

MARKKU IKONEN, ARVET PALKOV & KALLE VILJANEN

**RASKAIDEN AJONEUVOJEN  
OMAMASSAT**  
– SELVITYS MAHDOLLISUUKSISTA LISÄTÄ  
KANTAVUUTTA



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
ÅBO YRKESHÖGSKOLA



**TURUN AMMATTIKORKEAKOULUN PUHEENVUOROJA 37**

Turun ammattikorkeakoulu  
Turku 2007

Kannen suunnittelu: Jenni Rennie

ISBN 978-952-216-003-4 (verkkojulkaisu)

ISSN 1459-7756 (verkkojulkaisu)

URL: <http://www.turkuamk.fi/julkaisut/isbn9789522160034.pdf>

Jakelu: <http://julkaisumyynti.turkuamk.fi>

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>6</b>
<b>2 TUTKIMUKSEN TAUSTA</b>	<b>7</b>
<b>3 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS</b>	<b>9</b>
<b>4 TÄYSPERÄVAUNUYHDISTELMÄT</b>	<b>10</b>
4.1 Täysperävetoautot	10
4.1.1 Korityyppijakauma	10
4.1.2 Kokonaismassajakauma	12
4.1.3 Omamassajakauma	13
4.1.4 Korityypin vaikutus omamassaan	14
4.1.5 Merkkijakauma	15
4.1.6 Merkkikohtaiset omamassat	16
4.1.7 Omamassakehitys	17
4.1.8 Jalkalavakontin vaikutus	17
4.2 Täysperävaunut	20
4.2.1 Korityyppijakauma	20
4.2.2 Kokonaismassajakauma	22
4.2.3 Omamassajakauma	24
4.2.4 Akselien määrän vaikutus omamassaan	26
4.2.5 Merkkijakauma	26
4.2.6 Merkkikohtaiset omamassat	29
4.2.7 Omamassakehitys	31
<b>5 PUOLIPERÄVAUNUYHDISTELMÄT</b>	<b>33</b>
5.1 Puoliperävetoautot	33
5.1.1 Kokonaismassajakauma	33
5.1.2 Omamassajakauma	34
5.1.3 Merkkijakauma	36
5.1.4 Merkkikohtaiset omamassat	38
5.1.5 Omamassakehitys	40
5.2 Puoliperävaunut	42
5.2.1 Korityyppijakauma	42
5.2.2 Kokonaismassajakauma	43
5.2.3 Omamassajakauma	44
5.2.4 Renkaiden vaikutus omamassaan	45
5.2.5 Merkkijakauma	46
5.2.6 Merkkikohtaiset omamassat	47
5.2.7 Omamassojen kehitys	48

<b>6 JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>49</b>
6.1 Yleistä	49
6.2 Esimerkkilaskelma täysperävaunuyhdistelmälle	51
6.3 Esimerkkilaskelma puoliperävaunuyhdistelmälle	52
6.4 Saavutettavissa oleva kulutus- ja CO <sub>2</sub> -päästövähennys	53

<b>7 YHTEENVETO</b>	<b>55</b>
---------------------	-----------

<b>LÄHTEET</b>	<b>57</b>
----------------	-----------

## **LIITTEET**

1. Anomus Ajoneuvohallintokeskukselle tietojen hakemiseksi
2. Teknisten tietojen tietokonehaun hakukriteerit
3. Täysperävetoautojen merkkikohtaiset omamassajakaumat
4. Täysperävaunujen merkkikohtaiset omamassajakaumat
5. Puoliperävetoautojen merkkikohtaiset omamassajakaumat
6. Puoliperävaunujen merkkikohtaiset omamassajakaumat

## **KUVIOT**

- 4.1 Täysperävetoautojen korityyppijakauma
- 4.2 Täysperävetoautojen kokonaismassajakauma
- 4.3 Täysperävetoautojen omamassajakauma
- 4.4 Korityypin vaikutus täysperävetoauton omamassaan
- 4.5 Täysperävetoautojen merkkijakauma
- 4.6 Täysperävetoautojen merkkikohtaiset omamassakeskiarvot
- 4.7 Täysperävetoautojen omamassojen kehitys
- 4.8 Täysperävaunujen korityyppijakauma
- 4.9 Täysperävaunujen vetopituuksien jakauma
- 4.10 Täysperävaunujen kokonaismassajakauma (neliakseliset)
- 4.11 Täysperävaunujen kokonaismassajakauma (viisiakseliset)
- 4.12 Täysperävaunujen omamassajakauma (neliakseliset)
- 4.13 Täysperävaunujen omamassajakauma (viisiakseliset)
- 4.14 akselien määrän vaikutus täysperävaunun omamassaan
- 4.15 Täysperävaunujen merkkijakauma (neliakseliset)
- 4.16 Täysperävaunujen merkkijakauma (viisiakseliset)
- 4.17 Täysperävaunujen merkkikohtaiset omamassat (neliakseliset)
- 4.18 Täysperävaunujen merkkikohtaiset omamassat (viisiakseliset)
- 4.19 Täysperävaunujen omamassojen kehitys (neliakseliset)
- 4.20 Täysperävaunujen omamassojen kehitys (viisiakseliset)
- 5.1 Puoliperävetoautojen kokonaismassajakauma
- 5.2 Kolmiakselisten puoliperävetoautojen omamassajakauma
- 5.3 Kaksiakselisten puoliperävetoautojen omamassajakauma
- 5.4 Kaikkien puoliperävetoautojen merkkijakauma
- 5.5 Kolmiakselisten puoliperävetoautojen merkkijakauma
- 5.6 Kaksiakselisten puoliperävetoautojen merkkijakauma

- 5.7 Kolmiakselisten puoliperävetoautojen merkkikohtaiset omamassojen keskiarvot
- 5.8 Kaksiakselisten puoliperävetoautojen merkkikohtaiset omamassojen keskiarvot
- 5.9 Kolmiakselisten puoliperävetoautojen omamassojen kehitys
- 5.10 Kaksiakselisten puoliperävetoautojen omamassojen kehitys
  
- 5.11 Kappaletavaran kuljetukseen tarkoitettujen puoliperävaunujen päällirakennetyyppien jakautuminen
- 5.12 Puoliperävaunujen kokonaismassajakauma
- 5.13 Umpikoristen puoliperävaunujen omamassajakauma
- 5.14 Umpikoristen single- ja paripyörillä varustettujen puoliperävaunujen omamassojen keskiarvot
- 5.15 Umpikoristen puoliperävaunujen merkkijakauma
- 5.16 Umpikoristen puoliperävaunujen omamassojen merkkikohtaiset keskiarvot
- 5.17 Umpikoristen puoliperävaunujen omamassojen kehitys
- 6.1 Tarkasteltujen ajoneuvotyyppien kevyimmän ryhmän keskimääräiset omamassat, koko aineiston keskimääräiset omamassat sekä näiden erotukset (saavutettavissa olevat kantavuuslisät) eri tapauksissa

## **TAULUKOT**

1. Tutkimuksen kohteena olleiden ajoneuvojen määrät
2. Raskaiden ajoneuvojen omamassaselvityksen tiivistetyt tulokset
3. Keskimääräisten ja kevyimpien yhdistelmien omamassaeroista lasketut tunnusluvut tiivistettyinä

# I JOHDANTO

Pyrkimykset ajoneuvoliikenteen pakokaasupäästöjen vähentämiseksi, henkilöautoilla jo 1970-luvulta ja raskailla ajoneuvoillakin 1980-luvulta saakka, ovat tuottaneet ajoneuvo-tekniikkaa, jonka synnyttämät häkä-, hiilivety-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöt ovat pienimmillään vain muutamia prosentteja lähtötasoon verrattuna. Tämä on seurausta teknisestä kehityksestä, jota on tapahtunut sekä moottori-, polttoaine- että pakokaasunpuhdistustekniikassa.

Myönteiseen kehitykseen vaikuttavana tekijänä on osaltaan ollut pakokaasulainsäädäntö, joka on velvoittanut ajoneuvo- ja moottorivalmistajat kehittämään päästöjä vähentäviä ratkaisuja. Tässä suhteessa teknisen kehityksen takana ovat insinöörien lisäksi olleet myös lainlaatijat.

Vaikka edellä mainittuja ns. säänneltyjä päästökomponentteja on saatu vähennetyksi, työ- sarkaa riittää yhä. Ajoneuvopäästöjen uudeksi haasteeksi on tullut hiilidioksidi ( $\text{CO}_2$ ), jonka on todettu aiheuttavan maapallon lämpenemistä ja ilmastonmuutosta. Hiilidioksidi on hiilen täydellisen palamisen lopputuote. Kyseessä ei siis ole varsinainen ”saaste”, mutta kuitenkin erittäin haitallinen kaasu, jonka vähentämisen merkitys kasvaa tulevaisuudessa suuremmaksi kuin minkään muun päästökomponentin.

Hiilidioksidin syntyminen on suoraan verrannollinen poltetun hiilen määrään. Nykyisenkaltaisia fossiilisia hiilivety-polttoaineita käytettäessä ainoa tapa vähentää  $\text{CO}_2$ -päästöjä on vähentää hiilipohjaisten polttoaineiden käyttöä. Tämä voi tapahtua sekä ajoneuvojen polttoaineenkulutusta että ajosuoritetta vähentämällä.

Ajoneuvon massa on yksi polttoaineenkulutukseen vaikuttava tekijä. Tämän tutkimuksen tarkoituksena onkin selvittää, mitkä ovat Suomessa liikennöivissä raskaissa ajoneuvoyhdistelmissä käytettävien vetoautojen ja perävaunujen omamassat ja kantavuudet sekä mitkä ovat niiden jakaumat ja vaihteluvälit.

Jos raskaiden ajoneuvojen omamassaa kyettäisiin vähentämään lujuuden kärsimättä, niiden kantavuutta olisi mahdollista lisätä. Tällöin hyötykuorma kasvaisi ja polttoaineenkulutus sekä  $\text{CO}_2$ -päästöt suhteutettuna hyötykuormaan alenisivat.

Toisaalta, jos lisääntynyttä kantavuutta ei pystyttäisikään hyödyntämään esimerkiksi kuor- matilan koon tai muiden syiden takia, tavarankuljetus kevyemmällä ajoneuvoilla vähentäisi joka tapauksessa polttoaineenkulutusta ja sitä kautta  $\text{CO}_2$ -päästöjä.

## 2 TUTKIMUKSEN TAUSTA

Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) aloitteesta ja koordinoimana toteutettiin vuosina 2003–2005 raskaiden ajoneuvojen energiansäästöön kohdistunut tutkimushanke *Raskaan kaluston energiankäytön tehostaminen ”HDEnergia”*, joka yhdisti lukuisan määrän tutkimusosapuolia sekä raskaan liikenteen kaupallisia toimijoita henkilö- ja tavaraliikenteen alueilta. Hankkeen tavoitteena oli kehittää keinoja, joiden yhteisvaikutuksella säästettäisiin polttoainetta jopa 5–10 %.

Jatkotutkimuksen tarve osoittautui ilmeiseksi, ja vuosina 2006–2008 toteutetaankin tutkimushanke *Raskas ajoneuvokalusto: Turvallisuus, ympäristöominaisuudet ja uusi tekniikka (”RASTU”)*. Tässä hankkeessa selvitetään niitä uusia kysymyksiä, jotka nousivat esiin HDEnergia-tutkimuksen aikana.

Tämä tutkimus tehtiin RASTU-projektin osana, ja se käsittelee Suomessa käytössä olevien raskaiden ajoneuvojen omamassoja ja kantavuuksia. Hankkeen toteuttajana oli Turun ammattikorkeakoulun auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma, joka toimi projektissa VTT:n alihankkijana. Hanke toteutettiin osittain opiskelijatyönä.

Työhön osallistuivat kolmannen vuosikurssin autoinsinööriopiskelijat Kalle Viljanen ja Arvet Palkov. Tutkimuksen vastuuhenkilönä ja opiskelijoiden ohjaajana toimi lehtori, DI Markku Ikonen, joka vastasi myös hankkeen raportoinnin kokonaisuudesta. Hanketta rahoittivat VTT sekä Turun ammattikorkeakoulu.

Tutkimus kohdistettiin sekä täysperävaunu- että puoliperävaunuyhdistelmiin selvittämällä käytössä olevien vetoautojen ja perävaunujen massat. Selvityksen kohteena olivat Suomessa käytössä olevan kaluston omamassojen erot ja kutakin massaluokkaa edustavien ajoneuvojen määrät.

Tutkimuksen pohjana on Ajoneuvohallintokeskuksesta (AKE) saatu ajoneuvorekisteristä poimittu tietoaaineisto, jonka AKE toimitti tekijöiden käyttöön RASTU-projektikokouksen rahoittajana ilman eri veloitusta. Tästä tekijät haluavat esittää AKELLE parhaimman kiitoksensa.

Tutkimuksen lähtökohtaisena oletuksena on, että käytössä olevien raskaiden ajoneuvojen omamassat ilmeisesti vaihtelevat, vaikka kokonaismassat olisivat samat. Jos oletus osoittautuu oikeaksi, helpointa saada hyötykuormia kasvatetuksi olisi ottaa tulevaisuudessa käyttöön vain jo nykyisin olemassa olevien keveimpien ajoneuvojen kaltaisia ajoneuvoja. Tämä lisäisi kuljetettavissa olevan hyötykuorman määrää sekä vähentäisi kuljetussuoritetta kohti kulutettua polttoainetta sekä tuotettuja CO<sub>2</sub>-päästöjä.

Toisena raskaiden ajoneuvojen omamassoihin liittyvänä oletuksena oli, että nykyisin käytössä olevien ajoneuvojen rakenne ja lujuus on ilmeisesti monessa tapauksessa toteutettu ”varman päälle” selvittämättä tarkoin, mitkä ovat todelliset lujuusvaatimukset ja mikä on valittujen rakenteiden lujuus. Jos tämä oletus pitää paikkansa, raskaisiin ajoneuvoihin kohdistuvien todellisten kuormitusten selvittäminen sekä rakenteiden ja materiaalien optimoiminen vastaamaan todellisten kuormitusten edellyttämää lujuutta antaisi todennäköisesti mahdollisuuksia massojen keventämiseen. Näin toimien voitaisiin kehittää raskaita ajoneuvoja, jotka olisivat kokonaismassaltaan entisen kaltaisia, mutta olisivat omamassoiltaan kevyempiä kuin kevyimmätkään nykyisin käytössä olevat ratkaisut.

Massaerojen rakenteellisia syitä ei tämän tutkimuksen yhteydessä selvitetty, vaan niiden selvittäminen sekä edellä mainitun jälkimmäisen oletuksen paikkansapitävyys jää tämän tutkimuksen pohjalta myöhemmin toteutettavan diplomityön tehtäväksi.



### 3 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tutkimus toteutettiin tarkastelemalla ja käsittelemällä valtakunnallisesta ajoneuvorekisteristä peräisin olevaa tietoa raskaiden ajoneuvojen massoista. Suomessa Ajoneuvohallintokeskus pitää yllä liikennetietojärjestelmää (LTJ), jota ollaan parhaillaan muuttamassa ajoneuvotietojärjestelmäksi (ATJ). Tietojärjestelmä sisältää tekniset tiedot kaikista Suomen ajoneuvorekisterissä olevista ajoneuvoista.

Ajoneuvohallintokeskuksen tietopalvelulta pyydettiin teknisiä tietoja täys- ja puoliperävaunuyhdistelmien vetoautoista ja perävaunuista. Tiedot rajoittuivat tietoturvasyistä teknisiin seikkoihin, kuten ajoneuvojen identifikaatitietoihin, ikään, valmistajaan, massoihin, mittoihin sekä korirakenteisiin ja lisälaitteisiin, jotka saattavat aiheuttaa massaeroja (Liitteet 1 ja 2).

AKE:n toimittama tietokanta, joka oli tarkastelun lähtökohtana, sisälsi tärkeimmät tekniset tiedot yli 60 000 raskaasta ajoneuvosta taulukon 1 mukaisesti. Alkuperäisestä aineistosta rajattiin pois tutkimuksen kannalta epärelevantit tapaukset. Myös rajausten jälkeinen eli lopullisessa tarkastelussa mukana olleiden autojen määrä on esitetty taulukossa 1.

Tarkastelun ulkopuolelle rajattiin ennen vuotta 1995 rekisteröidyt ajoneuvot, koska vanhempien osuus kokonaisajosuoritteesta ei ole merkittävä. Lisäksi otoksesta rajattiin pois nostureita, kippilaitteita ym. massoja kasvattavia lisälaitteita sisältäneet autot sekä joitakin yksittäisiä erikoistapauksia, joiden mukaan ottaminen olisi johtanut aineiston tilastollista käsittelyä harhaan. Vertailukelpoisuuden varmistamiseksi kuormakorityypeiksi kelpuutettiin ainoastaan kappaletavarakuljetukseen tarkoitettut eristetyllä tai eristämättömällä umpikorilla sekä täysperävaunuyhdistelmien tapauksessa myös irtopeitteisellä avolavalla varustetut vetoautot sekä perävaunut.

**TAULUKKO 1.** *Tutkimuksen kohteena olleiden ajoneuvojen määrät*

Ajoneuvotyyppi	Alkuperäinen määrä tietokannassa [kpl]	Tarkasteltu määrä rajausten jälkeen [kpl]
Täysperävetoauto	23 243	3 319
Täysperävaunu	9 517	2578
Puoliperävetoauto	11 022	6 341
Puoliperävaunu	17 968	2 088
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>61 750</b>	<b>14 326</b>

## 4 TÄYSPERÄVAUNUYHDISTELMÄT

### 4.1 Täysperävetoautot

Tietoaaineiston käsittelyssä yksi tärkeimmistä täysperävetoautojen ajoneuvoryhmän valintakriteereistä oli perävaunun vetokytkin, joka takaa sen, että ko. auto voi toimia täysperävaunuyhdistelmän vetoautona. Lisäksi tutkittavat ajoneuvot rajattiin rekisteröintivuoden perusteella alkamaan vuodesta 1995, koska tätä vanhempi kalusto ei enää osallistu päätoimiseen päivittäiseen tavarakuljetukseen.

#### 4.1.1 Korityyppijakauma

Tutkimuksen lähtökohtana olleessa ajoneuvorekisteristä poimitussa aineistossa oli täysperävaunun vetoautoissa kaikkiaan kuusi kappaletavarakuljetukseen sopivaa kuormakorityyppiä, jotka ovat seuraavat:

kappaletavaralava

kappaletavaralava + irtopeite

eristetty umpikori

eristämätön umpikori

konttivaruste

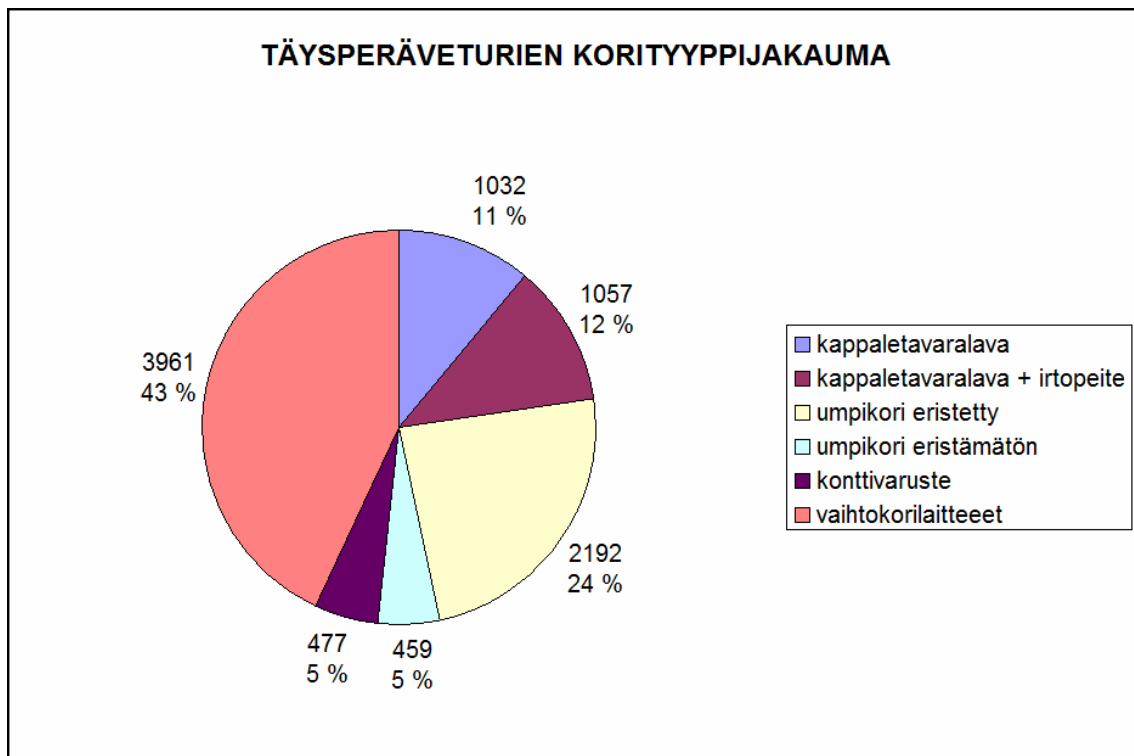
vaihtokorilaitteet.

Näiden korityyppien jakauma on esitetty kuviossa 4.1. Yleisimpiä ovat vaihtokorilaitteet (43 %) ja seuraavaksi yleisimpiä eristetyt umpikorit (24 %). Lopulliseen tarkasteluun valittiin vertailukelpoisuuden sekä tarkoituksenmukaisuuden takia ainoastaan seuraavat kolme kuormakorityyppiä:

kappaletavaralava + irtopeite

eristetty umpikori

eristämätön umpikori.

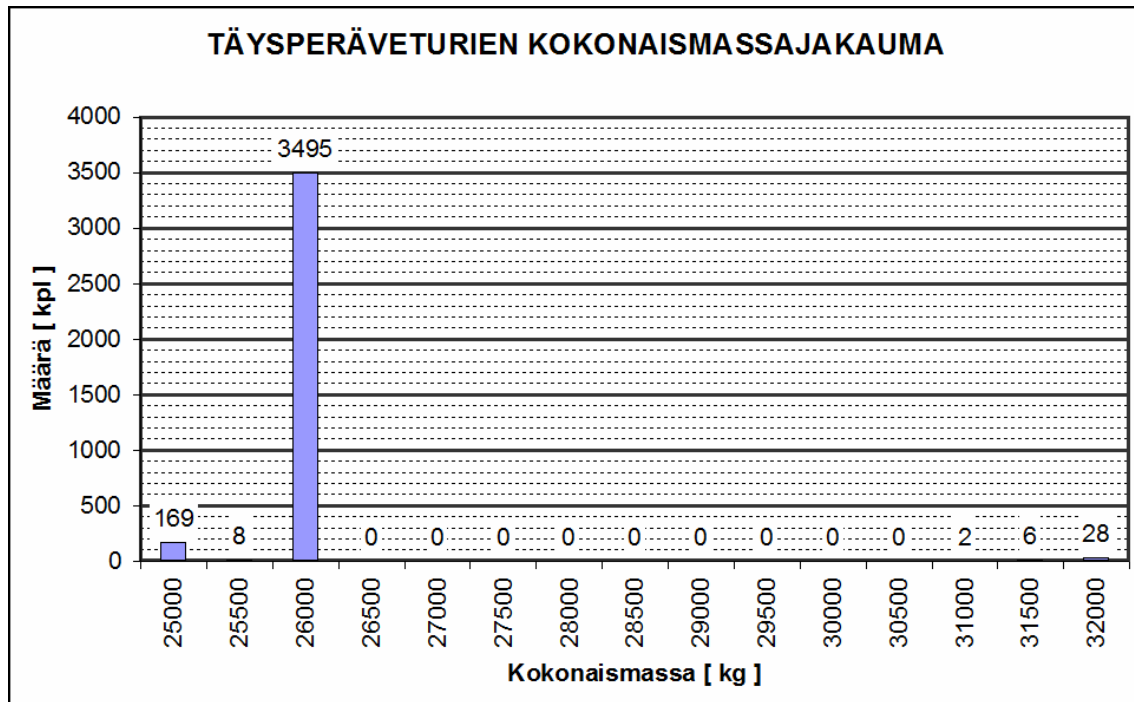


**KUVIO 4.1** Täysperävetoautojen korityyppijakauma

Tarkasteluun mukaan valitut kuormakorit ovat sellaisia, joissa kuljetettava tavara on suojattu vähintäänkin kastumiselta. Valittujen kolmen kuormakorityypin yhteenlaskettu osuus kaikista kappaletavarakuljetukseen soveltuvista täysperävetoautoista on 41 %.

#### 4.1.2 Kokonaismassajakauma

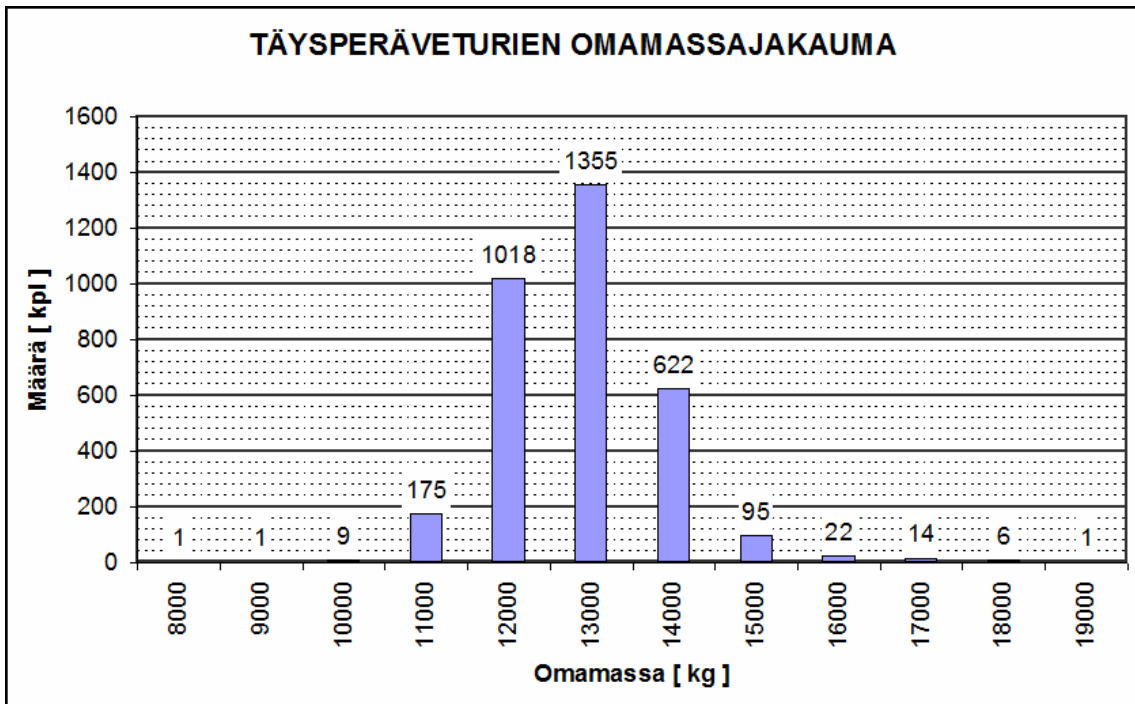
Kuviossa 4.2 on esitetty täysperävetautojen kokonaismassajakauma. Tässä kuviossa ovat mukana vain rajauksen jälkeiset kuormakoriyyypit. Kuviosta havaitaan, että yleisimmät täysperävetot ovat kolmiakseliset kokonaismassaltaan 26-tonniset autot. Tätä painavimmat autot ovat vähintään neliakselisia eivätkä ole niin yleisiä, että olisivat huomionarvoisia. Tämän takia tarkastelu rajoitettiin 26-tonnisiin kolmiakselisiin autoihin.



**KUVIO 4.2** Täysperävetautojen kokonaismassajakauma

### 4.1.3 Omamassajakauma

Kuviossa 4.3 on esitetty täysperävetoautojen omamassajakauma. Vertailukelpoisuuden parantamiseksi edellä mainittujen kuormakorityyppien valinnan lisäksi aineistoa on rajattu ottamalla kuvioon vain kokonaismassaltaan 26-tonniset ajoneuvot, joissa ei ole nosturia eikä kippilaitetta. Nosturi ja kippi lisäävät ajoneuvon massaa ja huonontaisivat näin tulosten vertailukelpoisuutta.

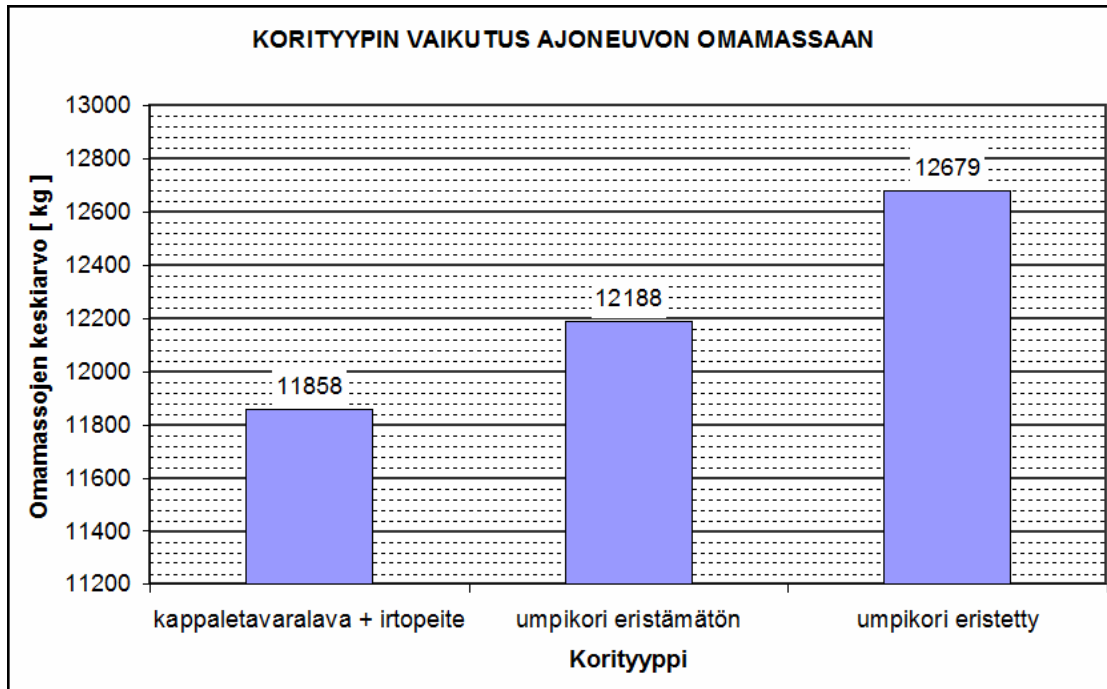


**KUVIO 4.3** Täysperävetoautojen omamassajakauma

Suurin osa täysperävetoautoista on omamassaltaan 11–14-tonnisia, mutta on myös yksilöitä, jotka poikkeavat yleisestä joukosta sekä kevyempään että raskaampaan suuntaan. Hajonta yleisimpienkin massojen välillä on 2–3 tonnin luokkaa.

#### 4.1.4 Korityypin vaikutus omamassaan

Kuviossa 4.4 on esitetty eri kuormakoreilla varustettujen täysperävetoautojen omamassojen aritmeettiset keskiarvot.



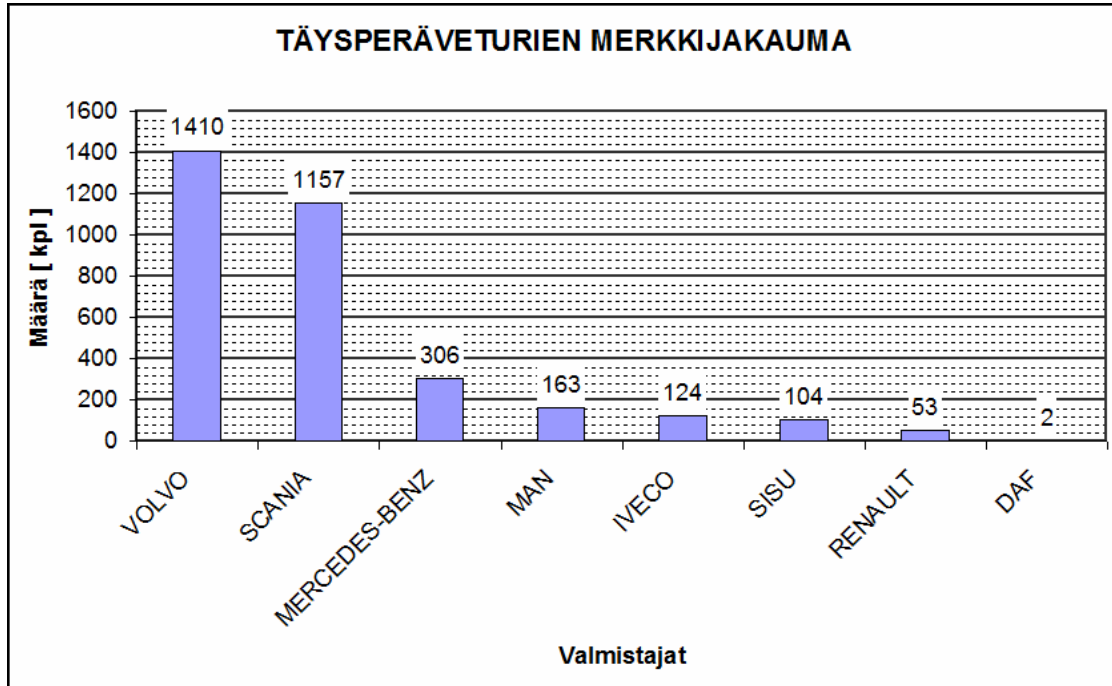
**KUVIO 4.4** Korityypin vaikutus täysperävetoauton omamassaan

Kuvion mukaan kevein päällirakennetyyppi on irtopeitteellä varustettu kappaletavaralava ja painavin on eristetty umpikori. Keveimmän ja painavimman päällirakennetyypin omamassojen keskiarvojen erotus on vain runsaat 800 kg. On kuitenkin huomattava, että kuviossa vertaillaan keskiarvoja ja että on eristettyjä umpikoreja, jotka ovat keskiarvoa kevyempiä sekä irtopeitteellisiä kappaletavaralavoja, jotka ovat keskiarvoa painavampia. Tämä johtuu siitä, että ajoneuvon omamassaan ei vaikuta pelkästään päällirakenteen massa, vaan myös perusauton massa.

Kun vertaillaan keskenään irtopeitteellä varustettuja kappaletavaralava-autoja ja eristämättömiä umpikoriautoja, todetaan omamassojen keskiarvojen erotuksen olevan vain runsaat 300 kg. Vaikka irtopeitteelliset ovat tämän verran kevyempiä, ne eivät välttämättä ole energiankäytöltään tehokkaampia, koska kovakuorinen kori on usein aerodynamiikaltaan kangaspäällysteistä edullisempi.

#### 4.1.5 Merkkijakauma

Kuviossa 4.5 on esitetty täysperävettoautojen merkkijakauma. Kuvion mukaan Volvon ja Scanian suosio on selvästi muita automerkkejä suurempi. Niiden osuus on noin 77 % tarkastellusta kalustosta.

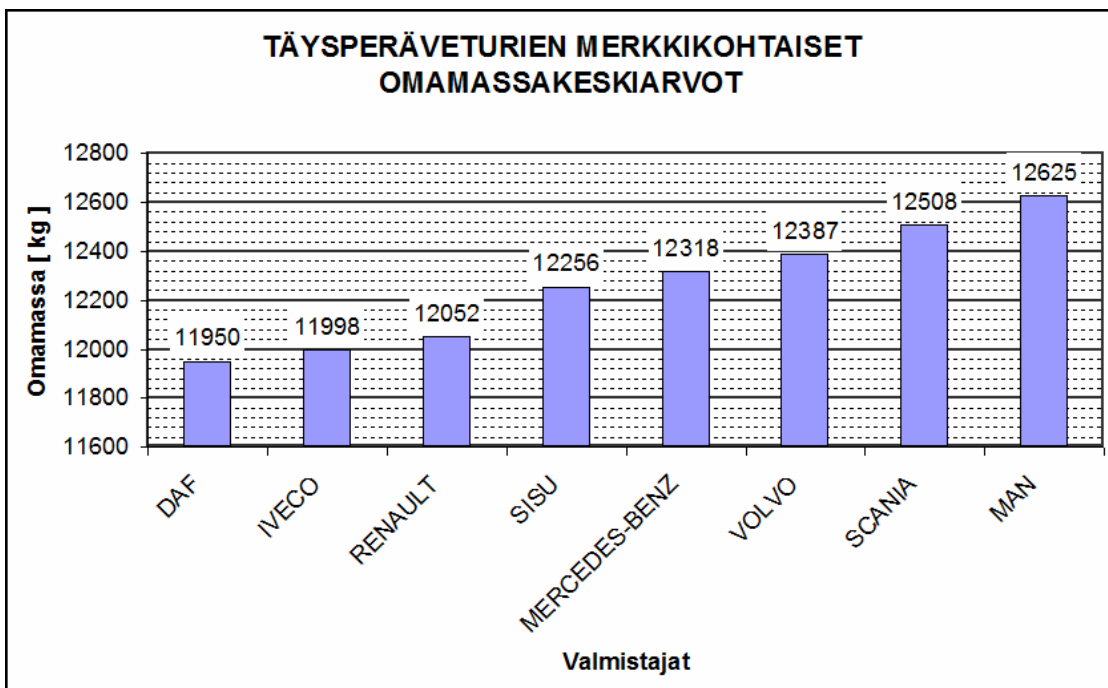


KUVIO 4.5 Täysperävettoautojen merkkijakauma

#### 4.1.6 Merkkikohtaiset omamassat

Kuviossa 4.6 on esitetty täysperävetautojen merkkikohtaiset omamassakeskiarvot. Kuvio-  
osta selviää, että suosituimmat merkit Volvo ja Scania eivät edusta keveintä kalustoa,  
mutta niiden välinen keskinäinen suosituimmuusjärjestys kuitenkin on sen mukainen,  
että näistä kahdesta suositumpi (Volvo) on kevyempi. Suositun kaluston suuri omamas-  
san keskiarvo saattaa johtua vähemmän suosittuja merkkejä suuremmasta varustelutasosta.

Voidaan olettaa, että eri merkkien väliseen yleisyyteen omamassa tuskin vaikuttaa kovin-  
kaan paljon. Suosioon todennäköisesti vaikuttavat enemmän esimerkiksi maine, tottu-  
mukset, ylläpitokustannukset ja huoltopalvelujen saatavuus.



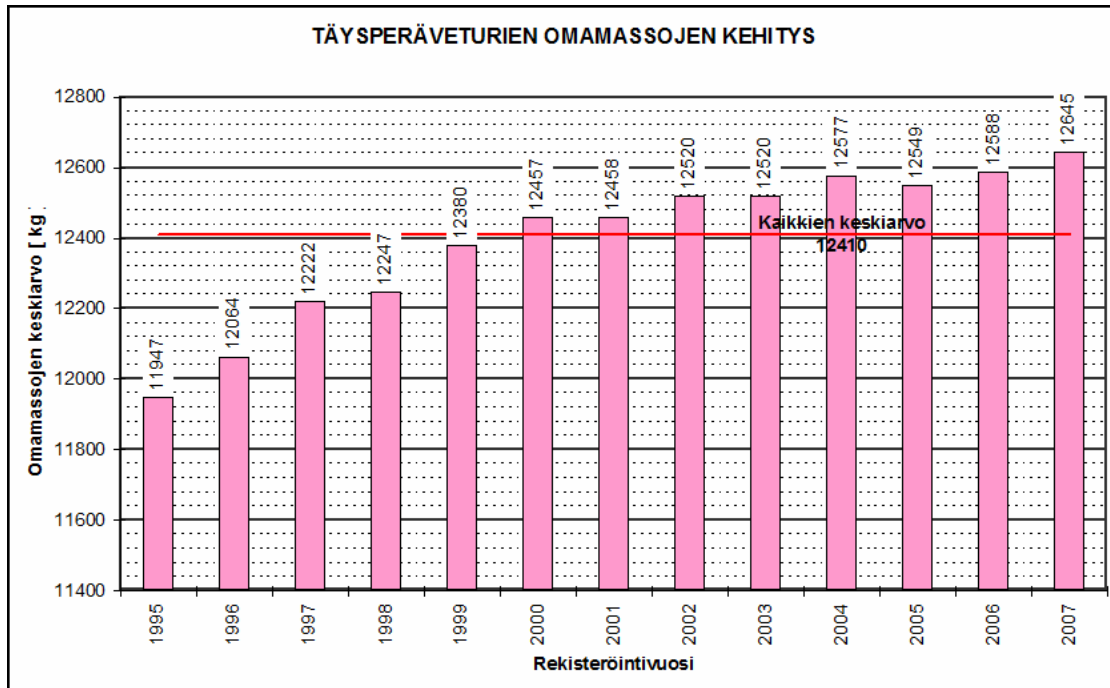
**KUVIO 4.6** Täysperävetautojen merkkikohtaiset omamassakeskiarvot

Suosituimpien täysperävetautojen merkkikohtaiset omamassan jakaumat on esitetty tar-  
kemmin liitteessä 3.



#### 4.1.7 Omamassakehitys

Kuviossa 4.7 on analysoitu täysperävetoautojen omamassan kehitystä. Kuviossa autot on järjestetty rekisteröintivuoden mukaan ja laskettu jokaisen vuoden aikana rekisteröityjen autojen omamassojen aritmeettinen keskiarvo.



**KUVIO 4.7** Täysperävetoautojen omamassojen kehitys

Kuviosta selviää, että ajoneuvojen omamassat ovat kasvaneet, mutta kasvunopeus on viime vuosina selvästi hidastunut.

Omamassojen kasvun syynä voivat olla esimerkiksi suuremmat, tehokkaammat ja sitä kautta painavammat moottorit, jotka vaativat kestävämpää ja massiivisempaa voimansiirtoa lisääntynyt tekniikka autossa, kuten ABS-jarrut, ajovakautusjärjestelmät sekä erilaiset päästö- ja mukavuusjärjestelmät kuormakorien varustelutason kasvu, esimerkiksi eristettyjen kuormakorien yleistyminen niihin liittyvine jäähdytys-/lämmitysjärjestelmineen ja/tai perälautanostimien yleistyminen.

#### 4.1.8 Jalkalavakontin vaikutus

Mahdollisimman suuren vertailukelpoisuuden takaamiseksi korityypeistä otettiin siis tarkasteluun ainoastaan irtopeitteellä varustettu kappaletavaralava sekä eristetty ja eristämätön kiinteä umpikori. Käytännössä kuitenkin irrotettavien jalkalavakonttien merkitys var-

sinkin suurten kuljetusyhtiöiden kalustossa on suuri, joten tätä kuormakorityyppiä on tarkasteltava erikseen.

Jalkalavakontilla tarkoitetaan umpinaista kuormakorityyppiä, joka voidaan irrottaa autosta. Tämä tapahtuu nostamalla konttia hieman ylös, kääntämällä ajon ajaksi ylöstaitetut jalat pystyasentoon ja ajamalla auto pois kontin alta. Kontin nostaminen voi tapahtua joko erillisellä autoon asennetulla tasonostimella tai auton omilla ilmajousipalkeilla.

Jalkalavatyypisten kuormakorien käytöllä pyritään maksimoimaan autojen liikennöinti ja minimoimaan odotusaika. Tämä tavoite toteutuu, kun täyteen kuormatun auton saapuessa määränpäähensä siitä irrotetaan kontti ja vaihdetaan saman tien toinen valmiiksi lastattu kontti tilalle, jolloin auto pääsee heti jatkamaan matkaansa. Tärkein tekijä on siis se, että irrotettavat kontit voidaan lastata ja purkaa valmiiksi, joten auton ei tarvitse odottaa näiden toimenpiteiden toteutumista.

Jalkalavakontilla varustettu täysperävaunun vetoauto on massaltaan kiinteäkorista painavampi, joten sen kantavuus on vähäisempi. Tarkan massaeron selvittäminen osoittautui kuitenkin hankalaksi tehtäväksi, koska jalkalavakonttia käytettäessä itse kontti kuuluu kuormaan eikä ole osa autoa, joten tämäntyyppisellä kontilla varustettu auto rekisteröintikatsastetaan ja punnitaan ilman konttia. Kiinteäkorisen auton tapauksessa taas kontti on osa autoa, jolloin sen massa on mukana auton omamassaa punnittaessa. Näin ollen irto- ja kiinteäkoristen autojen omamassatiedot eivät ole vertailukelpoiset keskenään.

Jäljempänä tässä luvussa esitettävät jalkalavakontin aiheuttaman massalisäyksen suuruusluokka-arvot perustuvat arvioihin, joita saatiin haastattelemalla alalla toimivia laitevalmistajia. Korinvalmistajista haastateltiin Närkon ja VAKin edustajia, nostolaittevalmistajista Hiabin edustajaa. Autonvalmistajien osalta tietoa saatiin Volvolta. Ajoneuvokaluston käyttäjien eli kuljetusliikkeiden näkökulmaa tiedusteltiin sekä Transpointilta, Schenker Cargolta että Y. Auramaa Oy:ltä.

Jalkalavakonttijärjestelmästä aiheutuva lisämassa aiheutuu sekä autoon että konttiin tarvittavista lisärakenteista. Jos kontin nostaminen tapahtuu auton omia ilmajousia käyttäen, autoon aiheutuva lisämassa koostuu lähinnä konttia kiinnittävistä lukkolaitteista, joiden massa ei ole kokonaisuuden kannalta kovinkaan merkittävä. Jos autossa sen sijaan on erillinen tasonostin kontin nostamista varten, tästä aiheutuva lisämassa on lähdes 1 000 kg. Lisäksi kippaava tasonostin on tätäkin painavampi. Itse kontin massa kasvaa jalkojen ja niiden vaatimien tukirakenteiden takia 300–500 kg.

Jalkalavakontin yhteenlaskettu lisämassa kiinteäkoriseen autoon verrattuna on

- auton omia ilmajousia käytettäessä 300–500 kg
- tasonostinta käytettäessä 1 300–1 500 kg tai jopa yli
- kippaavaa tasonostinta käytettäessä 2 200–2 500 kg.

Jalkalavakontillisen auton kantavuus on siis edellä mainittujen kg-määrien verran alhaisempi verrattuna umpikorilliseen autoon, jota on käsitelty tämän raportin luvuissa 4.1.1–4.1.7. Kippaava tasonostin on harvinainen kappaletavaraa kuljetettaessa.

Myös käytössä olevien jalkalavakonttien määrä on vaikeasti selvitettävissä. Ajoneuvorekisteriin merkityissä kuormakorityypeissä esiintyy kategoria "vaihtokorilaitteet", joka edustaa edellä esitetyn kuvion 4.1 mukaisesti 43:a prosenttia kaikista täysperävetoautoista. Vaihtokorilaitteilla varustetuista autoista kuitenkin vain osa on jalkalavakonttilaitteita, ja niiden tarkka määrä ei ajoneuvorekisteristä selviä, koska samaan kategoriaan kuuluvat myös mm. maastavetävät koukkulava- sekä vaijerilaitteet.

Suurimpien kuljetusyhtiöiden kalustossa jalkalavakontin käyttö on erittäin yleistä. Esimerkiksi Schenker Cargon mukaan suhde on runsas kolme irtokontillista autoa yhtä kiinteäkoria kohti. Kiinteitä koreja käytetään lähinnä elintarvikekylmäkuljetuksissa sekä ulkomaanliikenteessä. Transpointilla tilanne on sama, kun taas esimerkiksi euralaisella kuljetusliikke Y. Auramaa Oy:llä kiinteät korit ovat hieman vaihtokoreja yleisempiä.

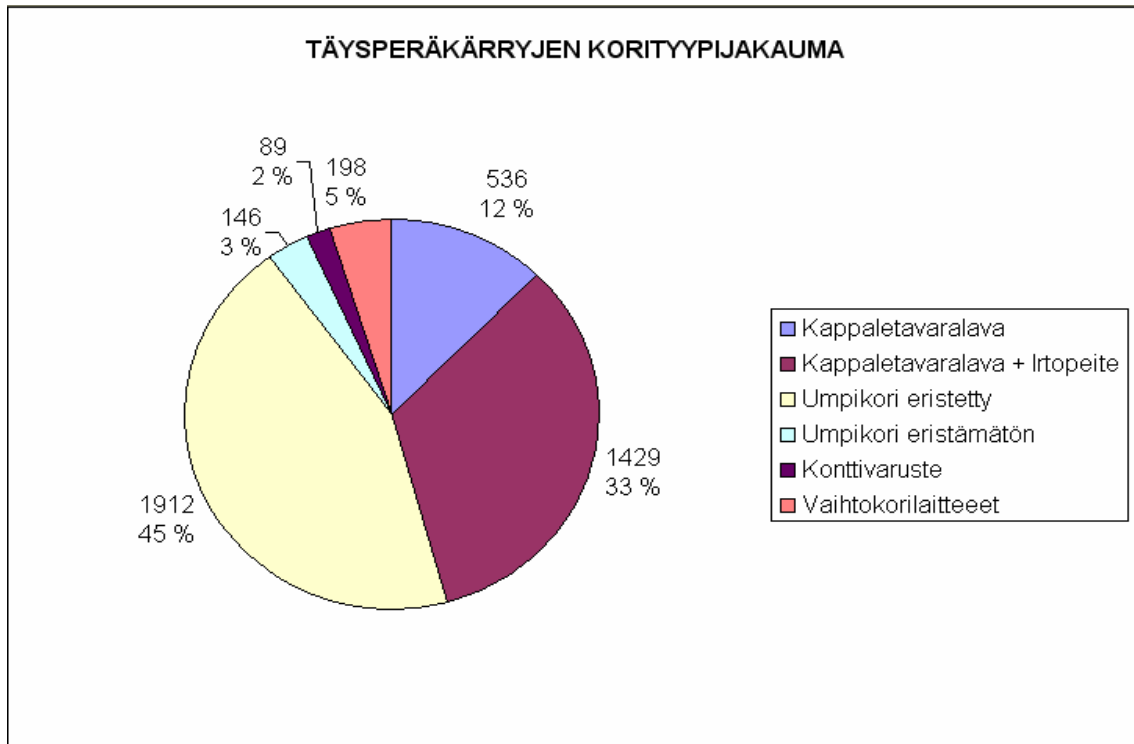
Koska kiinteiden korien valmistusmäärät ovat suurempia kuin jalkalavakonttien, tästä voidaan päätellä, että pienemmillä kuljetusyrityksillä on käytössään enimmäkseen kiinteitä koreja. Esimerkiksi korinvalmistaja Närko ilmoitti valmistaneensa v. 2006 kaikkiaan 129 kiinteäkoreista ja 36 jalkalavakontillista autoa.

Vaikka kappalemääräisesti Suomessa on ilmeisesti käytössä kiinteäkoreisia autoja enemmän kuin jalkalavakontillisia (arvio jalkalavakontillisten osuudesta on 20–30 %), kuljetussuoritteesta saattaa kuitenkin suurin osa liikkua jalkalavakonteissa. Tämä aiheutuu siitä, että suurimpien kuljetusliikkeiden vaihtokorikalusto on jatkuvasti liikenteessä ja suurimmat yritykset kuljettavat suurimmat tonnakilometrimäärät.

## 4.2 Täysperävaunut

### 4.2.1 Korityyppijakauma

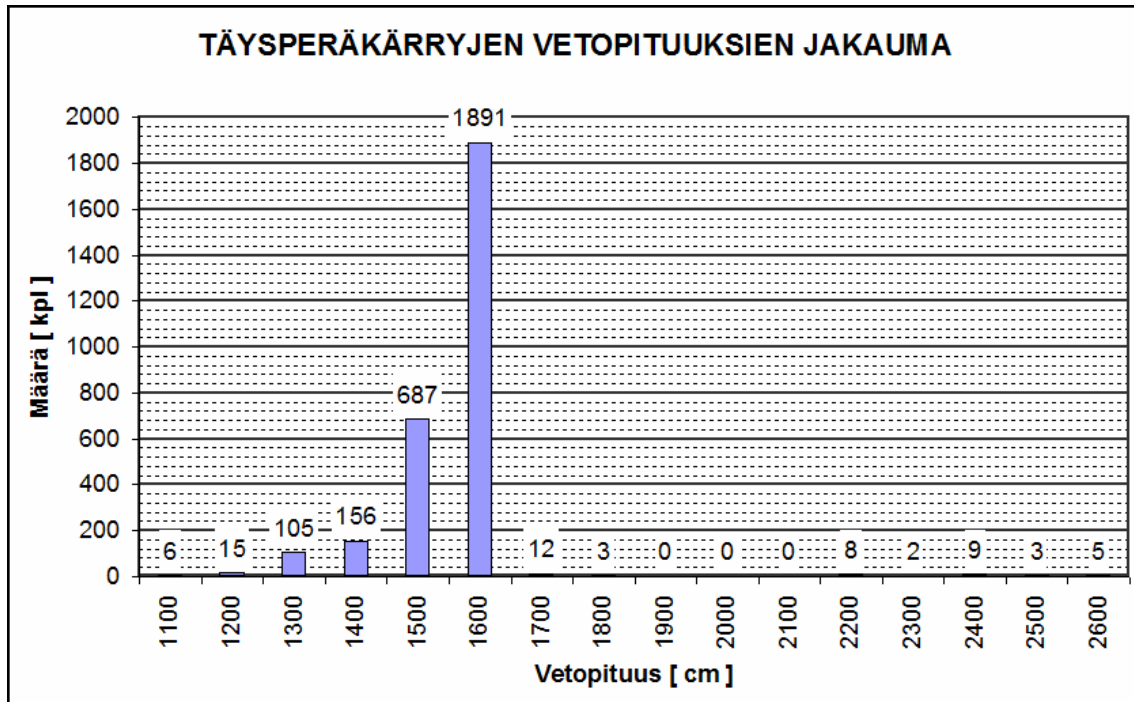
Kuviossa 4.8 on esitetty täysperävaunujen kappaletavarakuljetukseen soveltuvien korityyppien jakauma. Jatkotutkimuksessa vertailukelpoisuuden ja tarkoituksenmukaisuuden takia keskitytään vain irtopeitteellä varustettuihin kappaletavaralavoihin sekä eristettyihin ja eristeettömiin umpikorihin kuten vetoautojenkin tapauksessa. Tarkastelusta on niinkin jätetty pois ennen vuotta 1995 rekisteröidyt perävaunut.



**KUVIO 4.8** Täysperävaunujen korityyppijakauma

Kuvion mukaan suurin osa perävaunuista on varustettu eristetyllä umpikorilla. Toiseksi eniten on kappaletavaralavoja, jotka on varustettu irtopeitteellä.

Tarkasteltavaa kalustoa rajattiin lisäksi fyysisten mittojen perusteella. Kuviossa 4.9 on esitetty täysperävaunujen vetopituuksien jakauma. Kuvion perusteella oli vetopituus helppo rajata. Tarkasteltavien joukkoon valittiin vain vetopituudet, jotka ovat yli 14 m ja enintään 16 m. Toisin sanoen yleisimpiä mittoja lyhyemmät sekä selvästi ylipitkät täysperävaunut jätettiin tarkastelun ulkopuolelle.



**KUVIO 4.9** Täysperävaunujen vetopituuksien jakauma

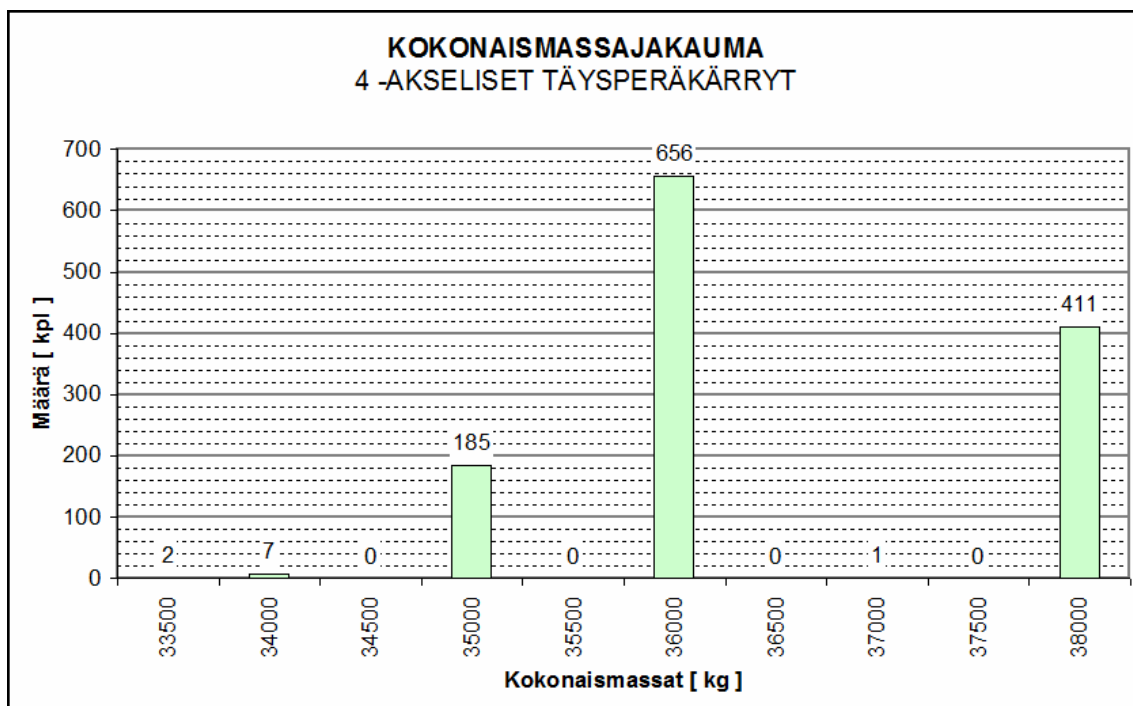
#### 4.2.2 Kokonaismassajakauma

Koska täysperävaunun akselimäärä on yksi ratkaisevasti kokonaismassaan vaikuttava asia, neli- ja viisiakseliset perävaunut tutkittiin erikseen.

##### Neliakseliset täysperävaunut

Neliakseliset täysperävaunut ovat rakenteellisesti sellaisia, että vaunun runko on sijoitettu kahden kaksiakselisen telin päälle. Jos telin akseliväli on tarpeeksi pitkä, telimassa saa olla enintään 20 t. Siitä päätellen neliakselisen täysperävaunun teoreettinen kokonaismassa saa olla enintään  $2 \times 20 \text{ t} = 40 \text{ t}$ . Käytännöllisistä syistä vaunun kääntyvän etutelin akseliväli on kuitenkin takateliiä lyhyempi ja siltasääntö rajoittaa tämän tyyppisen telin kokonaismassaksi enintään 18 tonnia.

Kuviossa 4.10 on esitetty neliakselisten täysperävaunujen kokonaismassajakauma. Tulok-  
sista voidaan hahmottaa millaisilla teleillä vaunu on varustettu. Yleisiä ovat 35-, 36- ja 38-tonniset perävaunut. Esimerkiksi 38 tonnin vaunu voisi olla varustettu 18 tonnin etutelillä ja 20 tonnin takatelillä ja vastaavasti 36 tonnin vaunu kahdella 18 tonnin telillä.



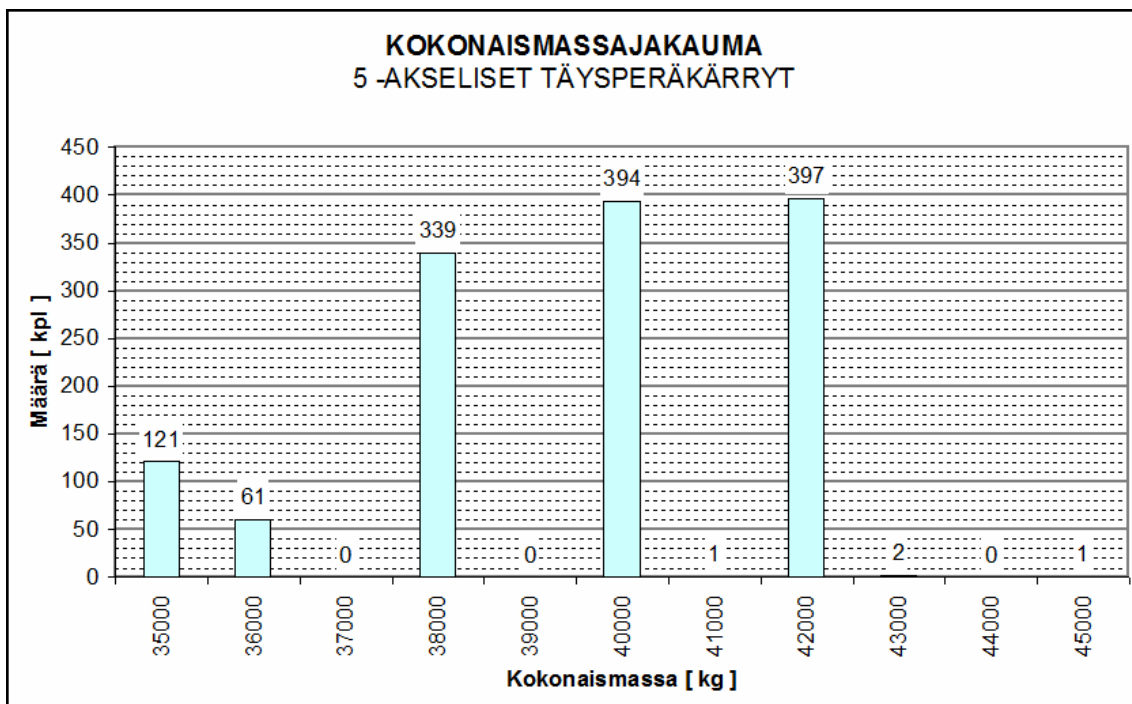
**KUVIO 4.10** Täysperävaunujen kokonaismassajakauma (neliakseliset)

Joissakin tapauksissa perävaunun kokonaismassaa rajoittavana tekijänä voi olla akseli- tai telimassojen asemesta rengastus. Jos vaunua rekisteröitäessä siinä on käytetty renkaita, joiden yhteenlaskettu kantavuus on alhaisempi kuin telien sallima, ajoneuvorekisteriin on kokonaismassaksi merkitty se massa, johon tuolloin käytössä olleiden renkaiden kantavuus riittää.

## Viisiakseliset täysperävaunut

Viisiakseliset täysperävaunut on nekin varustettu kahdella telillä. Edessä on kääntyvä kaksiakselinen teli ja takana kolmiakselinen teli. Kaksiakselisten telien aiheuttamia massarajoituksia on käsitelty neliakselisten täysperävaunujen yhteydessä. Kolmiakselisen telin maksimimassa on enintään 24 t, jos akselivälit ovat riittävän suuria.

Kuviossa 4.11 esitetään viisiakselisten täysperävaunujen kokonaismassajakauma. Yleisimmät kokonaismassat ovat 38, 40 ja 42 tonnia. Teoreettisesti viisiakselisen täysperävaunun kokonaismassa saa olla  $20\text{ t} + 24\text{ t} = 44\text{ t}$ . Käytännössä vaunujen etutelit ovat kuitenkin 18-tonnisia, mikä pienentää sallittua kokonaismassaa.



**KUVIO 4.11** Täysperävaunujen kokonaismassajakauma (viisiakseliset)

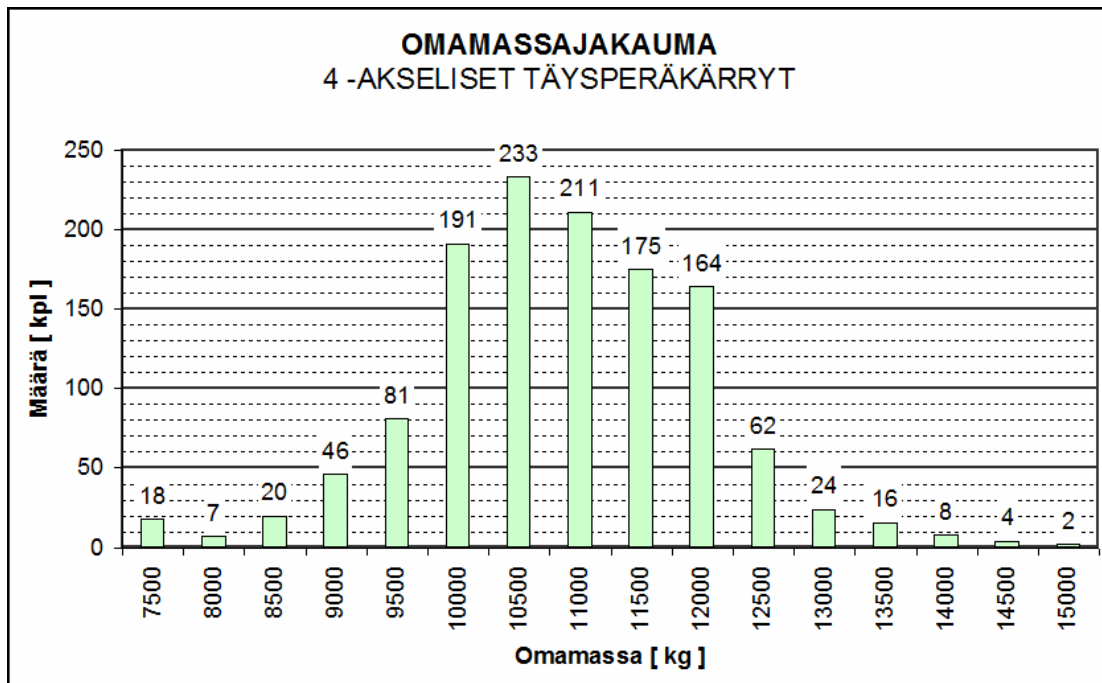
Jos lasketaan yhteen suurimman vetoauton ja täysperävaunun kokonaismassat, saadaan yhdistelmän kokonaismassaksi  $26\text{ t} + 42\text{ t} = 68\text{ t}$ . Koska yhdistelmän kokonaismassa liikenteessä ei kuitenkaan saa ylittää 60 tonnia, ylimääräiset laskennalliset tonnit antavat lisää vapautta kuormaamisessa. Kuormaa tehtäessä maksimipainon saavuttamiseksi ei tarvitse jakaa kuormaa tarkkaan oikein auton ja perävaunun välille, vaan auton tai vaunun kokonaismassa voidaan alittaa sopivassa suhteessa ja saada silti yhdistelmän reaalkokonaismassaksi 60 tonnia. Jos esimerkiksi vetoauton kokonaismassa on 23 t ja perävaunun kokonaismassamassa on 37 t, yhdistelmän kokonaismassaksi muodostuu 60 t eli sallittu maksimi.

### 4.2.3 Omamassajakauma

Vaikka akselien määrä ja niiden sijoitus vaikuttavat täysperävaunun kokonaismassaan, ne eivät vaikuta ratkaisevasti runkorakenteisiin. Tämän takia tarkasteluissa ei vaunuja ole eroteltu kokonaismassojen perusteella, vaan kaikkia vaunuja on tarkasteltu yhtenä ryhmänä. Kuitenkin voidaan olettaa, että akselien määrä vaikuttaa täysperävaunun omamassaan ja sen takia neli- ja viisiakselisia vaunuja tarkastellaan erikseen.

#### Neliakseliset täysperävaunut

Kuviossa 4.12 on esitetty neliakselisten täysperävaunujen omamassajakauma. Vaikka kuvion skaalan ääriarvojen välillä on kaksinkertainen massaero, suurimmaksi osaksi neliakselisten vaunujen omamassat osuvat välille 9–12,5 tonnia.

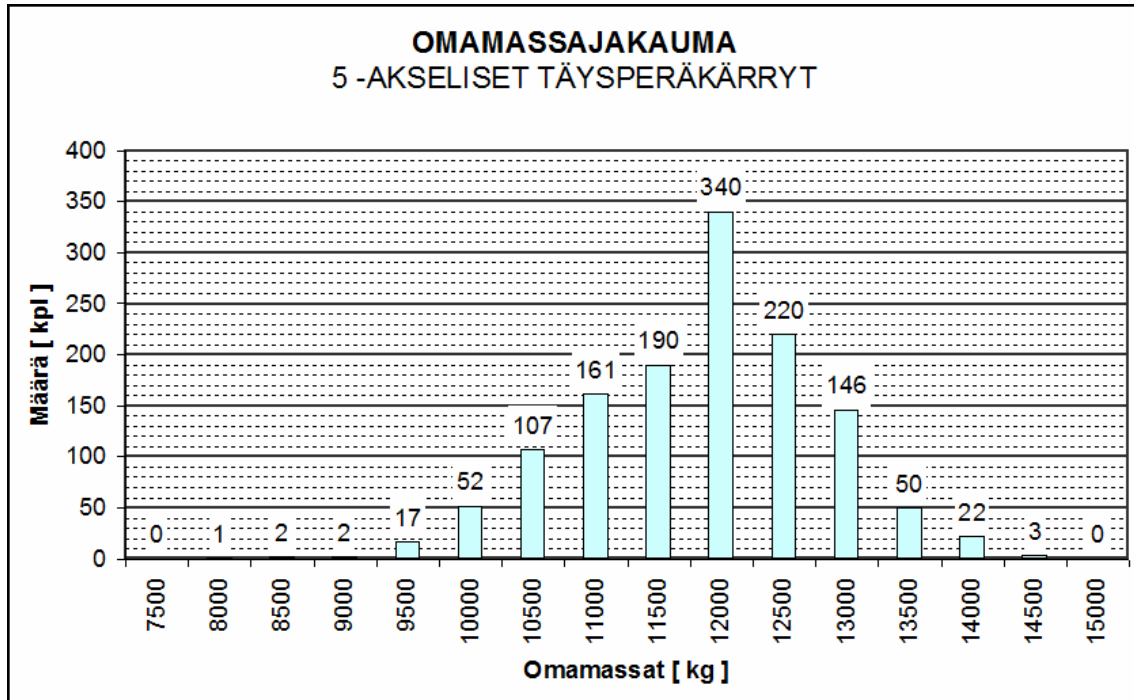


**KUVIO 4.12** Täysperävaunujen omamassajakauma (neliakseliset)



## Viisiakseliset täysperävaunut

Kuviossa 4.13 on esitetty viisiakselisten täysperävaunujen omamassajakauma. Näiden omamassat osuvat suurimmaksi osaksi välille 10,5–13 tonnia. Yleisimpiä ovat suunnilleen 12 tonnia painavat yksilöt.

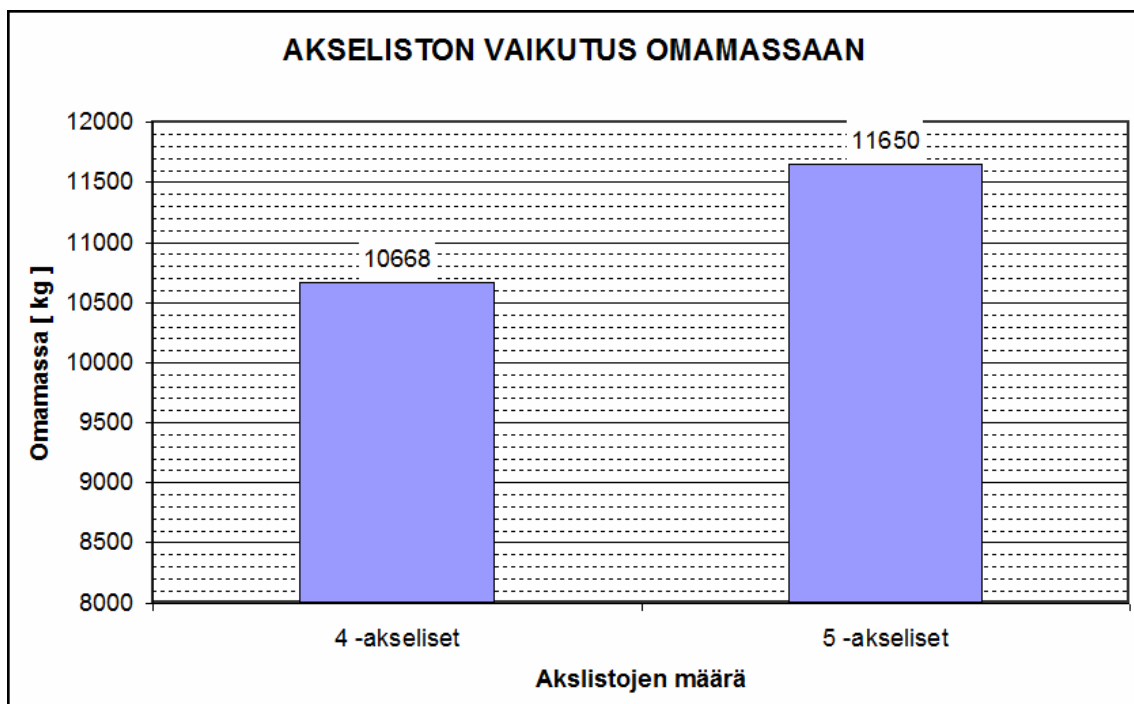


**KUVIO 4.13** Täysperävaunujen omamassajakauma (viisiakseliset)

#### 4.2.4 Akselien määrän vaikutus omamassaan

Edellisestä tarkastelusta voidaan jo huomata, että neli- ja viis akselisten täysperävaunujen omamassat painottuvat eri painoalueille. Kuviossa 4.14 on vertailtu tarkemmin neli- ja viisi akselisten täysperävaunujen omamassojen keskiarvoja. Vertailu osoittaa, että viisi akseliset täysperävaunut painavat keskimäärin tonnin verran enemmän kuin neli akseliset. Voidaan olettaa, että tämä massaero johtuu yhden lisä akselin massasta. On kuitenkin huomautettava, että tässä vertailussa ei ole eroteltu single- ja paripyörillä varustettuja perävaunuja eikä huomioitu niiden vaikutusta kokonaismassaan.

Single- ja paripyörien vaikutuksen tarkastelu omamassaan on esitetty raportissa myöhemmin puoliperävaunujen käsittelyn yhteydessä.



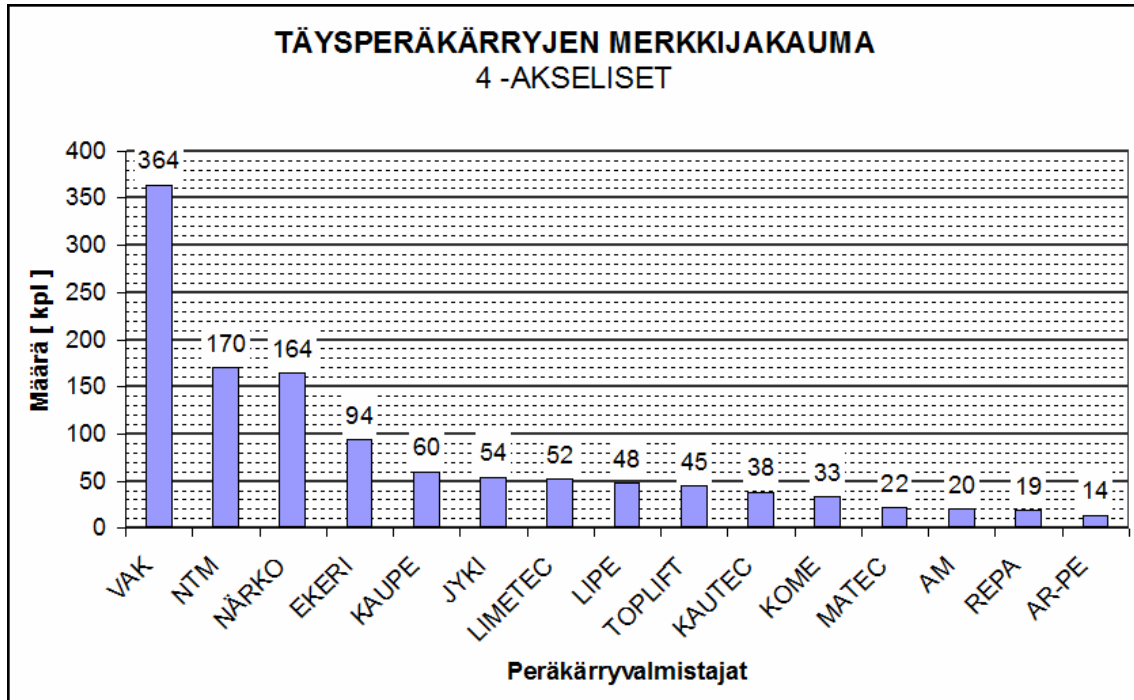
**KUVIO 4.14** *Akselien määrän vaikutus täysperävaunun omamassaan*

#### 4.2.5 Merkkijakauma

Perävaunujen merkivalikoima on hyvin kirjava. Tarkasteltavassa aineistossa on yli 50 eri valmistajaa. Valmistajien runsauden takia keskitytään vain 15 suosituimpaan perävaunuvalmistajaan. Myös tässä osiossa käsitellään selvyiden takia erikseen neli- ja viisi akselisiä täysperävaunuja.

## Neliakseliset täysperävaunut

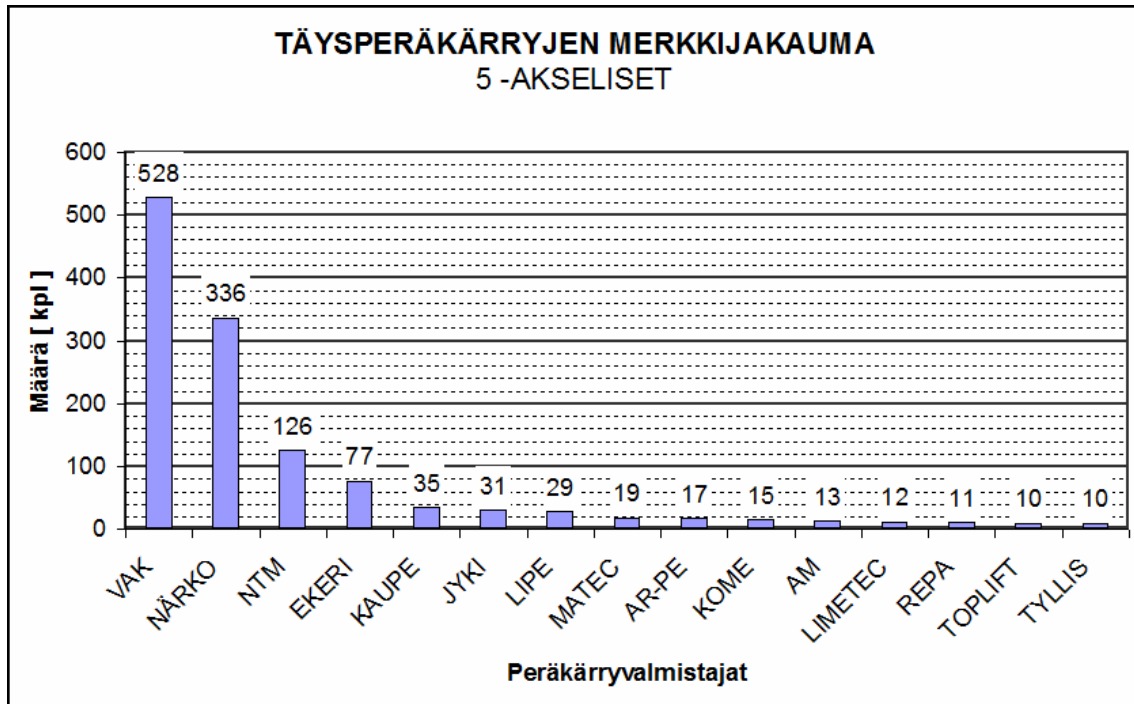
Kuviossa 4.15 on esitetty neliakselisten täysperävaunujen merkkijakauma. Kuviosta ilmenee, että Suomen markkinoita hallitsee VAK, jonka lisäksi markkinoilla on kaksi pienempää merkittävää valmistajaa. Niitä seuraa runsas joukko pienempiä valmistajia.



**KUVIO 4.15** Täysperävaunujen merkkijakauma (neliakseliset)

## Viisiakseliset täysperävaunut

Kuviossa 4.16 on esitetty viisiakselisten täysperävaunujen merkijakauma. Tässäkin VAK on hallitsevassa asemassa. Kuvion mukaan Närko keskittyy viisiakselisiin perävaunuihin. Muuten edustettuna ovat suurimaksi osaksi samat valmistajat samantyyppisellä jakaumalla kuin neliakselistenkin tapauksessa.



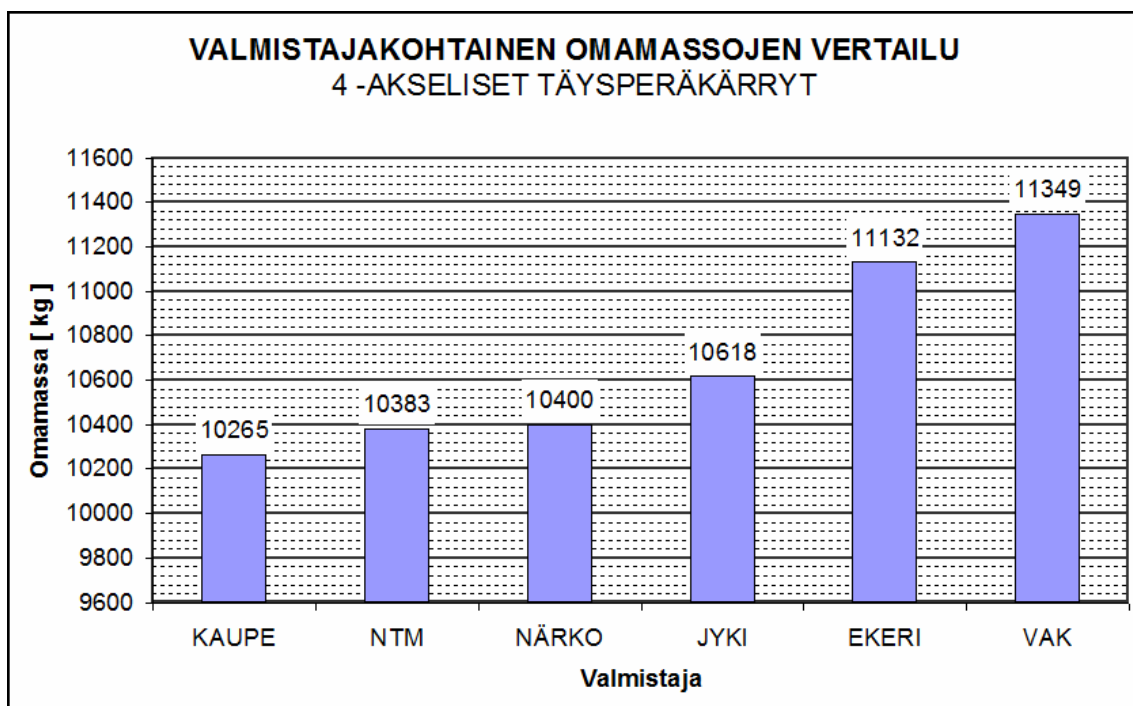
KUVIO 4.16 Täysperävaunujen merkijakauma (viisiakseliset)

#### 4.2.6 Merkkikohtaiset omamassat

Koska suurin osa valmistajista on edustettu vain pienellä määrällä yksilöitä, kaikkien vertailu olisi epäluotettavaa. Siksi vertailuun otettiin vain kuusi suurinta valmistajaa.

##### Neliakseliset täysperävaunut

Kuviossa 4.17 on esitetty neliakselisten täysperävaunujen merkkikohtaiset keskimääräiset omamassat. Keveimmän ja painavimman keskiarvon antaneiden merkkien välillä on yli tonnin massaero. Tässä kuviossa ei ole otettu huomioon, minkä tyyppisiin koreihin kukin valmistaja on painottunut.



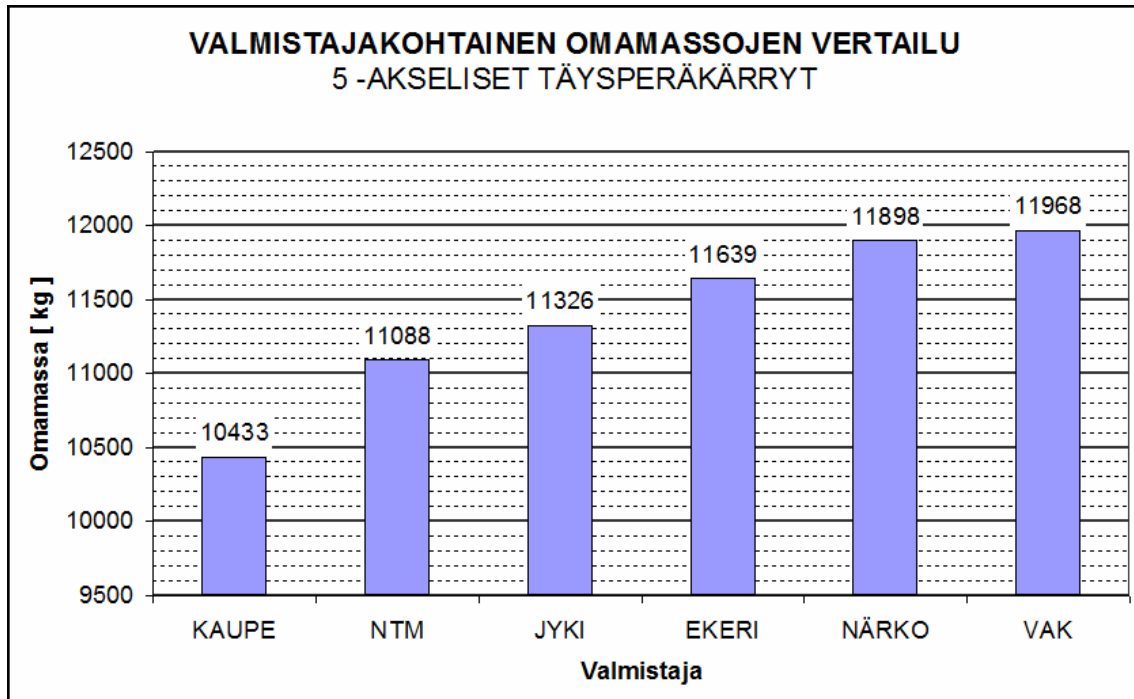
**KUVIO 4.17** Täysperävaunujen merkkikohtaiset omamassat (neliakseliset)

VAK, joka on yleisin täysperävaunumerkki, osoittautui tuottavan keskimäärin painavimpia neliakselisiä täysperävaunuja. Kevyimmän tuloksen puolestaan näytti näin laskettuna antavan Kaupe.

Syynä perävaunujen massaeroihin voivat olla mm. sivuovet, jotka voivat lisätä omamassaa jopa 500–1 000 kg:lla. Jos sivuovia ei ole, vaunun putkimainen kori toimii ikään kuin itsekantavana, jolloin runkorakenteiden lujuusvaatimus on vähäisempi kuin sivuovia käytettäessä. Jos perävaunun koko kylki tehdään avattavaksi, korin itsekantavuus häviää, ja runkorakenteet on toteutettava toisella tavalla. Närkon edustajan mukaan runkorakenteet aiheuttavat noin 2/3 kylkiöiden aiheuttamasta lisämassasta ja loppu 1/3 aiheutuu korin massan lisääntymisestä.

## Viisiakseliset täysperävaunut

Kuviossa 4.18 on esitetty viisiakselisten täysperävaunujen valmistajakohtaiset omamassat. Tässäkin tapauksessa tilanne on samanlainen kuin edellisessä kuviossa. Suurin ero neliakselisiin verrattuna on se, että Närkon valmistamat perävaunut ovat toiseksi painavimmat. Sattumoisin Närko osoittautui olevan toisella sijalla myös suosittumuudessa, kun tarkasteltiin merkkijakaumaa.



**KUVIO 4.18** Täysperävaunujen merkkikohtaiset omamassat (viisiakseliset)

Se, että kevyimmiksi osoittautuneet merkit eivät ole yleisimpiä, voi johtua siitä, että ne eivät kenties täytä joidenkin liikennöitsijöiden kuljetuskalustolle asettamia erityisvaatimuksia. Näitä voivat olla esim. rakenteiden fyysinen kestävyys tai korin sopivuus tiettytyyppisen tavarankuljettamiseen.

Myös käyttömukavuus kuorman lastauksen ja purkamisen suhteen saattaa vaikuttaa eri valmistajien suosioon. Myös kosteus- ja lämpötilaolosuhteiden tasaisuus tai kuorman sidontamahdollisuudet saattavat olla valintaperusteina, vaikka tämäntyyppiset rakenteiden ja komponenttien yksityiskohdat pystytäänkin yleensä toteuttamaan kunkin tilaajan toivomusten mukaan.

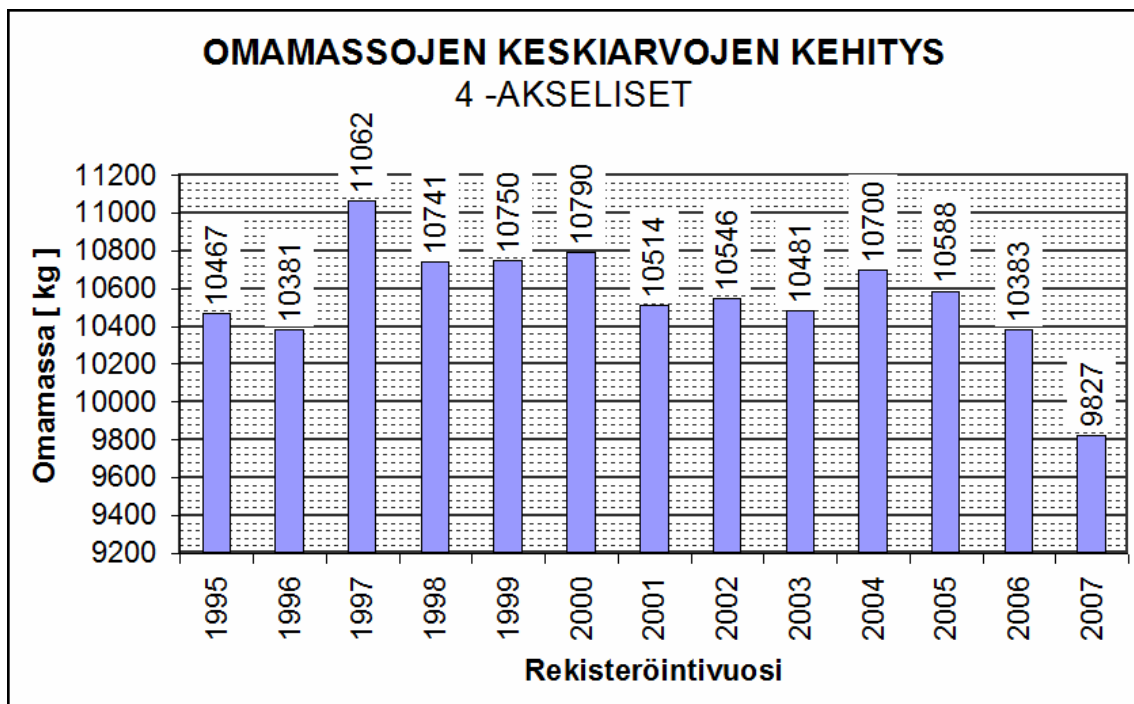
Esimerkiksi Schenker pitää tärkeänä kuormatilan lattiarakenteen lujuutta, jotta trukilla voidaan huoletta lastata kyytiin painavaakin tavaraa. Trukinpyörän aiheuttama pisteäinen kuormitus on suuri raskasta lastia siirreltäessä. Perävaunun on myös kestävä terminaleissa mahdolliset lievät törmäykset lastaussiltaan.

Suosituimpien täysperävaunumerkkien tarkemmat merkkikohtaiset omamassan jakaumat on esitetty liitteessä 4.

#### 4.2.7 Omamassakehitys

##### Neliakseliset täysperävaunut

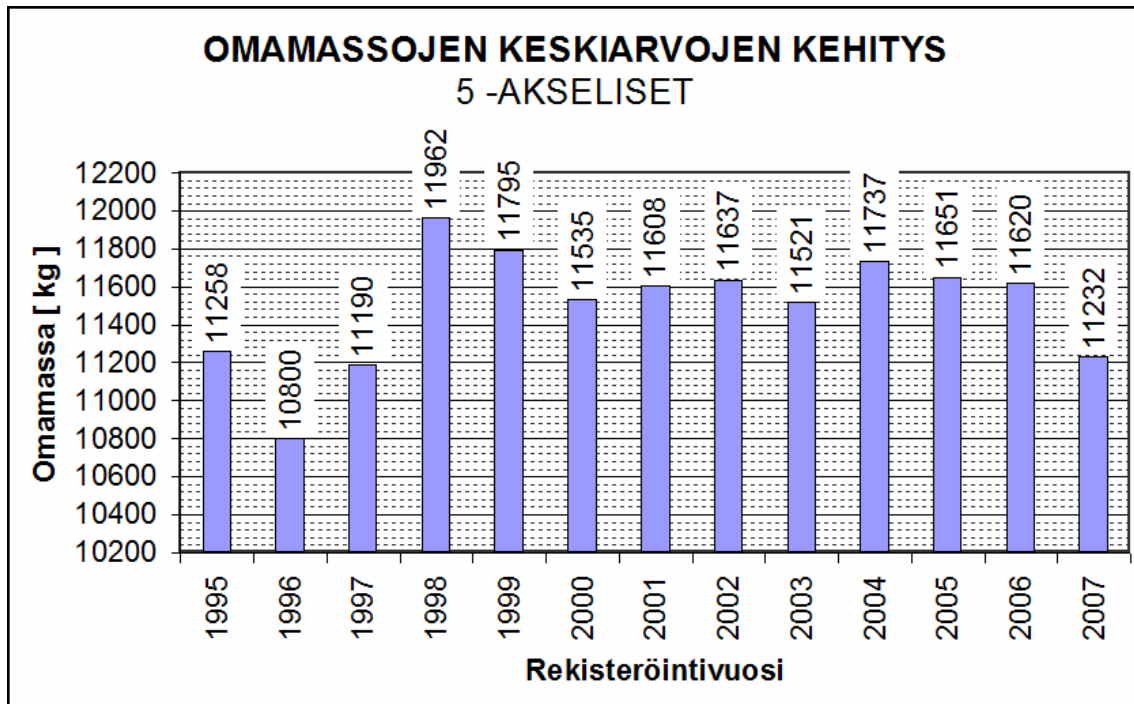
Kuviossa 4.19 on esitetty neliakselisten täysperävaunujen omamassojen aritmeettiset keskiarvot eri rekisteröintivuosina. Vuoden 2007 lukema poikkeaa olennaisesti muista arvoista. Tähän vaikuttaa se, että tutkittavassa aineistossa on mukana vain vähän yksilöitä, koska tiedot on poimittu ajoneuvorekisteristä jo vuoden 2007 helmikuussa. Vaikka viimeisenä neljänä vuotena omamassa näyttäisi hivenen alenevan, ei pitemmän ajan tarkastelussa ilmene erityisen selvää trendiä massojen kehityksessä.



KUVIO 4.19 Täysperävaunujen omamassojen kehitys (neliakseliset)

## Viisiakseliset täysperävaunut

Kuviossa 4.20 on esitetty viisiakselisten täysperävaunujen vastaava omamassojen kehitys eri rekisteröintivuosina. Kehitystä on kuvattu neliakselisten tapaan kutakin rekisteröintivuotta vastaavalla omamassojen aritmeettisella keskiarvolla. Kuviota tarkastellessa voi todeta saman kehityksen kuin edellisessäkin kohdassa neliakselisten täysperävaunujen tapauksessa, eli selvää muutostrendiä omamassoissa ei ole havaittavissa.



**KUVIO 4.20** Täysperävaunujen omamassojen kehitys (viisiakseliset)



## 5 PUOLIPERÄVAUNUYHDISTELMÄT

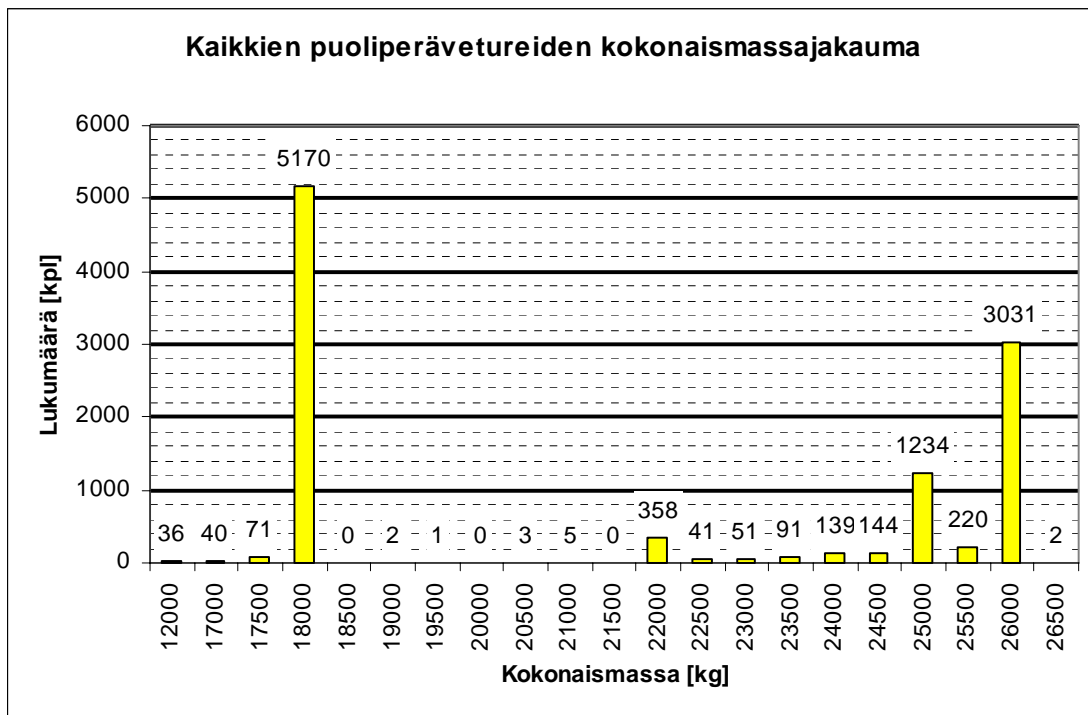
### 5.1 Puoliperävetoautot

#### 5.1.1 Kokonaismassajakauma

Puoliperävetoautojen tutkiminen aloitettiin tarkastelemalla ensin kokonaismassoja sekä akselistorakenteita, jotta saataisiin selville yleisimmät käytössä olevien vetoautojen kokonaismassat. Kuvio 5.1 osoittaa selvästi, että ylivoimaisesti suosituimpia ovat 18 tonnin kokonaismassaiset ajoneuvot (kaksiakseliset) ja toiseksi suosituimpia ovat 26 tonnin kokonaismassaiset autot (kolmiakseliset).

Tarpeelliseksi koettiin juuri näihin ryhmiin kuuluvien ajoneuvojen lähempi tarkastelu, jotta mahdolliset erot omamassoissa ja täten myös kantavuuksissa olisivat havaittavissa. Tästä eteenpäin tarkastellaan pääosin siis edellä mainitut ehdot täyttäviä ajoneuvoja sekä kyseisiä ajoneuvoryhmiä vertailukelpoisuuden säilyttämiseksi. Samalla on tarkkuuden parantamiseksi karsittu pois myös ajoneuvot, joissa on huomattavasti omamassaan vaikuttavia lisälaitteita kuten esimerkiksi nostureita.

Käsiteltävissä autoissa on ajoneuvorekisteriin merkittyinä lisälaitteina vain vetopöytä sekä joissain yksilöissä myös perävaunun vetokytkin. Tämän lisäksi on myös karsittu runsaasti vanhaa kalustoa. Käsitteilyyn otettiin mukaan ainoastaan vuonna 1995 ja sen jälkeen rekisteröidyt ajoneuvot, koska tätä vanhempien merkitys kokonaiskuljetussuoritteessa on pieni.

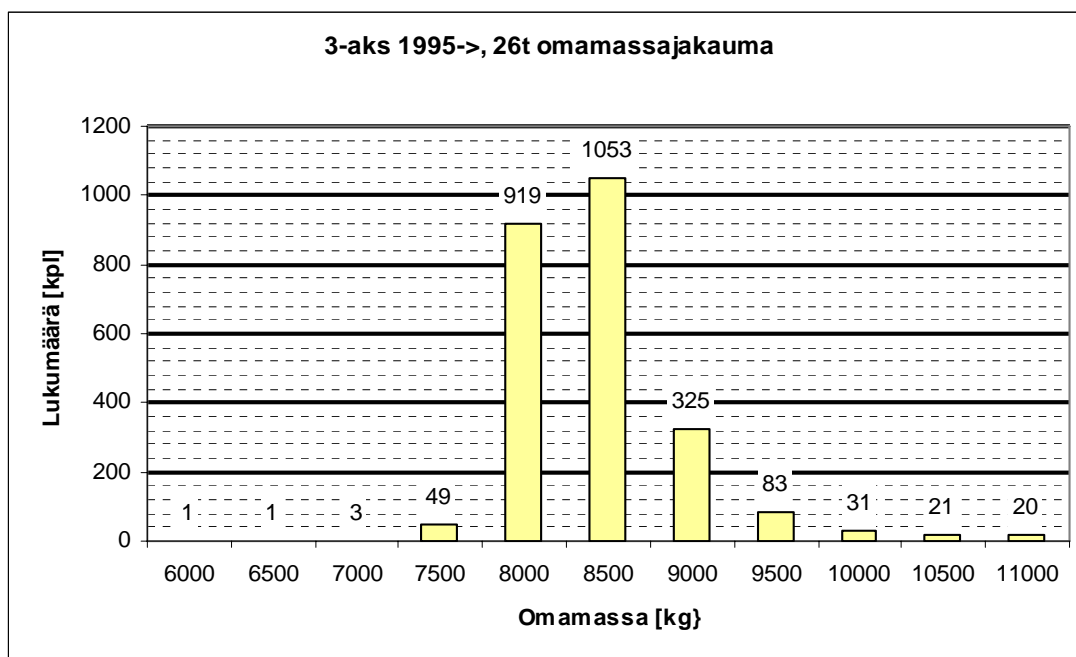


**KUVIO 5.1** Puoliperävetoautojen kokonaismassajakauma

### 5.1.2 Omamassajakauma

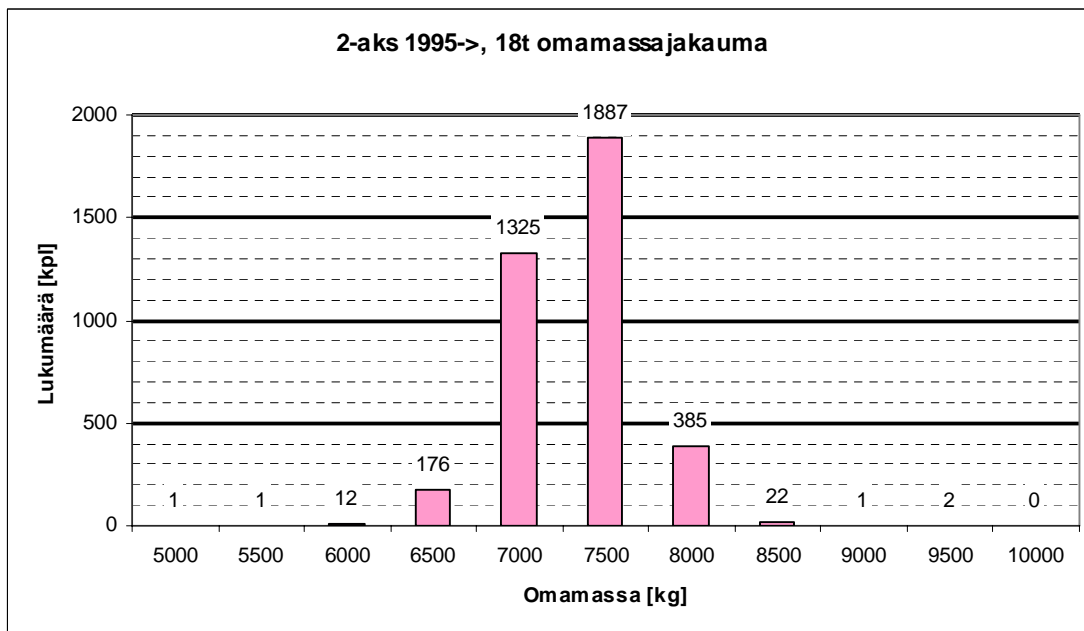
Kokonaismassojen selvittämisen jälkeen siirryttiin tarkastelemaan puoliperävetoautojen omamassoja. Raskaampien, 26-tonnisten ajoneuvojen tyypillisimmät omamassat osuivat välille 8 000–9 000 kg (kuvio 5.2).

Pieni, mutta kuitenkin huomattava 49 kappaleen erä pääsi jopa alle 8 000 kg:n rajan. Kevyimmille autoille (omamassa alle 8 000 kg) suoritettu merkkitarkastelu osoitti, että suurin osa näistä oli Volvoja ja Scanioita. Tarkemmat puoliperävetoautojen merkijakaumat on esitetty jäljempänä kohdassa 5.1.3 ja merkikohtaiset omamassakeskiarvot kohdassa 5.1.4.



**KUVIO 5.2** Kolmiakselisten puoliperävetoautojen omamassajakauma

Kevyempien, 18-tonnisten ajoneuvojen omamassa oli noin 1 000 kg kevyempi kuin 26-tonnisten, mikä johtuu pääosin yhden akselin puuttumisesta ja mahdollisesti myös koko ajoneuvon vähemmän vankasta rakenteesta (kuvio 5.3).



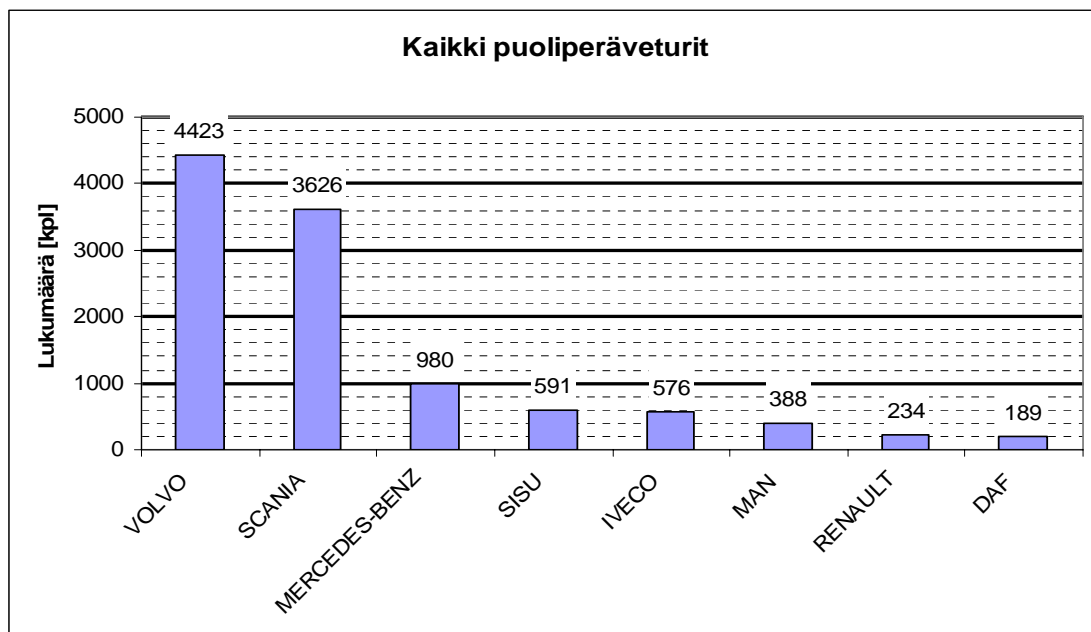
**KUVIO 5.3** Kaksiakselisten puoliperävetoautojen omamassajakauma

Kuvio 5.3 osoittaa, että myös kaksiakselisten puoliperävetoautojen ryhmässä oli havaittavissa pieni mutta selvä kappalemäärä (176 autoa), joiden omamassa oli tyypillistä pienempi. Tämän pienimmän, kappalemäärältään kuitenkin merkittävän, massaluokan (alle 7 000 kg) suosituimmat merkit olivat Scania ja Mercedes-Benz.

### 5.1.3 Merkkijakauma

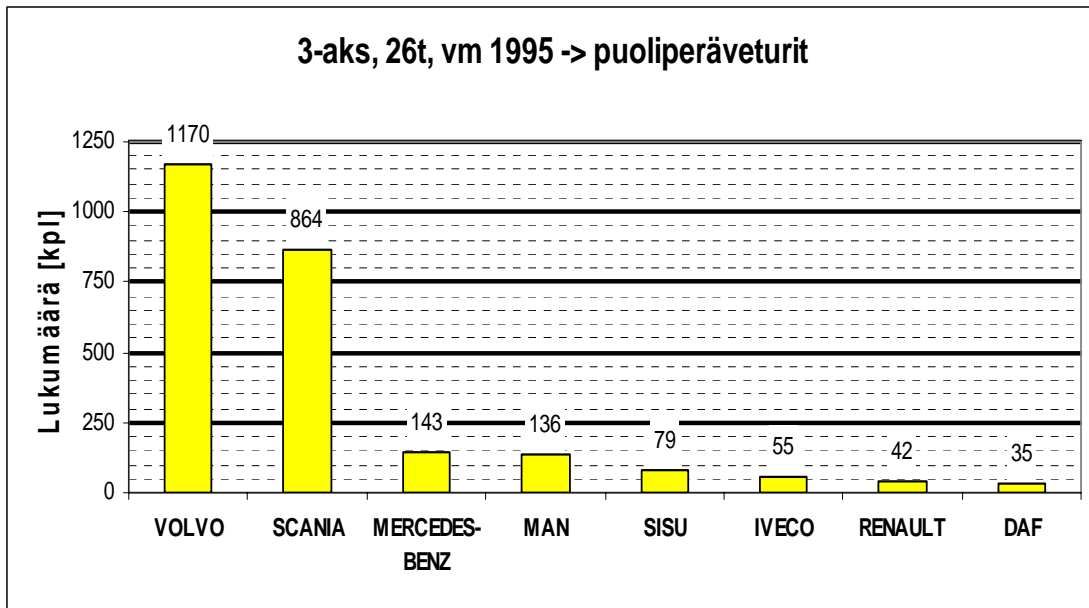
Merkkitarkasteluun otettiin kaikki tällä hetkellä Suomen ajoneuvorekisterissä olevat puoliperävaunun vetämiseen tarkoitettut ajoneuvot sekä niistä suodatetut 26:n ja 18:n tonnin kokonaismassaiset autot omina ryhminään. Volvo ja Scania olivat jokaisessa ryhmässä selvästi suosituimmat merkit muodostaen yhdessä yli 60 % osuuden koko puoliperävetoautojen kannasta (kuvio 5.4).

Kuviossa 5.4 on esitetty vain kahdeksan yleisintä merkkiä. Suomessa on näiden lisäksi myös kymmenen harvinaisempaa merkkiä, mutta koska kutakin näistä on ajoneuvorekisterissä vain muutamia yksilöitä, niiden käsittelyä ei katsottu tarpeelliseksi.

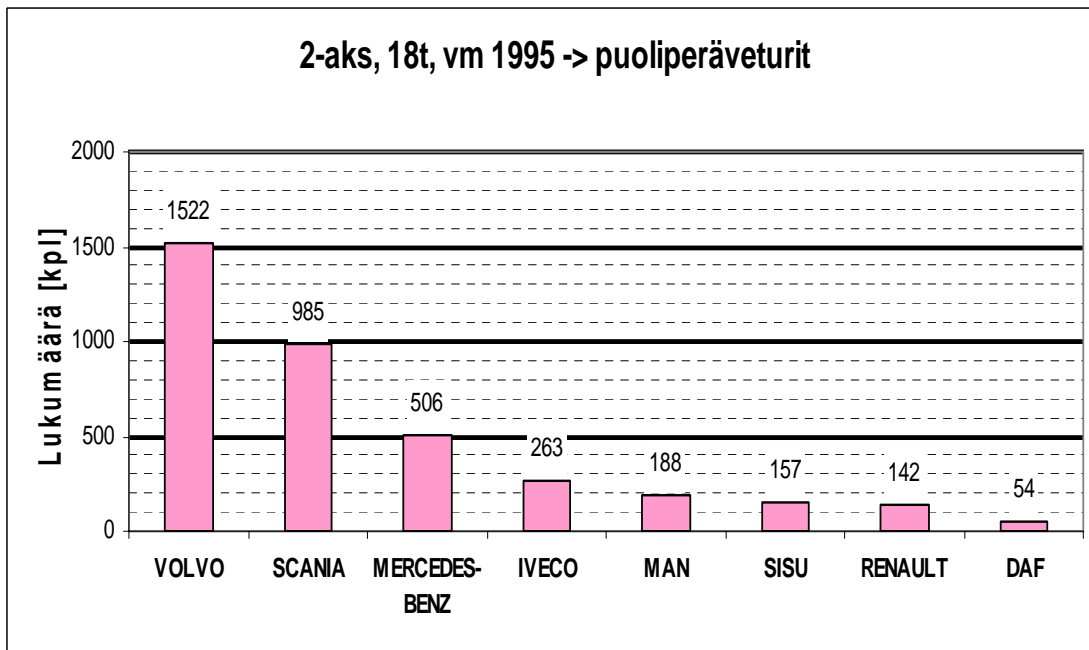


**KUVIO 5.4** Kaikkien puoliperävetoautojen merkkijakauma

Kuvioissa 5.5 ja 5.6 on esitetty kolmi- ja kaksiakselisten puoliperävetoautojen merkkijakaumat. Kuvioista voidaan havaita merkkien suosituimmuusjärjestyksen olevan kolmi- ja kaksiakselisissa lähes sama lukuun ottamatta MANia, joka on raskaammissa 26 tonnin vetoautoissa sijaluvultaan korkeammalla.



**KUVIO 5.5** Kolmiakselisten puoliperävetautojen merkijakauma

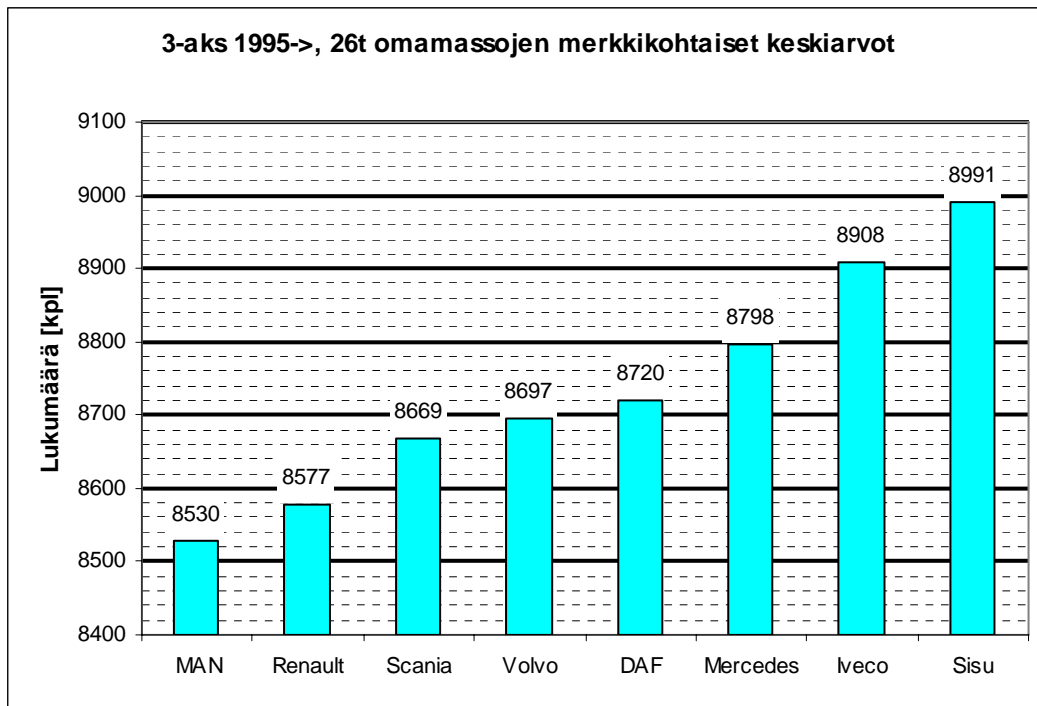


**KUVIO 5.6** Kaksiakselisten puoliperävetautojen merkijakauma

### 5.1.4 Merkkikohtaiset omamassat

Kuvio 5.7 osoittaa, että kolmiakselisten ajoneuvojen eli 26-tonnisten ryhmässä merkkikohtaiset erot eivät ole järkeviä, sillä kevyimmän ja raskaimman ero on vain noin 400 kg. Näin ollen voisi olettaa, että kaikki ajoneuvonvalmistajat ovat pyrkineet minimoimaan tuotteidensa omamassat ja onnistuneet siinä lähes yhtä menestyksekkäästi.

Tarkempi 26-tonnisten ajoneuvojen merkkikohtainen omamassajakaumatarkastelu on esitetty liitteessä 5.

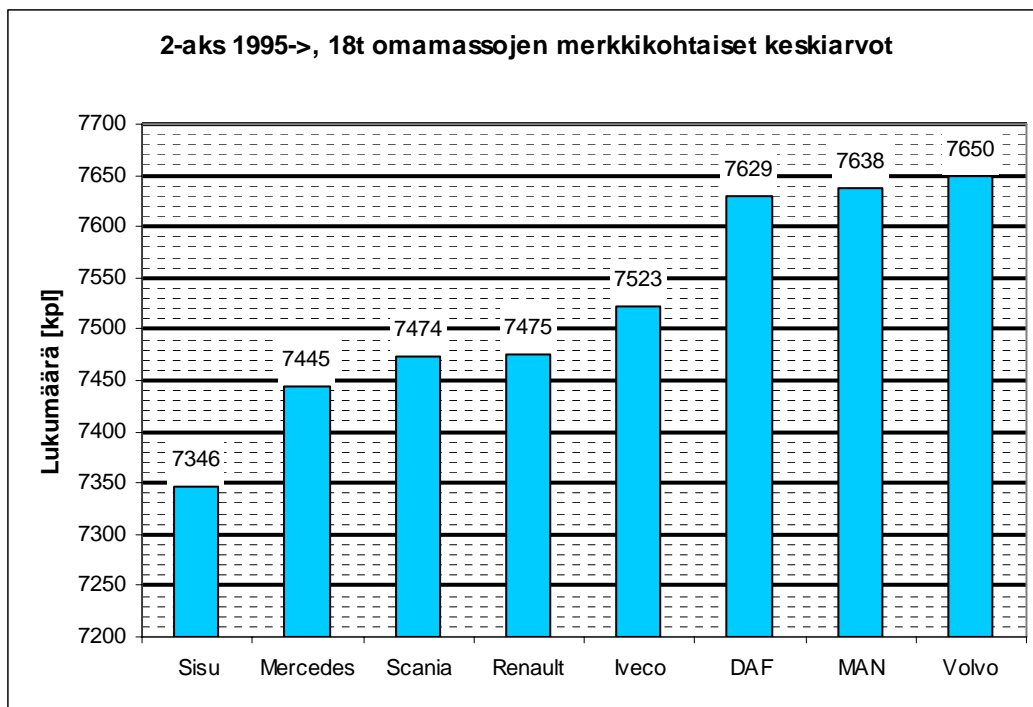


**KUVIO 5.7** Kolmiakselisten puoliperävetoautojen merkkikohtaiset omamassojen keskiarvot

Kaksiakselisten eli 18-tonnisten ajoneuvojen kesken erot olivat jopa vielä pienemmät, sillä omamassojen erotus raskaimman ja kevyimmän merkin välillä on kuvion 5.8 mukaisesti vain noin 300 kg.

Merkillepantavaa on, että 26-tonnisissa Sisu oli omamassakeskiarvoltaan raskain, mutta 18-tonnisissa kevyin. Tämä saattaa johtua Sisun tuotantotavasta, jossa jokainen auto räätälöidään asiakkaan toiveiden ja tarpeiden mukaiseksi. Näin ollen kaksiakselisen tapauksessa turha materiaali on joustavan tuotannon ansiosta voitu karsia pois rakenteista ja saatu ajoneuvo kevyemmäksi. Toisaalta se voi kertoa myös siitä, että Sisun kolmas akseli on järeätekoinen.

Myös 18-tonnisista ajoneuvoista laadittiin tarkempi merkkikohtainen omamassajakaumatarkastelu, joka on liitteessä 5.

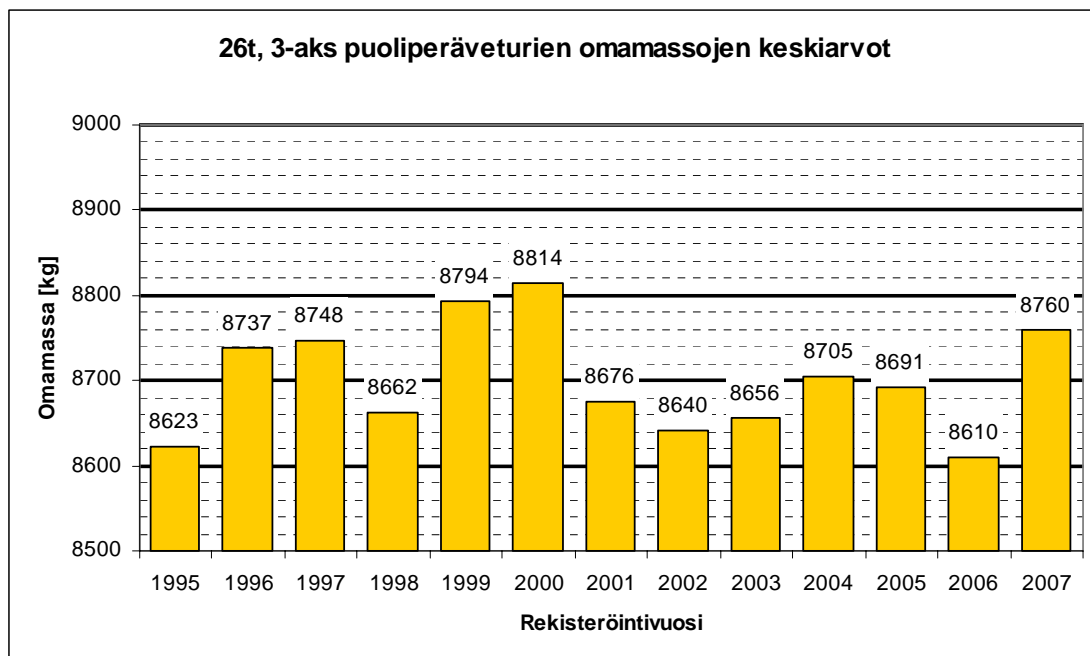


**KUVIO 5.8** Kaksiakselisten puoliperävetoautojen merkkikohtaiset omamassojen keskiarvot

### 5.1.5 Omamassakehitys

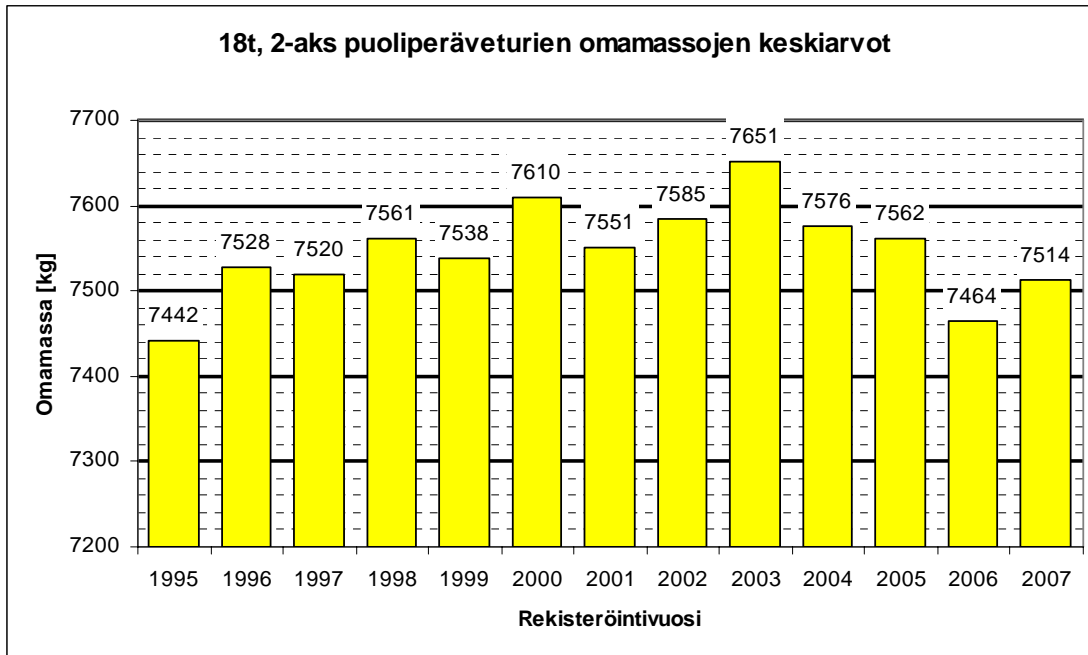
Puoliperävetoautojen tarkastelun viimeinen kohde oli omamassojen kehitys 12 viime vuoden ajalta. Kuvioissa 5.9 ja 5.10 on esitetty eri rekistointivuosien omamassakeskiarvot tarkastelujaksolta. Erityisen selvää rekistointiajankohdan mukaista muutostrendiä ei ole havaittavissa.

Vuoden 2007 omamassakeskiarvoon tulee suhtautua kriittisesti, sillä kyseisen joukon ajoneuvojen lukumäärä on verraten pieni muihin ikäluokkiin nähden, ja täten satunnaisvirheen mahdollisuus on suuri. Mikäli vuoden 2007 keskiarvoa ei oteta lukuun, on kolmen viime vuoden ajalta havaittavissa laskua kolmiakselisten vetoautojen omamassoissa (kuvia 5.9). Vastaavansuuntaista kehitystä näyttäisi olevan myös kaksiakselisten vetoautojen massoissa (kuvio 5.10). Näistä havainnoista ei kuitenkaan voida vetää kovin pitkälle meneviä johtopäätöksiä.



**KUVIO 5.9** Kolmiakselisten puoliperävetoautojen omamassojen kehitys





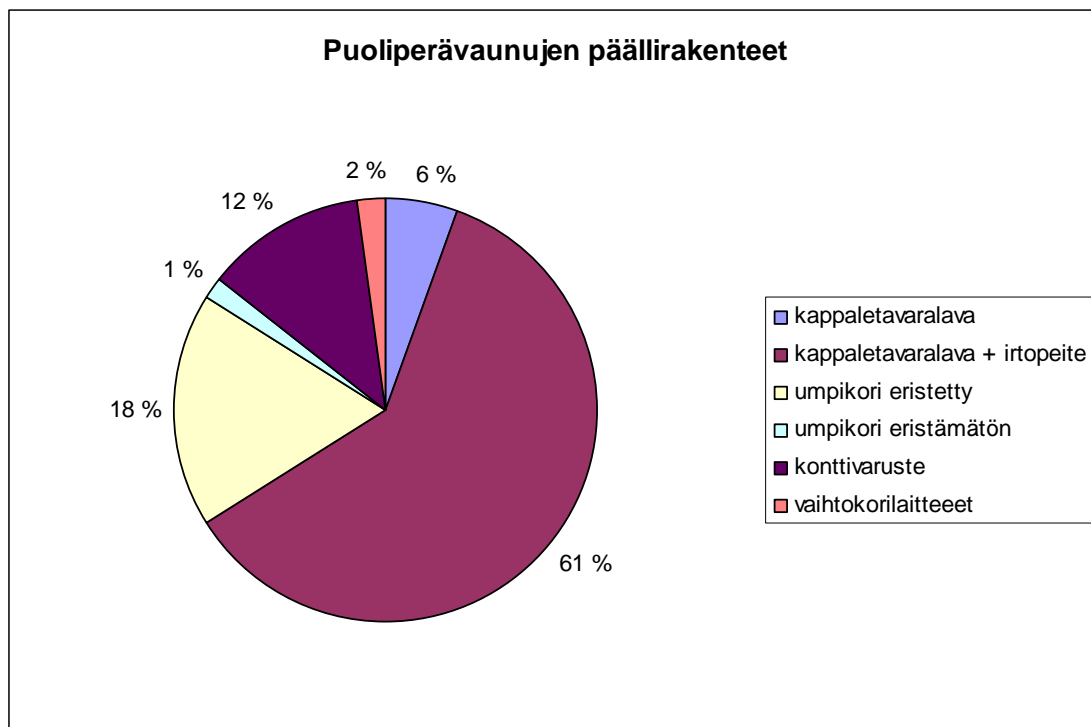
**KUVIO 5.10** *Kaksiakselisten puoliperävetoautojen omamassojen kehitys*

## 5.2 Puoliperävaunut

### 5.2.1 Korityyppijakauma

Puoliperävaunujen tapauksessakin tarkastelun kohteeksi otettiin nimenomaan kappale-tavaran kuljetukseen tarkoitettut perävaunut, joiden kuormakorityyppejä on vertailtu kuviossa 5.11. Selvästi yleisin päällirakenne on irtopeitteellä varustettu kappaletavaralava. Eristetty umpikori on toiseksi yleisin päällirakennetyyppi.

Puoliperävaunujen tarkempi tarkastelu kohdistettiin ainoastaan eristettyihin ja eristämättömiin umpikoreihin, koska erityyppisillä päällirakenteilla on vaikutusta omamassaan ja näin ollen vertailukelpoisuus olisi huono.

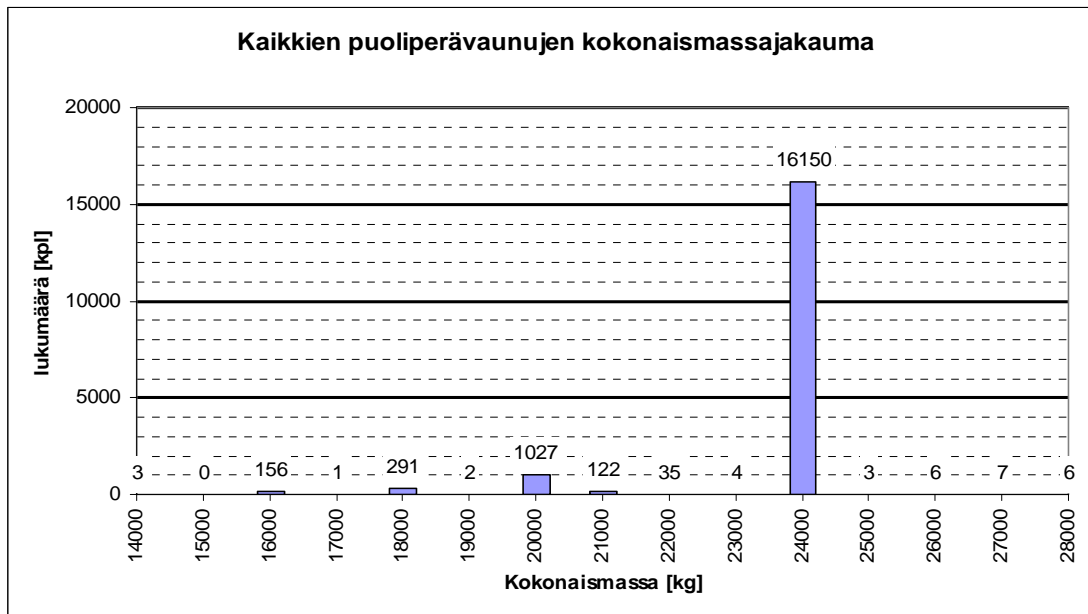


**KUVIO 5.11** *Kappaletavaran kuljetukseen tarkoitettujen puoliperävaunujen päällirakennetyyppien jakautuminen*

## 5.2.2 Kokonaismassajakauma

Puoliperävaunujen tarkastelu aloitettiin määrittämällä niille tyypillisin kokonaismassa, joka kuvion 5.12 mukaan on selvästi 24 tonnia. Kokonaismassaltaan muiden kuin 24 tonnia painavien puoliperävaunujen osuus on marginaalinen, joten niiden käsittelyä ei katsottu tarpeelliseksi.

Vertailukelpoisuuden parantamiseksi kriteeriksi asetettiin umpikorin ja 24 tonnin kokonaismassan lisäksi myös 12 metrin vetopituus, joka on suurin Suomessa sallittu, ja suurin osa Suomessa rekisteröidyistä puoliperävaunuista onkin juuri tämän mittaisia.

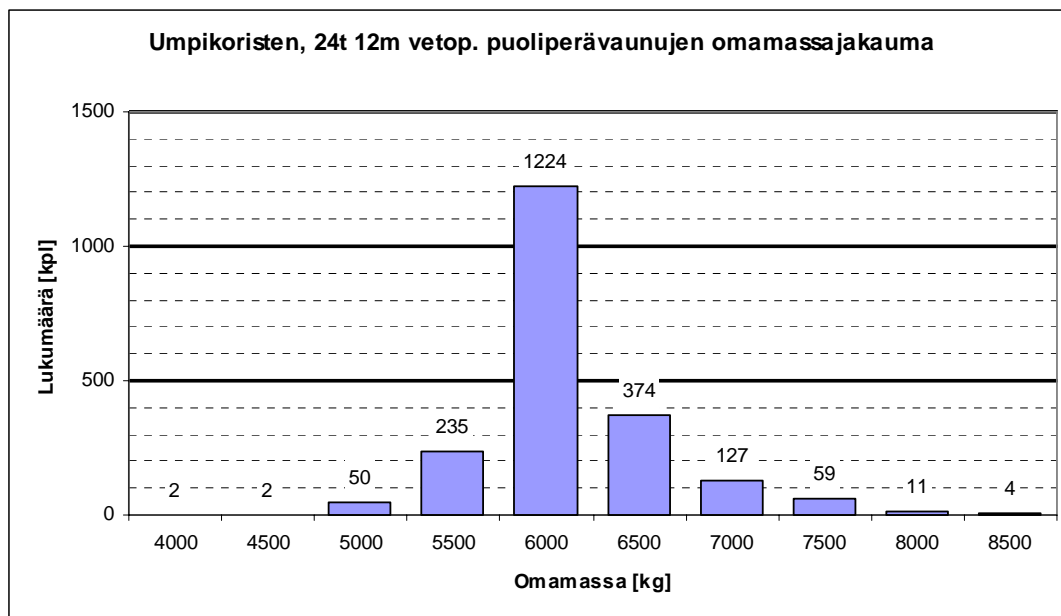


**KUVIO 5.12** Puoliperävaunujen kokonaismassajakauma

### 5.2.3 Omamassajakauma

Kuviossa 5.13 on esitettynä umpikoristen, kokonaismassaltaan 24-tonnisten puoliperävaunujen omamassajakauma. Tarkasteluun valittujen puoliperävaunujen tyypillinen omamassa näytti sijoittuvan hyvinkin selvästi runsaan 6 000 kg:n kohdalle. Keskiarvoksi muodostui 6 300 kg. Tästä huolimatta kuitenkin alle 5 500 kg:n omamassaisia perävau-  
nuja esiintyi, niitä oli yhteensä 50 kappaletta.

Kevyimpien ja raskaimpien puoliperävaunujen omamassojen ero on jopa 2 500 kg. Ero on todella huomattava. Tämä tarkoittaa sitä, että puoliperävaunujen omamassat vaihtelevat sekä absoluuttisesti että suhteellisesti selvästi enemmän kuin niiden vetoautojen omamassat.

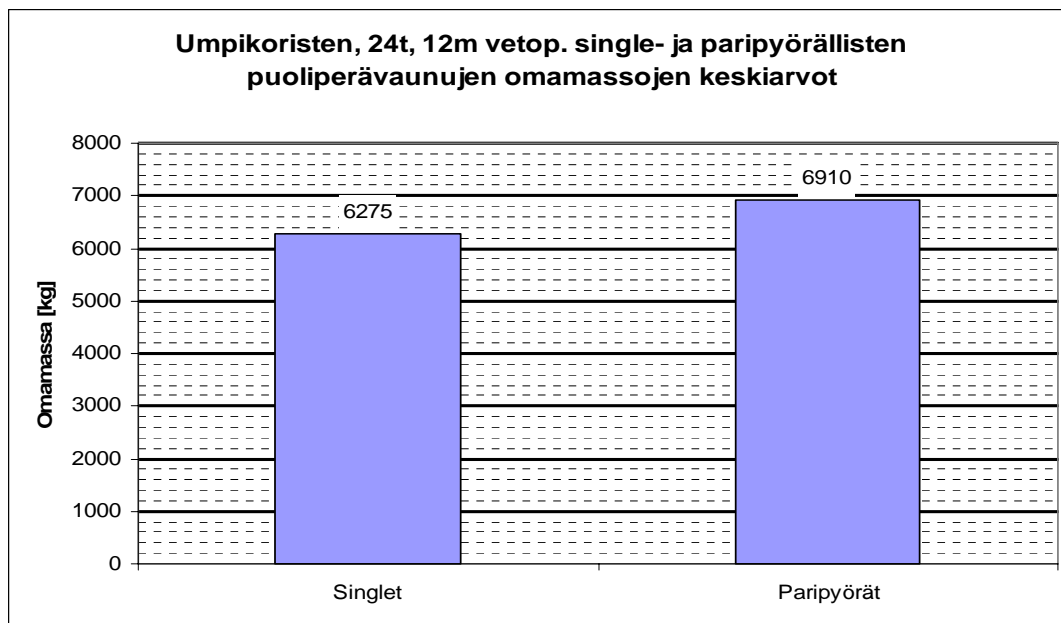


**KUVIO 5.13** Umpikoristen puoliperävaunujen omamassajakauma

## 5.2.4 Renkaiden vaikutus omamassaan

Vertailtaessa paripyörällisten ja ns. single-pyörillä varustettujen perävaunujen omamassojen keskiarvoja havaittiin paripyörällisten yksilöiden olevan raskaampia (kuvio 5.14).

Vertailun luotettavuutta kuitenkin heikentää se, että tarkastelukelpoisia paripyörillä varustettuja puoliperävaunuja esiintyi vain 13 kappaletta, kun taas single-pyörillä varustettuja vaunuja oli 1978 kappaletta. Toisaalta luvut kertovat myös sen, että paripyörät ovat selvästi väistymässä puoliperävaunuista, ehkäpä osittain juuri niiden painavuuden takia.



**KUVIO 5.14** Umpikoristen single- ja paripyörillä varustettujen puoliperävaunujen omamassojen keskiarvot

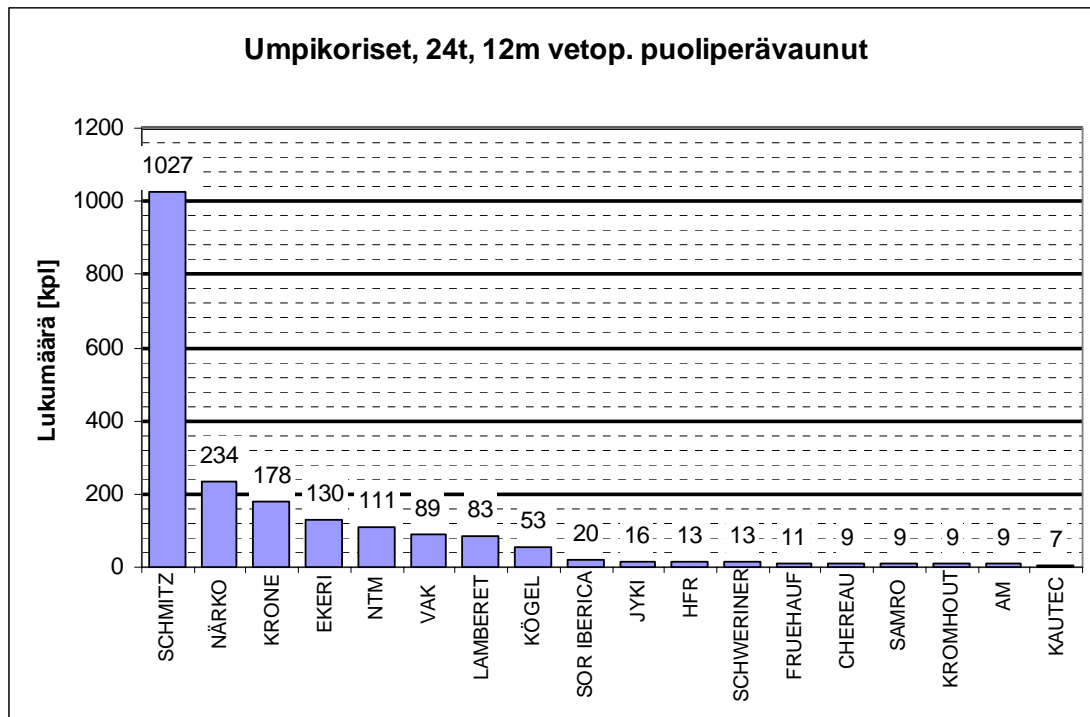
Singlepyörillä varustettujen puoliperävaunujen omamassakeskiarvo jäi noin 600 kg paripyörillä varustettuja vaunuja alhaisemmaksi. Erolla ei ole kuitenkaan suurtakaan käytännön merkitystä valtakunnan tasolla, koska paripyörin varustetut puoliperävaunut ovat erittäin harvinaisia.

Rekisteritietoja tutkittaessa havaittiinkin, että vuoden 1997 jälkeen ei Suomessa ole rekisteröity yhtään paripyörillä varustettua umpikorista kolmiakselista puoliperävaunua, joten ne ovat mitä ilmeisimmin poistumassa kokonaan käytöstä. Näin ollen niiden merkitys kokonaisuudelle on äärimmäisen vähäinen.

## 5.2.5 Merkkijakauma

Kuviossa 5.15 on esitetty Suomessa käytettävien umpikoristen kokonaismassaltaan 24-tonnisten ja vetopituudeltaan 12-metrinen puoliperävaunujen merkkijakauma.

Selvä ykkönen on saksalainen Schmitz yli tuhannella yksilöllään. Toisena olevan kotimaisen Närkon kappalemäärä on enää alle 250. Seuraavina tulevat saksalainen Krone ja kotimaiset Ekeri ja NTM, jotka kaikki vielä ylittävät 100 kappaleen rajan. Kaikkiaan näyttää siltä, että Suomessa puoliperävaunut ovat selvästi enemmän tuontitavaraa kuin täysperävaunut.



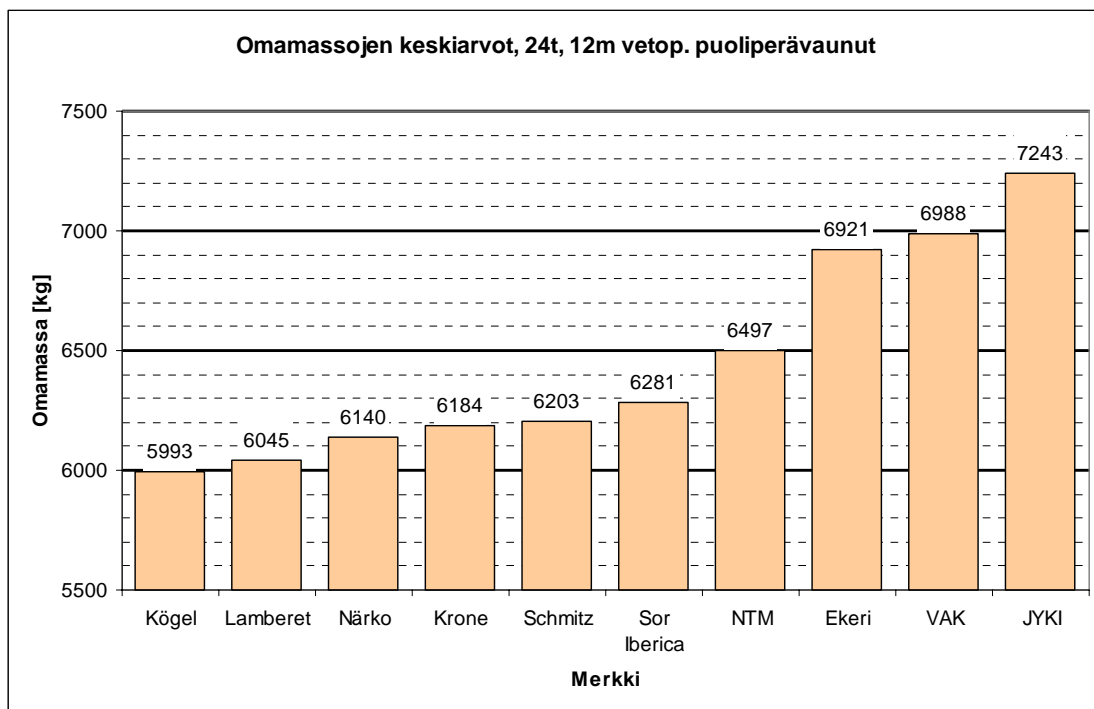
**KUVIO 5.15** Umpikoristen puoliperävaunujen merkkijakauma

## 5.2.6 Merkkikohtaiset omamassat

Omamassojen merkkikohtaiseen tarkasteluun rajattiin kuviosta 5.15 kymmenen yleisintä Suomessa käytettyä puoliperävaunumerkkiä. Viimeinen mukaan otettu valmistaja oli kotimainen Jyki 16:lla yksilöllään.

Kuvio 5.16 osoittaa selvästi Suomessa valmistettujen perävaunujen olevan lähes poikkeuksetta muualla Euroopassa valmistettuja perävaunuja raskaampia. Tämä saattaa johtua siitä, että kotimaiset perävaununvalmistajat rakentavat enimmäkseen täysperävaunuja, joita puolestaan ei Keski-Euroopassa juurikaan käytetä.

Koska valtaosa Keski-Euroopan tavaraliikenteestä hoidetaan puoliperävaunuilla, on selvää, että ulkomaiset valmistajat ovat keskittyneet nimenomaan niiden valmistamiseen.



**KUVIO 5.16** *Umpikoristen puoliperävaunujen omamassojen merkkikohtaiset keskiarvot*

Koti- ja ulkomaisten valmistajien massaeroihin vaikuttaa myös ovien määrä, jota on käsitelty jo aiemmin täysperävaunujen yhteydessä. Keski-Euroopassa ei tyypillisesti käytetä sivuovellisia perävaunuja, jotka taas ovat Suomessa ja muissakin Pohjoismaissa erittäin yleisiä. Sivuovent saattavat lisätä puoliperävaunun massaa Närkon edustajan mukaan jopa 1 000–1 200 kg.

Toinen massaeroja aiheuttava tekijä on perävaunun korkeus. Suomessa käytetään yleisimmin 4.2 metrin korkeutta, kun Keski-Euroopassa tyypillisesti käytettävä korkeus on 4.0 metriä. Korkeus tietysti lisää vaunun massaa.

Omamassan keskiarvon ero kevyimpiä ja raskaimpia perävaunuja tuottaneiden valmistajien välillä on suunnilleen 1 250 kg, joten näinkin tarkasteltuna omamassaeroavuudet ovat perävaunuissa suurempia kuin niiden vetoautoissa.

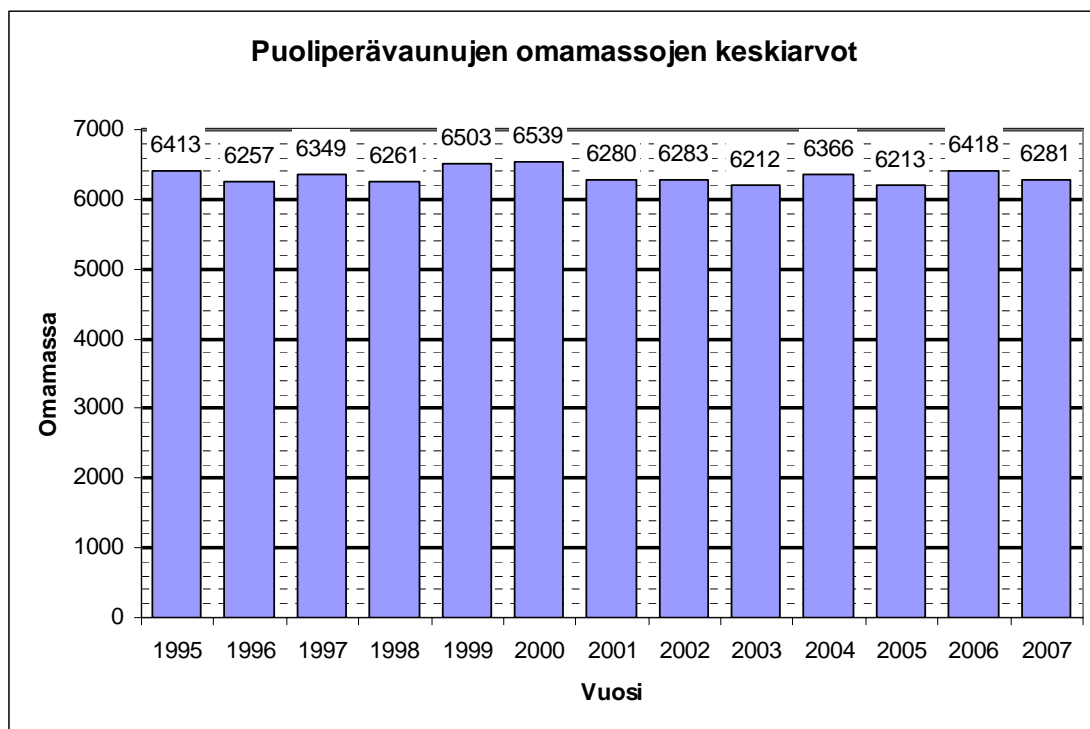
Ryhmästä raskaimman valmistajan, Jykin, perävaunut saattavat olla raskaimpia muita järeämmän rakenteensa ansiosta. Jyki on valmistanut lähes puolet tällä hetkellä Suomessa käytettävistä suurta lujuutta vaativista tukin ajoon tarkoitetuista perävaunuista, ja se on mahdollisesti soveltanut näissä käyttämäänsä tukevaa rakennetta myös kappaletavaran kuljetukseen käytettäviin puoliperävaunuihinsa.

Kuviossa 5.16 esiintyvien puoliperävaunujen merkkikohtaiset omamassajakaumat on esitetty liitteessä 6.

### 5.2.7 Omamassojen kehitys

Kuvio 5.17 havainnollistaa tarkasteltavien puoliperävaunujen omamassojen keskiarvoa rekisteröintivuoden mukaan. Selvää muutostrendiä ei ole havaittavissa tarkasteluvälillä, mutta muita vuosia hivenen pienimmät arvot esiintyvät jostain syystä vuosina 2003 ja 2005.

Vuosi 2007 kattaa vain 9. helmikuuta ja sitä ennen rekisteröidyt perävaunut, joten kyseisen vuoden lukema ei edusta muiden vuosien kanssa vertailukelpoista lukua koko vuoden aikana rekisteröityjen puoliperävaunujen omamassojen keskiarvosta.



**KUVIO 5.17** *Umpikoristen puoliperävaunujen omamassojen kehitys*



## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

### 6.1 Yleistä

Tutkimuksen kohteina olleiden v. 1995 ja sen jälkeen rekisteröityjen raskaiden ajoneuvojen (yhteensä 9660 vetoautoa ja 4666 perävaunua) omamassaselvityksen tuloksia tarkasteltaessa voidaan todeta, että tutkimuksen lähtöoletuksen (luku 2) mukaisesti saman ajoneuvotyypin omamassoissa ilmenee selviä eroja, vaikka kokonaismassat olisivat samoja. Tästä seuraa, että omamassaltaan kevyempien ajoneuvojen kantavuus on suurempi kuin raskaampien.

Seuraavassa verrataan toisiinsa kunkin tarkastellun ajoneuvotyypin kevyimmän ryhmän keskiarvoa koko tarkasteluryhmän keskiarvoon. Näin laskettu erotus on se määrä lisäkantavuutta, joka olisi helppo saada käyttöön siirtymällä käyttämään nykykeskiarvotapauksen asemesta kevyintä olemassa olevaa tekniikkaa. Kevyimpien ajoneuvojen tarkastelusta on rajattu pois yksittäiset erittäin kevyet yksilöt, ja mukaan on kelpuutettu vain sellaiset tapaukset, joita on ajoneuvorekisterissä vähintään 50 kpl.

Täysperävaunun vetoautojen (tarkasteltuja tapauksia 3319 kpl) kevyimpään ryhmään kuuluvien yksilöiden omamassakeskiarvo oli noin 10 700 kg, kun taas raskaimpien massa oli yli 15 000 kg. Kaikkien keskiarvoksi muodostui noin 12 400 kg. Kevyimpien vetoautojen omamassakeskiarvo verrattuna koko aineiston keskiarvoon oli siis 1 700 kg alhaisempi, mikä samalla on siis kevyimpien autojen kantavuuslisä verrattuna keskiarvotapaukseen. Prosentuaalisesti ilmoitettuna kevyimpien omamassa oli noin 86 % ryhmän keskiarvomassasta.

Täysperävaunuista (tarkasteltuja tapauksia 2 578 kpl) neli- ja viisiakseliset vaunut tarkasteltiin erikseen. Tarkastelluissa neliakselisia oli 1 262 kpl, mikä on noin 49 % koko ryhmästä. Viisiakselisia oli 1 316 kpl eli noin 51 % koko ryhmästä. Havaitaan siis, että molempia akselistotyyppiä on käytössä suunnilleen yhtä paljon.

Neliakselisten tapauksessa kevyimmän ryhmän omamassakeskiarvo oli noin 9 300 kg, kun raskaimpien massa oli yli 12 500 kg. Kaikkien tarkasteltujen keskiarvoksi muodostui noin 10 700 kg. Kevyimpien massa verrattuna keskiarvoon oli siis 1 400 kg alhaisempi, eli kevyimpien perävaunujen kantavuus on tämän verran suurempi keskiarvotapaukseen verrattuna. Kevyimpien omamassa oli noin 87 % ryhmän omamassojen keskiarvosta.

Viisiakselisista täysperävaunuista taas kevyimmän ryhmän omamassakeskiarvo oli noin 10 000 kg, kun raskaimpien massa oli yli 13 500 kg. Kaikkien tarkasteltujen keskiarvo osoittautui olevan noin 11 700 kg. Kevyimpien ryhmän keskimääräinen massa verrattuna koko ryhmän keskiarvoon oli siis 1 700 kg alhaisempi, eli kevyimpien perävaunujen kantavuus on tämän verran suurempi keskiarvoon verrattuna. Kevyimpien omamassa oli noin 85 % koko ryhmän omamassojen keskiarvosta.

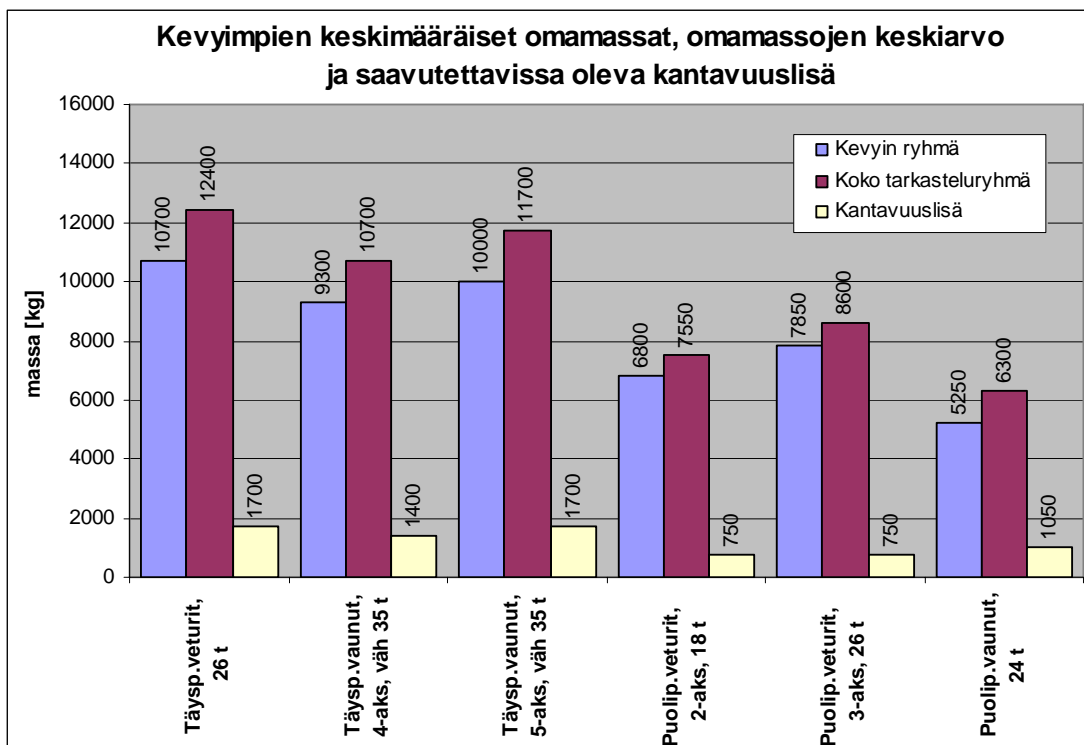
Puoliperävaunun vetoautojen tapauksessa kaksi- ja kolmiakseliset vetoautot erotettiin toisistaan ja tarkasteltiin erikseen. Tarkastellun kohteena olleista puoliperävetoautoista (yhteensä 6 341 kpl) 3 817 kpl eli noin 60 % oli kaksiakselisia, joiden omamassa on 18 t ja joilla voidaan päästä ajoneuvoyhdistelmänä 42 tonnin kokonaisuudessaan. Loput 2524 kpl eli noin 40 % olivat kolmiakselisia 26-tonnisia, joilla voidaan päästä 48 tonnin kokonaisuhydistelmämäärään.

Kaksiakselisten puoliperävetoautojen tapauksessa kevyimpien omamassojen keskiarvo oli noin 6 800 kg. Raskaimmat olivat omamassaltaan yli 8 000 kg, ja tarkasteluryhmän keskiarvo oli noin 7 550 kg. Kevyimpien keskiarvo oli siis noin 750 kg koko ryhmän keskiarvoa alhaisempi, mikä tarkoittaa mahdollisuutta saada käyttöön tämänsuuruinen kantavuuslisä keskiarvotapaukseen verrattuna. Prosentteina ilmaistuna kevyimpien keskiarvo oli noin 90 % koko ryhmän keskiarvosta.

Kolmiakselisissa puoliperävetoautoissa kevyimpien ryhmän omamassojen keskiarvo oli noin 7 850 kg. Raskaimpien massa taas oli yli 9 500 kg. Ryhmän keskiarvoksi muodostui noin 8 600 kg. Kevyimpien keskiarvo oli siis kaksiakselisten tapaan noin 750 kg koko ryhmän keskiarvoa alhaisempi, eli tämän verran lisäkantavuutta olisi siis helposti tarjolla. Kevyimpien ryhmän keskimääräinen omamassa suhteessa koko tarkasteluryhmän keskiarvoon oli noin 91 %.

Puoliperävaunuja tarkasteltiin 2 088 kpl. Kevyimmän ryhmän keskimääräinen omamassa oli suunnilleen 5 250 kg. Raskaimpien omamassa puolestaan oli yli 7 500 kg. Koko tarkasteluryhmän omamassakeskiarvo oli 6 300 kg, eli helposti saavutettavissa oleva kantavuuslisä (koko ryhmän keskiarvon ja kevyimmän ryhmän keskiarvon erotus) oli noin 1 050 kg. Kevyimpien ryhmän keskiarvon suhde koko ryhmän keskiarvoon oli vain noin 83 %. Havaitaan siis, että puoliperävaunuissa omamassojen vaihtelu on suurempaa kuin puoliperävetoautoissa, olivatpa ne sitten kaksi- tai kolmiakselisia.

Edellä esitetyt kunkin ajoneuvotyypin kevyimmän ryhmän omamassakeskiarvo, koko tarkastellun ryhmän keskimääräiset omamassat sekä näiden erotukset (saavutettavissa olevat kantavuuslisät) on esitetty graafisesti kuviossa 6.1.



**KUVIO 6.1** Tarkasteltujen ajoneuvotyyppien kevyimmän ryhmän keskimääräiset omamassat, koko aineiston keskimääräiset omamassat sekä näiden erotukset (saavutettavissa olevat kantavuuslisät) eri tapauksissa

## 6.2 Esimerkilaskelma täysperävaunuyhdistelmälle

Edellä esitetyn perusteella tällä hetkellä Suomessa käytössä olevien täysperävaunuyhdistelmien (kokonaismassa 60 000 kg) keskimääräinen omamassa on noin 12 400 kg (autot) + 11 200 kg (neli- ja viisiakseliset perävaunut keskimäärin) eli yhteensä 23 600 kg. Tämä tarkoittaa sitä, että tällaisella yhdistelmällä on mahdollista kuljettaa hyötykuormaa noin 36 400 kg.

Nykyisin käytössä olevien kevyimpien vetoautojen keskimääräinen omamassa on noin 10 700 kg ja perävaunujen noin 9 650 kg (neli- ja viisiakseliset keskimäärin), mikä tarkoittaa yhteensä 20 350 kg:n omamassaa koko yhdistelmässä. Tämä on 3 250 kg vähemmän kuin keskiarvotapauksessa. Näissä yhdistelmissä hyötykuormaa voisi siis olla tämän verran enemmän, mikä 60 000 kg:n kokonaismassassa tarkoittaa kantavuutta 39 650 kg. Kantavuuslisä on täten noin 5.4 % kokonaismassasta. Keskimäärin tämän verran lisää kuljetuskykyä olisi siis mahdollista saavuttaa jokaista täysperävaunuyhdistelmää kohti, jos kaikki käytössä oleva kalusto olisi tällä hetkellä käytössä olevien kevyimpien vetoautojen ja perävaunujen kaltaisia.

Koska kokonaismassaltaan 60-tonnisen täysperävaunuyhdistelmän polttoaineenkulutus täydellä kuormalla maantieajossa on tyypillisesti noin 53 l/100 km (Nylund, Erkkilä & Söderström 2004, 27), suoritekohtaiseksi kulutukseksi tonnikielometriä kohti muodostuu 36 400 kg:n hyötykuormalla 0.0146 l/tonni-km. Jos kokonaismassa pidetään 60 tonnissa ja lasketaan vastaava lukema kevyimpien omamassojen tapauksessa eli 39 650 kg:n hyötykuormalla, suoritekohtainen kulutuslukema alenee arvoon 0.0134 l/tonni-km. Suoritekohtainen vähenemä on siis 0.0012 l/tonni-km eli noin 8 %.

Jos taas hyötykuorma pidetään vakiona, tapahtuu seuraavaa: täysperävaunuyhdistelmän polttoaineenkulutus maantie- ja moottoritietyyppisessä ajossa vähenee suunnilleen 0.7 l/100 km kokonaismassan 1 000 kg:n vähenystä kohti (Erkkilä 2007). Tämän perusteella laskettuna polttoaineenkulutus alenisi lähes 2.3 litraa/100 km eli arvosta 53 l/100 km suunnilleen arvoon 50.7 l/100 km (yli 4 %), jos käytettäisiin nykyistä kevyintä täysperävaunuyhdistelmäkalustoa keskimääräisen asemesta.

Koska litra dieselpolttoainetta tuottaa noin 2 600 g CO<sub>2</sub>:ta (Ikonen 2007), hiilidioksidipäästö 60-tonniselle yhdistelmälle (kulutus 53 l/100 km) on noin 1380 g/km, joka on suoritekohtaisesti laskettuna 36 400 kg:n hyötykuormalla noin 37.9 g/tonni-km. Kun vastaava luku lasketaan 39 650 kg:n hyötykuormalla, CO<sub>2</sub>-päästö alenee lukemaan 34.8 g/tonni-km. Vähenystä on siis suunnilleen 3 g tonnikielometriä kohti.

Jos taas kevyempää yhdistelmää käytettäessä pidetään hyötykuorma vakiona ja hyödynnetään polttoaineenkulutuksen aleneminen 2.3 litralla/100 km, hiilidioksidipäästö alenee noin 60 grammaa/km suunnilleen arvoon 1320 g/km. Prosentuaalinen alenema on tietysti sama runsas 4 % kuin polttoaineenkulutuksenkin tapauksessa.

### **6.3 Esimerkilaskelma puoliperävaunuyhdistelmälle**

Tarkastellun aineiston perusteella nykyisten kaksiakselisella vetoautolla varustettujen puoliperävaunuyhdistelmien keskimääräinen omamassa on 7 550 kg + 6 300 kg eli noin 13 850 kg. Verrattaessa tätä suurimpaan sallittuun yhdistelmämassaan (42 t) saadaan hyötykuorman eli kantavuuden osuudeksi 28 150 kg.

Kevyimmillä vetoautoilla (keskimäärin 6 800 kg) ja kevyimmillä perävaunuilla (keskimäärin 5 250 kg) yhdistelmän omamassa on 12 050 kg, jolloin kuormaa voidaan kuljettaa 750 kg (vetoauto) + 1 050 kg (perävaunu) = 1 800 kg enemmän, eli kantavuus lisääntyy 29 950 kg:aan. Tämä verran voitaisiin siis kaksiakseliseen vetoautoon perustuvilla puoliperävaunuyhdistelmillä keskimäärin kuljettaa enemmän, jos koko käytössä oleva kalusto olisi kevyimmän tällä hetkellä käytössä olevan kaluston kaltaista.

Koska puoliperävaunuyhdistelmän polttoaineenkulutus maantieajossa on tyypillisesti 37 l/100 km (Nylund, Erkkilä & Söderström 2004, 23), tästä muodostuu kuljetussuoritekohtaiseksi kulutukseksi 28 150 kg:n hyötykuormalla laskettuna 0.0131 l/tonni-km.

Kun vastaava arvo lasketaan hyötykuormalla 29 950 kg, tonnikipometriä kohti laskettu kulutus laskee arvoon 0.0124 l/tonni-km, jolloin vähenemä on pyöristettynä 0.0008 l/tonni-km eli noin 6 %.

Jos taas hyötykuorma pidetään vakiona, tapahtuu seuraavaa: Puoliperävaunuyhdistelmän polttoaineenkulutus maantie- ja moottoritietyyppisessä ajossa vähenee noin 0.6 l/100 km jokaista kokonaisuusmassan 1 000 kg:n vähennyksestä kohti (Erkkilä 2007). Tämän perusteella laskettuna polttoaineenkulutus alenisi noin 1.1 litraa/100 km eli arvosta 37 l/100 km suunnilleen arvoon 35.9 l/100 km (noin 3 %), jos käytettäisiin nykyistä kevyintä täysperävaunuyhdistelmäkaluksia keskimääräisen asemesta.

Hiilidioksidipäästöjen kannalta tarkasteltuna 42-tonnisen puoliperävaunuyhdistelmän tilanne näyttää seuraavalta: kulutuslukema 37 l/100 km vastaa hiilidioksidipäästöä noin 960 g/km, koska 1 litra dieseliä synnyttää noin 2600 g CO<sub>2</sub>:ta.

Laskettaessa kuljetussuoritekohtainen hiilidioksidipäästö nykyhetken keskimääräiselle puoliperävaunuyhdistelmäkalukselle (hyötykuorma 28 150 kg), saadaan arvo 34.1 g/tonni-km. Kun vastaava päästöarvo lasketaan omamassaltaan kevyimmille vastaaville yhdistelmille (hyötykuorma 29 950 kg), suoritekohtainen hiilidioksidipäästö laskee arvoon 32.1 g/tonni-km. Vähenemä on siis noin 2 grammaa tonnikipometriä kohti.

Jos kevyempää autoa käytettäessä pidettäisiin hyötykuorma vakiona ja hyödynnettäisiin polttoaineenkulutuksen aleneminen 1.1 litralta/100 km, tämä alentaisi hiilidioksidipäästöä vajaa 30 grammaa/km suunnilleen arvoon 930 g/km). Prosentuaalinen alenema on sama noin 3 % kuin polttoaineenkulutuksenkin tapauksessa

## **6.4 Saavutettavissa oleva kulutus- ja CO<sub>2</sub>-päästövähennemä**

Edellä on esitetty polttoaineenkulutus- ja CO<sub>2</sub>-päästövähennemiä, jotka olisi mahdollista saavuttaa, jos ajoneuvoyhdistelminä käytettäisiin ainoastaan omamassoiltaan tämänhetkistä kevyintä kaluusta edustavia ajoneuvoja. Kuljetussuoritteiden todennäköisesti vuosi vuodelta kasvaessa olisi siis kevyempään kaluukseen siirtymisen kautta mahdollista saada tulevaisuuden suuremmat tonnimäärät kuljetetuksi ilman ajokilometrimäärien lisääntymistä. Toisaalta, kevyempi omamassa laskee kulutusta, jolloin sama tonnimäärä tavaraa liikkuisi vähemmällä polttoainemäärällä.

Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL ry:n internet-sivuilla ([www.skal.fi](http://www.skal.fi)) on tilastotieto, jonka mukaan tavarankuljetussuorite Suomessa v. 2005 oli 27 813 miljoonaa tonnikipometriä. Kokonaisuorite jakaantuu täys- ja puoliperävaunuyhdistelmien sekä näitä pienempien jakeluautojen kesken.

Tilastokeskuksen mukaan (Airila 2007) täysperävaunuyhdistelmillä kuljetettu suorite on vuonna 2005 ollut 20 672 milj. tonnikilometriä. Vastaavasti puoliperävaunuilla kuljetettu suorite on ollut 3 751 miljoonaa tonnikilometriä. Pienempien ajoneuvojen osuudeksi jää siis vain 3 390 miljoonaa tonnikilometriä

Seuraavassa esitettävät polttoaineen ja CO<sub>2</sub>-päästöjen vähennyslaskelmat perustuvat oletukseen, jonka mukaan täys- ja puoliperävaunuyhdistelmillä koko suorite kuljetettaiisiin tämän hetken kevyintä kalustoa edustavilla ajoneuvoilla. Lisäksi oletuksiin kuuluu, että kuormat ajettaisiin aina täytenä, mikä ei todellisuudessa ole aina mahdollista. Lisäksi käytännössä kuormatilan tilavuus on usein kuorman määrää rajoittavampi tekijä kuin ajoneuvon kantavuus.

Täysperävaunuyhdistelmien tapauksessa kerrottaessa kokonaissuorite kohdassa 6.2 esitettyllä kulutusvähenemällä (0.0012 l/tonni-km) päädytään vuotuisen teoreettiseen polttoaineen säästöön, joka on 25 miljoonaa litraa. Kertomalla kokonaissuorite edellä esitettyllä CO<sub>2</sub>-päästövähennemällä (3 g/tonni-km) päästään täysperävaunuyhdistelmien osalta valtakunnan tasolla vuosittaiseen CO<sub>2</sub>-päästövähennemään, joka on 62 000 tonnia.

Puoliperävaunuyhdistelmien osalta vastaava laskelma antaisi vuotuiseksi valtakunnalliseksi polttoaineensäästöpotentiaaliksi noin 3 miljoonaa litraa (säästö 0.00079 l/tonni-km kerrottuna 3 751 miljoonalla tonnikilometrillä). Hiilidioksidipäästövähennemä taas olisi tässä tapauksessa vähenemän arvolla 2 g/tonni-km laskettuna noin 7500 tonnia.

Summaamalla täys- ja puoliperävaunuilla toteutettavien kuljetussuoritteiden säästöt voitaisiin siis vuosittain päästä noin 28 miljoonan litran polttoaineenkulutuskulutusvähenemään ja lähes 70 000 tonnin CO<sub>2</sub>-päästövähennemään.

## 7 YHTEENVETO

Tutkimuksessa tarkasteltiin Suomessa käytössä olevien täys- ja puoliperävaunuyhdistelmien massoja. Tarkoituksena oli selvittää, mitkä ovat käytössä olevan kaluston omamassaerot, kun kokonaismassat ovat samat. Alhaisempi omamassa merkitsee pienempää kulutusta ja CO<sub>2</sub>-päästöjä sekä suurempaa kantavuutta. Suurempi kantavuus hyödynnettyä alentaa kulutusta ja CO<sub>2</sub>-päästöjä kuljetettua tonnikipometriä kohti.

Tarkastelu rajoitettiin v. 1995 ja sen jälkeen rekisteröityihin täys- ja puoliperävaunuyhdistelmiin. Tarkastelussa olivat mukana ainoastaan umpikoriset sekä täysperävaunuyhdistelmien yhteydessä myös irtopitteellä varustetut kappaletavaralavat. Kokonaismassoissa rajoituttiin lain sallimiin maksimeihin eli puoliperävaunuyhdistelmien tapauksessa 42 tai 48 tonniin (kaksi- ja kolmiakseliset vetoautot) sekä täysperävaunuyhdistelmien osalta 60 tonniin.

Tutkimuksessa havaittiin selvästi, että toisilleen vertailukelpoisissa ajoneuvoissa esiintyy omamassaeroja. Olennaisimmat massatulokset on esitetty taulukossa 2. Erotus-sarakkeessa kuvataan kunkin ajoneuvotyypin keskimääräisen omamassan ja vastaavan ajoneuvotyypin kevyimpien yksilöiden (mukana vähintään 50 kevyintä yksilöä) välistä omamassaeroa eli jo nykyisin käytössä olevan tekniikan mahdollistamaa keskimääräistä kantavuuslisää. Taulukossa on ilmoitettu myös kunkin kategorian raskaimpien yksilöiden omamassan suuruusluokka.

**TAULUKKO 2.** Raskaiden ajoneuvojen omamassaselvityksen tiivistetyt tulokset

Ajoneuvotyyppi	Otoksen määrä [kpl]	Kevyimmät keskimäärin [kg]	Kaikki keskimäärin [kg]	Erotus eli kantavuuslisä [kg]	Raskaimmat [kg]
Täysperävetoauto, 26 t	3 319	10 700	12 400	1 700	yli 15 000
Täysperävaunu, 4-aks, väh. 35 t	1 262	9 300	10 700	1 400	yli 12 500
Täysperävaunu, 5-aks, väh. 35 t	1 316	10 000	11 700	1 700	yli 13 500
Puoliperävetoauto, 2-aks, 18 t	3 817	6 800	7 550	750	yli 8 000
Puoliperävetoauto, 3-aks, 26 t	2 524	7 850	8 600	750	yli 9 500
Puoliperävaunu, 24 t	2 088	5 250	6 300	1 050	yli 7 500

Omamassat ei ole radikaalisti muuttuneet kuluneen runsaan kymmenen vuoden aikana. Rekisteröintivuoden mukaan muuttuvaa trendiä ei havaittu lukuun ottamatta täysperävetoautoja, joiden massa on kasvanut tarkastelujakson aikana.

Omamassoiltaan kevyempiin ajoneuvoyhdistelmiin siirtymisen hyödyistä tehtiin laskelmat, joista ilmenee, kuinka paljon polttoaineenkulutus- ja CO<sub>2</sub>-päästövähennyksiä olisi saavutettavissa, jos tulevaisuudessa käyttöön otettava kalusto olisi omamassaltaan tämän hetken kevyimmän kaluston kaltaista.

Saavutettavissa olevan massavähennemän perusteella laskettiin esimerkit seuraavista kahdesta tapauksesta:

1. Pidetään kokonaisuudessa vakiona ja hyödynnetään lisäkantavuus.
2. Pidetään hyötykuorma vakiona ja hyödynnetään vähentynyt kokonaisuudessa.

Ensimmäisessä tapauksessa laskettiin kulutus- ja CO<sub>2</sub>-päästövähennemät tonnikipometriä kohti ja toisessa kulutus- ja CO<sub>2</sub>-päästövähennemät ajettua kilometriä kohti. Lisäksi tilastoitujen suoritämäärien perusteella laskettiin vaikutus koko Suomen vuotuisen polttoaineentarpeeseen ja CO<sub>2</sub>-päästömääriin (taulukko 3).

**TAULUKKO 3.** *Keskimäärien ja kevyimpien yhdistelmien omamassaeroista lasketut tunnusluvut tiivistettynä*

<b>TÄYSPERÄVAUNUYHDISTELMÄT</b>		Keskimäärin	Kevyimmät	Erotus
Nykyisten yhdistelmien omamassa [kg]		23 600	20 350	3 250
Kuljetussuoritekohtaiset vähennemät (kok.massa vakio)	kulutus [l/tonni-km]	0.0012		
	CO <sub>2</sub> [g/tonni-km]	3		
Ajomatkatkohtaiset vähennemät (kuorma vakio)	kulutus [l/100 km]	2.3		
	CO <sub>2</sub> [g/km]	60		
Valtakunnall. vuotuinen kulutusvähennemä [milj. l]		25		
Valtakunnall. vuotuinen CO <sub>2</sub> -vähennemä [tonnia]		62 000		

<b>PUOLIPERÄVAUNUYHDISTELMÄT</b>		Keskimäärin	Kevyimmät	Erotus
Nykyisten yhdistelmien omamassa [kg]		13 850	12 050	1 800
Kuljetussuoritekohtaiset vähennemät (kok.massa vakio)	kulutus [l/tonni-km]	0.0008		
	CO <sub>2</sub> [g/tonni-km]	2		
Ajomatkatkohtaiset vähennemät (kuorma vakio)	kulutus [l/100 km]	1.1		
	CO <sub>2</sub> [g/km]	30		
Valtakunnall. vuotuinen kulutusvähennemä [milj. l]		3		
Valtakunnall. vuotuinen CO <sub>2</sub> -vähennemä [tonnia]		7 500		



## LÄHTEET

Airila, T. 2007. Sähköpostitiedote, Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL ry., Helsinki, maaliskuu 2007.

Erkkilä 2007. Kimmo Erkkilä (VTT), suullinen tiedote 16.4.2007.

Ikonen M. 2007. Why Are We Searching for Alternatives – the Greenhouse Effect and How to Tackle It. Luentoaineistoa Intensive Program -kurssille New Fuels and Drive Systems for Vehicles. Turun ammattikorkeakoulu, auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma. Turku.

Nylund N-O., Erkkilä K. & Söderström C. 2004. RAKETRUCK 2004: Euro 3 -kuorma-autokaluston polttoaineenkulutus ja pakokaasupäästöt. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tutkimusselostus PRO3/P5166/05, 2004. Espoo.

Haastattelut:

Auramaa Jussi, Y. Auramaa Oy, Eura

Erkkilä Kimmo, VTT, Espoo

Rönnskog Rainer, Närko, Närpiö

Sopula Jouni ja Nurmi Petteri, Schenker Cargo Oy, Turku

Virtanen Lassi, VAK Oy, Vahto

Vähärüka Lauri ja Vällilä Jorma, Hiab Oy, Raisio

Markku Ikonen 21.12.2006

Turun ammattikorkeakoulu  
Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma  
Sepänkatu 1  
20700 TURKU

Ajoneuvohallintokeskukselle:

## **RASKAIDEN AJONEUVOJEN YMPÄRISTÖOMINAISUUDET**

### **Tausta:**

Turun ammattikorkeakoulun Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma toteuttaa osan VTT:n koordinoimasta kolmen vuoden (800 000 €v) tutkimushankkeesta nimeltä **Raskas ajoneuvokalusto: Turvallisuus, ympäristöominaisuudet ja uusi tekniikka** ("RASTU", ks. [www.rastu.fi](http://www.rastu.fi)). AKE on yksi hankkeen rahoittajista.

Rastu-hankkeen osatehtävässä, johon Turun AMK osallistuu, tutkitaan 42/48 ja 60 tonnin ajoneuvoyhdistelmien omamassoja, niiden eroja, erojen syitä sekä mahdollisuuksia keventää omamassoja hyötykuorman kasvattamiseksi.

Tutkimuksen kohteena ovat 42/48 ja 60 tonnin ajoneuvoyhdistelmät, joista pyritään selvittämään sekä vetoautojen että perävaunujen osalta seuraavat seikat:

- määrät Suomessa
- tyypilliset omamassat
- massojen ääriarvot (vaihteluvälit)
- rakenteelliset ja materiaaliperustaiset erot, joista massojen vaihtelut johtuvat

### **Tilaus Ajoneuvohallintokeskukselle:**

Turun AMK:n Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma tilaa AKE:n tietopalvelulta tietokoneajon (lopputulokset Excel-muodossa) raskaiden ajoneuvojen teknisistä tiedoista edellä mainittua tutkimustarkoitusta varten. Kriteerit tietokonehakua varten on listattu erillisessä dokumentissa.

Alustavissa neuvotteluissa AKE:n edustajan kanssa on kaavailtu, että hankkeen rahoittajan ominaisuudessa AKE suorittaisi tietokonehaun veloituksen.

Tutkimuksen vastuuhenkilönä toimii Turun AMK:ssa lehtori, DI Markku Ikonen [markku.ikonen@turkuamk.fi](mailto:markku.ikonen@turkuamk.fi), p. 050-598 5744.

**Turun ammattikorkeakoulu**  
**Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma**  
Lehtori Markku Ikonen (p. 050-598 5744)  
Insinööriopiskelijat Kalle Viljanen ja Arvet Palkov

**Puoliperävaunu- ja täysperävaunuyhdistelmien massaselvitys  
osana VTT:n RASTU-tutkimuskokonaisuutta**

**Hakuehdot**

Hakuehdot on suunniteltu kotimaisten säännöksiin mukaan niin, että sekä puoli- että täysperäyhdistelmällä kokonaismassa on suurin sallittu (42 000 / 48 000 kg ja 60 000 kg).

**Puoliperäveturi**

- ajoneuvoluokka: N3
- yhdistelmän suurin kokonaismassa: vähintään 42 000 kg
- lisälaitte: vetopöytä

**Täysperäveturi**

- ajoneuvoluokka: N3
- kokonaismassa: vähintään 25 000 kg
- yhdistelmän suurin kokonaismassa: 60 000 kg
- lisälaitte: perävaunun vetokytkin

**Puoliperävaunu**

- ajoneuvoluokka: O4
- ajon. ryhmä: puoliperävaunu

**Täysperävaunu**

- ajoneuvoluokka: O4
- ajon. ryhmä: varsinainen perävaunu
- akselien lukumäärä: vähintään 4

## Haettavat tiedot

### **Puoliperävetäjä**

- merkki
- malli
- valm.n:o
- käyt.ottopvm
- moott. teho
- moott. tilavuus
- omamassa
- kantavuus
- kokonaismassa
- akselimassat
- akselistorakenne
- leveys
- pituus
- lisälaitteet

### **Täysperävetäjä**

- merkki
- malli
- valm. n:o
- käyt.ottopvm
- moott. teho
- moott. tilavuus
- omamassa
- kantavuus
- kokonaismassa
- akselimassat
- akselistorakenne
- leveys
- pituus
- korirakenne
- korityyppi
- lisälaitteet

### **Puoliperävaunu**

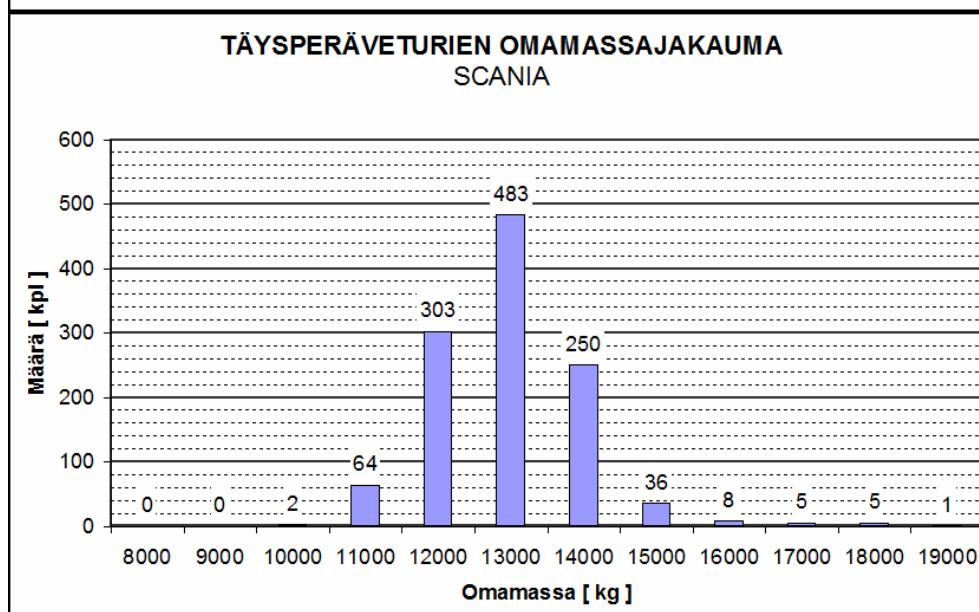
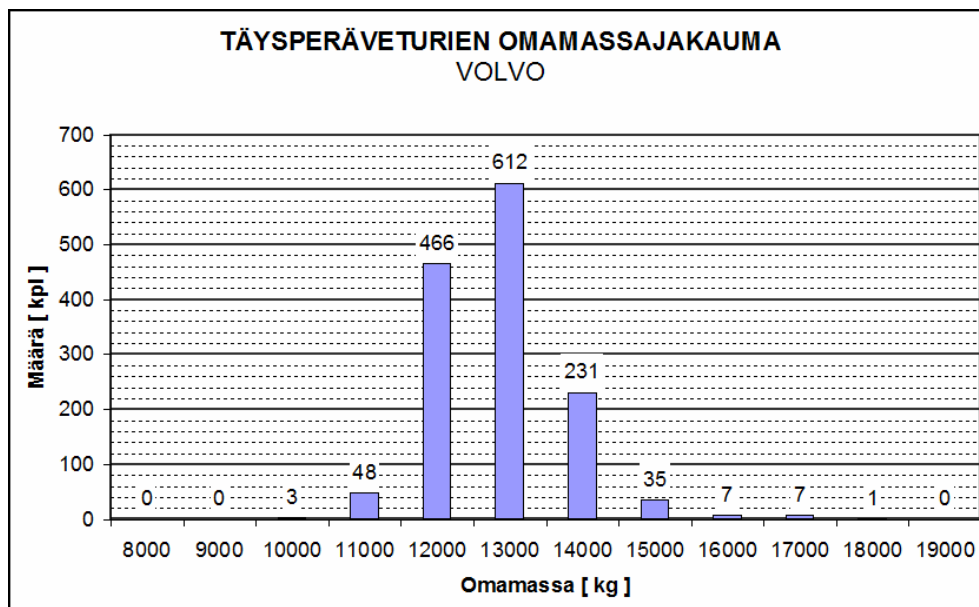
- merkki
- malli
- valm.n:o
- käyt.ottopvm.
- omamassa
- kantavuus
- koko omamassa
- kokonaismassa
- akselimassat
- teknisesti sallittu kokonaismassa
- leveys
- pituus
- akselistorakenne
- korirakenne
- korityyppi
- lisälaitteet
- vetopituus
- suurin sallittu vetopöytämassa

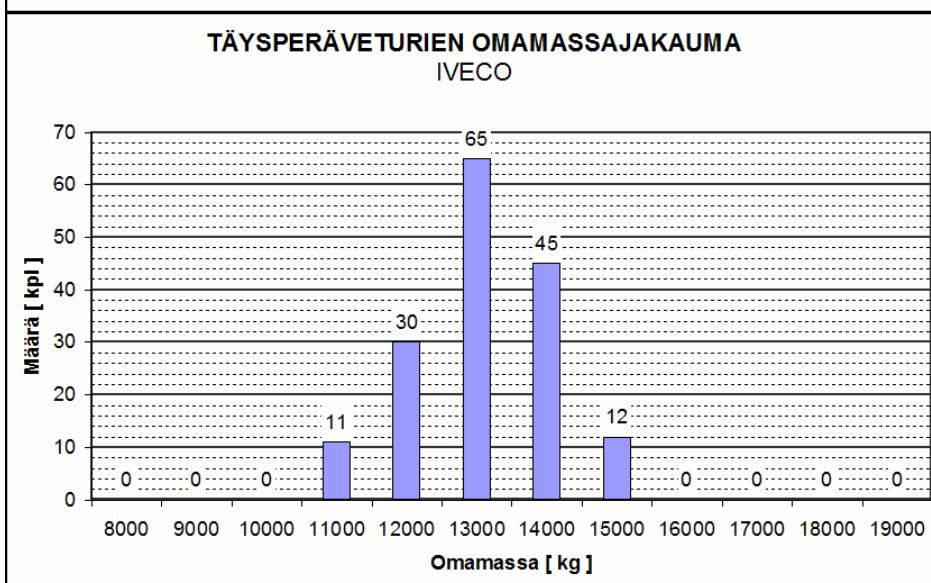
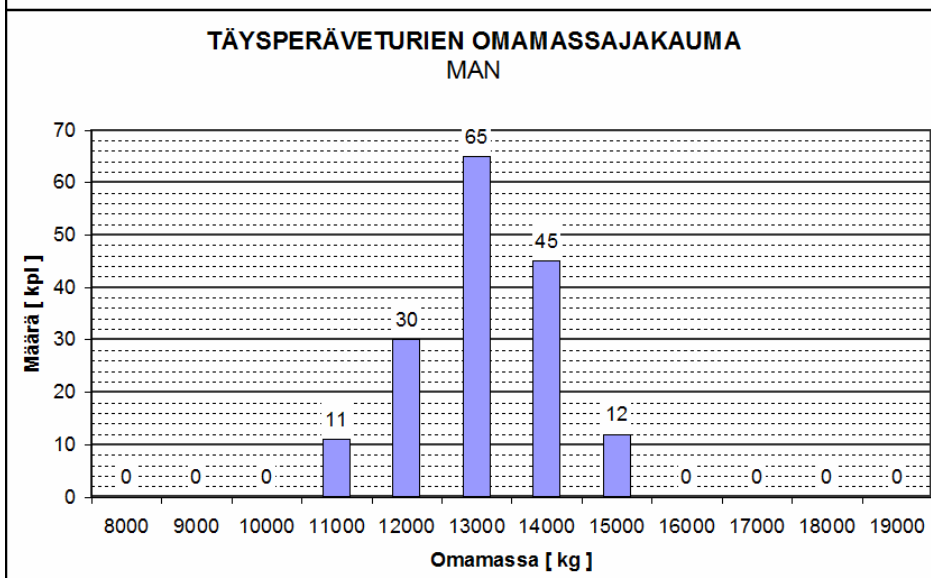
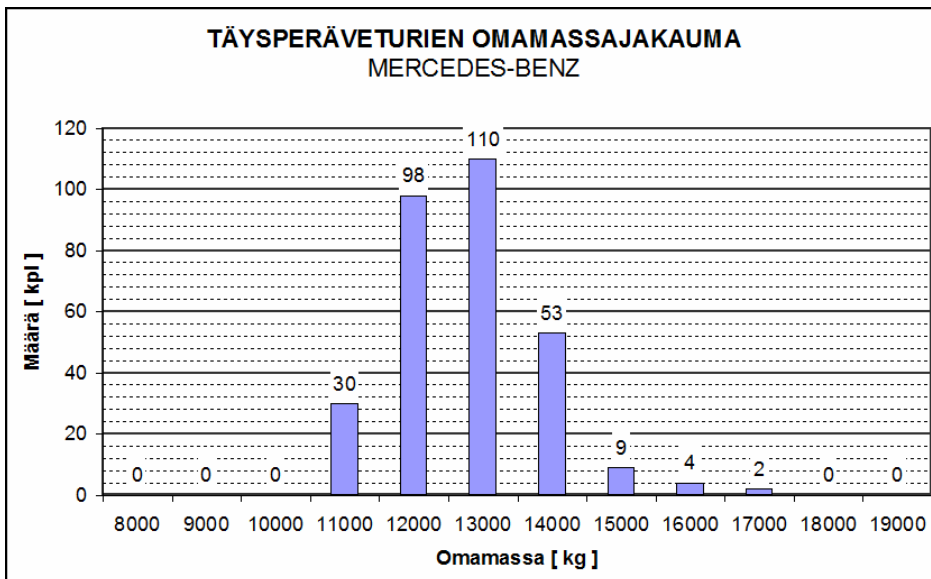
### **Täysperävaunu**

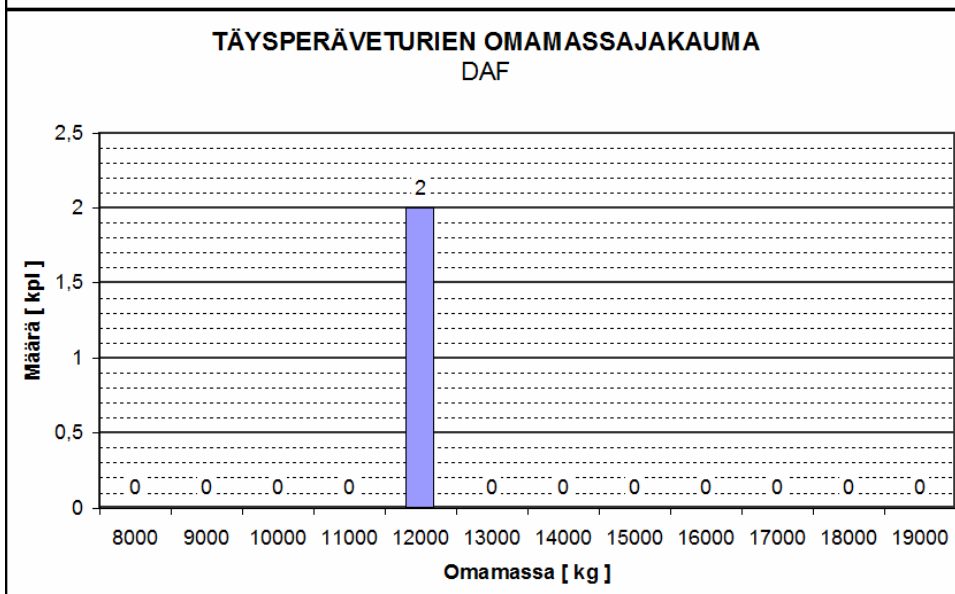
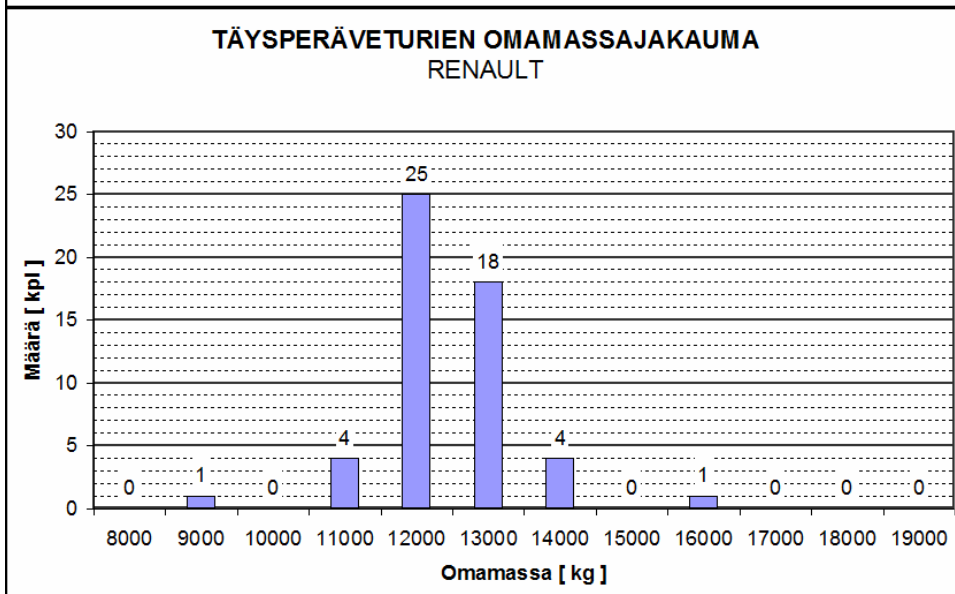
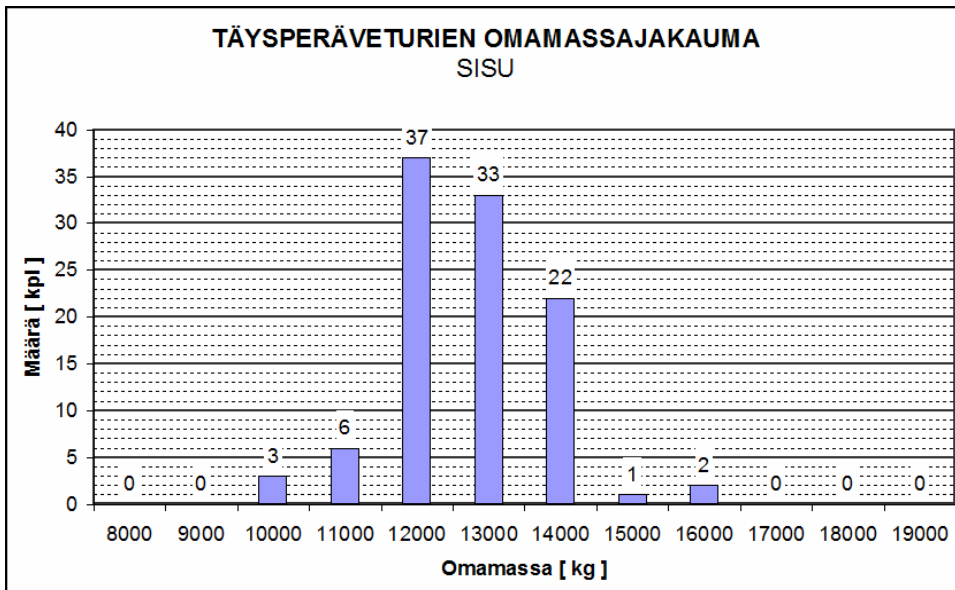
- merkki
- malli
- valm.n:o
- käyt.ottopvm
- omamassa
- kantavuus
- kokonaismassa
- akselimassat
- teknisesti sallittu kokonaismassa
- leveys
- pituus
- akselistorakenne
- korirakenne
- korityyppi
- lisälaitteet
- vetopituus

## Täysperävetautojen merkkikohtaiset omamassajakaumat

Kokonaismassaltaan 26-tonniset täysperävetot



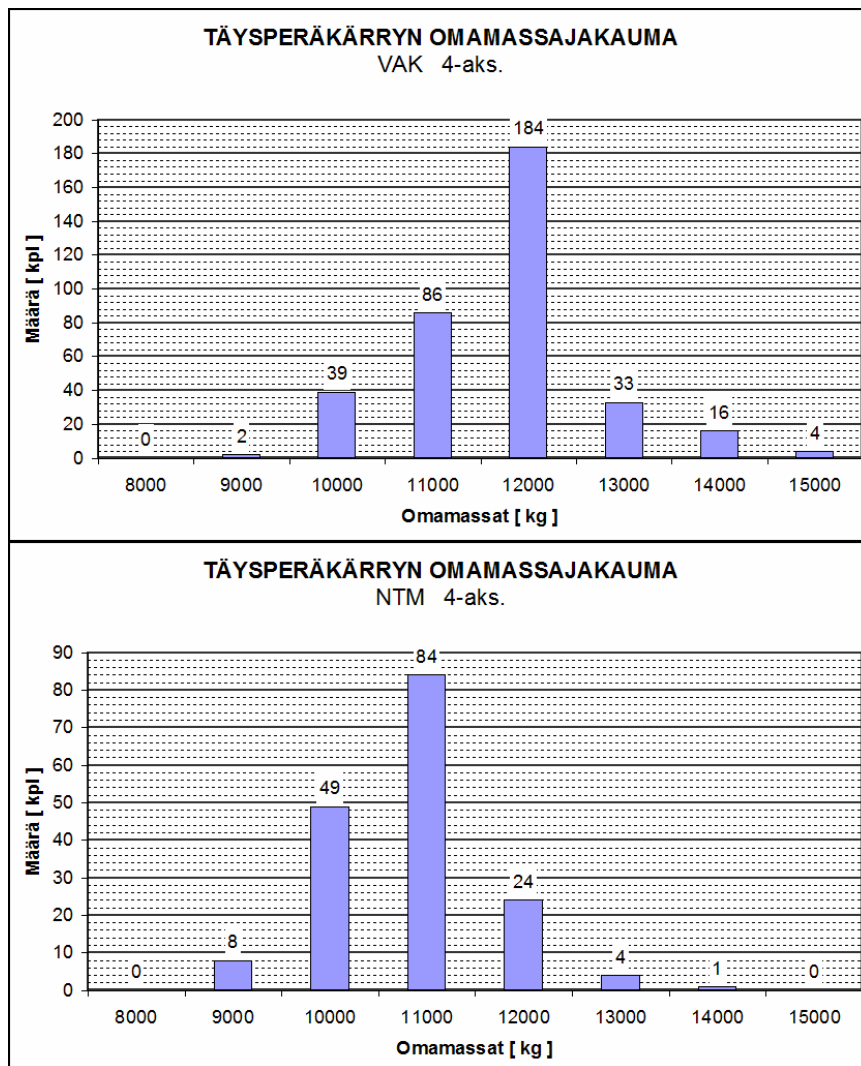


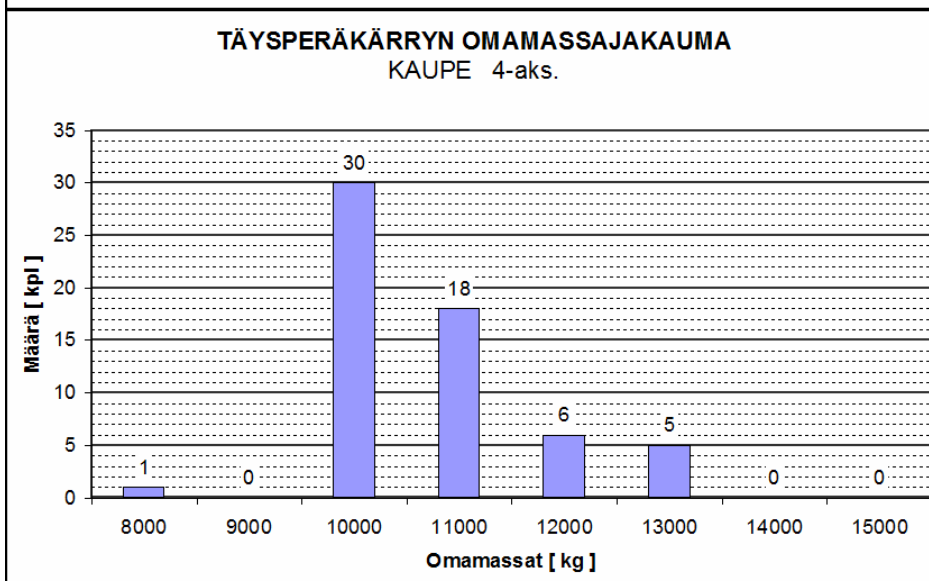
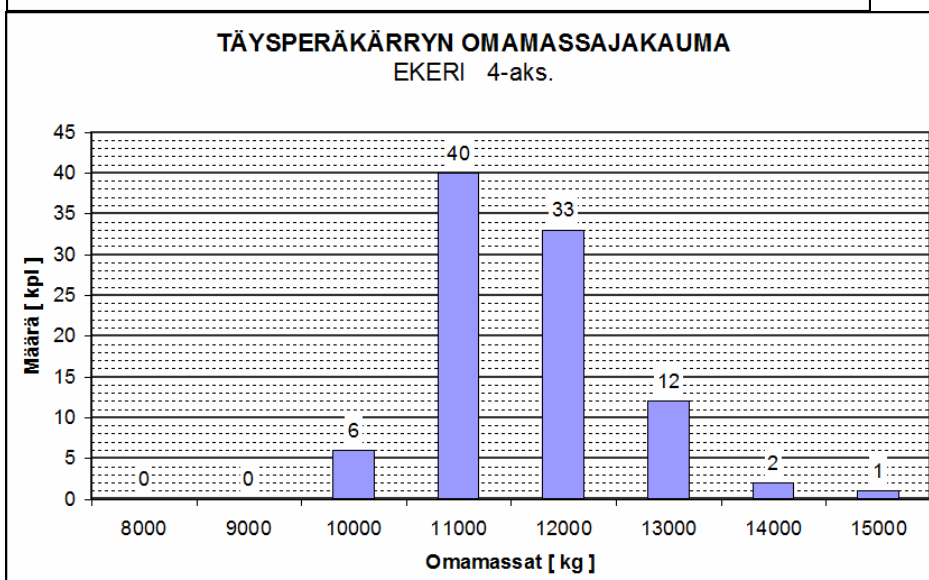
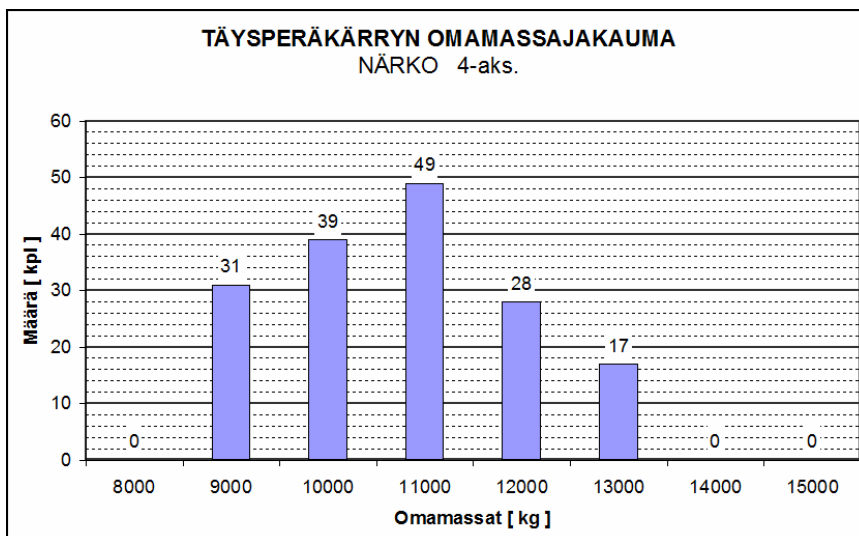


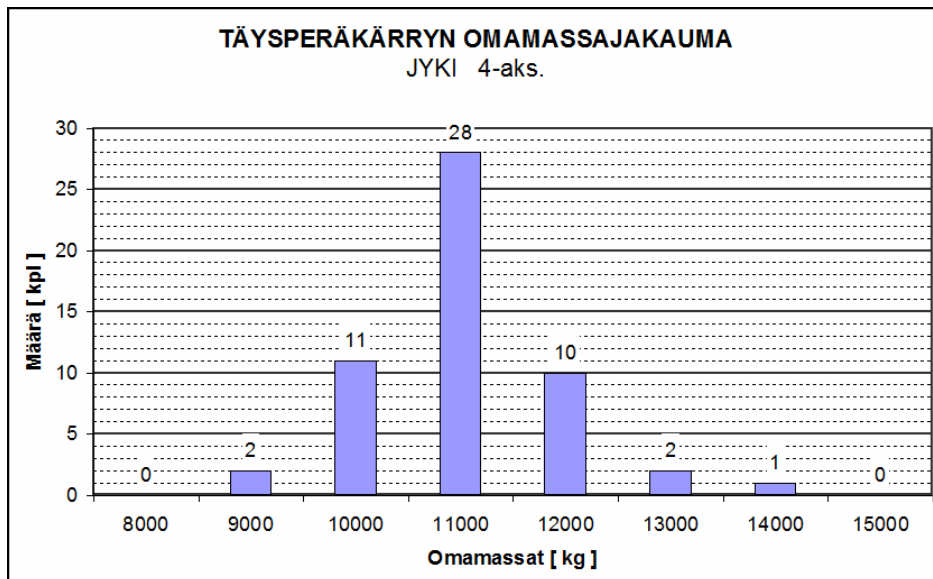


## Täysperävaunujen merkkikohtaiset omamassajakaumat

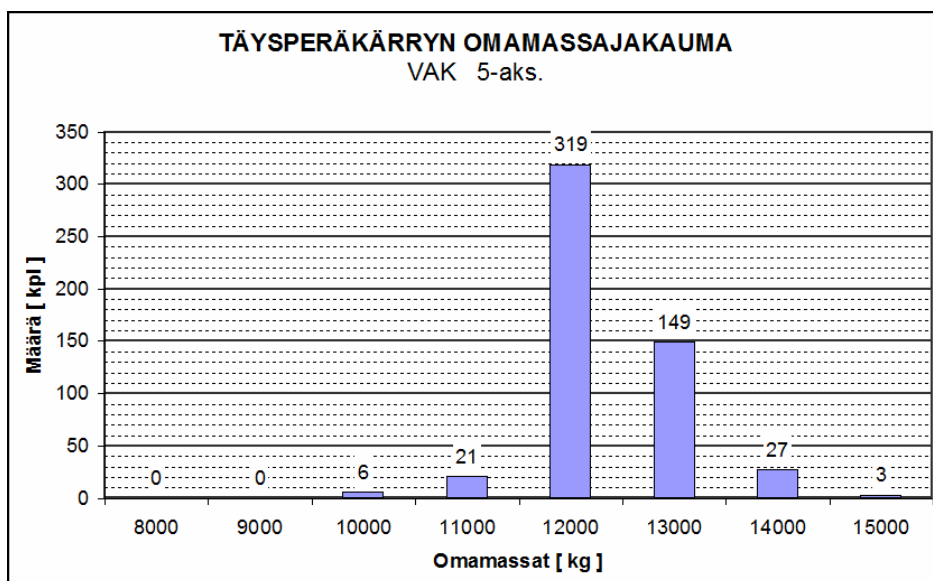
Neliakseliset täysperävaunut

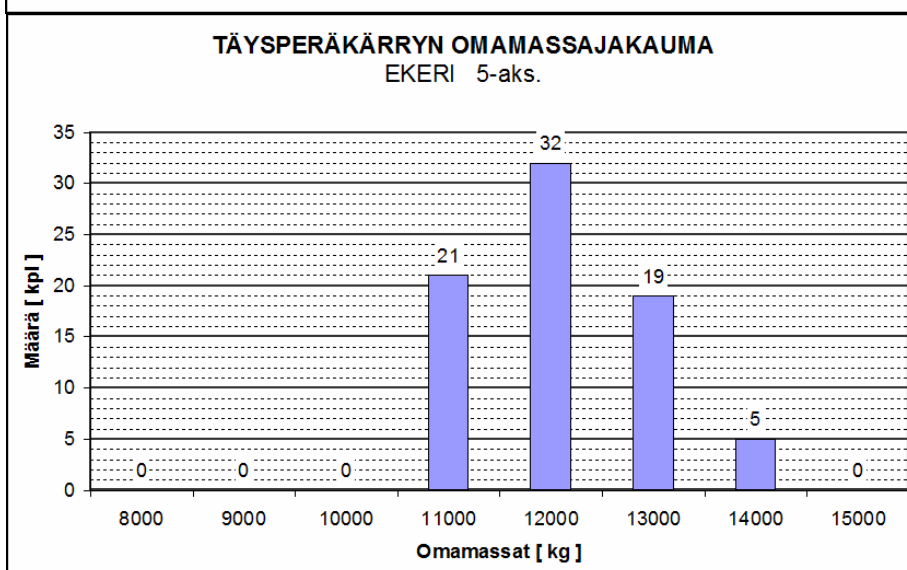
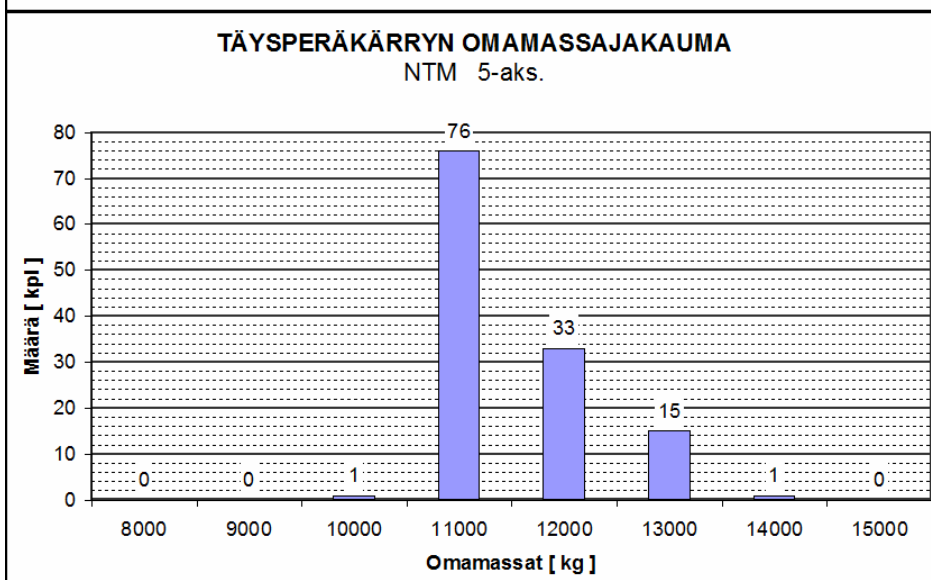
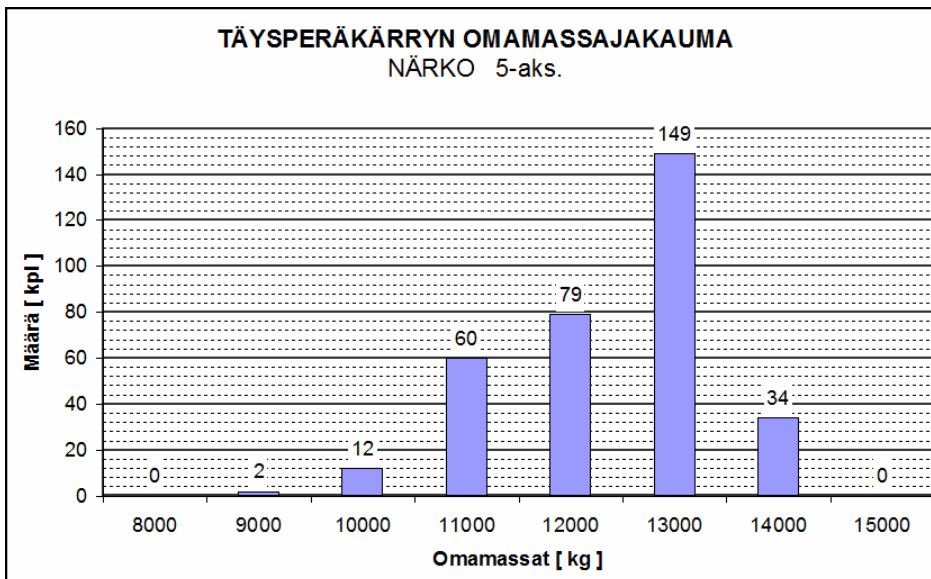


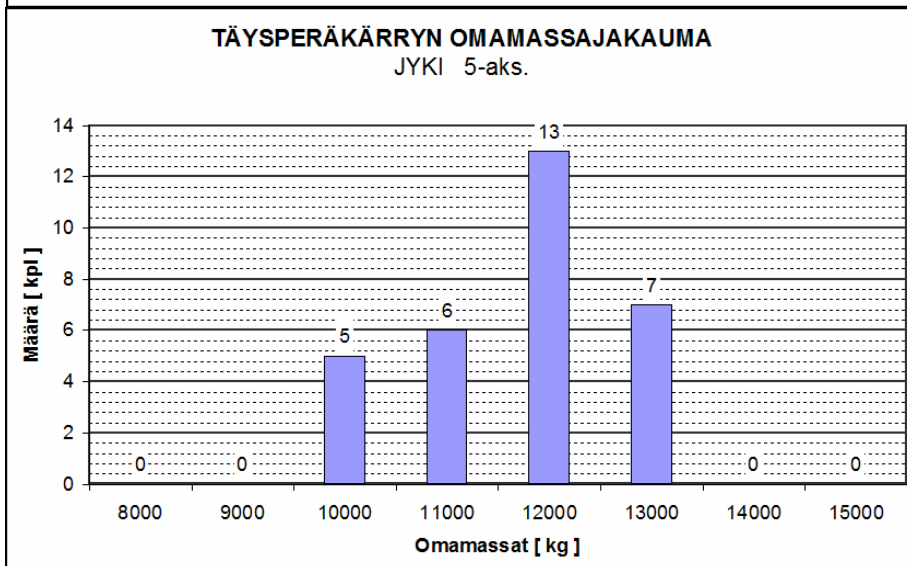
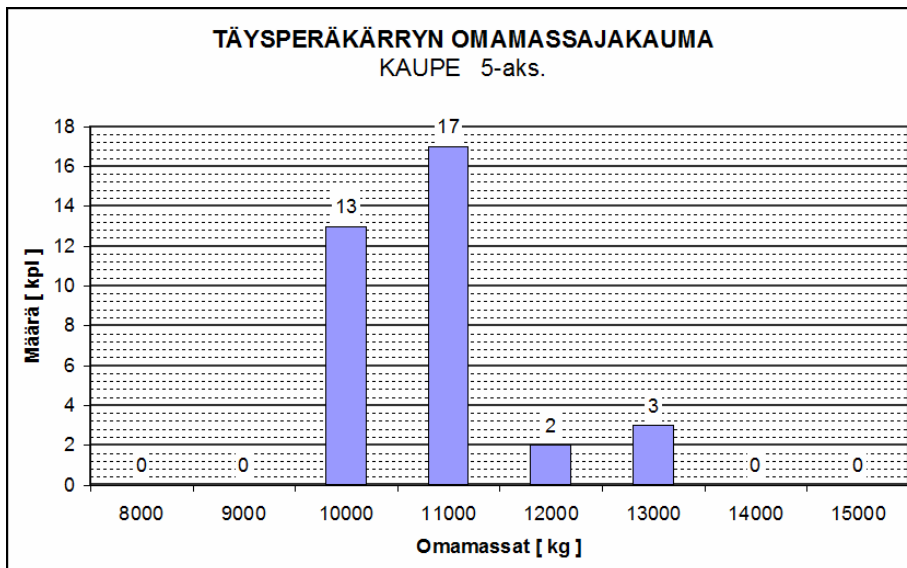




### Viisiakseliset täysperävaunut

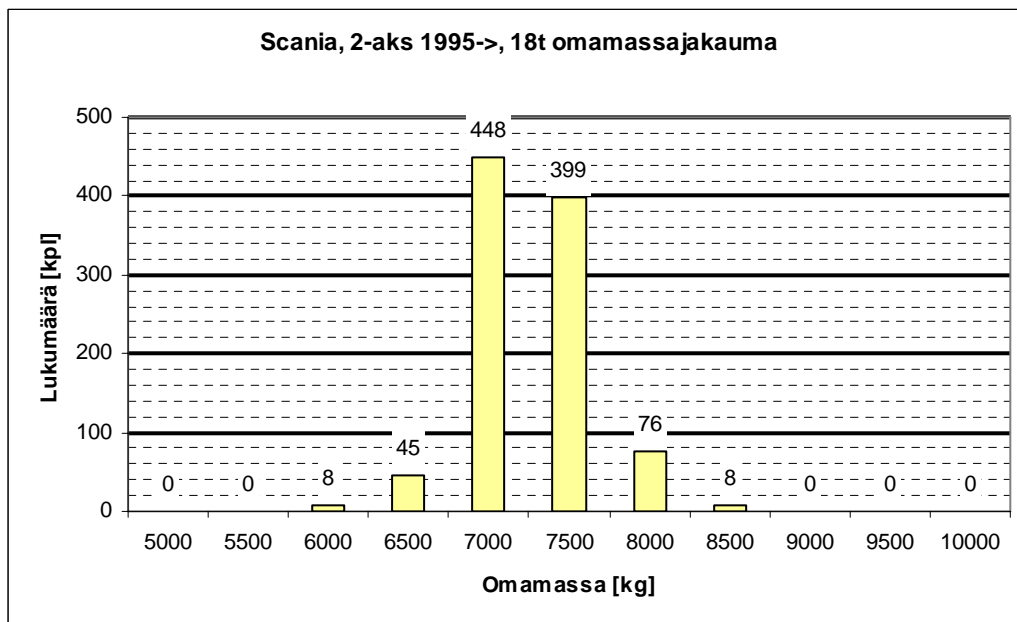
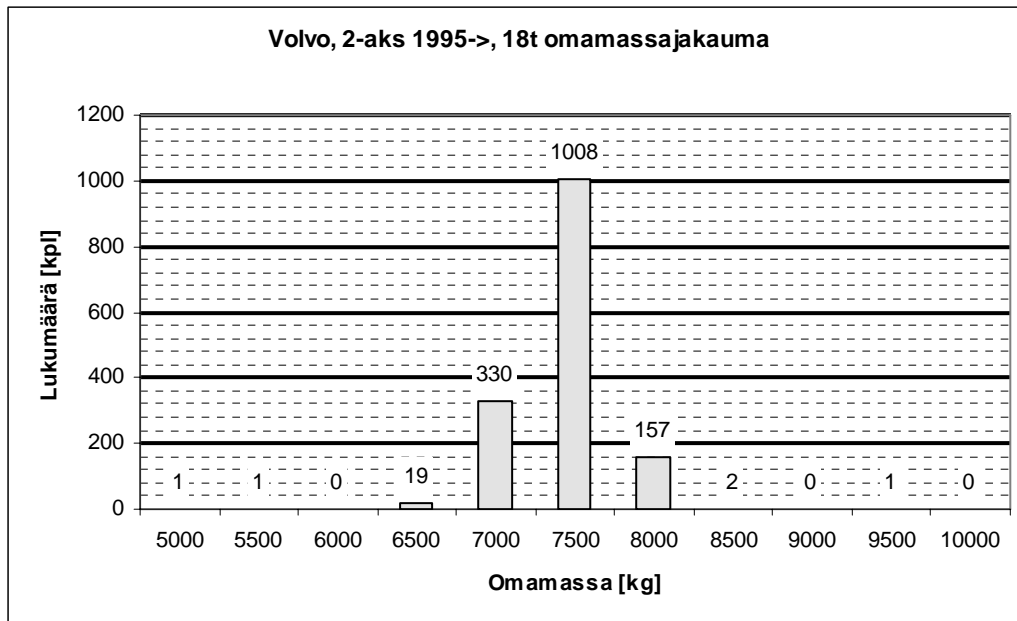


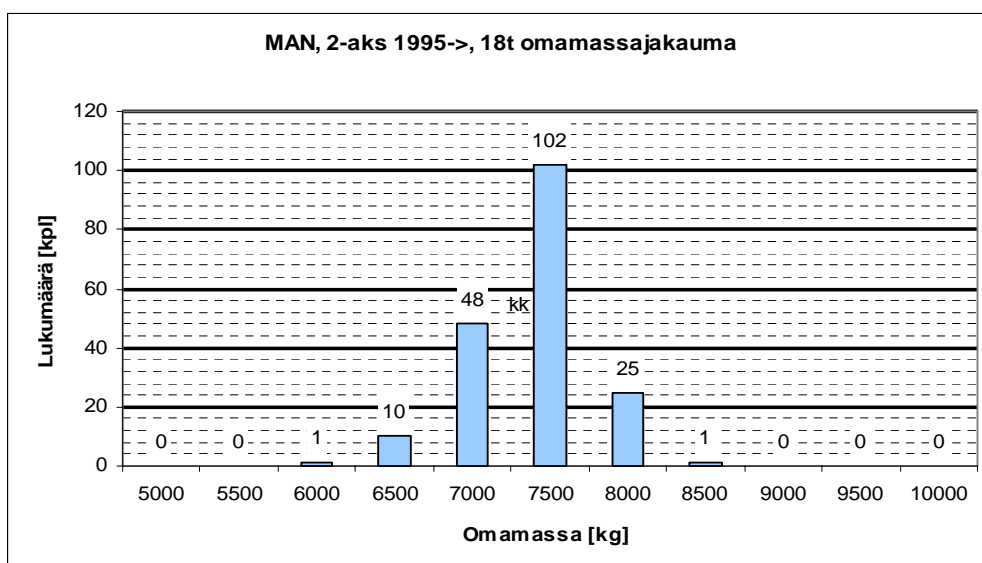
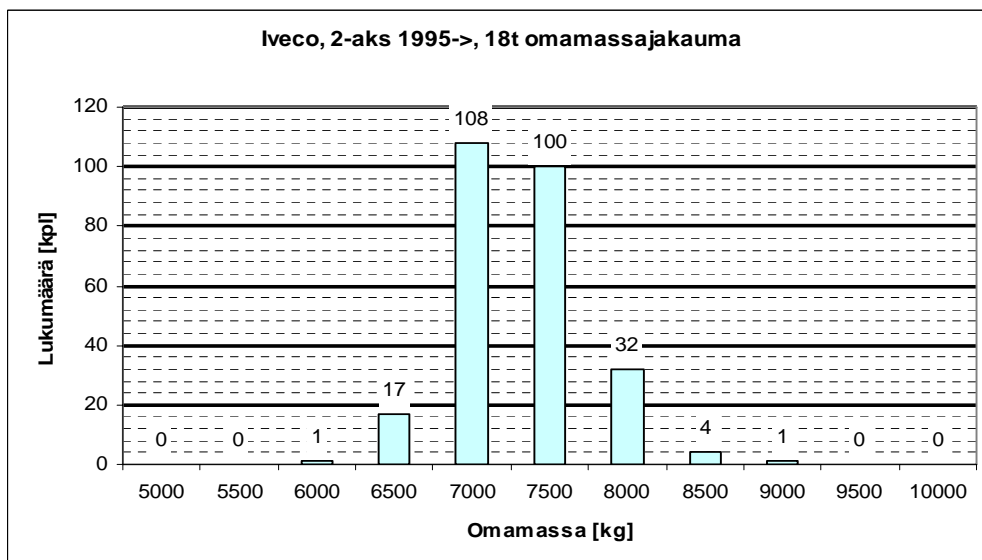
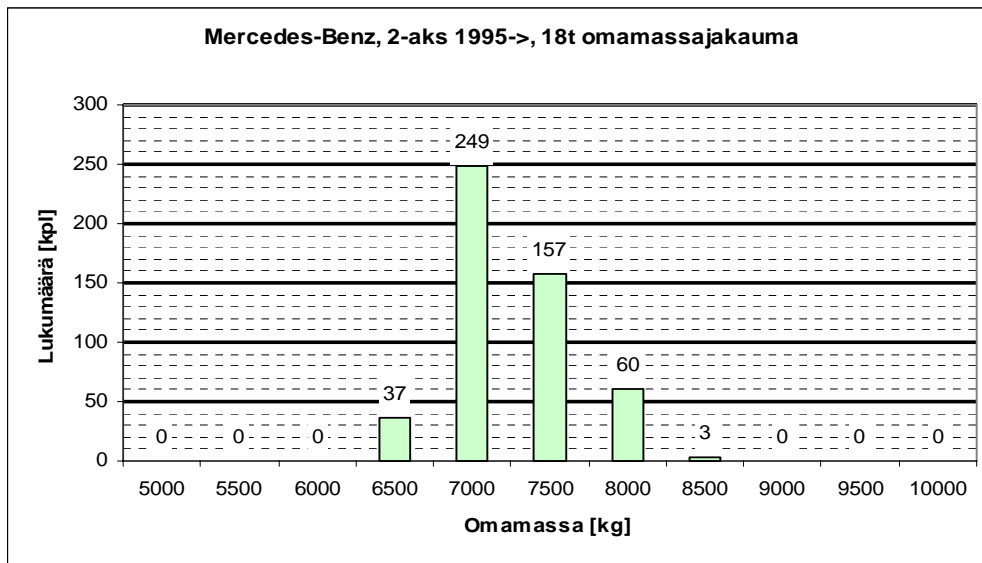


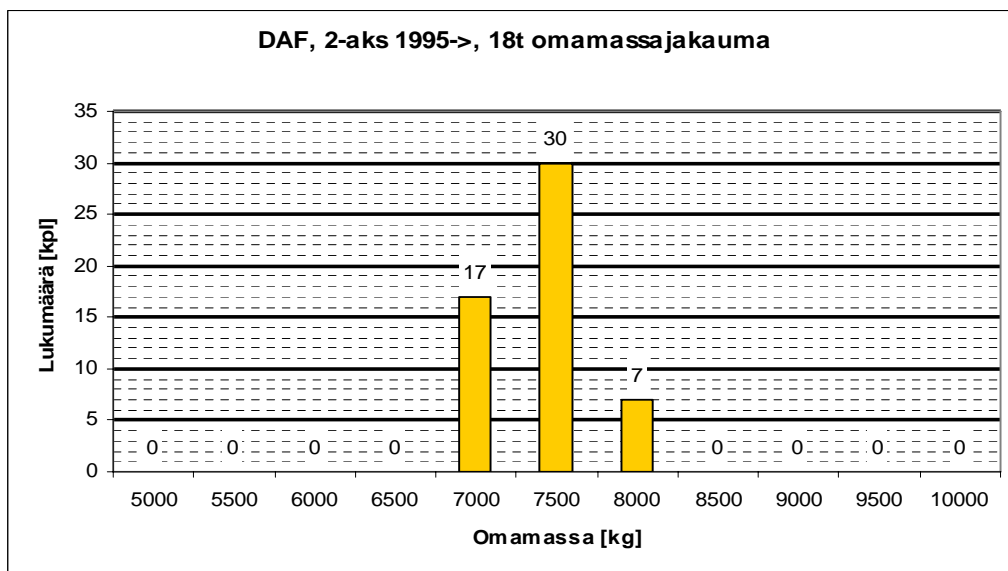
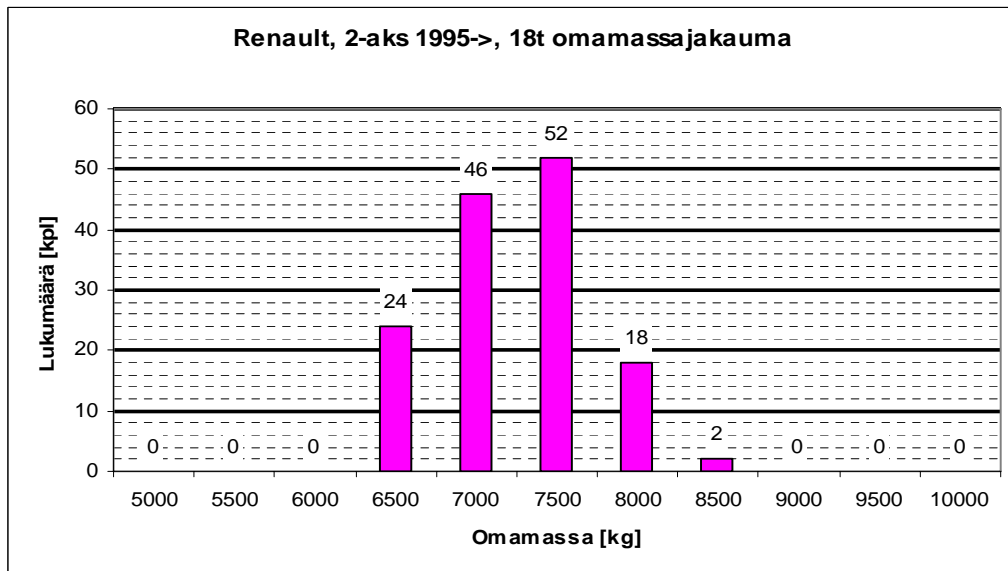
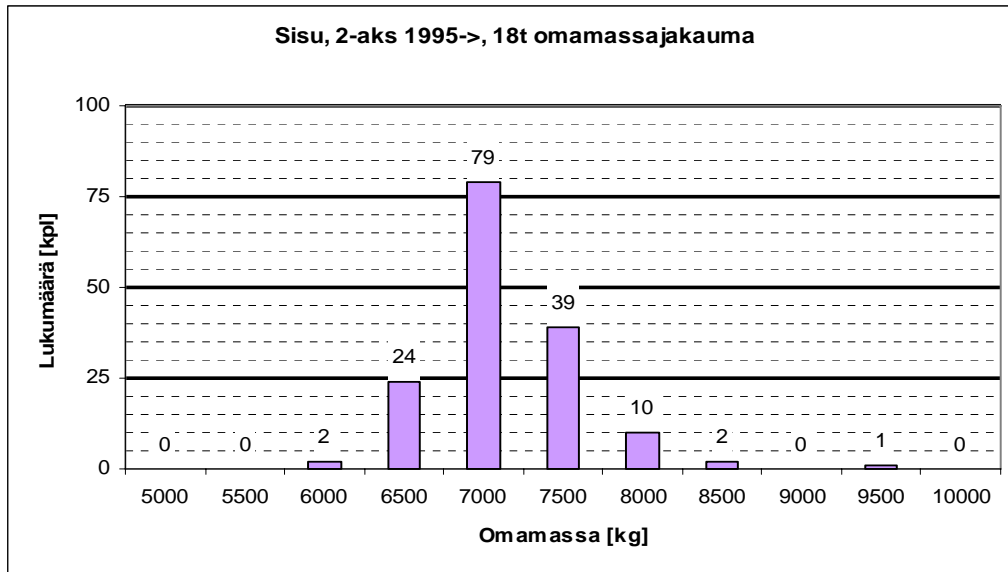


## Puoliperävetoautojen merkkikohtaiset omamassajakaumat

### Kaksiakseliset

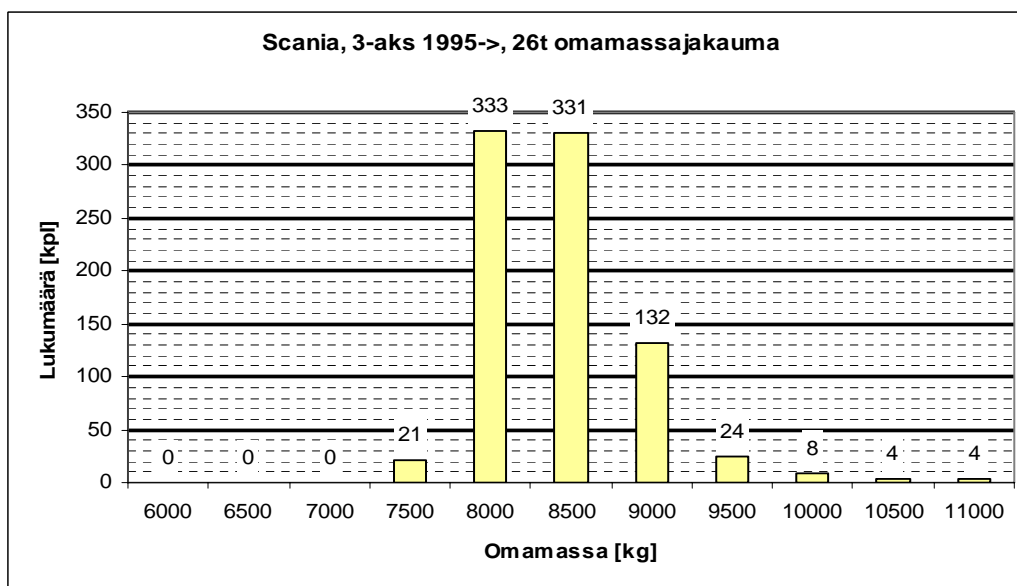
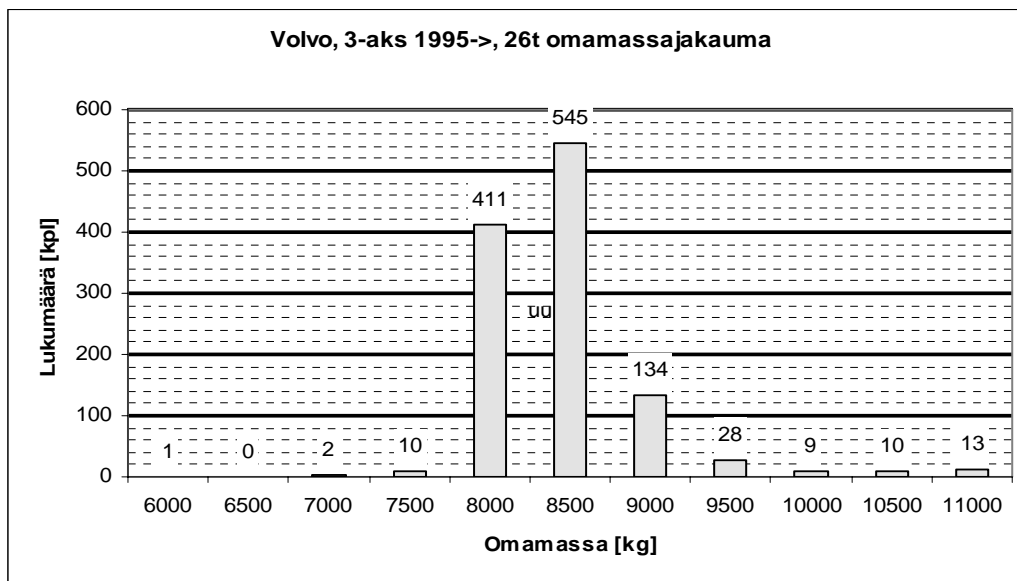


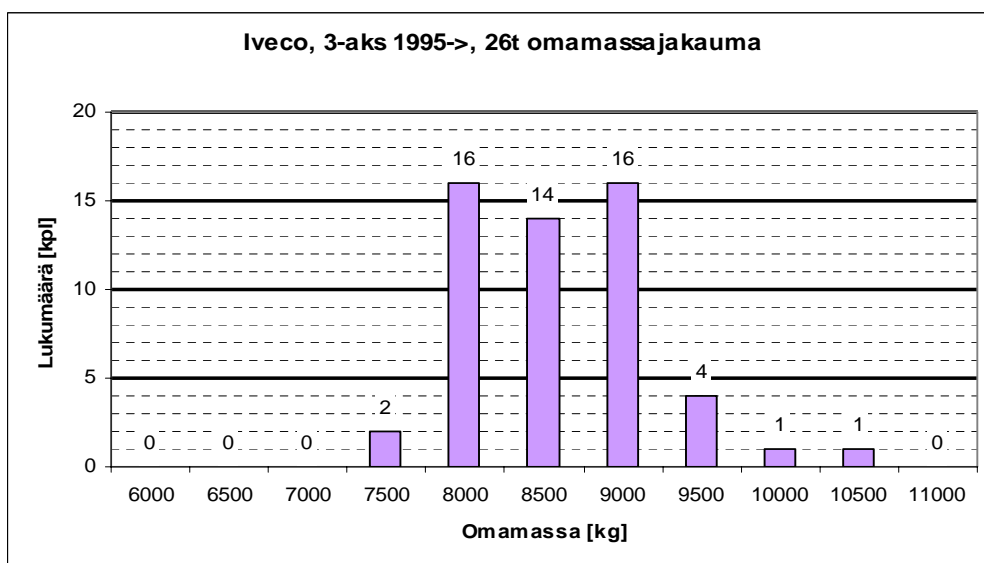
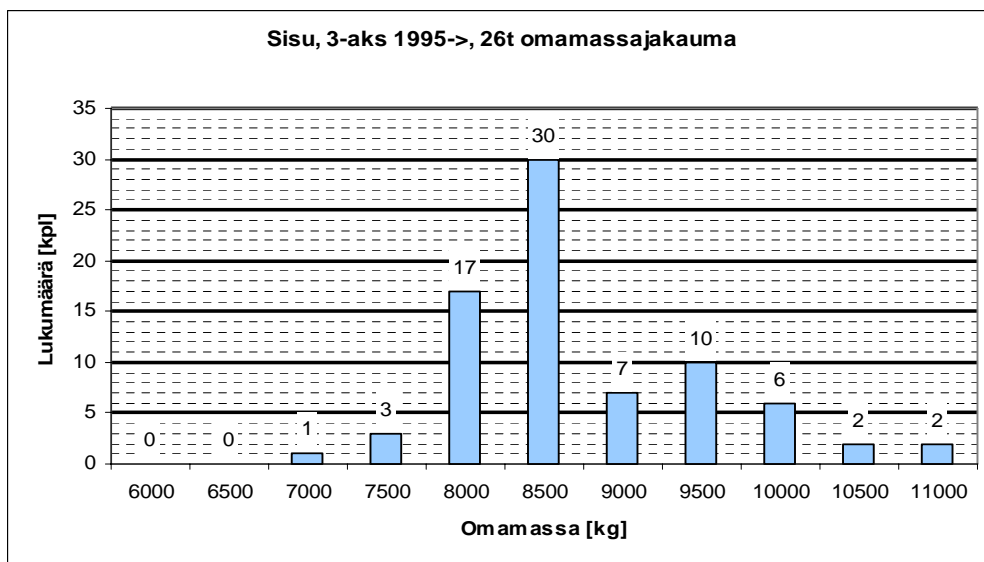
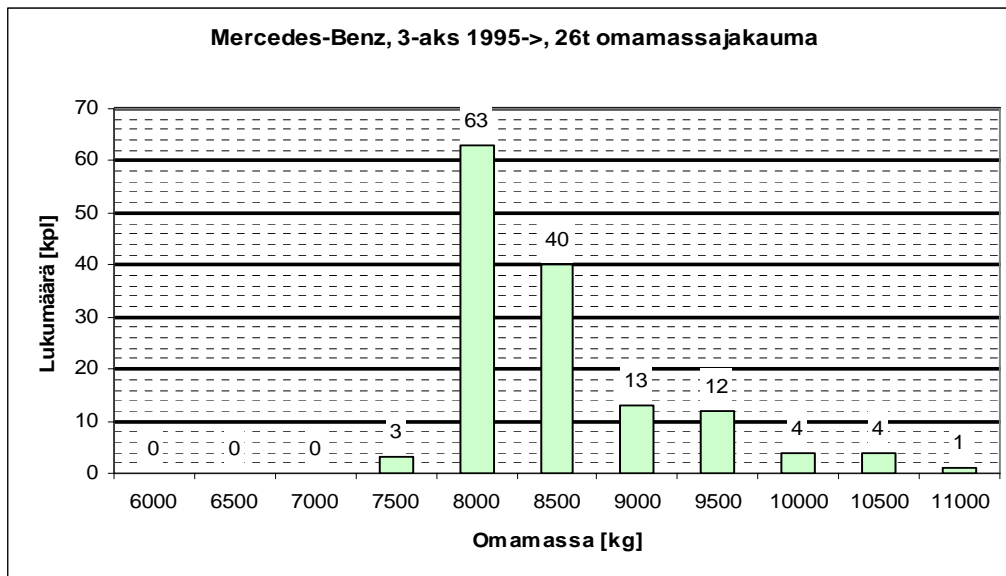


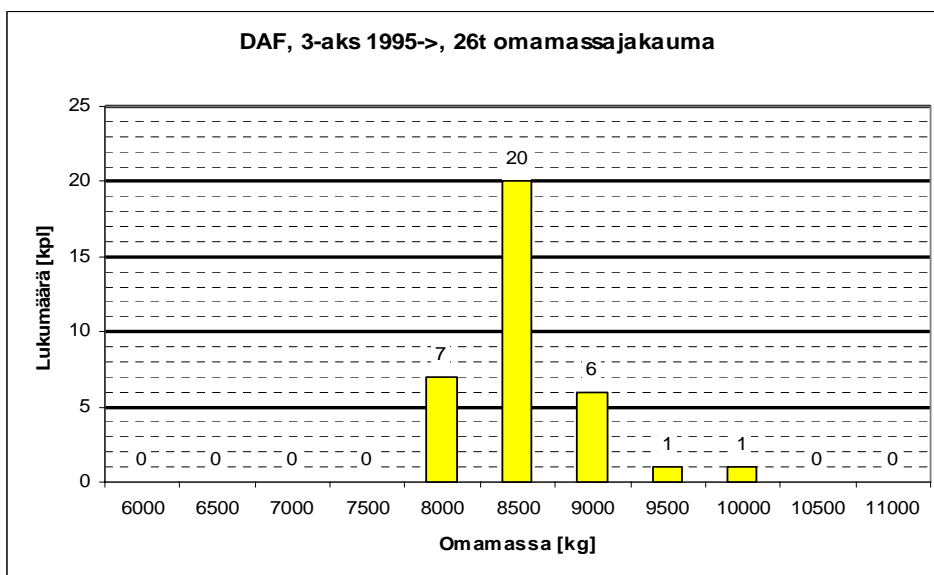
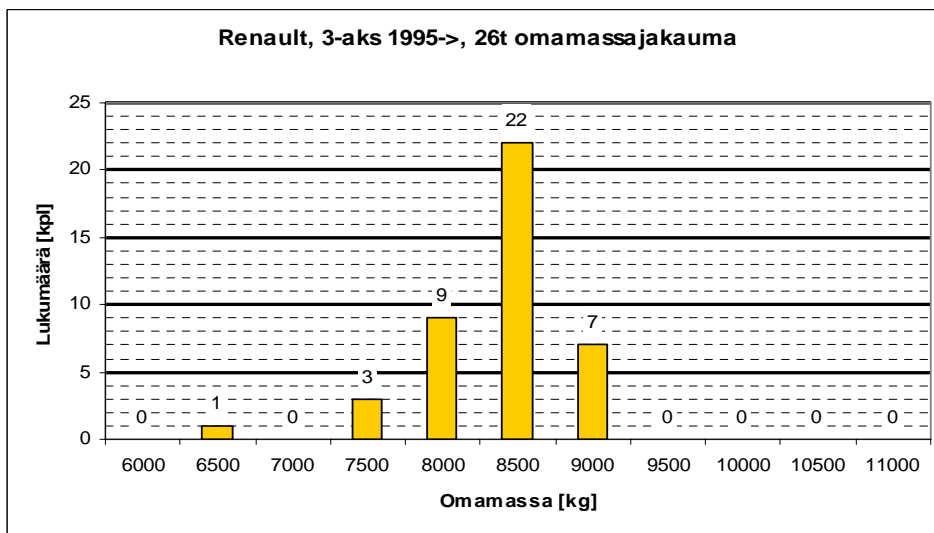
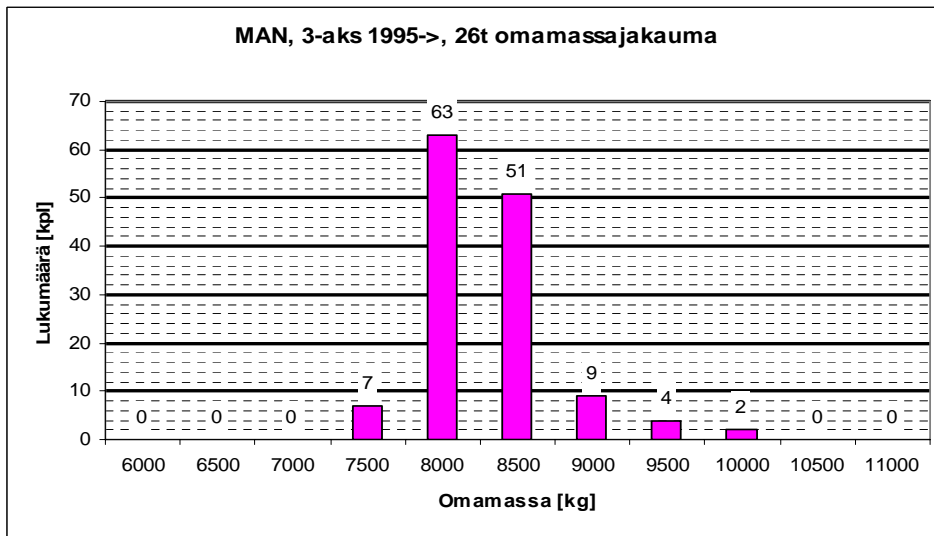




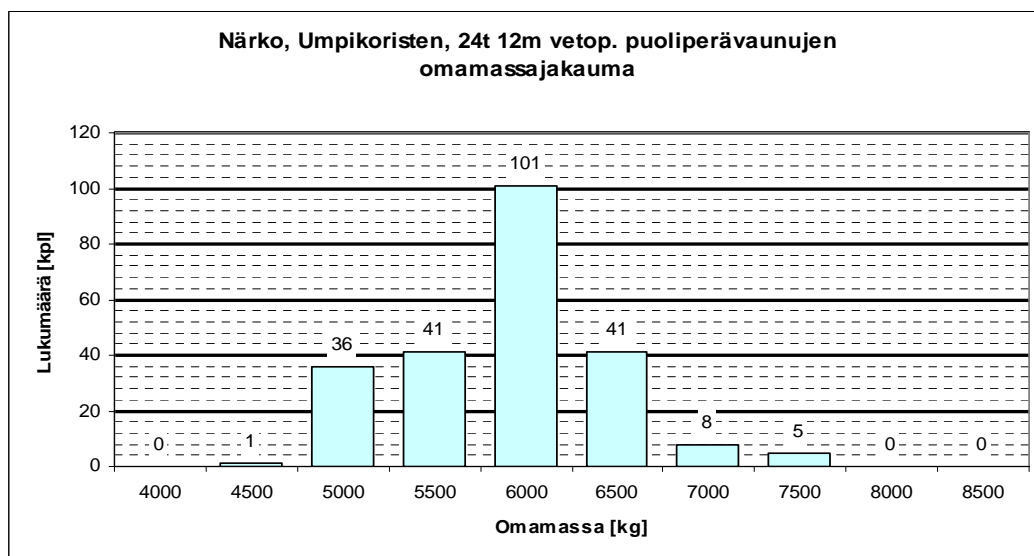
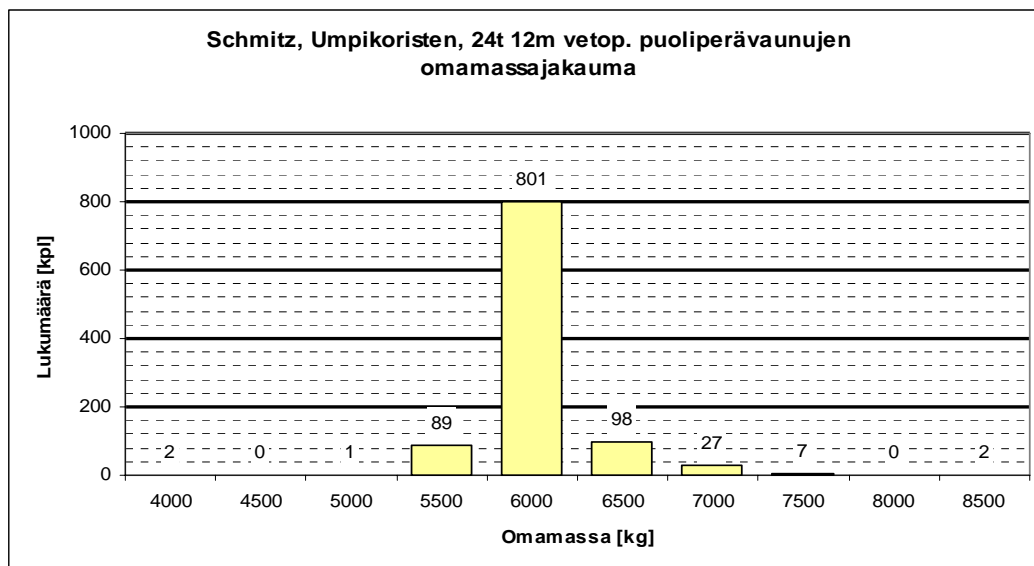
## Kolmiakseliset

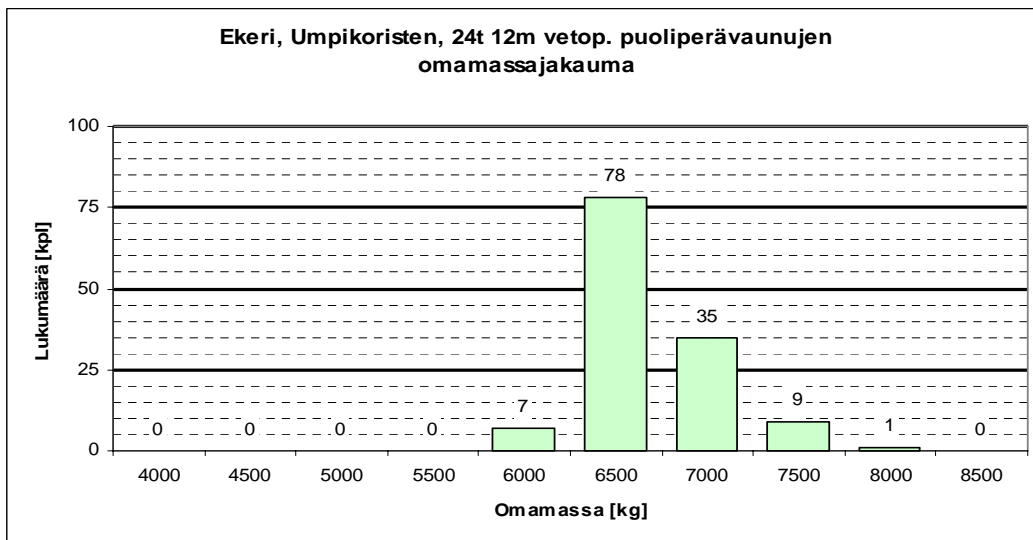
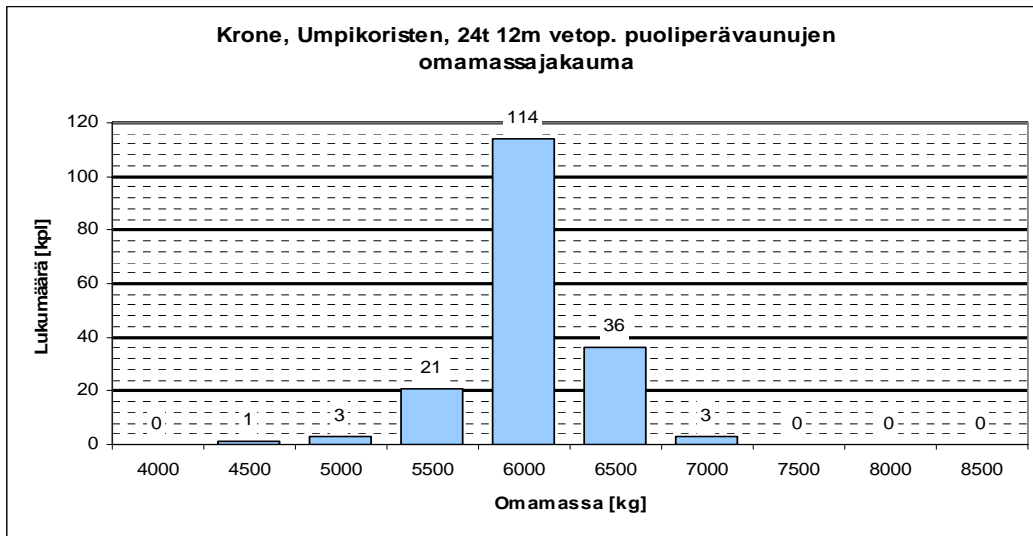


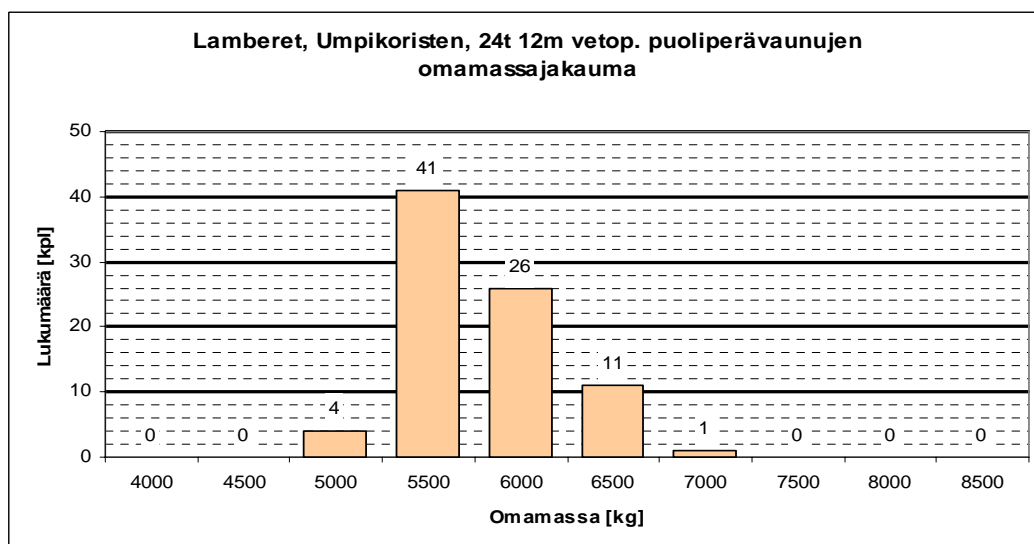
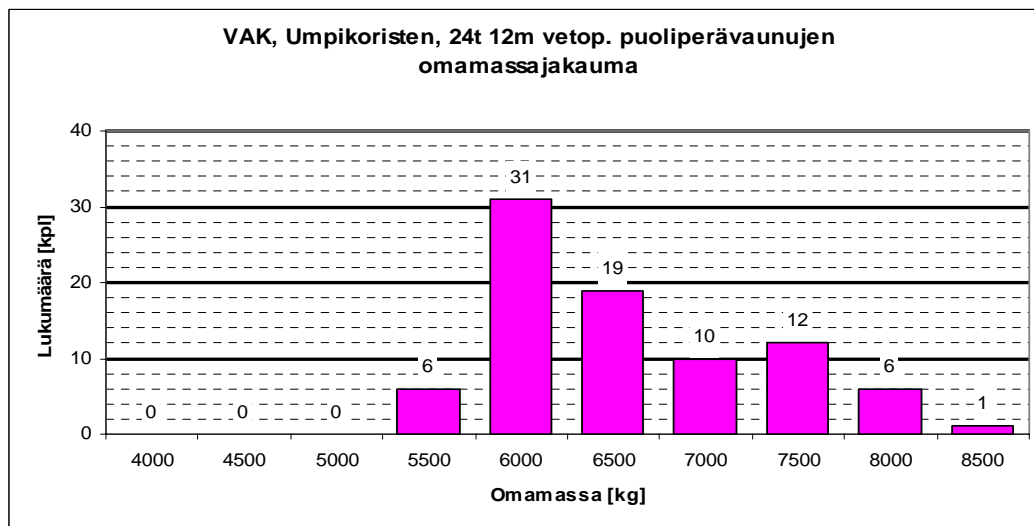
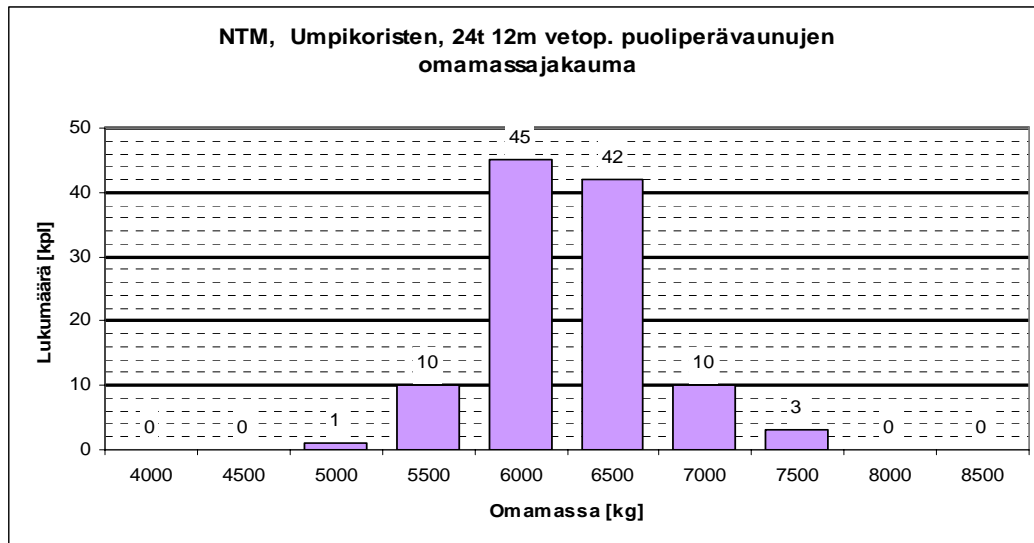


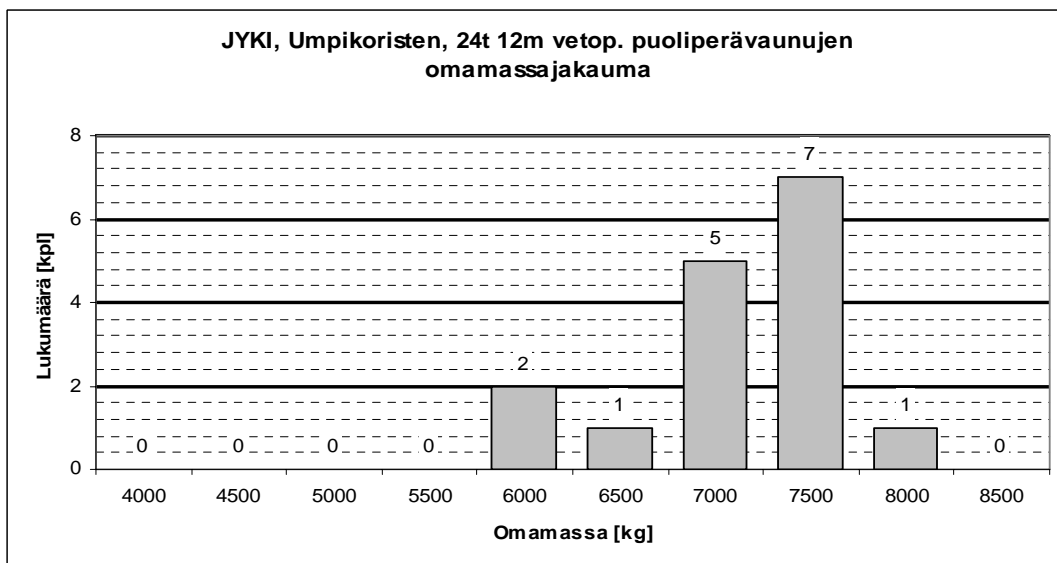
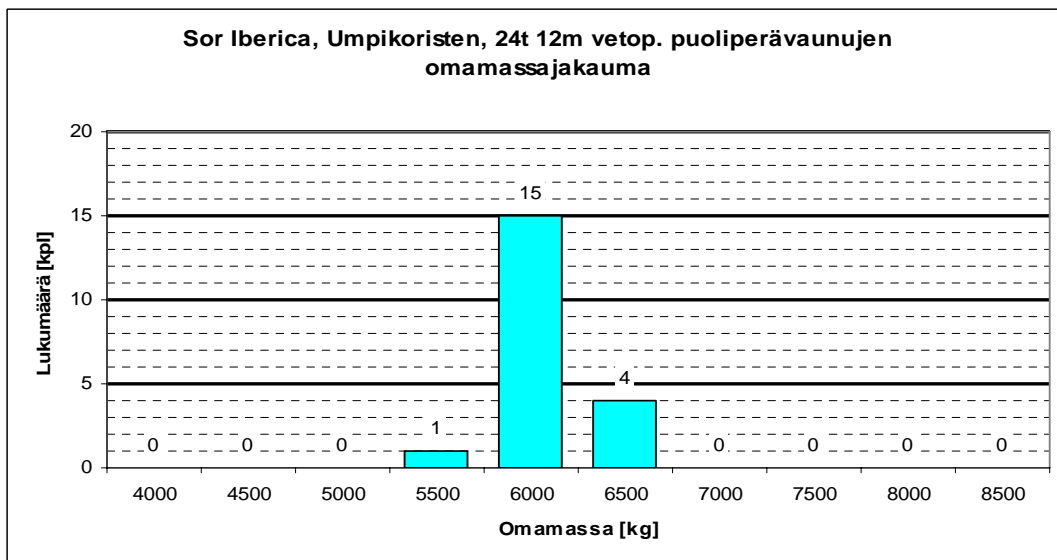
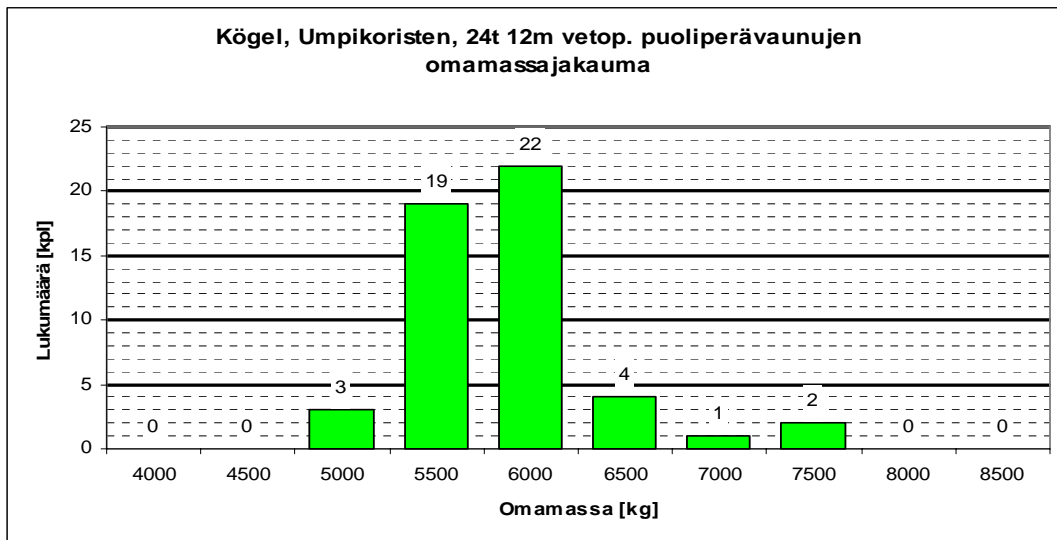


## Puoliperävaunujen merkkikohtaiset omamassajakaumat









## Turun ammattikorkeakoulun julkaisusarjoissa ilmestyneitä teoksia

### TURUN AMMATTIKORKEAKOULUN TUTKIMUKSIA

17. Uusitalo, Ilkka: Työ tekijäänsä opettaa – sosionomi (AMK) asiantuntijavalmiuksia oppimassa. Turku, 2005. 253 s. ISBN 952-5596-18-4.
18. Laaksovirta, Heli: Laitoshoidossa olevien ikääntyvien suunhoitomallin kehittäminen. Turku, 2005. 63 s. ISBN 952-5596-31-1.
19. Nenonen, Suvi: The Nature of the Workplace for Knowledge Creation. Turku, 2005. 83 s. ISBN 952-5596-33-8.
20. Poikela, Heli: Keuhkohtaumatautia sairastavan potilaan ohjauksen kehittäminen. Turku, 2005. 81 s. + 9 liites. ISBN 952-5596-34-6.
21. Jalonen, Harri: Asian valmistelu kunnallisessa päätöksenteossa kommunikaation näkökulmasta – käsiteanalyttinen tutkimus. Turku, 2006. 77 s. ISBN 952-5596-45-1.
22. Hakulinen, Hannele: Ammatillista väylää ammattikorkeakouluun – tutkimus ammatillista polkua ammattikorkeakouluun edenneiden opiskelijoiden vaiheista. Turku, 2006. 95 s. + 7 liites. ISBN 952-5596-54-0.
23. Salmela, Marjo, Heikka, Hanna & Ernvall, Sirpa: Perusterveydenhuollossa toimivan henkilökunnan rooli, valmiudet ja koulutustarve ikähuonokuloisten kuulonkuntoutuksessa. Kuulonhuollon kehittämisprojekti Varsinais-Suomessa. Turku, 2006. 169 s. ISBN 952-5596-72-9.
24. Lilja-Viherlampi, Liisa-Maria: ”Minunkin sisällä soi” – musiikin ja sen parissa toimimisen terapeuttisia merkityksiä ja mahdollisuuksia musiikkikasvatuksessa. Turku, 2007. 353 s. ISBN 978-952-5596-90-8.

### TURUN AMMATTIKORKEAKOULUN RAPORTTEJA

33. Koivuniemi, Sirkku & Sairanen, Raija & Tiilikka, Leila (toim.): Maailma kotiovella. Turku 2005. 134 s. ISBN 952-5596-17-6.
34. Elomaa, Leena & Koivuniemi, Sirkku & Veräjänkorva, Oili & Wiirilinna, Ulla (toim.): Vastauksia terveysalan oppimishaasteisiin. Turku, 2005. 135 s. ISBN 952-5596-27-3.
35. Lind, Kaija & Saarikoski, Mikko & Koivuniemi, Sirkku (toim.): Tutkien terveyttä 2005. Turku, 2005. 133 s. ISBN 952-5596-35-4.
36. Lappalainen, Markku & Kääriä, Juha: Harjuluonto, pohjavesi, ihminen. Suuntaviivoja Virttaankankaan opastuskeskukselle. Turku, 2005. 87 s. ISBN 952-5596-26-5 (verkkojulkaisu), ISBN 952-5596-25-7 (painettu).
37. Saaristo, Heidi: Maisemanhoitosuunnitelma Aurajokilaakson kulttuurimaisemaan. Turku, 2005. 149 s. ISBN 952-5596-29-X (verkkojulkaisu), 952-5596-28-1 (painettu).
38. Haavisto, Petri & Lindström, Birgitta & Nurminen, Hanna: Psykiatrian hoitohenkilökunnan työnohjauskäytäntöjen kehittäminen – kokemukset Turun psykiatriassa saadusta työnohjauksesta. Turku, 2005. 56 s. + 12 liites. ISBN 952-5596-36-2.
39. Holma, Aulikki (toim.): Tiedosta tuottava – strategisen tietojohdantamisen kysymyksiä. Turku, 2005. 163 s. ISBN 952-5596-01-X.
40. Bergqvist, Nonna & Ojala, Tanja & Salonen, Elina & Savola, Anu: Sairaanhoitajan lääkehoitotaidot reumapotilaan hoitotyössä – täydennyskoulutuksen vaikutus sairaanhoitajan lääkehoito-osaamiseen. Turku, 2005. 74 s. + 15 liites. ISBN 952-5596-39-7.
41. Leino, Irmeli & Pekola, Eine & Wiirilinna, Ulla: Vanhusten palveluketjun arviointi ja kehittäminen – hankkeen loppuraportti. Turku, 2005. 43 s. + 20 liites. ISBN 952-5596-40-0.
42. Laakso, Heini-Maija & Onninen, Johanna & Törnvall, Tytti: Lasten kognitiivisten valmiuksien dynaaminen arviointi – DOTCA-Ch:n soveltuvuus suomalaisille 6-vuotiaille lapsille. Turku, 2005. 55 s. + 9 liites. ISBN 952-5596-24-9.
43. Ekström, Anni: Sähköinen kirjaaminen tuli taloon – kirjaamisen kehittäminen Kukonkallion vanhainkodissa. Turku, 2006. 82 s. + 14 liites. ISBN 952-5596-46-X.
44. Laaksonen-Heikkilä, Ritva & Heikkinen, Katja & Koivuniemi, Sirkku & Rajala, Anita: Kokeilusta toimivaksi mentorointimaliksi – raportti terveysalan opetuksen kehittämisestä. Turku, 2006. 79 s. ISBN 952-5596-50-8.
45. Laakso, Tiina & Äikää-Torkkeli, Sari (toim.): Osallisuudella onnistumiseen – loppuraportti nuorten osallisuushankkeesta Loimaan seutukunnassa. Turku, 2006. 137 s. ISBN 952-5596-52-4.



46. Hautala, Tiina & Nenonen, Suvi & Tanskanen, Ilona (toim.): Näkökulmia hyvinvointiin 5. Turku, 2006. 163 s. ISBN 952-5596-59-1.
47. Elomaa, Leena & Koivuniemi, Sirkku & Veräjänkorpä, Oili & Wiirilinna, Ulla: Vastauksia terveysalan oppimishaasteisiin 2. Turku, 2006. 68 s. ISBN 952-5596-67-2.
48. Ahonen, Pia & Syrjälä, Vappu (toim.): Terveyttä nopean muutoksen kuntiin – raportti terveysalan TAMU-hankkeesta. Turku, 2006. 144 s. ISBN 952-5596-70-2.
49. Lind, Kaija & Saarikoski, Mikko & Koivuniemi, Sirkku (toim.): Tutkien terveyttä 2006. Turku, 2006. 122 s. ISBN 952-5596-77-X.
50. Koivuniemi, Sirkku & Sairanen, Raija & Tiilikka, Leila: Maailma kotiovellä 2. Turku, 2007. 89 s. ISBN 978-952-5596-83-0.
51. Ojala, Sanna & Ernvall, Sirpa & Tiilikka, Leila (toim.): Yhdessä verkkoon. Turku, 2007. 71 s. + 25 liites. ISBN 978-952-5596-87-8.
52. Väänänen, Ossi: Langattomat lähiverkot ammattikorkeakouluissa. Turku, 2007. 107 s. ISBN 978-952-5596-88-5.
53. Alanen, Salla-Maria & Hallenberg, Tanja & Komulainen, Martti: Saaristomeri 2006 – tiedosta tietoisuutta. Turku, 2007. 105 s. ISBN 978-952-5596-89-2.
54. Kanerva-Lehto, Heli & Lehtonen, Jouko (toim.): Tutkimuspaja – oppimista ja kehittämistä. Turku, 2007. 103 s. ISBN 978-952-5596-95-3.
55. Routi-Pitkänen, Kirsi & Virtanen, Tiina: Laatuä oppimassa – laadun oppimisen toteuttamismallin soveltaminen vanhusten palvelukeskuksen laatuäprojektissa. Turku, 2007. 79 s. ISBN 978-952-216-002-7.
56. Ääri, Riitta-Liisa & Elomaa, Leena & Ylönen, Minna (toim.): Laatuä vanhusten hoitoon – terveysalan Vapake-projektin raportti. Turku, 2007. 91 s. ISBN 978-952-5596-96-0.

#### **TURUN AMMATTIKORKEAKOULUN OPPIMATERIAALEJA**

16. Bhatia, Eija & Wiitakorpi, Marja-Leena: ”Me ollaa iha’ hyvii” – menetelmiä ja keinoja terveydenhoitajille lasten itsetunnon tukemiseen. Turku, 2005. 38 s. ISBN 952-5596-00-1.
17. Hirvirinne, Ari & Kähkönen, Anne & Moberg, Jaana: Hygieniä – terveyskasvatusmateriaali. Turku 2005. CD-ROM. ISBN 952-5596-02-8.
18. Hyvärinen, Anniina & Simolin, Maria & Kokkinen, Liisa & Soini, Tiina: Luusto vahvaksi – opas luuston terveyden edistämiseen ravitsemuksen ja liikunnan avulla. Turku, 2005. CD-ROM. ISBN 952-5596-03-6.
19. Falke, Israel: A Room for Three – An Exercise in Dramaturgical Adaptation for Puppet Theatre. Turku, 2005. 73 s. ISBN 952-5596-08-7.
20. Adamsson, Virpi & Puukka, Jaana: Vimma – naisten yrittäjätarinoita Turun seudulta. Turku, 2005. 90 s. ISBN 952-5596-06-0.
21. Parkkinen, Terttu & Keskinen, Soili (toim.): Lapsen sosiaalisen kehityksen moninaisuus. Turku, 2005. 117 s. ISBN 952-5596-15-X.
22. Siivonen, Tommi & Sinisalo, Toni: Ongelmalähtöinen oppimisympäristö. Turku, 2005. DVD. ISBN 952-5596-16-8.
23. Lauttalammi, Ari & Lehtonen, Jouko & Laine, Katariina (toim.): Talojen korjausrakentaminen – johdatus perusteisiin. Turku, 2005. 98 s. ISBN 952-5596-19-2.
24. Elomaa, Leena & Palta, Hannele & Saarikoski, Mikko & Sulosaari, Virpi & Ääri, Riitta-Liisa: Taitava harjoittelun ohjaaja. Turku, 2005. 62 s. ISBN 952-5596-38-9.
25. Grönlund, Inga: Kestilä – turkulaista vaatetusteollisuuden historiaa ja tuotesuunnittelijoita. Turku, 2005. 99 s. ISBN 952-5596-32-X.
26. Tuomi, Anu: Lähde väreihin. Turku, 2006. 114 s. ISBN 952-5596-44-3.
27. Laiho, Satu: Yrityksen visuaalisen linjan ja tavoiteimagon luominen. Turku, 2006. 53 s. ISBN 952-5596-48-6.
28. Kovanen, Anne & Leino, Maarit: Päihdeettömyyden puolesta – terveyskasvatusmateriaali kouluterveydenhoitajalle ehkäisevän päihdekasvatuksen toteuttamiseen. Turku, 2006. 70 s. + 27 liites. + CD-ROM. ISBN 952-5596-53-2.

29. Krankka, Jaana & Mäkynen, Milla: Vanhemmuus lapsen pähteettömän elämän lähtökohtana – terveystasvatusmateriaali vanhempainiltaan. Turku, 2006. CD-ROM. ISBN 952-5596-55-9.
30. Timmerbacka, Anna: Ranskan vallankumouksen kuvat. Turku, 2006. 76 s. ISBN 952-5596-58-3.
31. Källd, Maria & Seppälä-Kavén, Ulla: Tider och former. En inblick i formgivning 1800-talets slut till vår tid. 116 s. Turku, 2006. ISBN 952-5596-62-1.
32. Vainio, Tiina: Opas vastavalmistuneelle kuvataiteilijalle. 2. korjattu painos. Turku, 2007. 144 s. ISBN 978-952-5596-85-4
33. Tiihonen, Anne: G-avain pykäläviidakossa. Tekijänoikeuksista musiikkipedagogeille ja muusikoille. Turku, 2006. 73 s. ISBN 952-5596-69-9.
34. Lehtonen, Jouko (toim.): Perustusten vahvistaminen – näkymätöntä korjaustyötä. Turku, 2007. 91 s. ISBN 952-5596-71-0.
35. Inkinen, Karri: Verkko-opettajan oppimisprosessin tarina eli Seilin saaren arvoitus. Turku, 2007. 95 s. ISBN 978-952-5596-84-7.
36. Tanskanen, Ilona & Erävaara, Taina & Luukkonen, Ismo & Paavola, Antero & Sammalkorpi, Ilona & Tuomi, Anu (toim.): Taiteen asetelmassa tutkimus – kannanottoja tutkimukseen taiteilijan työssä. Turku, 2007. 159 s. ISBN 978-952-5596-93-9.

### **TURUN AMMATTIKORKEAKOULUN PUHEENVUOROJA**

24. Lehtonen, Jouko & Kanerva-Lehto, Heli & Koivisto, Jenni: Tutkimuspaja mahdollisuutena yhdistää opetus ja T&K. Turku, 2006. 46 s. + 23 liites. ISBN 952-5596-47-8.
25. Veräjänkorva, Oili & Paltta, Hannele: Suonensisäisen lääkehoidon luokkaopetuksessa käytettävät neste- ja lääkevalmisteet sekä niiden hankinta – raportti valtakunnallisesta ammattikorkeakouluihin suunnatusta kyselystä. Turku, 2006. 30 s. ISBN 952-5596-49-4 (verkkojulkaisu), ISBN 952-5596-51-6 (painettu).
26. Latvala, Arto & Kääriä, Juha & Loisa, Olli: Perkausvesien jätevesikuormitus ja -käsittely pienillä kalankasvatustiloilla. Turku, 2006. 38 s. + 5 liites. ISBN 952-5596-56-7 (verkkojulkaisu), ISBN 952-5596-57-5 (painettu).
27. Timonen-Kallio, Eeva (ed.): Towards Active Citizenship – Friskie Programme as a professional method for guidance. Turku, 2006. 54 s. ISBN 952-5596-61-3 (verkkojulkaisu), ISBN 952-5596-60-5 (painettu).
28. Henttula, Päivi & Hietaranta, Jari: Varsinais-Suomen terveystasvustusten ja -asemien jätehuollon nykytilan kartoittaminen – esiselvitysraportti. Turku, 2006. 42 s. ISBN 952-5596-63-X.
29. Pitkänen, Timo: Missä ruokoa kasvaa? – järviuokoalueiden satelliittikartoitus Etelä-Suomen ja Viron Väinämeren rannikoilla. Turku, 2006. 82 s. ISBN 952-5596-66-4 (verkkojulkaisu), ISBN 952-5596-65-6 (painettu).
30. Ahonen, Pia, Koivuniemi, Sirkku & Wiirilinna, Ulla (toim.): Oletko valmis? Terveystasvustala haastaa oppimaan. Turku, 2006. 35 s. ISBN 952-5596-79-6.
31. Nieminen, Salla: Turun ammattikorkeakoulun opiskelijabarometri 2006. Turku, 2007. 70 s. ISBN 978-952-5596-82-3 (verkkojulkaisu), ISBN 978-952-5596-81-6 (painettu).
32. Asteljoki, Sari & Kontio, Elina: Yrittäjyyden edistäminen ammattikorkeakoulussa – esimerkkejä terveystasvustalta. Turku, 2007. 31 s. + 8 liites. ISBN 978-952-5596-86-1.
33. Nikkanen, Kirsi: ”Oikein hyvä kirjasto”. Turun ammattikorkeakoulun kirjaston asiakastytytyväisyyskysely keväällä 2006. 101 s. Turku, 2007. ISBN 978-952-5596-91-5.
34. Iltanen, Tessaliina: Sähköinen asiointi Turun ammattikorkeakoulussa. 48 s. Turku, 2007. ISBN 978-952-5596-92-2.
35. Krook, Kristina: Aleksis Kivikö kantelettaren isä? – Turun ammattikorkeakoulun opiskelijoiden Suomi-tietouden sekä kulttuurin tuntemisen ja harrastamisen kartoitus. 56 s. Turku, 2007. ISBN 978-952-5596-97-7.
36. Jalonen, Harri: Kuntaorganisaatio valinkauhassa – kohti tehokasta ja luovaa asioiden valmistelua. 43 s. Turku, 2007. ISBN 978-952-5596-99-1.
37. Ikonen, Markku & Arvet, Palkov & Viljanen, Kalle: Raskaiden ajoneuvojen omamassat – selvitys mahdollisuuksista lisätä kantavuutta. 57 s. + 22 liites. Turku, 2007. ISBN 978-952-216-003-4.

Turun ammattikorkeakoulu  
 Julkaisumyynti  
 Joukahaisenkatu 3  
 20520 Turku

puh. 010 5535 810  
 fax. 010 5535 791  
 julkaisumyynti@turkuamk.fi  
 http://julkaisumyynti.turkuamk.fi