

Janne Pulkkinen

PICK-UP-AJONEUVON KULJETUSALUSTA

PICK-UP-AJONEUVON KULJETUSALUSTA

Janne Pulkkinen
Opinnäytetyö
Kevät 2017
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka, auto- ja kuljetustekniikka

Tekijä: Janne Pulkkinen
Opinnäytetyön nimi: Pick-up-ajoneuvon kuljetusalusta
Työn ohjaaja: Mauri Haataja
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2017 Sivumäärä: 29 + 2 liitettä

Opinnäytetyössä suunniteltiin pick-up-ajoneuvon lavarakenteeseen pienkoneiden kuljetusalusta. Työllä ei ollut erityistä tilaajatahoa vaan työn aihe tuli omasta kiinnostuksesta suunnittelua ja tieliikennelakia kohtaan. Rakenne suunniteltiin suojaamaan samalla lavaa sateelta ja lialta. Rakenne toteutettiin siten, ettei ajoneuvo vaadi muutokatsastusta tai poikkeuslupaa.

Rakenteen asentaminen täytyi onnistua yhdeltä ihmiseltä ilman suuria apulaitteita. Materiaalivalintana päädyttiin alumiiniin, mutta rakennetta testattiin myös teräksenä. Valmistusmateriaalit valittiin helpon saatavuuden perusteella, jottei komponentteja jouduttaisi työstämään erikseen.

Työn tuloksena saatiin piirustukset, jotka mahdollistavat rakenteen valmistuksen Isuzu-pick-up-avolava-ajoneuvoon. Muokkaamalla mitoitus rakenne soveltuu valmistettavaksi mihin tahansa lava-autoon.

Asiasanat: suunnittelu, 3D-mallinnus, moottorikelkka

ALKULAUSE

Opinnäytetyössä suunniteltiin rakenne, joka mahdollistaa erityisesti moottorikelkan kuljettamisen pick-up-ajoneuvolla turvallisesti ja lain puitteissa. Suunnittelun tuloksena saatiin rakenteen valmistamiseen tarvittavat 3D-mallit ja piirustukset. Haluan kiittää opinnäytetyöni ohjaajaa yliopettaja Mauri Haatajaa kiinnostavan aiheen hyväksymisestä ja opastuksesta.

Oulussa 25.5.2017

Janne Pulkkinen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	7
2 LAINSÄÄDÄNTÖ	8
2.1 Ajoneuvon mitat, massat ja kuormaaminen	8
2.2 Rekisteröinti-, muutos- ja kytkentäkatsastus	9
3 PAKETTIAUTON VEROTUS	11
3.1 Ennen 3.5.1993 ensiverotettu, autoverovapaa pakettiauto	11
3.2 1993 - 31.3.2009 ensiverotetut alennetun autoveron alaiset pakettiautot	12
3.3 1.4.2009 tai sen jälkeen ensiverotetut alennetun autoveron alaiset pakettiautot	12
3.4 Täysimääräisen autoveron alaisen pakettiauton muuttaminen	13
3.5 Kate	13
4 KOHDEAJONEUVO	14
4.1 Isuzu-pick-up	14
4.2 Kuljetettava ajoneuvo	16
5 MATERIAALI	17
6 RAKENNE	18
6.1 Alarunko	18
6.2 Keskirunko	19
6.3 Kansi	20
6.4 Ramppi	20
6.5 Tukitangot	21
7 SIDONTA JA TUENTA	23
8 KUORMITUKSET	25
8.1 FEM-analyysi 6063-T6-alumiinilla	25
8.2 FEM-analyysi s235-teräksellä	26
8.3 FEM-analyysi erillisillä tukijaloilla	26
9 YHTEENVETO	27
LÄHTEET	29

LIITTEET

Liite 1 Isuzu-pick-upin tekniset tiedot

Liite 2 Työpiirustukset

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä suunnitellaan mahdollisen toteuttamisen varalle alustarakenne, joka mahdollistaa pienkoneiden kuljettamisen pick-up-auton lavalla. Kuljetuskohteeksi on valittu nykyaikainen moottorikelkka, mutta alusta suunnitellaan muidenkin laitteiden kuljettamiseen. Rakenne tulee olla mahdollisimman yksinkertainen ja valmistusmateriaalit valitaan helpon saatavuuden mukaan, jotta vältetään suurilta hankintakustannuksilta. Myös erikseen valmistettavia komponentteja on pyritty välttämään.

Työssä keskitytään syvällisemmin tämänhetkiseen lainsäädäntöön ja sen mahdollistamaan rakenteeseen tieliikennelain puitteissa. Pick-up-ajoneuvot kuuluvat yleisesti pakettiauto-ajoneuvoluokkaan, joten työssä tarkastellaan niiden muuttamisen ehtoja ja mahdollisia veroseuraamuksia. Rakenne pyritään suunnittelemaan niin, ettei muutokatsastusta tai poikkeuslupaa vaadita ajoneuville.

Suunnittelutyössä käytetään SolidWorks-3D CAD -ohjelmistoa. Lujuusmitoituksessa hyödynnetään Solidworks-ohjelman analyysitoimintoja, jossa rakenne simuloidaan tarvittavassa rasituksessa. Tarvittaessa rakennetta ja materiaalia voidaan muuttaa helposti suunnitteluohjelman avulla. Suunnittelun tuloksena saadaan tarvittavat piirustukset rakenteen valmistukseen. (Liite 2.) Prototyyppeä ei valmisteta tässä työssä.

2 LAINSÄÄDÄNTÖ

2.1 Ajoneuvon mitat, massat ja kuormaaminen

Ajoneuvo on kuormattava siten, ettei kuorma voi vaarantaa henkilöitä, vahingoittaa omaisuutta, laahata maata, pudota tielle, pölytä häiritsevästi tai aiheuttaa muuta siihen verrattavaa haittaa tai synnyttää tarpeetonta melua. Ajoneuvossa tai ajoneuvoyhdistelmässä ei saa kuljettaa useampaa henkilöä kuin ajoneuvon sallittu henkilökuorma on, ellei erikseen toisin säädetä. Ajoneuvo tai ajoneuvoyhdistelmä ei saa mitoiltaan eikä massaltaan olla suurempi eikä siinä saa kuljettaa suurempaa tai painavampaa kuormaa kuin tiellä yleisesti sallittuja mittoja ja massoja koskevilla säännöksillä säädetään tai niiden nojalla myönnettyssä poikkeusluvassa sallitaan. (Laki tieliikennelain muuttamisesta 1043/2014 2. luku 87 §.)

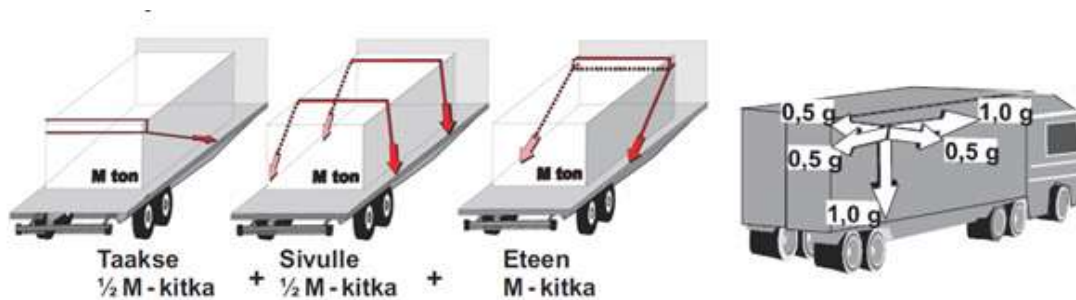
Ajoneuvoa ei saa kuormata siten, että kuorma sivuttaissuunnassa ulottuu ajoneuvon korin tai kuormatilan ulkopuolelle. Jos ajoneuvossa ei ole kuormakoria, kuormatilassa oleva kuorma ei saa ylittää ajoneuvon etuakselin kohdalta mitattua leveyttä enempää kuin 0,35 metriä. Kuorma saa ajoneuville tai ajoneuvoyhdistelmälle tielle sallitun pituuden rajoissa ulottua ajoneuvon edessä enintään yhden metrin ja takana enintään kaksi metriä ajoneuvon uloimman osan ulkopuolelle. Yli metrin ylitys on merkittävä punaisella lipulla ja pimeällä heijastimella tai valolla. (Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä 30.12.2015/1612 6. luku 45§.)

Kuormasta on tehtävä mahdollisimman matala yhtenäinen kokonaisuus. Kuorman painopisteen tulee olla mahdollisimman alhaalla ja lähellä ajoneuvon pituussuuntaista keskiviivaa. Ajoneuvoa ei saa kuormata siten, että ajoneuvon painopiste on korkeammalla kuin ajoneuville on teknisesti sallittu. Kuorma tulee mahdollisuuksien mukaan tukea tavaratilan etupäätyä vasten. Kuormassa olevien esineiden terävät osat on suunnattava taaksepäin. (Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä 11.7.1997/670 6. luku 46§.)

Kuorma ei saa siirtyä siten, että se voi haitata ajoneuvon liikenneturvallista käyttöä. Kuorma ei saa oleellisesti liikkua, kun kuormaan vaikuttaa eteenpäin 10

m/s^2 , sivulle tai taaksepäin $5 m/s^2$ kiihtyvyyttä vastaava voima. Sitomisvälineiden tulee olla kunnollisesti jännitetyjä, eikä yksittäisen kiinnikkeen irtoaminen saa heikentää kuorman sidontaa. (Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä 11.7.1997/670 6. luku 47§.)

Kuorman eteenpäin estävän sitomisvälineen on oltava mahdollisimman vaakasuorassa, eikä se saa ylittää 60° kulmaa vaakatasoon nähden ilman syytä. Kuorman liikkumista estävien sidosten nimellislujuuksien summa on oltava vähintään eteenpäin kuorman painon suuruinen, sekä taakse ja sivulle puolet (kuva 1). (Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä 11.7.1997/670 6. luku 48§.)



KUVA 1. Kuorman liikkumista estävät sidokset ja kiihtyvyydsarvot (Kuorman sidonnan käsikirja, 5, 13)

2.2 Rekisteröinti-, muutos- ja kytkentäkatsastus

Moottorikäyttöinen ajoneuvo ja siihen tai sen perävaunuun kytkettävä ajoneuvo on ennen sen ottamista käyttöön esitettävä muutoskatsastukseen, jos ajoneuvon rakennetta tai käyttötarkoitusta muutetaan olennaisesti tai siihen liitetään tai siitä poistetaan osia tai varusteita, jotka muuttavat merkittävästi ajoneuvon ominaisuuksia tai käyttötarkoitusta. Ajoneuvo on esitettävä muutoskatsastukseen myös, jos ajoneuvoon kohdistuvan veron tai maksun edellytykset muuttuvat taikka ajoneuvon luokittelu- tai alaluokittelutieto ei enää pidä paikkaansa. Valtioneuvoston asetuksella voidaan säätää poikkeuksia velvollisuudesta esittää muutoskatsastukseen ajoneuvon tilapäisiä tai vähäisiä muutoksia. Valtioneuvoston asetuksella säädetään tarvittaessa tarkemmin muutoskatsastuksen suo-

rittamisesta ja siitä annettavasta todistuksesta sekä muutokatsastusta koskevien tietojen ilmoittamisesta rekisteriin. (Ajoneuvolaki 11.12.2002/1090 7. luku 41§.)

3 PAKETTIAUTON VEROTUS

Pakettiauton käyttö- ja valmistustarkoitus on suunniteltu kuljettamaan tavaraa, eikä ajoneuvon kokonaismassa saa ylittää 3 500 kg. Suurimmasta sallitusta kokonaismassasta tavarakuorman osuus on oltava yhteenlaskettua henkilö-kuormaa, kun yksi matkustaja on 68 kilogrammaa, suurempi ja istumapaikkoja saa olla kuljettajan paikan lisäksi enintään kuusi. Pakettiauto on autoveron alainen ajoneuvo. Autoveron määrä riippuu CO-päästöistä, kokonaismassasta ja käyttövoimasta. Vero on 5 - 50 prosenttia yleisestä vähittäismyyntiarvosta. Ajoneuvot ovat olleet kokonaan varovapaita 2.5.1993 saakka, jos ne täyttivät silloisen lainsäädännön. Nykyiset pakettiautot ovat jaoteltu kolmeen ryhmään:

- ennen 3.5.1993 ensiverotetut autoverovapaat pakettiautot
- 3.5.1993 - 31.3.2009 ensiverotetut alennetun autoveron alaiset pakettiautot
- 1.4.2009 tai sen jälkeen ensiverotetut alennetun autoveron alaiset pakettiautot. (Pakettiauto 2017.)

3.1 Ennen 3.5.1993 ensiverotettu, autoverovapaa pakettiauto

Pakettiauto on autoverovapaa, jos se on tuotu Suomeen ennen 3.5.1993 ja se on maahantuotaessa täyttänyt voimassa olleet autoverovapauden edellytykset:

- 15.11.1967 - 11.5.1971 maahantuotu pakettiauto on verovapaa, jos se täyttää pakettiauton määritelmän eli on tavarankuljetukseen tarkoitettu ja kokonaismassa on vähintään 1 700 kg
- 12.5.1971 - 31.3.1977 maahantuotu pakettiauto on verovapaa, jos auton omamassa on vähintään 1 800 kg tai tavaratilan tilavuus on vähintään 3 kuutiometriä tai avolavan pituus on vähintään 150 cm
- 1.4.1977 - 14.6.1990 maahantuotu pakettiauto on vapautettu verosta, jos auton omamassa on vähintään 1 800 kg tai tavaratilan tilavuus on vähintään 3 kuutiometriä. Avolava ajoneuvolle vaaditaan avolavan pituudeksi vähintään 185 cm

- 15.6.1990 - 2.5.1993 maahantuotu pakettiauto on verovapaa, jos se täyttää voimassa olleen auto- ja moottoripyöräverolain 6 b ja 6 c §:ien ehdot. (Pakettiauto 2017.)

3.2 1993 - 31.3.2009 ensiverotetut alennetun autoveron alaiset pakettiautot

Myös 3.5.1993 - 31.3.2009 ensiverotettu ajoneuvo kuuluu 35 % alennettuun autoveron piiriin jos se täyttää autoverolain 23 ja 24 §:ssä säädetyt edellytykset:

- ajoneuvossa on pelkästään etuistuimet
- auton kokonaismassan ja omamassan erotus on vähintään 525 kg
- auton tavaratila täytyy täyttää jokin seuraavista mittavaatimuksista:
 - umpinaisen tavaratilan yhtenäisen tavaratilan tilavuus vähintään 3 m³ ja sisäkorkeus 1,30 metriä
 - avolava-ajoneuvossa lavan pituus vähintään 1,75 metriä tai pinta-ala vähintään 2,25 m³
 - kaksoisohjaamollisissa umpinaisen tavaratilan sisäkorkeus vähintään 1,30 metriä ja sisäpituus vähintään 0,80 metriä sekä avolavan pituus vähintään 1,50 metriä. (Pakettiauto 2017.)

3.3 1.4.2009 tai sen jälkeen ensiverotetut alennetun autoveron alaiset pakettiautot

Pakettiauto on alennetun autoveron alainen, jos se täyttää autoverolain 8 §:ssä säädetyt edellytykset:

- auton kokonaismassa on yli 2 500kg
- autossa ei ole muita istuimia tai istuinten kiinnitykseen tarkoitettuja laitteita kuin kuljettajan istuin ja tämän vieressä olevat istuimet (pl. pyörätuolin kiinnittämiseen tarkoitettut laitteet)
- kokonaismassan ja omamassan välinen erotus (kantavuus) on vähintään 680kg mutta alle 1 000 kilogrammaa ja tehon (kilowatteina) ja kokonaismassan (kilogrammoina) osamäärä on enintään 0,05, tai kantavuus on vähintään 1 000 kilogrammaa ja tehon ja kokonaismassan osamäärä on enintään 0,06. (Pakettiauto 2017.)

3.4 Täysimääräisen autoveron alaisen pakettiauton muuttaminen

Täysimääräisen autoveron alaisen pakettiauton muuttamisesta ei ole autoveroseuraamuksia. (Pakettiauto 2017.)

3.5 Kate

Autoverovapaan pakettiauton avonaiseen tavaratilaan voidaan aina ilman autoveroseuraamuksia asentaa muusta kuin jäykästä materiaalista valmistettu kate. Jäykästä materiaalista valmistetun katteen autoon on voinut asentaa ilman autoveroseuraamuksia ennen 15.7.1993, mikäli auto on tuotu Suomeen ennen 15.6.1990 ja auton omamassa on vähintään 1 800 kg. Myöhemmin rekisteröidyt pick-up-ajoneuvot tulevat täyttää pykälän 23 asettamat vaatimukset 1.4.2009 saakka ja sen jälkeen pykälän 8. Katetta ei sallita vaikka se olisi asennettu pikalukitsimilla autoon. Kate vaatii aina muutoskatsastuksen. (Pakettiauto 2017.)

4 KOHDEAJONEUVO

4.1 Isuzu-pick-up

Opinnäytetyön kohdeajoneuvona käytetään Isuzu-pick-up-ajoneuvoa (kuva 2). Auto on rekisteröity ennen 3.5.1993 pakettiauto, joten se kuuluu verovapaaseen N1 ajoneuvoluokkaan. Ajoneuvon taka-akselille kohdistuva omamassa on 670 kg ja suurin sallittu akselimassa tieliikenteessä on 1 450 kg, joten akselia saa suurimmillaan kuormata 780 kg painolla. Ajoneuvolle suoritetaan tarvittavat mitaukset, joiden perusteella voidaan suunnitella rakenne, joka täyttää tarvittavat vaatimukset.



KUVA 2. Kohdeajoneuvo Isuzu-pick-up

Kohdeajoneuvo on otettu käyttöön ennen 3.5.1993, joten ajoneuvoluokkaa voidaan muuttaa vain toiseksi verovapaaksi ajoneuvoluokaksi ilman autoveroseuraamuksia. Verolliseksi ajoneuvoksi muutettuna ajoneuvo verotetaan autoverolain 8 luvun säännösten mukaisesti. Ajoneuvon tekniset tiedot ovat taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Isuzu-pick-upin tekniset tiedot (liite 2)

Iskutilavuus (cm³)	2230
Suurin nettoteho (kW)	45
Käyttövoima	Dieselöljy
Istuimien lukumäärä	2
Ajoneuvon kokonaispituus (mm)	4900
Ajoneuvon leveys (mm)	1690
Omamassa (kg)	1630
Tekn. suurin sallittu massa (kg)	2450
1. akseli	1000
2. akseli	1450

4.2 Kuljetettava ajoneuvo

Esimerkki ajoneuvoksi valitaan Polaris swichback assault-moottorikelkka (kuva 3). Swichback assault edustaa nykyaikaisia crossover-moottorikelkkoja painollaan ja mitoiltaan. Kohde on optimaalinen pituutensa ja painonsa takia. Ajoneuvon tekniset tiedot on esitetty taulukossa 2.



KUVA 3. Polaris swichback assault

TAULUKKO 2. Polaris swichback assault tekniset tiedot (Polaris 800 Switchback Assault ES)

Iskutilavuus (cm³)	800
Suurin nettoteho (kW)	110
Käyttövoima	Bensiini
Istuimien lukumäärä	1
Ajoneuvon kokonaispituus (mm)	3200
Ajoneuvon levys (mm)	1220
Omamassa (kg)	212

5 MATERIAALI

Rakenteesta on pyritty tekemään mahdollisimman yksinkertainen, jotta valmistuskustannukset pysyisivät kohtuullisina ja valmistus onnistuisi tavanomaisella konepaja varustuksella. Valmistusmateriaaliksi valitaan alumiini, keveyden ja ruostumattomuuden takia. Materiaalia voidaan helposti muuttaa suunnitteluohjelmalla ja etsiä sopiva materiaali kohteeseen. Valmistusmateriaaliksi valitaan 6063-T6-standardin alumiini.

Alumiini on kolmanneksi yleisin alkuaine ja samalla yleisin metalli. Alumiinin tärkeimmät ominaisuudet ovat muokattavuus, pieni ominaispaino, lujuus, sähkön ja lämmönjohtavuus, ulkonäkö ja korroosionkestävyys. Alumiini on erityisesti ulkoilmarakenteissa paljon käytetty ilman ja veden kestävyiden takia. Verrattuna teräkseen alumiinin ominaispaino on vain kolmannes eli $2,7 \text{ kg/dm}^3$. (Alumiinituotteet 2017.)

Alumiini löydettiin jo 160 vuotta sitten, mutta se on ollut tuotannossa vain 100 vuotta. Alumiinin käytön yleistyminen on ollut huomattavasti nopeampaa kuin muilla metalleilla. Alumiinin esiintyminen maaperässä on jopa 8 prosenttia maapallon kuorikerroksesta. Puhtaana metallina sitä ei esiinny vaan metallioksidina yleensä saveen, silttiin tai kiveen sitoutuneena sekä kasvillisuuteen sitoutuneena. (Alumiinituotteet 2017.)

Pinta muodostaa kovan ja kulutusta kestävän oksidipinnan reagoidessaan hapen ja veden kanssa. Alumiini on käyttö on yleistynyt johdinmateriaalina hyvän sähkön- ja lämmönsiirtonsa ansiosta, koska sen sähköjohtavuus on kaksinkertainen kupariin suhteutettuna. Alumiini heijastaa niin näkyvää valoa kuin lämpöä, mikä yhdistettynä sen painoon tekee siitä erinomaisen sovellutuksen niin satelliittien lämpösuojiin kuin kuvassa esitettyyn peitteeseen. Alumiini on hyvin muokkautuvaa ja sitä voidaan käsitellä sulana ja kiinteänä useilla eri menetelmillä. Kierrätettävyys on suurimpia alumiinin etuja ja se onkin täysin kierrätettävä materiaali. (Alumiinituotteet 2017.)

6 RAKENNE

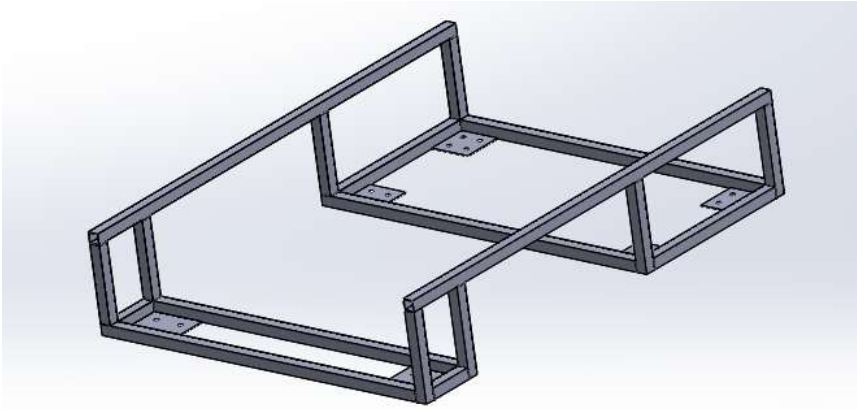
Rakenne koostuu kolmesta erillisestä osasta, jotta kokoonpano sekä korjaustyö olisivat edullisesti toteutettavissa. Rakenteessa pyritään käyttämään samoja materiaali kokoja, jotta niiden hankinta olisi helpommin toteutettavissa. Rakenteen tulee olla mahdollisimman kevyt, jotta taka-akselille kohdistuva massa ei ylitä tieliikenteeseen suurinta sallittua 780 kg massaa. Kokonaisrakenteen massaksi saadaan 145,2 kg valmistettaessa 6063-T6-alumiinista (kuva 4).



KUVA 4. Kokoonpano ilman tukirakenteita

6.1 Alarunko

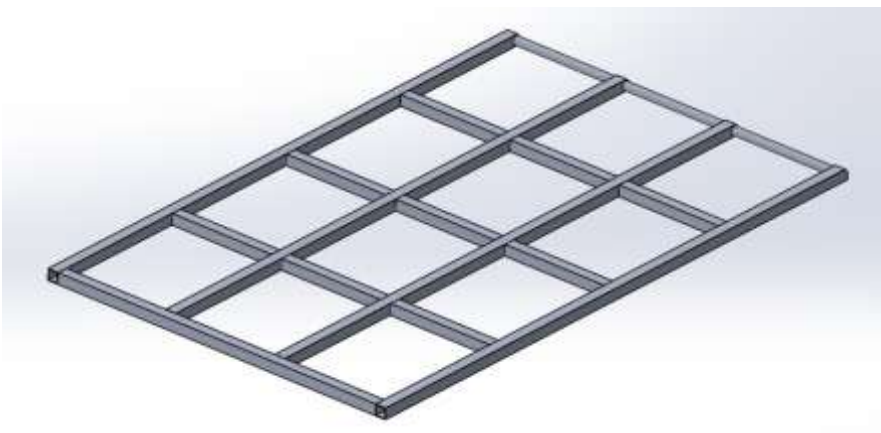
Alarungossa käytetään 40x40x3 mm:n alumiinista pintakäsittelemätöntä neljöputkea, tarvittava määrä on 12,8 metriä. Kiinnityspisteet toteutetaan 3 mm:n alumiini levyyn sijoitetuilla rei'illä. Kiinnitys autoon toteutetaan reijitetyille kiinnityslevyillä ajoneuvon lavarakenteen rakenteisiin. Rakenne jää kokonaan auton lavarakenteen suojaan. Kuormauksessa suurin rasitus kohdistuu alarungossa etupäähän sekä aivan rakenteen takaosaan. Kiinnityslevyt ovat kooltaan etuosassa 200x175x3 mm ja takaosassa 150x150x3 mm. Rakenteen osat liitetään yhteen hitsaamalla 3 mm:n tunkeumalla. Alarungon massa alumiinista valmistettaessa on noin 16,6 kg (kuva 5).



KUVA 5. Alarungon konstruktio

6.2 Keskirunko

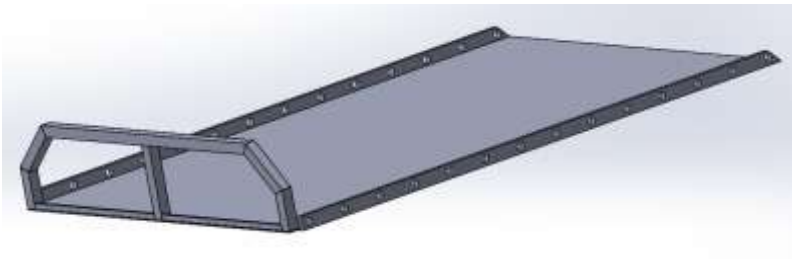
Keskirungossa jatketaan samanlaisen 40x40x3 mm:n alumiinisen neliöputken käyttöä kuin alarungossa, jota tarvitaan 13,6 metriä. Keskirungon leveys pysyy samana kuin alarungon, jotta rakenne pysyy lavarakenteen sisäpuolella. Keskirungon perässä on halkaisijaltaan 30 mm:n alumiiniputki, johon rampin koukut kiinnittyvät ja jota voidaan käyttää hyväksi kuorman sidonnassa. Auton takalaita on 40 mm alempana kuin lavan reunat joka mahdollistaa lavaa pidemmän keskirungon pitäen kansirakenteen tiiviinä lavan reunoja vasten. Liitosmenetelmänä jatketaan hitsausta 3 mm:n tunkeumalla. Keskirungon massaosuus on 17 kg (kuva 6).



KUVA 6. Keskirungon konstruktio

6.3 Kansi

Kannen pohjana käytetään 5 mm:n paksuista alumiinilevyä. Laidat on suunniteltu 45x17,5 mm:n lattaprofiilista, johon on tehty kuormansidonnan reiät. Kansi on tiiviisti lavarakennetta vasten lumen ja lian poissa pitämisen vuoksi. Päädyssä on käytetty alempien rakenteiden alumiiniprofiilia, joka suojaa auton takalasia ja mahdollistaa suojaverkon asennuksen. Liitosmenetelmänä käytetään edelleen hitsausta. Kansi on rakenteen painavin osa lattalevyn takia, jolloin sen massaksi saadaan 57 kg (kuva 7).



KUVA 7. Kansi

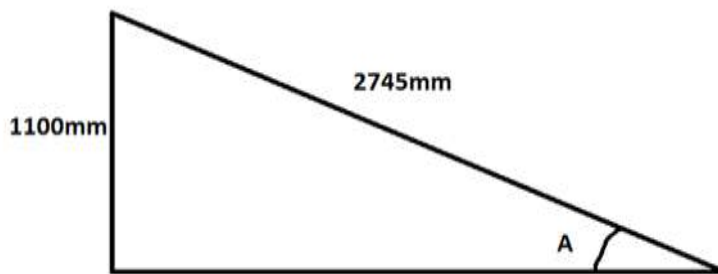
6.4 Ramppi

Kuormaukseen on suunniteltu teleskooppinen kuormausramppi, joka on valmistettu alumiinista. Se on suunniteltu moottorikelkkojen mittojen mukaisesti. Ramppia voidaan käyttää myös muiden pienkoneiden lastaukseen; esimerkiksi mönkijöiden kuormauksessa (kuva 8).



KUVA 8. Ramppi

Ramppi on kaksiosainen ja pituudeltaan sama kuin kohdeajoneuvon lavan sisäpituus ja leveys rakenteen alarunkoa kapeampi. Yläosan laita on valmistettu alumiinisesta U-palkista, jonka välissä rampin alaosa liukuu yläosan päällä toteuttaen teleskooppimaisen rakenteen. Kokoon painettuna se saadaan säilöttyä kokonaan lavarakenteen sisälle kuljetuksen ajaksi. Lastausvaiheessa rampin osat saadaan lukittua toisiinsa rampin levyisen tangon avulla. Tanko voidaan asettaa rampin poikittaisiin neliöputkiin ja näin pituutta voidaan säädellä sopivaksi. Poikittaisputket ovat 213 mm:n välein toisistaan, joilla pituus säädellään tilanteen mukaan. Rampin kestävyys rajoittaa pituutta, mutta paksummalla materiaalivalinnalla kestävyys paranee ja lisää enimmäispituutta (kuva 9). Rampin kulma asettuu 24 asteeseen, joka saadaan laskettua sinilauseella (kaava 1).



KUVA 9. Ramppi maksimi pituudessa

$$A = \sin^{-1} \frac{1100}{2745} = 24^{\circ}$$

KAAVA 1

Rampin materiaalina käytetään samaa 40x40x3 mm:n alumiini neliöputkea, jota käytetään jokaisessa rakenneosassa. Tarvittava kestävyys saavutetaan 9 mm:n alumiinilevyllä. Kiinnityskoukut ovat ainoa osa koko kokoonpanossa, joka täytyy työstää erikseen. Erilliselle rampille kertyy 54,6kg massa.

6.5 Tukitangot

Lastausrampin nurjahduksen estämiseksi suunniteltiin erilliset tukitangot, jos ramppia joudutaan käyttämään pidempänä kuin yksiosaisena. Varren yläpäässä on 17 mm:n reikä, jonka ansioista tukitangot kiinnitetään rampin kylkeen pituutta säätävällä lukitustangolla. Tuen varsi on valmistettu 30x20x2 mm:n kokoisesta

alumiiniliöputkesta, joka tukeutuu 100x150x10 mm:n kokoiseen alumiinilevyyn.

7 SIDONTA JA TUENTA

Jos alustan estävä voima on pienempi kuin kiihtyvyydestä aiheutuva massa-voima esiintyy kuorman liukumista. Liukumista estävät kitkavoima, sidonta ja tukivoimat. Pinnan materiaalilla ja kosteudella on myös suuri merkitys (taulukko 3). Tämän takia on erittäin tärkeää panostaa asianmukaiseen kuorman sidontaan. (Kuorman sidonnan käsikirja 2004, 17.)

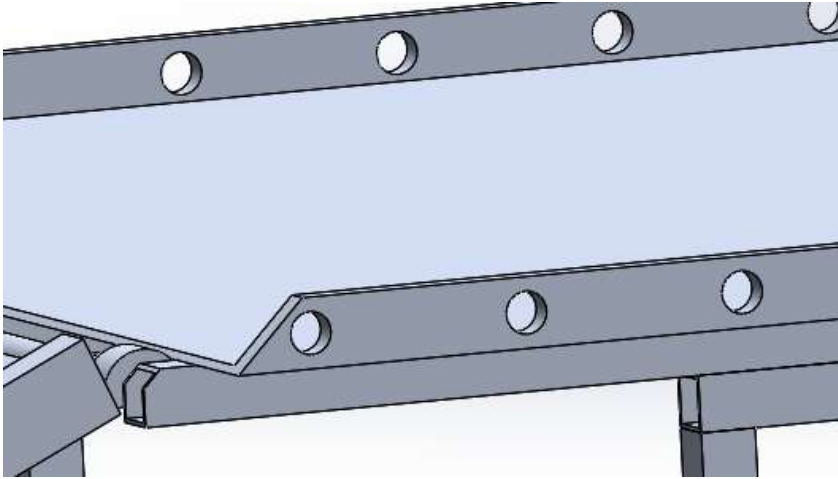
TAULUKKO 3. Kitkakertomia pinnoille (Kuorman sidonnan käsikirja, 17.)

Materiaalipari	Kuiva, puhdas	Kosteaa, epäpuhdas	Luminen, jäinen
Metalli - Metall	0,30	0,20	0,10
Puu - Puu	0,30	0,30	0,20
Puu - Metall	0,30	0,30	0,10
Puu - Betoni, kivi	0,40	0,40	0,30
Puu - Kitkavaneri	0,40	0,40	0,30
Metalli - Betoni	0,30	0,20	0,10
Puu - Kumi	0,40	0,30	0,20
Metalli - Kumi	0,40	0,20	0,10

Kuorman sidonnassa on otettava huomioon sidontavoima, tapa sekä kuorman laatu. Luotettavia sidonta- välineitä ja tapaa valittaessa täytyy huomioida kuorman koko, muoto, paino ja olosuhteet. Välineiden on oltava riittävän vahvoja ja pitkiä. Sidontavälineitä on useita erilaisia, mutta erityyppisiä ei saa käyttää samassa kuormassa. Esimerkiksi kettinkiä ja sidontavyötä ei tule käyttää samassa kuormansidonnassa. (Kuorman sidonnan käsikirja 2004, 19.)

Sidontavälineet tulee tarkastaa säännöllisin väliajoin muodonmuutoksien, kulumisen ja ruostumisen takia. Sidontavöissä ei saa olla viiltoja, hankaumia, yli 10 % langoista tai ompeleista vahingoittunut. Väöissä ei myöskään sallita solmuja. Väöyöt täytyy suojata kitkalta, hankautumiselta ja teräviltä kulmilta asianmukaisesti. Esimerkiksi käyttämällä erillistä suojaa sidontavyön ja kiinnityspisteen välissä. Sidontavälineitä on käytettävä valmistajan ohjeita noudattaen. (Kuorman sidonnan käsikirja 2004, 19.)

Kohdeajoneuvon sidontavälineinä käytetään räikkävyöitä. Räikkävyöt ovat hellävarainen sidontaväline, koska ajoneuvo ei saa naarmuuntua tai vaurioitua kuljetuksen aikana. Sidonnan kiinnityspisteet sijoittuvat rakenteen kannen seinämien reikiin (kuva10).



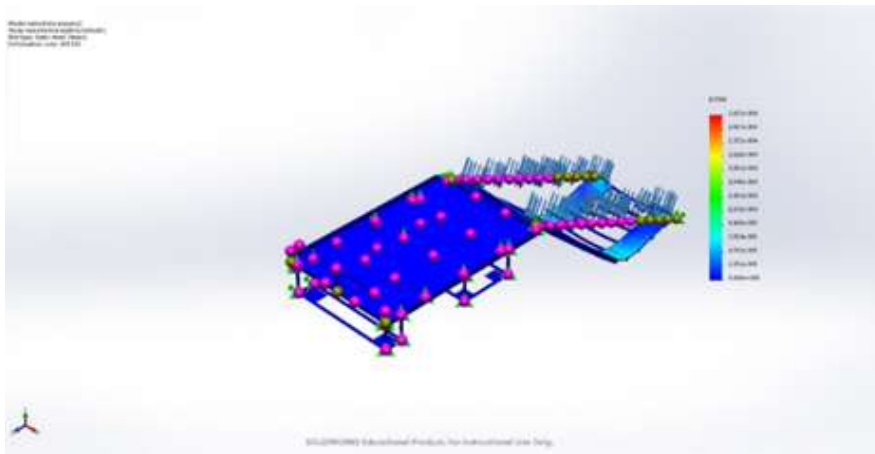
KUVA 10. Kuormansidonnan kiinnitysreiät

Kelkan parhaimmat kiinnityspisteet löytyvät keulan alatukivarsista ja takana telaston runkorakenteesta. Näistä paikoista kiinnitettäessä sidontavälineet eivät ylitä 60° kulmaa vaakatasoon nähden. Kuormansidontaan tarvitaan neljä pitkää tai kahdeksan lyhyttä räikkävyötä. Näin ollen yksittäisen vyön pettäminen ei aiheuta välitöntä vaaraa kuorman irtoamiseen. Kelkan liikkumista estetään myös kelkan omalla seisontajarrulla, joka on kytkettynä kuljetuksen aikana.

8 KUORMITUKSET

8.1 FEM-analyysi 6063-T6-alumiinilla

Rakenteen kuormitukseen käytetään Solidworks simulaatio ja analyysi toimintoa. Rakenteelle sallitaan pienehkö jousto. Suurimmillaan kuormitus on lastausvaiheessa, joka kohdistuu lastausrampin keskiosaan (kuva 11).



KUVA 11. FEM-analyysi 6063-T6-alumiinilla

Analyysissä rasitusvoimaksi valittiin 3 000 N, joka vastaa kelkan sekä kuljettajan aiheuttamaa kuormitusta rakenteeseen. Alussa rakenne ei kestänyt silloisella materiaalilla valinnoilla eikä rampin pituudella. Näitä asioita muuttamalla saatiin rakenteesta tarpeeksi vahva, eikä rampin kuormauskulman jyrkkyys kasvanut liikaa.

Analyysin tuloksena voitiin todeta, että suurin kuormitus ajoittuu lastausvaiheessa lastausrampin keskiosaan. Rampin taipuma on 6063-T6-alumiinilla 14.6 mm. Taipuma on niin pieni, että rakenteeseen ei jää pysyviä muodonmuutoksia. Rampin maksimipituus valituilla materiaaleilla on 2 745 mm, mutta sen sijaan tukivälimittaa lyhempanä rasitus jakautuu suuremmalle alueelle ja taipuma pienenee oleellisesti.

Lyhentämällä lastausrampia yhden poikittaisputkivälin 213 mm saadaan rampin joustoksi noin 10 mm. Tällöin rampin pituus maasta kannen laitaan on 2 532

mm, joka lisää rampin jyrkkyyttä huomattavasti ja hankaloittaa kelkan kuormausta.

8.2 FEM-analyysi s235-teräksellä

Analyysi suoritettiin myös vaihtamalla rampin materiaali alumiinista teräkseen, jotta saatiin vertailupohjaa. Teräksestä valmistettaessa rakenteeseen kohdistuu noin 4,8 mm jousto. Ramppi olisi viisasta valmistaa teräksestä varman kestävyuden takaamiseksi, mutta rajoittavaksi tekijäksi osoittautuu paino. Terästä olisi helpompi työstää ja hankintahinta olisi huomattavasti huokeampi.

Suurimman rasituksen kohde pysyy samassa paikassa kuin alumiinista valmistettaessa. Pelkän rampin massaksi teräksestä valmistettaessa saadaan 157 kg. Tämä on liikaa rampin käsiteltävyyden kannalta. Myös suurin sallittu akseli-massa ylittyy teräsvalmisteisena.

8.3 FEM-analyysi erillisillä tukijaloilla

Taipuman minimointiin suunniteltiin varatoiminpiteenä erilliset tuet, jotka voidaan asentaa tarpeen mukaan (kuva 12). Lyhyttä ramppia käytettäessä eivät tuet ole tarpeen, mutta jatkamalla ramppia pidemmäksi tarvitaan tuet. Tuot sijoituvat lähes rampin keskelle, joten voiman aiheuttama taipuma vähenee merkittävästi. FEM -analyysin tuloksena saatiin muodonmuutokseksi ainoastaan 1 mm kiinnityspisteiden ja tukijalkojen välille.



KUVA 12. Rampin lisätuet

9 YHTEENVETO

Pick-up-ajoneuvo on tuotu Suomeen ennen 3.5.1993 ja se on maahantuotaessa täyttänyt silloin voimassa olleet autoverovapauden edellytykset. Ajoneuvoon ei saa asentaa kiinteää rakennetta lavalle ilman veroseuraamuksia.

Alusta on mahdollinen toteuttaa kohdeajoneuvoon ainoastaan kuormana Suomen nykyisen lainsäädännön puitteissa. Rakenne ja kelkka painavat yhteensä noin 445 kg, joten taka-akselia saa kuormata vielä 335 kg. Valmistusmateriaaleja voitaisiin muuttaa vahvemmiksi, jotta rakenne kestäisi paremmin rasitusta ja lastaustoistoja. Kuormana alustan kiinnitykseen tulisi kehittää eri tapa kuin auton runkorakenteeseen pulttaaminen. Esimerkiksi pikakiinnikkeet tarpeeksi kestävillä vaijereilla tai ketjuilla, jotta rakenne ja kuljetettava ajoneuvo voidaan molemmat luokitella kuormaksi.

Rampin levyjen karhennus auttaisi mönkijöiden ja muiden pyörillä varustettujen ajoneuvojen lastaamista, mutta toisaalta haittaa moottorikelkkoja suksien ohjainrautojen takertumisen takia. Rakenne ei tarvitse erillistä merkitä punaisella perämerkillä, jos kuljetettava ajoneuvo ei ylitä kansirakennetta yli 590 mm. Kohdeajoneuvo ylittää laidan 970 mm joten, kuorma tulee merkitä päivällä punaisella lipulla ja pimeällä punaisella valolla. Valo voidaan toteuttaa esimerkiksi akkukäyttöisellä punaista valoa tuottavalla lampulla, koska ajoneuvon omat taka-valot näkyvät kuorman alta.

Rakenteen heikoimmaksi kohdaksi osoittautui rampin keskiosa ajoneuvon lastausvaiheessa. Kohtaa vahvistettiin erillisellä tukirakenteella ja muuttamalla valmistusmateriaalia. Teräsrakenteena kestävyys olisi parempi, mutta paino ei mahdollista sen käyttöä. Rakenne on suunniteltu niin, että rakenteen kuormaus onnistuu yhdeltä ihmiseltä.

Rampin keskikohdan taipuman estämiseksi kehitettiin erilliset tukirakenteet, joiden ansiosta rakenteesta saatiin tarpeeksi kestävä. Tuet ovat helposti asennettavissa samalla, kun asetetaan ramppi haluttuun pituuteen. Rakenne ei olisi

kestänyt tarvittavaa rasiusta useita toistoja ilman rakenteen tuentaa tai valmistusmateriaalien muuttamista. Yksinkertaisimpana toteutuksena todettiin tukea rakenne erillisillä tuilla.

Rakennetta voidaan helposti soveltaa myös muihin pick-up-ajoneuvoihin SolidWorks-3D CAD-ohjelman avulla muuttamalla rakenteen mittoja sopiviksi. Suunnittelussa pitää muistaa ottaa huomioon kohdeajoneuvon kantavuudet, tieliikenteeseen sallitut mitat ja ajoneuvon rakenteen muuttaminen ilman veroseuraamuksia.

LÄHTEET

Ajoneuvolaki 11.12.2002/1090. Finlex. Saatavissa: <http://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20021090?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=ajoneuvolaki>. Hakupäivä 20.3.2017.

Alumiinituotteet. 2017. Teknologiateollisuus. Saatavissa: <http://teknologiateollisuus.fi/fi/jasenet/toimialaryhmat/alumiinituotteet>. Hakupäivä 5.5.2017.

Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä. 4.12.1992/1257. Finlex. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1992/19921257>. Hakupäivä 15.1.2017.

Kuormansidonnän käsikirja. 2004. Logistiikan tutkimus ja kehitys Lorda ry. Saatavissa: <http://kiinnikekeskus.fi/wp-content/uploads/2015/10/Kuormansidonta.pdf>. Hakupäivä 22.5.2017.

Pakettiauto. 2017. Trafi. Saatavissa: https://www.trafi.fi/tieliikenne/verotus/ensirekisteroinnin_jalkeinen_autovero/pakettiauto. Hakupäivä 10.4.2017.

Polaris 800 Switchback Assault ES. 2016. Kelkkapalsta. Saatavissa: <http://www.kelkkapalsta.com/haku/?pos=22&uusi=1&id=20182> Hakupäivä 16.4.2017.

1 Rekisteröintitodistus. Osa I / Tekninen osa Registreringsbevis. Del I / Teknisk del

1 Pien Auton

C.2 Rekisterin merkitty omistaja / registrat antecknad ägare: JC21, C22, C23

C.3 Rekisterin merkitty haltija / registrat antecknad innehavare: JC21, C22, C23

70 L

C.2 = C.1* C.3 = C.1*

A Rekisterin Rekisterin Jatko-osat (D17/E) Osa (D17/F)	Jatko-osat (D17/E) Osa (D17/F)	Jatko-osat (D17/E) Osa (D17/F)	Vakuutus Vakuutus
Rajaukset Rajoitukset Ajoneuvo poistettu liikennekäytöstä Vehicle taken off the road Autoverovapaus			
Ajoneuvo Fordon Osa (D17/G)	B.3 Kappale Huvudbeteckning		
ISUZU	TFS		
E Valmistajan Valverkstyp Ajoneuvo (D17/H)	Yksityinen	B Ajoneuvon Ajningsår 02.01.1990	
K Tyypin Tyyp 0.1		0.2 Vuosi Year 0.2	
Katsaus Katsning Ajoneuvo ajoneuvo Fordon		Katsaus Katsning Ajoneuvo ajoneuvo Fordon	
Muita tietoja Andra uppgifter Ajoneuvo ajoneuvo Fordon		Muita tietoja Andra uppgifter Ajoneuvo ajoneuvo Fordon	
P.1 Paino Vikt 2	P.2 Kori Paino 2230	P.3 Kori Paino 45	P.4 Työntekijät Dieselöljy
4900	1690		2450
P.5 Ajoneuvo Paino 1630	P.6 Ajoneuvo Paino 2450	P.7 Kori Paino 45	P.8 Työntekijät Dieselöljy
			750
1 akseli		1000	
2 akseli		1450	

Käyttötilan merkinnät Handläggarens anteckningar

Tämä osa pidettävä ajassa mukana. Denna del bör medföras vid körning.
Jatko-osa pidettävä ajassa mukana. Tilläggsdelen bör medföras vid körning.

1 Rekisteröintitodistus. Osa I / Tekninen osa Registreringsbevis. Del I / Teknisk del

1 Pien Auton

A Rekisterin Rekisterin
Jatko-osat (D17/E)
Osa (D17/F)

Jatko-osat (D17/E)
Osa (D17/F)

N1 / Pakettiauto

B.1 Ajoneuvo Fordon
Osa (D17/G)

ISUZU

E Valmistajan Valverkstyp
Ajoneuvo (D17/H)

Yksityinen

B Ajoneuvon Ajningsår
02.01.1990

K Tyypin Tyyp
0.1

0.1 Vuosi Year
0.1

Katsaus Katsning
Ajoneuvo ajoneuvo
Fordon

Muita tietoja Andra uppgifter
Ajoneuvo ajoneuvo
Fordon

P.1 Paino Vikt
2

P.2 Kori Paino
2230

P.3 Kori Paino
45

P.4 Työntekijät
Dieselöljy

4900

1690

2450

P.5 Ajoneuvo Paino
1630

P.6 Ajoneuvo Paino
2450

P.7 Kori Paino
45

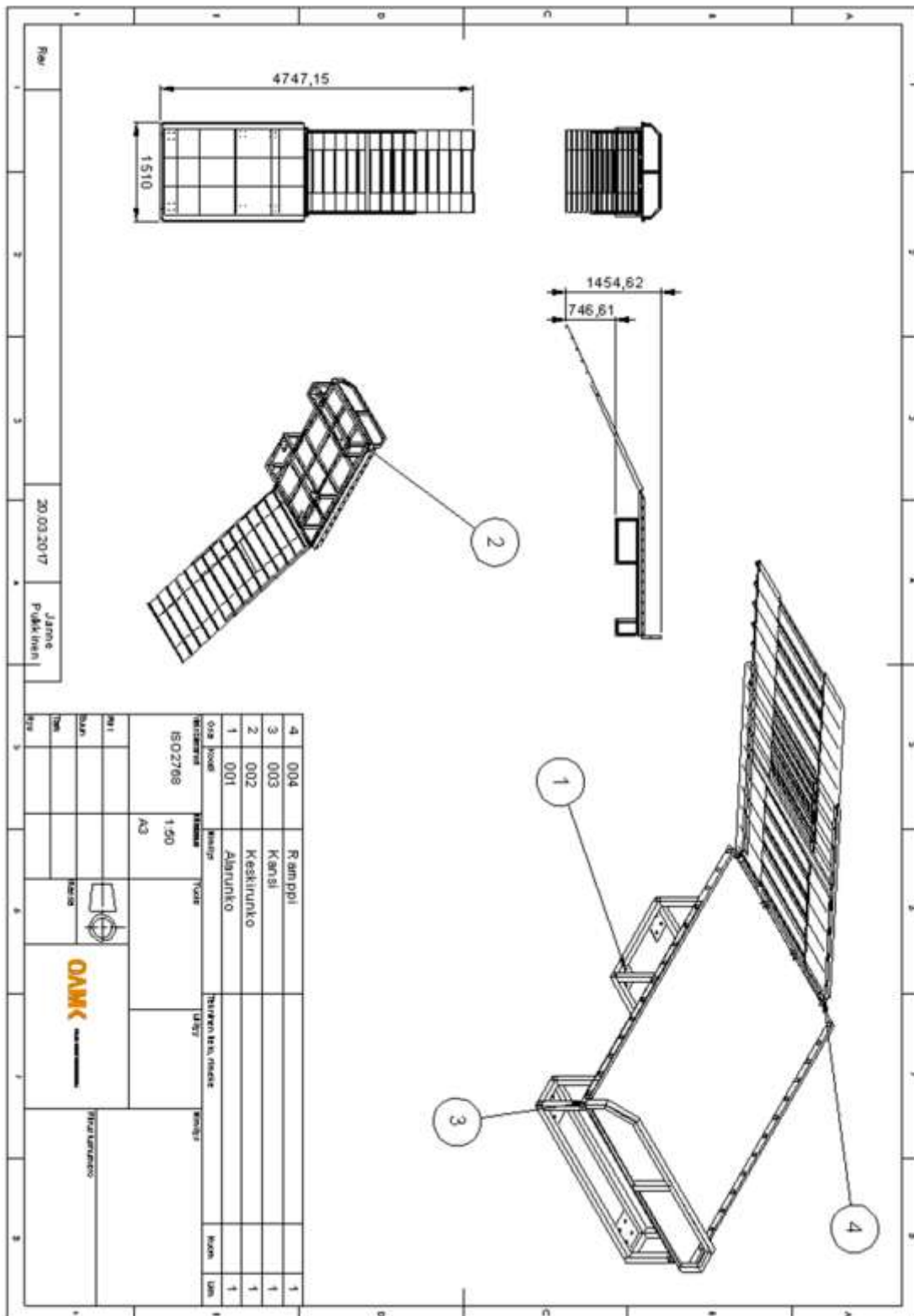
P.8 Työntekijät
Dieselöljy

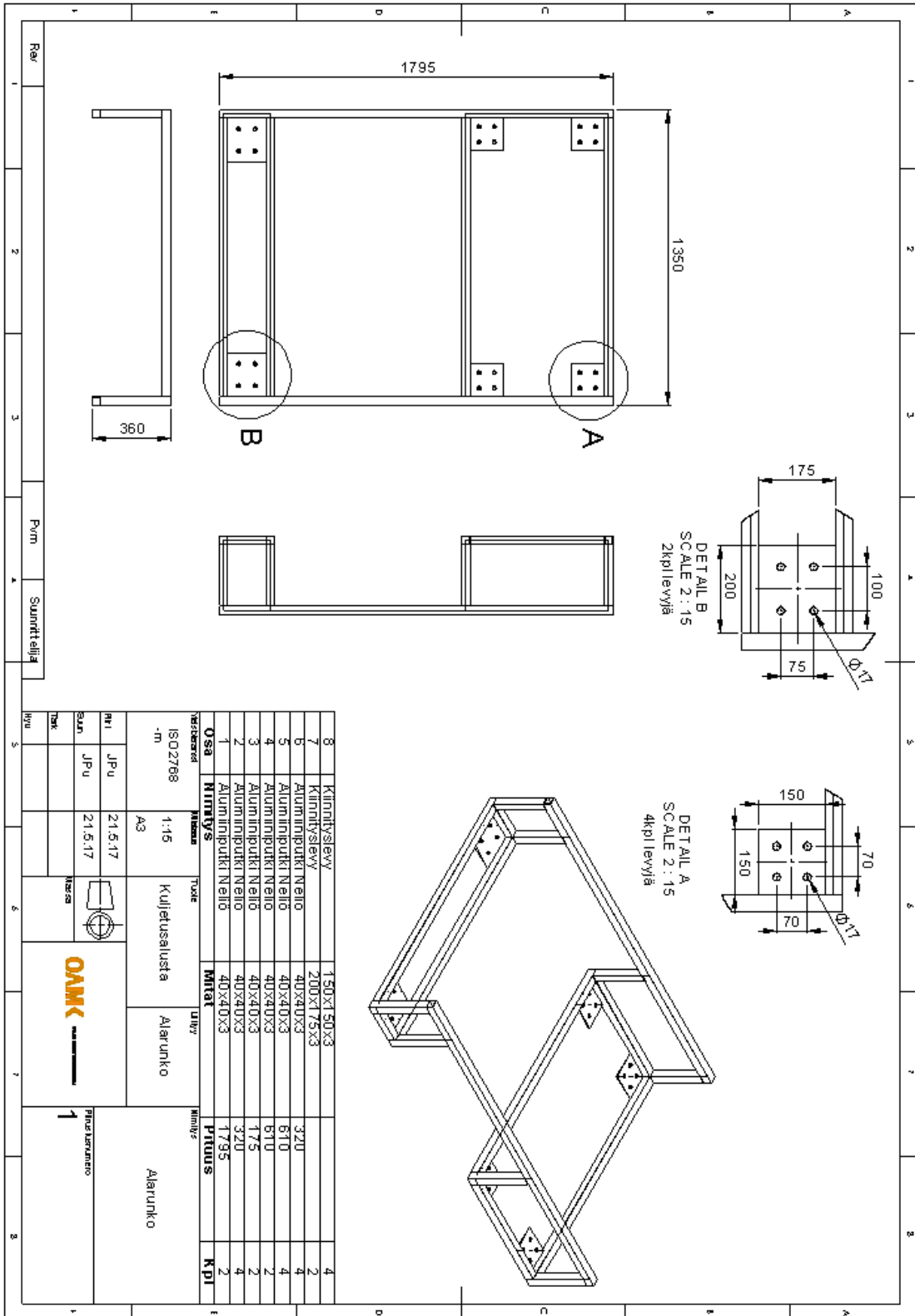
1000

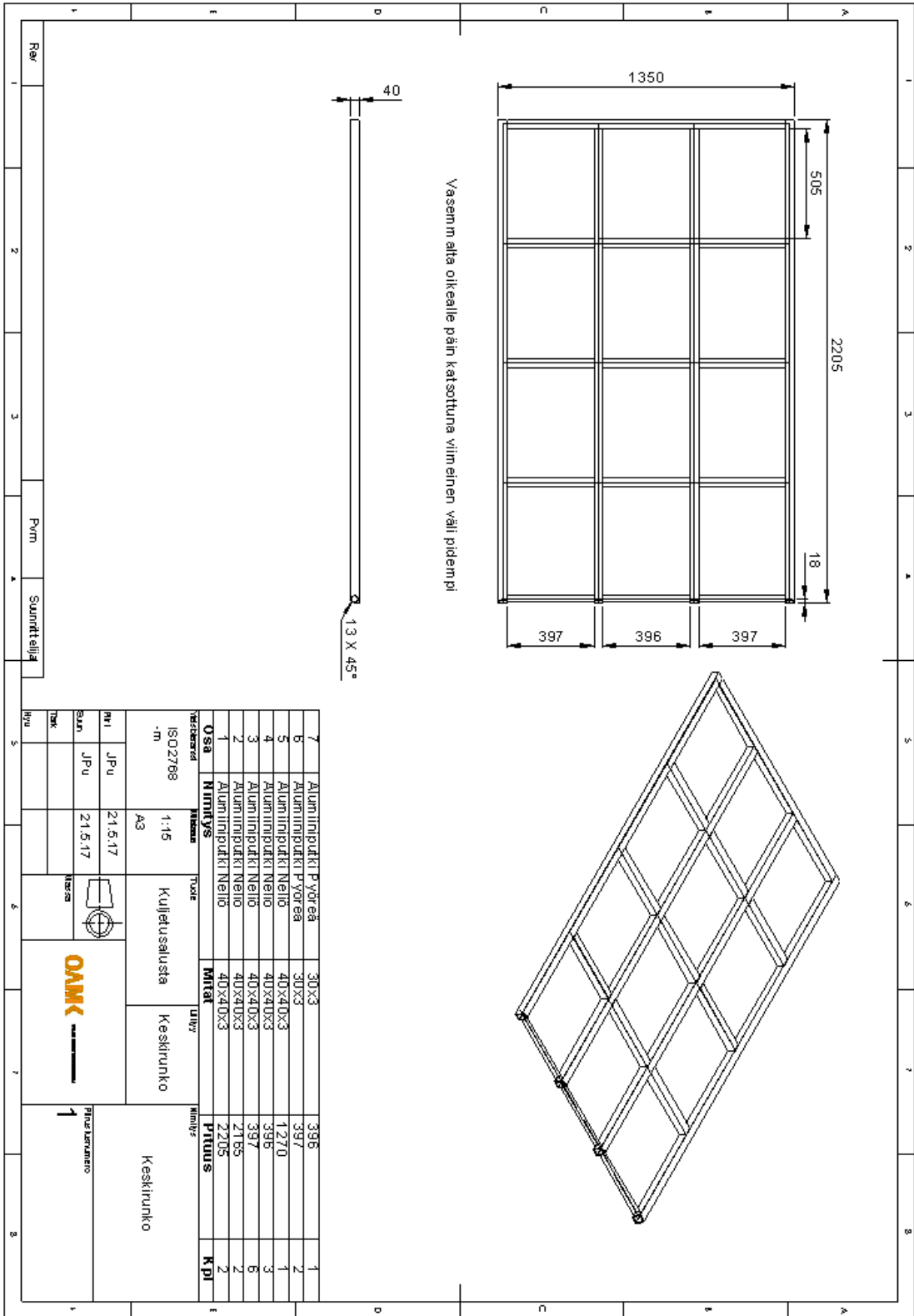
1450

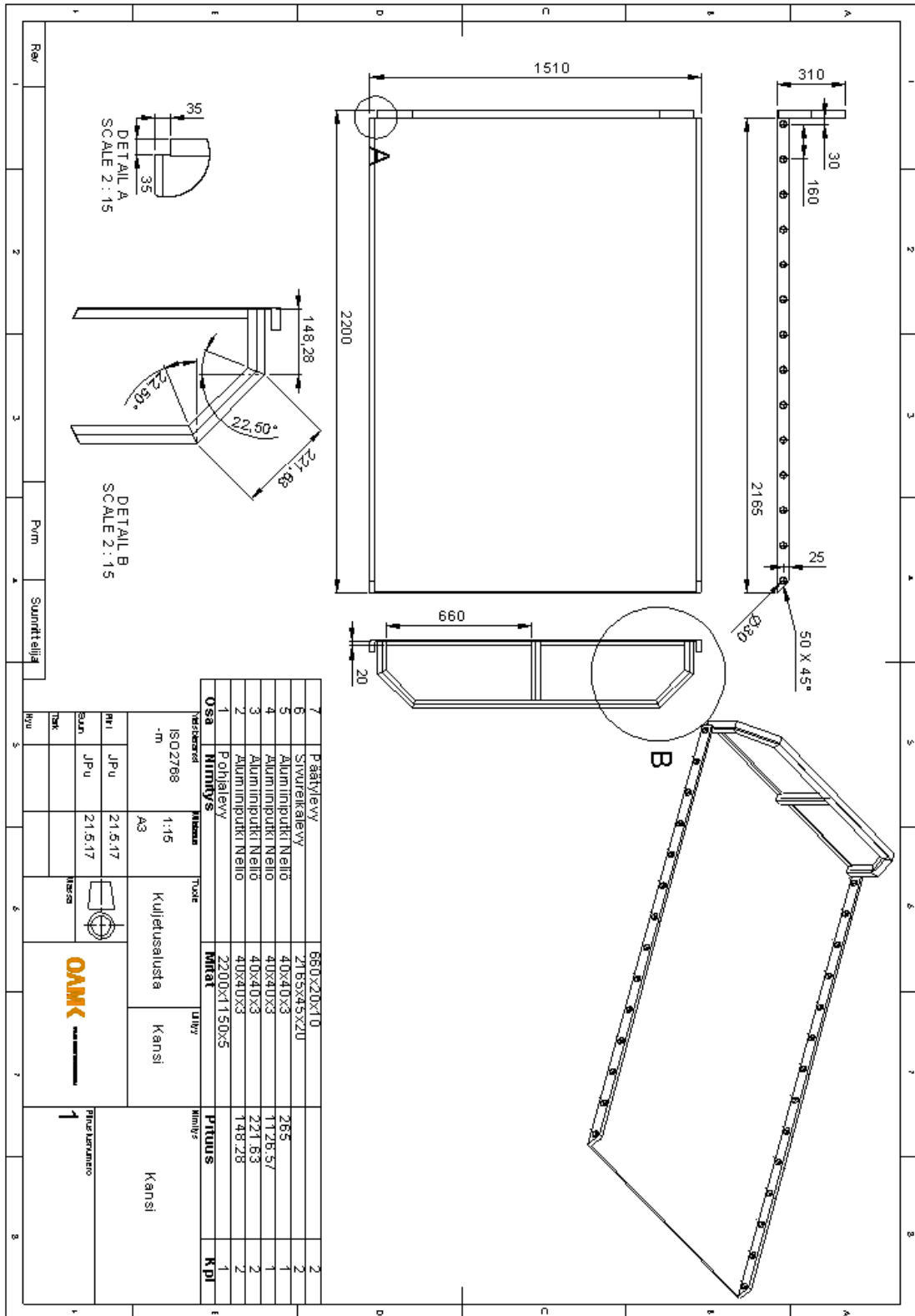
Käyttötilan merkinnät Handläggarens anteckningar

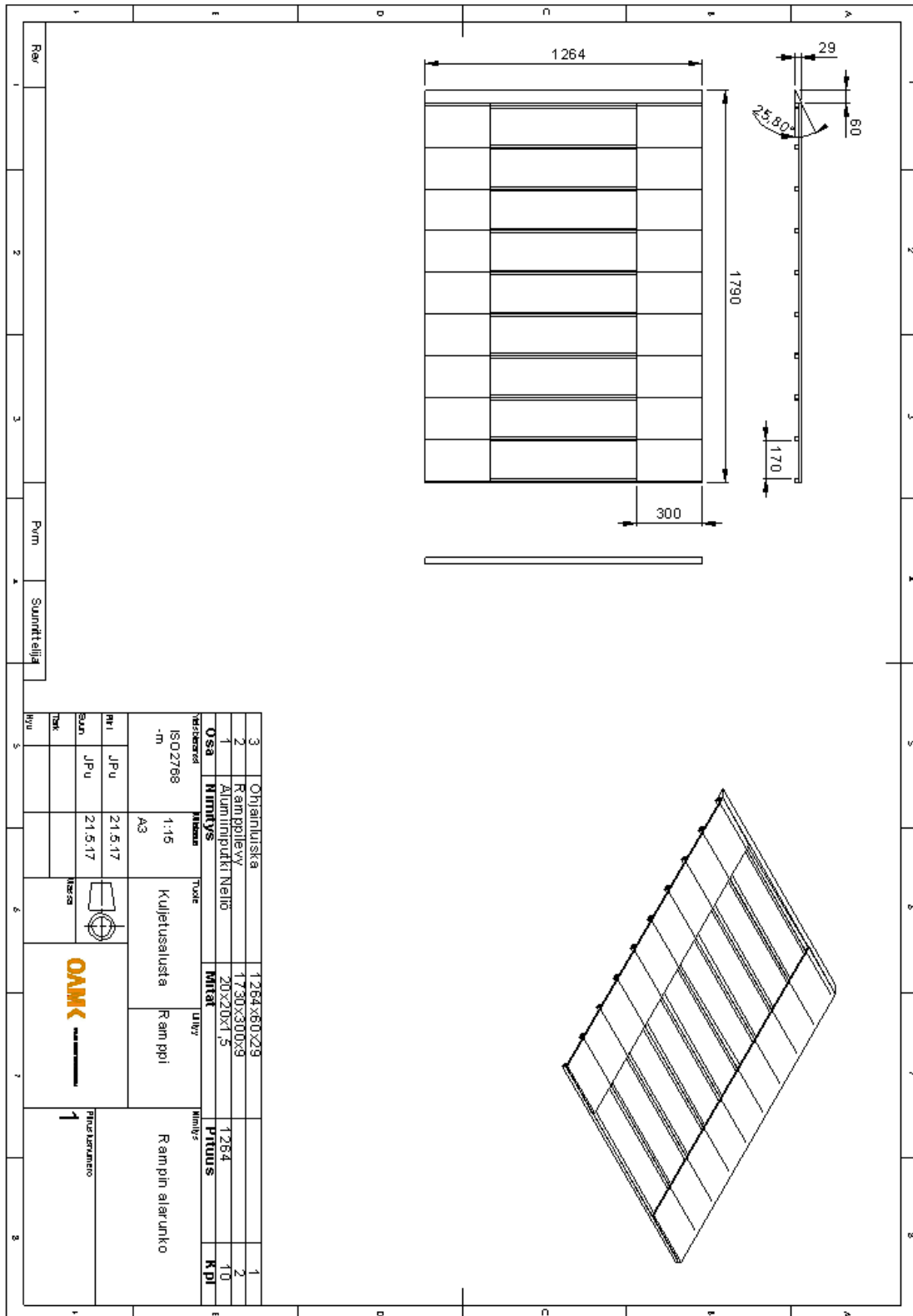
Renkaat: 205R16 REINF.
Vetojärjestelmä: 4X4
Lavan laidat: 420 mm
Valmistusmaa: JAPAN
LIIKENNEMINISTERIÖN PÄÄTÖKSEN MUKAINEN AVONAISEN TAVARATILAN SUOMESSA MUUTETTU
PITUUS 186 CM.

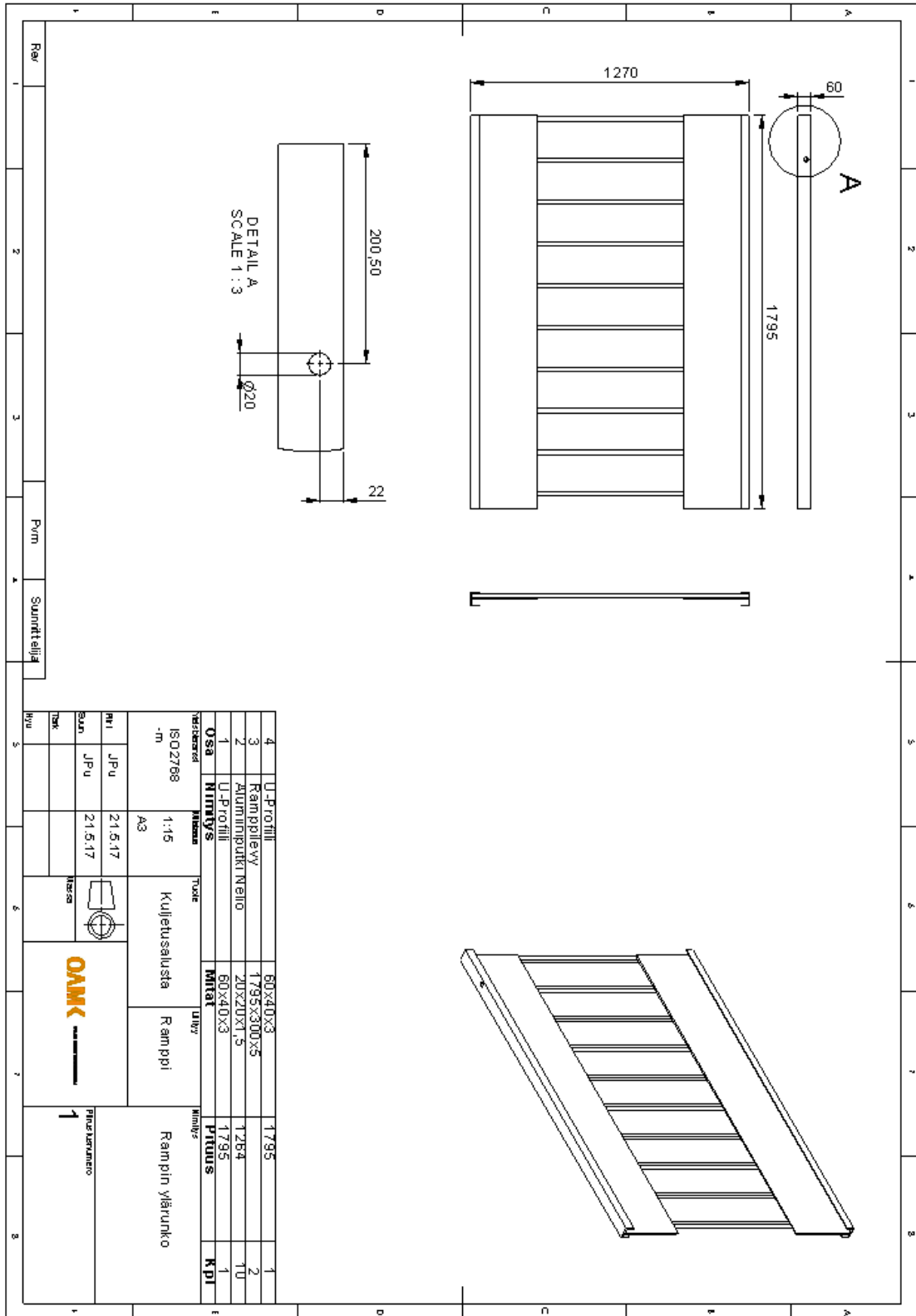


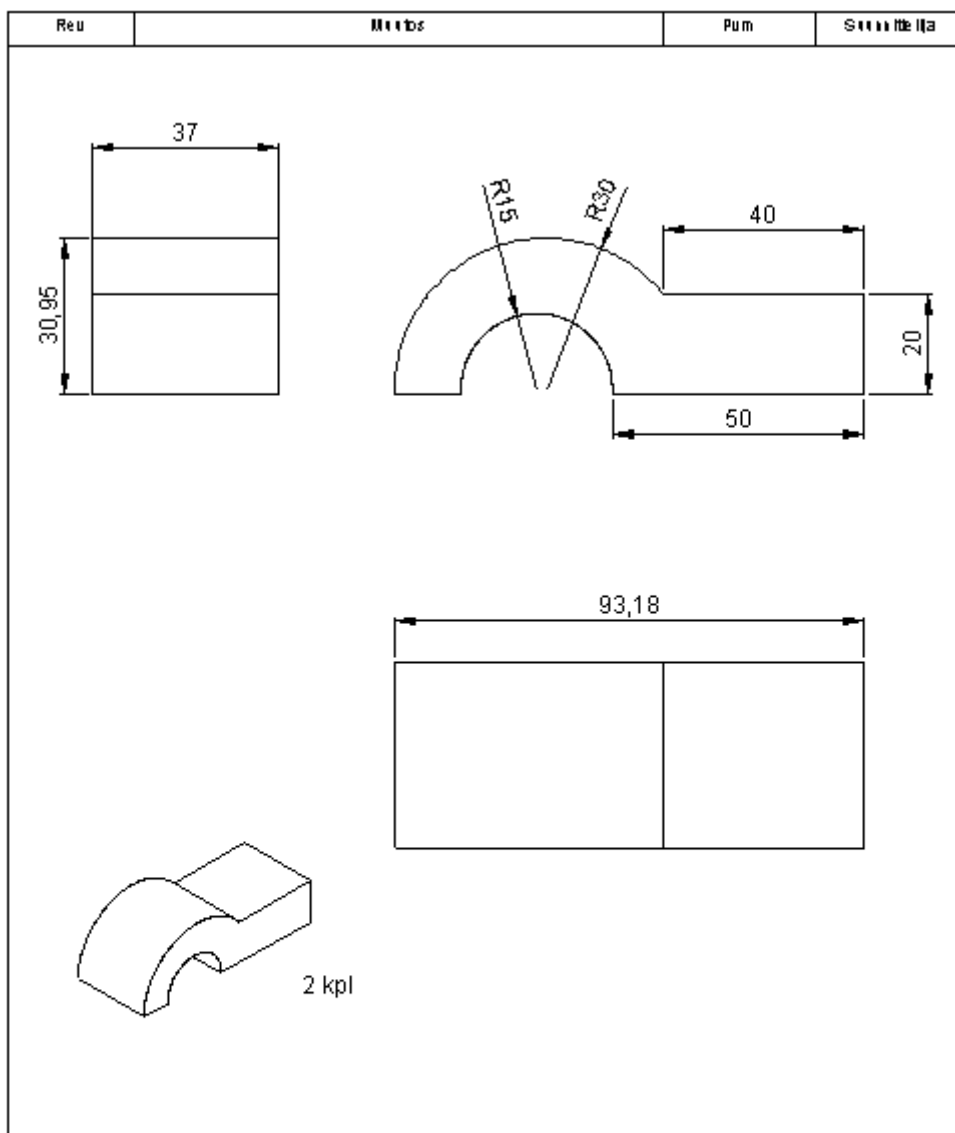













Yleisnumero	Mittakaava	Tuote	Käyttö	Nimi
ISO2768 - m	1:1 A4	Kuljetusalusta	Ramppi	Koukku
Piiri	JP u	21.5.17		Piirustusnumero 1
Suun	JP u	21.5.17		
Tark				
Hyu				

