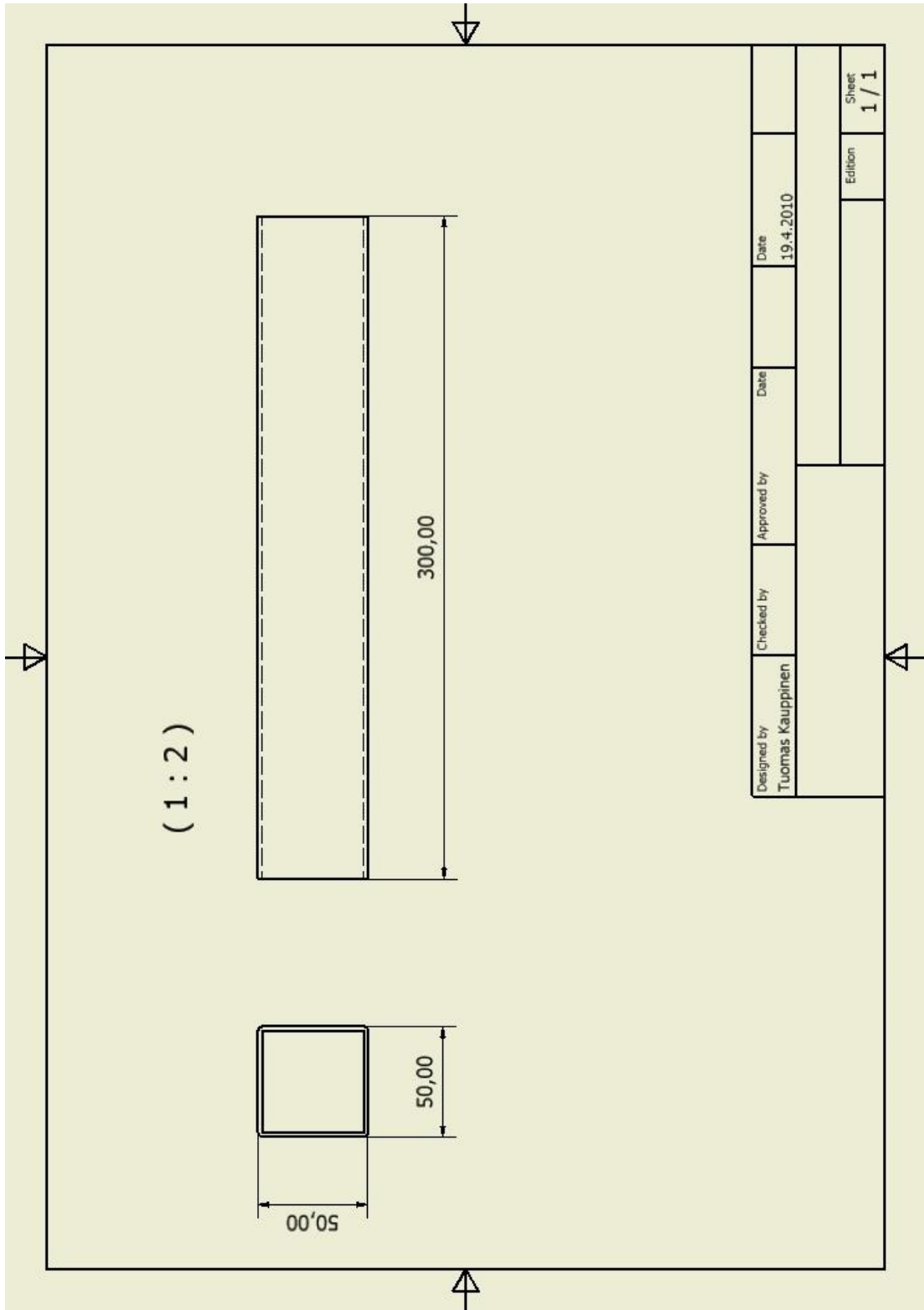


LIITE 12: Kokoonpanokuva 2

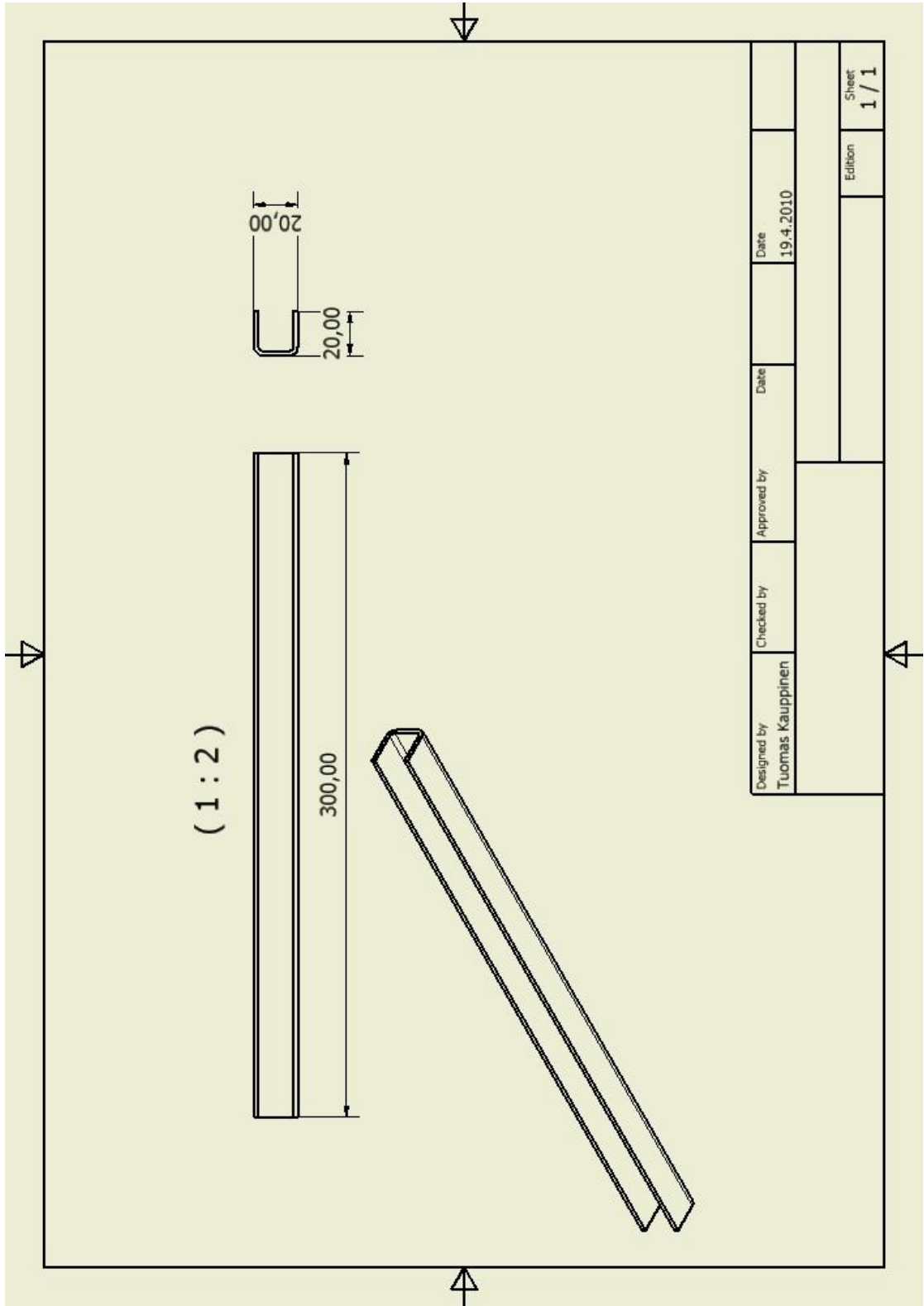


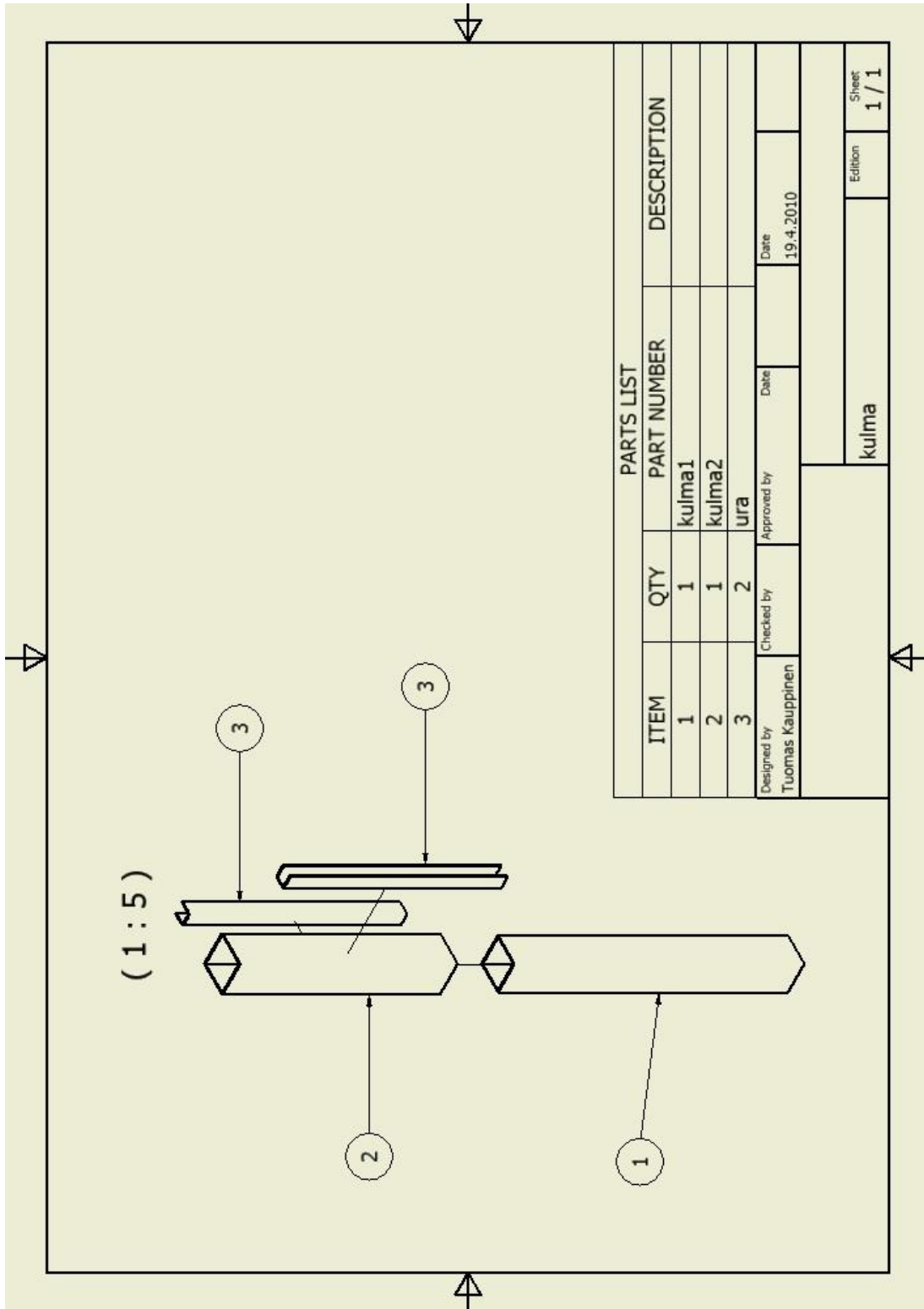


LIITE 14: Kulma 2



LIITE 15: Ura





PARTS LIST					
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION		
1	1	kulma1			
2	1	kulma2			
3	2	ura			
Designed by Tuomas Kauppinen		Checked by	Approved by	Date	Date
				19.4.2010	
			kulma		Edition
					Sheet
					1 / 1