

Metsätehon raportti 176
29.6.2004

Julkinen jakelu nro 2

ISSN 1459-773X

Puutavara-autojen rakenteen vaikutus omamassaan

Janne Peltola

Puutavara-autojen rakenteen vaikutus omamassaan

Janne Peltola

Metsätehon raportti 176
29.6.2004

Julkinen jakelu nro 2
ISSN 1459-773X

Asiasanat:

puutavara-auto, puutavarankuljetus, ajoneuvoyhdistelmä,
perävaunu, omamassa

© Metsäteho Oy

Helsinki 2004

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	4
1 TAUSTA JA TAVOITTEET	5
2 AINEISTO JA MENETELMÄT	5
3 TULOKSET	7
3.1 Yhdistelmät	7
3.1.1 Omamassat.....	7
3.1.2 Omamassan ja hyötykuorman suhde	8
3.1.3 Omamassat varustelun mukaan	9
3.1.4 Punnitun ja rekisteröidyn omamassan ero	10
3.2 Vetoautot.....	10
3.2.1 Omamassat.....	10
3.2.2 Punnituspaikoittain	11
3.2.3 Merkeittäin.....	12
3.2.4 Rakenteen ja varustelun mukaan	13
3.2.5 Kevyet ja raskaat vetoautot.....	15
3.3 Kuormain	17
3.4 Perävaunut.....	18
3.4.1 Akselien määrä	18
3.4.2 Merkki	19
3.4.3 Omamassat rakenteen ja varustelun mukaan.....	20
3.4.4 Kevyet ja raskaat perävaunut.....	21
4 TARKASTELU	22

LIITE

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa punnittiin puutavarankuljetukseen käytettävien ajoneuvoyhdistelmien todellisia omamassoja ja siten hyötykuorman suuruutta. Tuloksia verrattiin rekisteröityihin omamassoihin.

Ajoneuvot punnittiin tuotantolaitoksilla vastaanottomittauksen yhteydessä siltavaaoilla. Ajoneuvoja punnittiin kymmenellä tehtaalla eri puolilla Suomea. Tiedot kerättiin 264 yhdistelmästä, jotka vastaavat noin kuudesosaa koko maan puutavaran kuljetuskalustosta.

Keskimääräiset tyhjät painot olivat ilman kuormainta olleille yhdistelmille 19 700 kg ja kuormaimen kanssa olleille 22 917 kg. Ilman kuormainta olleista yhdistelmistä 72 % oli omamassaltaan 18 500 - 20 500 kg. Kuormaimen kanssa olleista yhdistelmistä 72 % oli omamassaltaan 22 000 - 24 000 kg. Kuormaimen kanssa olleet yhdistelmät olivat keskimäärin 3 217 kg painavampia kuin ilman kuormainta olleet yhdistelmät. Erityisen raskaissa yhdistelmissä oli usein painavia lisävarusteita. Kevyiden yhdistelmien pieni omamassa oli saavutettu rakenneratkaisuja tehdessä valitsemalla kevyitä ja laadukkaita materiaaleja sekä tehtäväkohtaisia varusteita.

Vetoautojen punnitustulokset eroteltiin pääasiassa vetotavan ja kuormaimen mukanaolon perusteella. Perävaunuissa erottelu tapahtui runkotyyppin mukaan. Telivetoiset vetoautot olivat punnituksissa noin 1 000 kg painavampia kuin ilman telivetoa olleet. Päällirakenteiden osalta alumiini oli terästä kevyempi vaihtoehto. Yhdistelmillä, joissa oli järjestelmällisesti panostettu keveyteen, saavutettiin jopa tuhansien kilojen painoetu keskiarvoon verrattaessa.

1 TAUSTA JA TAVOITTEET

Puutavara-autoyhdistelmien rekisteröity kokonaismassa on lähes poikkeuksetta 60 t, joka on Suomessa suurin sallittu ajoneuvoyhdistelmän kokonaismassa. Puutavarakuorman, joka on kuljetusyrittäjälle maksun perusteena, tulisi olla mahdollisimman suuri. Koska kokonaismassa on rajattu, kuorman kokoa voidaan kasvattaa keventämällä ajoneuvon omamassaa.

Hyötykuorman kasvattaminen tonnilla lisää tuottoja noin 2 %. Siten ajoneuvojen omamassoilla on merkittävä taloudellinen vaikutus koko puutavaran kuljetukseen.

Nykyisissä puutavaran kuljetukseen tarkoitetuissa ajoneuvoyhdistelmissä on pääasiassa kolmiakselisia vetoautoja, joihin asennetaan pyöreän puun kuljetuksen mahdollistava päällirakenne sekä puutavarakuormain. Perävaunut ovat näissä yhdistelmissä miltei yksinomaan neliakselisia. Eri käyttöolosuhteet määrittävät yhdistelmän varustelun. Varustelu ja rakenteiden painot ovat yksilöllistä ja voivat vaihdella huomattavasti.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, mistä paino muodostuu ja mitkä ratkaisut ovat hyviä yhdistelmän alhaiseen omamassaan pyrittäessä. Punnittuista yhdistelmistä pyrittiin selvittämään kevyiden ja raskaiden tapausten erityispiirteitä sekä niiden yleisyyttä. Lisäksi todellisia punnittuja massoja verrattiin tiedossa oleviin rekisteröintimassoisiin, jotta saatiin selville yhdistelmiin kertynyt lisäkuorma.

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

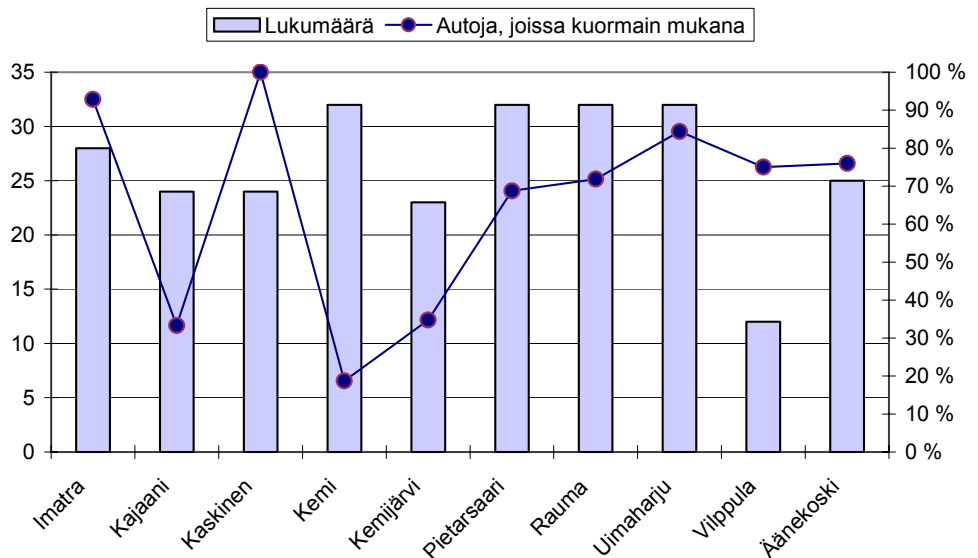
Kuitupuuta tai tukkeja kuljettavia puutavara-autoja tutkittiin metsäteollisuuden tuotantolaitosten porteilla autojen normaalin punnituksen yhteydessä. Paikkakunnat valittiin eri puolelta Suomea, jotta nähtäisiin, vaikuttavatko kuljetusolosuhteiden erot myös autokaluston rakenteeseen ja varusteluun.

Autot tutkittiin yleensä niiden tullessa vaa'alle. Lisäksi kuljettajilta kysyttiin muutama kysymys, joihin ei muuten olisi saatu selvyyttä autoa vain ulkopuolelta tarkastelemalla. Autojen palatessa tehdasalueelta ne punnittiin normaaliin tapaan tyhjänä ja omamassat kirjattiin erikseen vetoautosta ja perävaunusta. Yhteensä käytiin kymmenellä tuotantolaitoksella, joiden paikkakunnat ja ajankohdat olivat:

17.6.2003	Uimaharju, Stora Enso Oyj
26.6.2003	Imatra, Stora Enso Oyj
27.6.2003	Vilppula, Finnforest Oyj
2.7.2003	Rauma, Oy Metsä-Botnia Ab
3.7.2003	Kaskinen, Oy Metsä-Botnia Ab
4.7.2003	Pietarsaari, UPM-Kymmene Oyj
21.7.2003	Äänekoski, Oy Metsä-Botnia Ab
22.7.2003	Kajaani, UPM-Kymmene Oyj
23.7 - 24.7.2003	Kemi, Stora Enso Oyj
25.7.2003	Kemijärvi, Stora Enso Oyj

Yhteensä tutkittiin 264 yhdistelmää. Osa autoista kävi useammallakin tehtaalla tai päivän aikana moneen kertaan samalla tehtaalla, mutta jokainen auto on tilastoissa mukana vain kertaalleen. Kaikkiaan Suomessa on noin 1 500 yhdistelmää puutavarankuljetukseen, joten tässä tutkimuksessa oli mukana suunnilleen kuudesosa näistä. Osuutta voidaan pitää riittävänä arviotaessa puutavara-autojen kokonaistilannetta.

Tutkimus tehtiin kesäaikaan ja olosuhteet olivat kaikilla paikkakunnilla toisiaan vastaavat. Kahdelle tehtaalle, Vilppulaan ja Raumalle, oli kuljetusteknisistä syistä ohjattu hieman tavanomaista vähemmän toimituksia (kuva 1). Tämä pienensi otosta mutta ei silti vaikuttanut itse autojen rakennejakaukseen.



Kuva 1. Tutkimuksessa havainnoitujen yhdistelmien lukumäärät (pylväät) ja kuormaimen mukanaolo (%) tehdaspaikoittain.

Yhdistelmistä havainnoitiin rakenneratkaisuja, materiaaleja ja lisävarusteita. Yhdistelmistä tutkittiin erikseen vetoauto ja perävaunu sekä kuormain sen ollessa mukana. Tiedonkeruulomake on liitteenä.

Vetoautojen ja perävaunujen rekisteröidyt tiedot hankittiin Ajoneuvohallintokeskuksesta (AKE). Rekisteröityjä omamassoja verrattiin punnituksen tuloksiin.

3 TULOKSET

3.1 Yhdistelmät

3.1.1 Omamassat

Yhdistelmien punnitut omamassat olivat 16 380 - 25 900 kg. Keskimääräinen tyhjäpaino oli 21 796 kg ja keskihajonta 1 787 kg. Kaikkien punnittujen puutavara-autoyhdistelmien sallittu kokonaismassa oli 60 t.

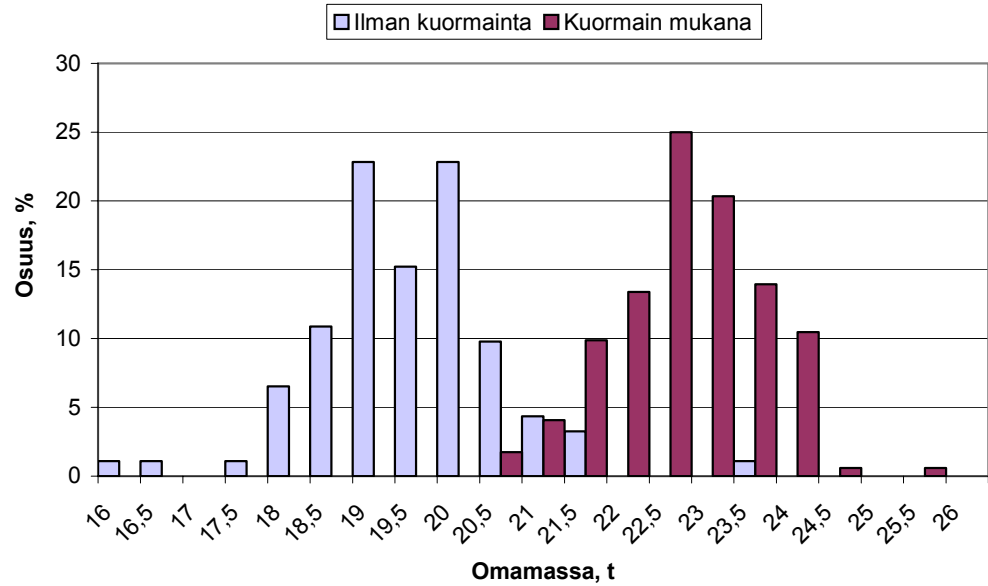
Vetoautojen polttoainemäärä vaihteli, ja se aiheutti jopa satojen kilojen eron autojen punnitustuloksia keskenään verrattaessa. Tämän takia kaikkien vetoautojen massat on muutettu täydelle polttoainemäärälle kuljettajan antaman vajauksen mukaan ja massat ovat siten vertailukelpoisia. Polttoainekorjaus lisäsi keskimäärin 155 kg vetoauton omamassaa verrattuna punnittuun omamassaan. Kaikki taulukoissa ja kuvissa sekä tekstissä esiintyvät lukemat omamassoille ovat polttoainekorjattuja eli omamassoja polttoainetankki täynnä.

Punnituista vetoautoista osa oli kuormaimen kanssa ja osa ilman. Kuormaimen aiheuttama lisä ajoneuvon omamassaan vaihtelee huomattavasti nosturin koon ja varustelun mukaan. Näitä tekijöitä ei kuitenkaan voitu ottaa huomioon ajoneuvojen omamassojen mukaisessa luokittelussa. Vertailutulokset ovatkin tarkimpia ilman kuormainta olleiden vetoautojen kohdalla.

Keskiarvoa paremmin yhdistelmien omamassoja voidaan tarkastella jakaumasta, josta nähdään tietyn painoisten yhdistelmien yleisyys. Yhdistelmien omamassat jakaantuivat kuvan 2 mukaisesti. Kuvassa on eroteltu yhdistelmät, jotka olivat kuormaimen kanssa tai ilman.

Ilman kuormainta olleiden yhdistelmien omamassojen keskihajonta oli 1 040 kg ja kuormaimen kanssa olleiden 840 kg.

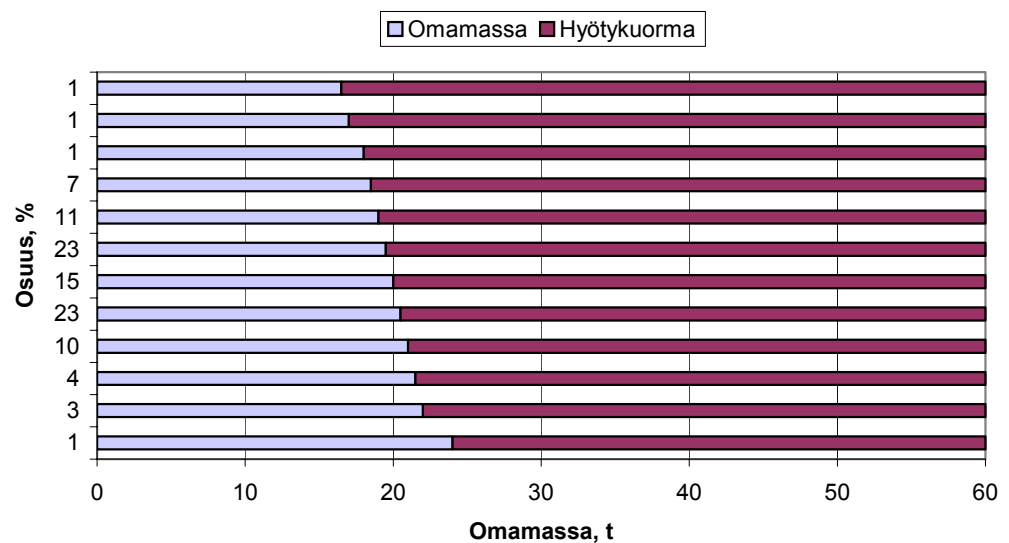
Ilman kuormainta olleista yhdistelmistä 72 % oli omamassaltaan 18 500 - 20 500 kg. Kuormaimen kanssa olleista yhdistelmistä 72 % oli omamassaltaan 22 000 - 24 000 kg. Näiden rajojen ulkopuolelle jäi siten vielä 28 % yhdistelmistä.



Kuva 2. Yhdistelmien omamassojen jakauma.

3.1.2 Omamassan ja hyötykuorman suhde

Suuri omamassa vähentää suoraan hyötykuormaa. Erot korostuvat ääripäisissä, mutta yleisimmillä ilman kuormainta olleilla yhdistelmilläkin oli tonniin vaihtelu sallitussa teoreettisessa hyötykuormassa (kuva 3). Kaikkein painavimmilla yhdistelmillä oli erikoisvarustelua esimerkiksi menopaluukuljetuksista tai tienhoitovälineistä johtuen. Kevyimmät yhdistelmät sen sijaan olivat käyttötavaltaan lähes vastaavia kuin yleisimmätkin yhdistelmät, joten näiden keveys oli ennakkoon laskelmoitua.



Kuva 3. Omamassan ja hyötykuorman osuus sallitusta kokonaismassasta.

3.1.3 Omamassat varustelun mukaan

Seuraavassa on vertailtu vetoautojen ja perävaunujen massoja vaihtoehtoisilla varusteilla tai jonkun varusteen kanssa ja ilman (taulukko 1). Tulokset eivät kuitenkaan anna täyttä totuutta tarkasteltavan kohteen vaikutuksesta painoon, sillä kaikki autot ovat yksilöllisiä hieman eri varustein. Keskimääräisten omamassojen erotus antaa kuitenkin arvion tietyn varusteen painosta ja erotuksen oikeellisuutta pitää analysoida edelleen. Taulukoissa merkintä 6x4 tarkoittaa telivedon kanssa ja 6x2 ilman telivetoa olevaa vetoautoa.

TAULUKKO 1 Tutkittujen ajoneuvojen keskimääräiset omamassat, kg.

	Ilman kuormainta				Kuormain mukana			
	6x2	6x4	Muut	Yht.	6x2	6x4	Muut	Yht.
Vetoauto	11 168	12 308	13 960	12 016	14 531	15 437	15 504	15 291
Perävaunu	7 480	7 765	7 540	7 685	7 671	7 662	6 920	7 642
Yhdistelmä	18 647	20 072	21 500	19 700	22 202	23 079	22 424	22 917
Lukumäärä	25	66	1	92	28	139	5	172

Kaikkein kevyimmän yksittäisen punnitun yhdistelmän omamassa oli 16 380 kg. Tämä yhdistelmä oli ilman kuormainta ja telivetoa, ja se oli yli 2 000 kg kevyempi kuin ilman telivetoa ja kuormainta olleiden yhdistelmien omamassojen keskiarvo.

Punnituista omamassoista laskettu teoreettinen hyötykuorma 60 t:n kokonaismassalle oli suurin ilman kuormainta ja ilman telivetoa olleilla vetoautoilla (taulukko 2). Erotus tarkoittaa taulukossa muiden tapausten teoreettisen hyötykuorman pienenemistä verrattuna kevyimmän yhdistelmätyypin omamassan keskiarvoon eli ilman telivetoa ja ilman kuormainta olleeseen yhdistelmään.

TAULUKKO 2 Teoreettinen hyötykuorma ja kevyimmän yhdistelmätyypin painoetu.

	Ilman kuormainta				Kuormain mukana			
	6x2	6x4	Muut	Yht.	6x2	6x4	Muut	Yht.
Hyötykuorma, kg	41 353	39 928	38 500	40 300	37 798	36 921	37 576	37 083
Erotus, kg	0	-1 425	-2 853	-1 053	-3 555	-4 432	-3 777	-4 270

Ilman kuormainta olevassa telivetoisessa yhdistelmässä teoreettinen hyötykuorma on yli 1 400 kg pienempi kuin ilman telivetoa olevassa. Kuormaimen kanssa ajettaessa teoreettinen hyötykuorma oli noin 3 600 kg pienempi ilman telivetoa olleissa ja 4 400 kg pienempi telivetoisissa yhdistelmissä.

3.1.4 Punnitun ja rekisteröidyn omamassan ero

Punnituissa vetoautoissa ero Ajoneuvohallintokeskuksen rekisteröityyn omamassaan verrattuna oli noin +430 kg (taulukko 3). Perävaunuissa ero oli noin +130 kg. Yhteensä lisäpainoa oli kertynyt ilman kuormainta olleeseen yhdistelmään keskimäärin noin 550 kg. Kuormaimen aiheuttama massanlisäys on noin 3 000 kg. Kaikki tutkitut vetoautot oli varustettu irrotettavalla puutavarakuormaimella, jonka kiinnityslaite lisää tyhjän vetoauton massaa.

TAULUKKO 3 Punnitun ja rekisteröidyn omamassan erotus, kg.

Ero rek. painoon	Ilman kuormainta				Kuormain mukana			
	6x2	6x4	Muut	Yht.	6x2	6x4	Muut	Yht.
Vetoauto	354	454	860	431	3 454	3 504	2 944	3 480
Perävaunu	126							

Lisäpaino kertyy erilaisista mukana kuljetettavista tavaroista ja apuvälineistä, jotka eivät ole mukana rekisteröinnin aikana sekä rakenteisiin kertyneestä roskasta ja liasta.

3.2 Vetoautot

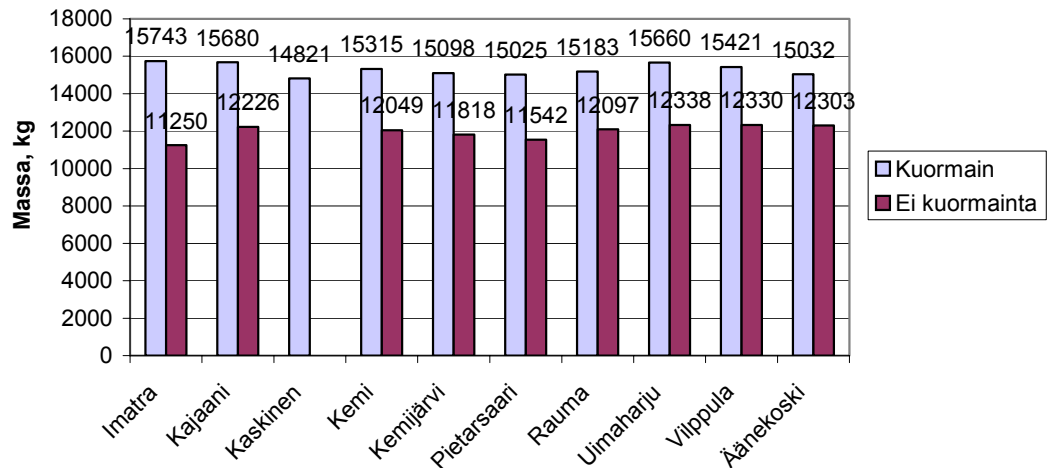
3.2.1 Omamassat

Vetoautojen punnitut omamassat ilman kuormainta olivat 10 240 - 13 960 kg ja keskimääräinen tyhjäpaino oli 12 016 kg sekä keskihajonta 688 kg. Kuormaimen kanssa omamassat olivat 13 570 - 17 200 kg ja keskimääräinen tyhjäpaino 15 291 kg sekä keskihajonta 666 kg.

Keskimääräinen painoero kuormaimen kanssa ja ilman olevilla autoilla oli 3 275 kg (taulukko 1). Ilman kuormainta olleet autot saattavat olla muutenkin kevyemmin varusteltuja, mm. ilman kävelytasoja ja tankkien suojauksia, joten ero ei ole suoraan kuormaimen keskimääräinen massa. Lisäksi kaikki ilman kuormainta olleet vetoautot oli varusteltu myös kuormaimella, mutta se oli irrotettuna, joten auton runkoon tulevat kuormaimen kiinnitystelineet ovat mukana molempien tapauksien omamassoissa.

3.2.2 Punnituspaikoittain

Kevyimmät kuormaimen kanssa olleet autot olivat Kaskisissa ja raskaimmat Imatralla (kuva 4). Kaskisissa kaikki punnitut autot olivat kuormaimen kanssa. Ilman kuormainta olleista vetoautoista kevyimmät punnittiin Imatralla, jossa niitä tosin oli ainoastaan kaksi ja painavimmat ilman kuormainta olleet vetoautot punnittiin Äänekoskella.



Kuva 4. Vetoautojen keskimääräiset omamassat punnituspaiikoittain.

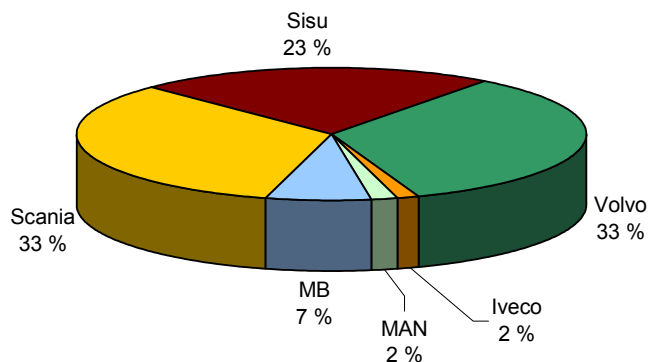
Vetoautoista 65 %:lla oli kuormain mukanaan. Keskimääräinen ajomatka kuormaimen kanssa ajaneilla oli 101 km ja ilman kuormainta ajaneilla 143 km. Pohjois-Suomessa autot ajoivat pitempää matkaa ja usein ilman kuormainta. Etelä-Suomessa matkat taas olivat lyhyempiä ja kuormainkin oli tavallisesti mukana.

Kajaanissa, Kemissä ja Kemijärvellä alle puolella vetoautoista oli kuormain mukana (kuva 1). Näillä paikkakunnilla keskimääräinen ajomatka oli 131 km, mikä on 22 km enemmän kuin muiden paikkakuntien keskimääräinen ajomatka (109 km). Muilla paikkakunnilla vähintään 70 % vetoautoista oli kuormaimen kanssa.

Rakenteellisia eroja yhdistelmissä eri paikkakuntien kesken ilmeni apurungon materiaalissa. Imatralla, Uimaharjussa ja Kemissä suurin osa vetoautoista oli teräsapurungolla. Raumalla, Kaskisissa, Pietarsaarella ja Kemijärvellä taas useimmat autot olivat alumiinipurungolla tai korkearunkoisia. Tavanomaista oli se, että kunkin apurunkovalmistajan tuotteita havaittiin eniten niissä autoissa, jotka ajoivat valmistajaa lähimpinä oleville tehtaille.

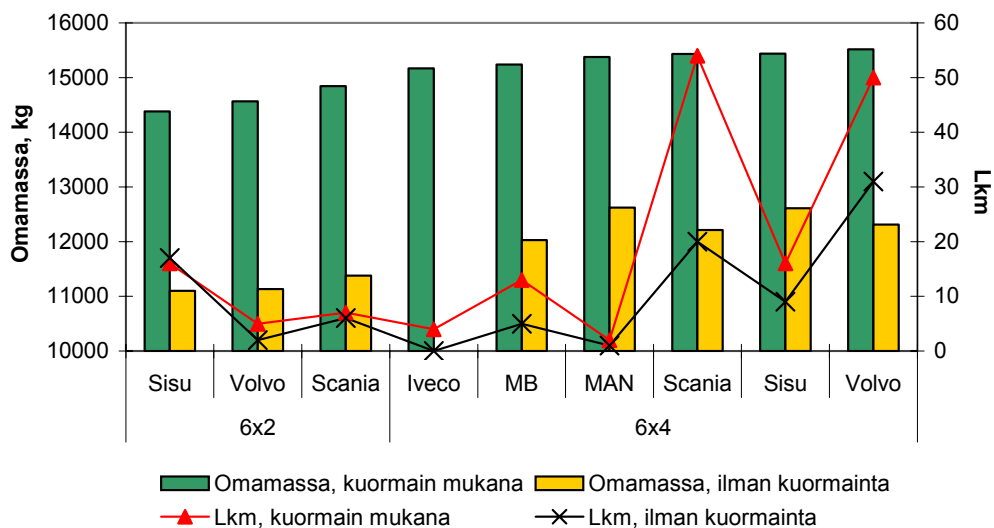
3.2.3 Merkeittäin

Joka kolmas tutkituista autoista oli Volvo tai Scania. Sisulla oli 23 %:n osuus ja muita merkkejä olivat Mercedes-Benz, MAN ja Iveco (kuva 5).



Kuva 5. Vetoautojen merkijakauma.

Merkeittäin omamassojen erot ilman kuormainta ja ilman telivetoa olleissa autoissa olivat vain muutamia prosentteja (kuva 6). Telivetoisten vetoautojen omamassoissa vaihtelu oli hieman suurempaa kuin ilman telivetoa olleissa. Muiden vetotapojen vertailu on jätetty pois niiden pienen lukumäärän takia.



Kuva 6. Vetoautojen omamassa ja lukumäärät merkkien mukaan.

3.2.4 Rakenteen ja varustelun mukaan

Vetotapa

Telivetoisia autoja (6x4) oli 78 % ja ilman telivetoa olevia (6x2) 20 %, lisäksi muiden vetotapojen (8x2, 8x4, 6x6) osuus oli 2 % (taulukko 4). Telivetoiset olivat noin 1 000 kg painavampia kuin vain yhdellä vetävällä akselilla varustetut kolmiakseliset vetoautot.

TAULUKKO 4 Vetoautojen omamassat vetotavan mukaan ja vetotapojen osuudet.

		6x2	6x4	Muut
Ilman kuormainta	Osuus, %	9	25	0,4
	Massa, kg	11 168	12 308	13 960
Kuormain mukana	Osuus, %	11	53	2
	Massa, kg	14 531	15 437	15 504

Päällirakenne

Päällirakenteella tarkoitetaan vetoauton rungon päälle asennettavaa mahdollista apurunkoa sekä pankkoja. Sisut voivat olla varustettuja myös korkealla rungolla, jolloin erillistä apurunkoa ei tarvita.

Apurungon materiaalia tarkasteltaessa teräs oli painavin, sitten alumiini ja korkearunkoiset autot olivat kevyimpiä (taulukko 5). Jokaisessa tarkasteltavassa kohdassa autoja oli vähintään 18 kpl.

TAULUKKO 5 Vetoauton omamassa apurungon materiaalin mukaan, kg.

Apurunko	Teräs	Alumiini	Korkea runko
Kuormain mukana	15 511	15 035	14 990
Ilman kuormainta	12 239	12 082	11 309

Tarkasteltaessa autoja, joissa oli sekä teräsapurunko että teräsankot tai alumiininen apurunko ja alumiinipankot, saadaan selvemmin esille painoero alumiinisen ja teräksisen rakenteen välille (taulukko 6). Taulukossa korkearunkoisia on verrattu eri pankkomateriaaleilla. Prosenttiosuus tarkoittaa rakennevaihtoehdon osuutta kaikista tutkituista vetoautoista.

TAULUKKO 6 Vetoauton omamassa päällirakenteen mukaan, kg.

	Pankkojen materiaali ja lkm	Kuormain mukana		Ilman kuormainta		Lkm (%)
		6x2	6x4	6x2	6x4	
Apurunko teräs	Teräs 4	14 953	15 673	11 435	12 604	65 (25)
Apurunko alumiini	Alumiini 4	14 632	15 094	11 550	12 140	69 (26)
Korkea runko	Teräs 4	14 445	15 320	11 199	12 585	21 (8)
	Alumiini 4	14 238	15 387	10 881	-	14 (5)

Apurungollisissa vetoautoissa teräksisen ja alumiinisen rakenteen (apurunko ja 4 pankkoa) välinen painoero oli noin 310 kg alumiinin hyväksi. Ilman telivetoa ja kuormainta olleissa vetoautoissa alumiinirakenne oli kuitenkin 120 kg painavampi. Tällaisia vetoautoja oli yhteensä ainoastaan 8, joten yksilölliset erot vaikuttivat merkittävästi. Korkearunkoisissa autoissa (Sisu) on vertailtu vain pankkojen materiaalia ja painoeroa on vaikeampi todeta.

Kun verrattiin korkearunkoisia ja apurungolla varustettuja autoja, niin apurungolla varustetut olivat painavampia ilman telivetoa, mutta telivedon kanssa painoerot tasoittuvat.

Lisäksi kolmannes tutkituista vetoautoista oli sellaisia, joissa apurunko ja pankot olivat eri materiaalista tai kaikki pankot eivät olleet samaa materiaalia.

Pankot

Suurimmasta osasta vetoautoja oli käytössä neljä pankkoa ja lopuissa kaksi pankkoa (taulukko 7). Pankon materiaali määritettiin tolpan pystyosan mukaan.

TAULUKKO 7 Vetoautojen omamassat pankkovarustuksen mukaan, kg.

		Teräs		Alumiini	
		2 kpl	4 kpl	2 kpl	4 kpl
Kuormain mukana	6x2	-	14 699	14 400	14 504
	6x4	-	15 598	-	15 301
Ilman kuormainta	6x2	10 527	11 304	-	11 236
	6x4	-	12 565	11 778	12 243

Neljän pankon autoissa teräsrankoilla varustetut autot olivat painavampia kuin alumiinipankkoilla varustetut. Kahdella pankolla varustettuja autoja oli yhteensä alle kymmenen, joten niiden osalta pankkojen vaikutusta massaan on vaikeampi arvioida. Näissä autoissa muilla tekijöillä oli pankkoja suurempi vaikutus omamassaan.

Puhtaus

Vetoauton puhtaus arvioitiin asteikolla 1 - 3 (puhdas-likainen). Telivetoisten kohdalla likaisiksi arvioidut autot olivat muutaman sata kiloa painavampia kuin puhtaat (taulukko 8).

TAULUKKO 8 Vetoauton omamassa puhtauden mukaan, kg.

Auton puhtausluokka		1	2	3
Kuormain mukana	6x2	14 642	14 580	13 625
	6x4	15 359	15 455	15 567
	Muut	15 008	15 185	16 072
Ilman kuormainta	6x2	11 283	11 123	-
	6x4	12 127	12 359	12 750
	Muut	-	13 960	-

3.2.5 Kevyet ja raskaat vetoautot

Omamassaltaan alle 11 000 kg:n painoiset vetoautot, joita oli 9 kpl, olivat ilman kuormainta sekä ilman telivetoa. Näistä autoista 7 oli Sisuja ja 1 Volvo. Sisut olivat korkearunkoisia ja Volvossa apurunko oli teräksestä.

Muita rakenteellisia ratkaisuja näille kevyille autoille oli, että puolella pankot olivat alumiinisia ja puolella teräksisiä. Kolmessa autossa pankkoja oli vain kaksi. Tankkien suojauksia oli kolmessa näistä painavimmassa autossa ja ne kaikki oli tehty alumiinista. Kuormankiristyslaitteet olivat jakautuneet melko tasan automaattisiin sekä mekaanisiin ja lokasuojat olivat yhdessä autossa terästä ja muissa joko alumiinia tai muovia. Kävelytasot olivat kahdessa, ketjut kolmessa ja kitkavetolaite seitsemässä autossa. Puolella autoista oli yksipiirinen hydraulikkajärjestelmä ja puolella kaksipiirinen. Näistä vetoautoista kahdessa oli alle 7 000 kg:n perävaunu. Autoista kolme punnittiin Pietarsaareissa ja kolme Kemijärvellä.

Alle 14 000 kg painavia vetoautoja, joissa oli kuormain, oli 8 kpl. Näistä 5 oli Sisuja sekä yksi Volvo, Mercedes-Benz ja Iveco. Autoista kaksi oli telivetoista. Neljä oli korkearunkoista, kolme oli alumiinisella ja yksi teräksisellä päällirakenteella. Yhdessä oli neljä teräsrankoa ja muissa neljä alumiinista. Tankkien suojaukset olivat neljässä autossa ja ne oli tehty alumiinista. Kolmessa autossa olivat lokasuojat alumiinista, kolmessa muovista ja kahdessa teräksestä. Manuaalinen kuormankiristyslaitteisto oli kuudessa ja automaattinen yhdessä autossa. Kävelytasot olivat viidessä, samoin kitkavetolaite sekä ketjut ja hiekoitin oli kahdessa autossa. Kaikissa oli irrotettava kuormain ulkopuolisella tupella. Kuormaimista viisi oli Loglifteja, kaksi Jonseredia sekä yksi Foresteri. Kahdessa autossa oli kaksipiirinen hydraulikkajärjestelmä ja muissa yksipiirinen. Näistä autoista yhdessä oli alle 7 000 kg:n perävaunu.

Raskaita, yli 12 800 kg painavia vetoautoja, joissa ei ollut kuormainta, oli 10 kpl. Nämä autot olivat telivetoisia, paitsi yksi neliakselinen 8x2. Yhtä lukuun ottamatta kaikki autot oli varustettu teräsapurungolla. Neljässä autossa oli alumiinipankot ja muissa teräsrankot. Kahdeksassa autossa oli alumiinisuojat tankeille. Kävelytasot olivat melkein kaikissa, samoin automaattiset kuormankiristyslaitteet. Melkein kaikissa oli kaksipiirinen hydraulikka. Lisäksi yksi auto oli varustettu alusterällä ja toinen nostettavilla laidoilla menopaluuksien varten. Näistä autoista seitsemässä oli yli 8 000 kg painava perävaunu. Autoista neljä punnittiin Kajaanissa ja kolme Kemissä.

Yli 16 300 kg painavia vetoautoja, joissa oli kuormain, oli 9 kpl. Yksi oli vetotavaltaan 8x6 ja muut 6x4-vetoisia. Suurimmassa osassa autoja oli teräsapurunko. Kahdessa autossa oli alumiinipankot ja muissa teräsrankot. Autoista neljässä oli automaattiset ja viidessä mekaaniset kuormankiristyslaitteet. Yhdessä autossa oli alusterä tienhoitoon. Hydraulikkajärjestelmä oli melkein kaikissa kaksipiirinen. Kuormaimista viisi oli Loglifteja ja neljä Foresteria. Kuormaimista neljässä oli ohjaamo. Näistä autoista kahdessa oli yli 8 000 kg painava perävaunu. Autoista kolme punnittiin Uimaharjussa.

Mallikohtainen tarkastelu

Tarkasteltaessa omamassoja yhden merkin tietyn mallin suhteen päästään tarkemmin arvioimaan eri tekijöiden vaikutusta omamassaan. Volvon malli FH16 oli yleisimpiä tutkituissa puutavara-autoissa ja sen omamassat olivat 11 700 - 13 960 kg ilman kuormainta ja kuormaimen kanssa 14 880 - 16 410 kg. Omamassan erot olivat siis 2 260 kg ja 1 530 kg saman mallin kesken.

Ilman kuormainta olevissa autoissa painavin oli vetotavaltaan 8x2-malli, joka oli varustettu alusterällä ja se painoi lähes tuhat kiloa enemmän kuin raskain kolmiakselinen ilman kuormainta. Se on jätetty pois ja siten vertailaan vain kolmiakselisia keskenään, jotka kaikki olivat telivetoisia. Näistä viisi kevyintä oli alumiinisella ja muut teräksisellä päällirakenteella. Kuu- dessa kevyimmässä autossa oli alumiinipankot ja lopuissa puoliksi teräs- tai alumiinipankot. Tankkien suojaukset olivat kahdessa kevyimmässä ja kah- deksassa raskaimmassa alumiinista, muissa näitä suojia ei ollut. Lokasuojat olivat melko tasan muovista tai alumiinista, samoin kuormansidontalaitteet olivat mekaaniset tai automaattiset. Kävelytasot olivat yhtä lukuun ottamatta kaikissa, ja ketjut olivat mukana puolella. Raskaimmissa oli kaksi- ja kevyimmissä yksipiirinen hydraulikkajärjestelmä.

Kevyimmän ja raskaimman ilman kuormainta olleen kolmiakselisen Volvo FH16:n painoero oli 1 380 kg. Mistä tämä yli tuhannen kilon painoero syntyy? Seuraavassa on käytetty tässä tutkimuksessa saatuja keskimääräisiä painoeroja kyseisellä varusteella tai ilman. Mainittuna on raskaimman auton varuste ja sen painoero kevyimmän auton varusteeseen verrattuna.

- apurunko ja pankot (4 kpl) terästä	+500 kg
- automaattiset kuormankiristyslaitteet	+150 kg
- kaksipiirinen hydraulikkajärjestelmä	+300 kg
- suurempi polttoainetankki	+10 kg (arvioitu paino)
- enemmän polttoainetta	+60 kg
- tehokkaampi moottori	+200 kg (arvioitu paino)
- korkea ohjaamo	+60 kg (arvioitu paino)
- yhteensä	+1 280 kg

Painavampi auto oli lisäksi kaksi vuotta nuorempi. Rekisteröity omamassa oli painavammalla autolla tuhat kiloa suurempi kuin kevyemmän auton rekisteröity omamassa.

Erikoisuudet

Muutama vetoauto oli ilman telivetoa mutta myös ilman kitkavetolaitetta. Nämä autot olivat muutenkin tarkoitushakuisesti kevyitä. Alumiinivanteita oli käytössä muutamassa autossa etuakselilla.

Joissakin vetoautoissa oli mukana tienhoitoon tarkoitettu alusterä, joka lisäsi kyseisten autojen painoa.

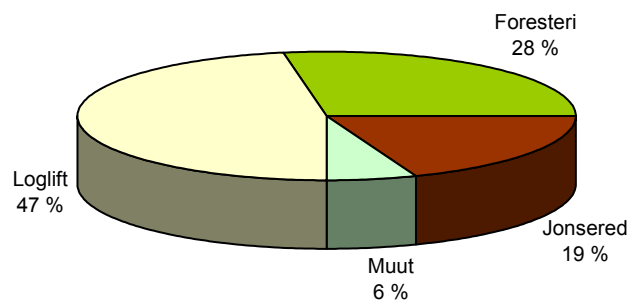
Menopaluukuljetusten takia yksi vetoauto oli varustettu nostettavilla laidoil- la, mikä teki huomattavan lisän omamassaan, mutta samalla ratkaisu vähentää yhdistelmän ajoa tyhjänä.

3.3 Kuormain

Kaikki tutkimuksessa mukana olleet vetoautot oli varustettu irrotettavalla puutavarakuormaimella. Valtaosalla kiinnitystapa oli ulkopuolisella tupella. Kuormaimen painoa ei pystytty tarkasti määrittämään, mutta kuormaimen kanssa ja ilman olleiden autojen omamassojen erotuksesta saadaan kuormaimen aiheuttama massanlisäys.

Merkki

Kolme merkkiä hallitsi 94 %:a kuormaimista. Logliftin osuus oli lähes puolet ja ryhmässä muut oli satunnaisia merkkejä (kuva 7).



Kuva 7. Kuormainten merkkijakauma

Hydrauliikkajärjestelmä

Vetoautoissa käytetään erilaisia hydrauliikkajärjestelmiä, joiden avulla muun muassa kuormaimen käyttö tapahtuu. Yksipiirisessä järjestelmässä on yksi hydrauliikkapumppu ja kaksipiirisessä kaksi. Järjestelmä voi olla myös kuormantunteva, mutta näitä ei ole tässä kohtaa eritelty (taulukko 9).

TAULUKKO 9 Vetoauton omamassa hydrauliikkajärjestelmän mukaan, kg.

Hydrauliikkajärjestelmä		1-piirinen	2-piirinen
Kuormain mukana	6x2	14 206	14 735
	6x4	15 138	15 473
	Muut	15 370	15 074
Ilman kuormainta	6x2	11 170	11 205
	6x4	12 079	12 422
	Muut	13 960	-

Kaksipiirinen hydraulikkajärjestelmä oli säännönmukaisesti painavampi. Telivetoisissa vetoautoissa, joita oli lukumääräisesti eniten, kaksipiirinen hydraulikkajärjestelmä oli lähes 350 kg painavampi kuin yksipiirinen.

Kuormaimen ohjaamo

Kuormaimista 21 % oli varustettu ohjaamolla. Telivetoiset vetoautot, jotka oli varustettu kuormaimella ja ohjaamolla, olivat keskimäärin noin 500 kg painavampia kuin ilman ohjaamoja olevat (taulukko 10).

TAULUKKO 10 Vetoautojen omamassat, kun kuormain oli ohjaamolla tai ilman, kg.

	Ohjaamolla	Ilman ohjaamoja
6x2	15 084	14 411
6x4	15 828	15 329
Muut	15 000	15 631

3.4 Perävaunut

Perävaunujen punnitut omamassat olivat 5 720 - 10 060 kg ja keskimääräinen tyhjäpaino oli 7 646 kg. Keskihajonta perävaunujen omamassoille oli 456 kg.

3.4.1 Akselien määrä

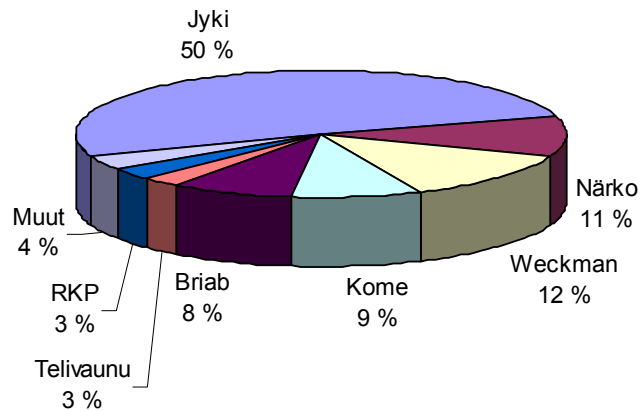
Valtaosa tutkituista perävaunuista oli neliakselisia ja vain kolme oli kolmiakselisia (taulukko 11). Kolmiakseliset perävaunut olivat yli tuhat kiloa kevyempiä, mutta ne vaativat neliakselisen vetoauton, jotta yhdistelmän sallituksi kokonaismassaksi tulisi 60 t.

TAULUKKO 11 Perävaunujen omamassat akselien lukumäärän mukaan, kg.

	Omamassa	Lkm
3-akseliset	6 450	3
4-akseliset	7 660	261

3.4.2 Merkki

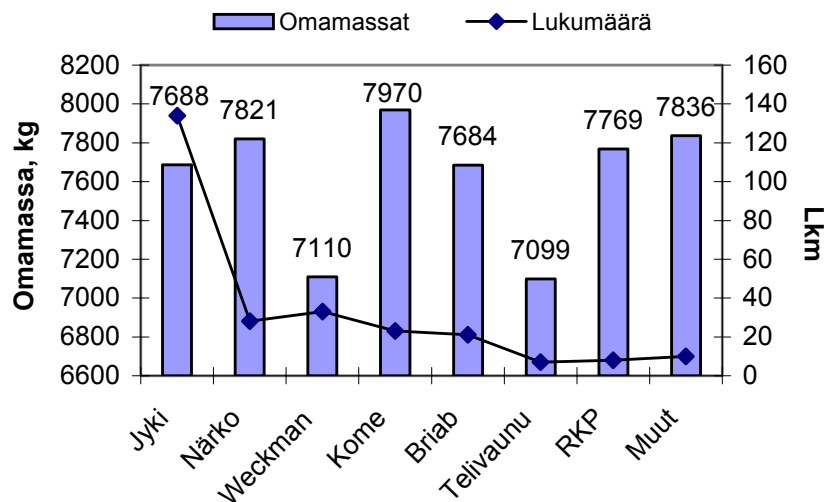
Tutkittujen perävaunujen merkit jakaantuivat siten, että vähintään 3 %:n osuus oli seitsemällä merkillä (kuva 8).



Kuva 8. Perävaunujen merkkijakauma.

Lukumäärältään ylivoimaisesti suurin merkki oli Jyki, joita oli puolet perävaunuista. Toinen puoli koostui useasta eri merkistä, joista seuraavaksi suurimmallakin (Weckman) oli vain 12 %:n osuus.

Weckman ja Telivaunu olivat selvästi kevyimmät, sillä painoero seuraavaan oli useita satoja kiloja. Punnituista perävaunuista keskimäärin painavin merkki oli Kome (kuva 9).



Kuva 9. Perävaunujen lukumäärät ja omamassat merkeittäin.

3.4.3 Omamassat rakenteen ja varustelun mukaan

Kiinteärunkoisia, pankonsiirrolla varustettuja perävaunuja oli eniten, 64 %, jatkettavalla rungolla olevia 36 % sekä kaksi kiinteärunkoista perävaunua oli ilman pankonsiirtoa (taulukko 12). Jatkevat perävaunut olivat kevyempiä kuin pelkällä pankonsiirrolla varustetut. Merkkikohtaiset erot olivat huomattavia ja valmistajakohtaisella suunnittelulla oli merkittävä vaikutus jatkettavien perävaunujen keveyteen. Jatkevien perävaunujen keveys oli saavutettu huolellisella suunnittelulla sekä laadukkailla teräksillä. Kiinteärunkoinen ja ilman siirtopankkoja oleva rakenteeltaan yksinkertainen perävaunu vaatii tehokkaamman sekä ulottuvamman ja siten painavamman kuormaimen, jolla yltää kuormaamaan viimeisen nipun perävaunuun.

TAULUKKO 12 Perävaunujen rakennetyyppien massat ja osuudet.

	Omamassa, kg	%
Jatkevat	7 450	36
Kiinteärunkoiset	7 747	64

Kiinteärunkoisissa perävaunuissa 23 %:lla oli mukana varapyörä, mikä nostaa näiden omamassaa.

Pankot

Pankkojen lukumäärä vaihteli neljästä kahdeksaan ja noin puolet perävaunuista oli varustettu teräs- ja puolet alumiinipankkoilla. Pankon materiaali määritettiin pystyosan materiaalin mukaan. Eniten perävaunuissa käytettiin kuutta pankkoa ja seuraavaksi eniten kahdeksaa pankkoa. Prosentit kuvaavat kyseisen pankkotapauksen osuutta perävaunujen kokonaislukumäärästä (taulukko 13). Joukossa oli jonkin verran perävaunuja, joissa oli sekä terästä alumiinipankkoja ja nämä eivät ole mukana taulukossa.

Kuuden pankon perävaunut, jotka oli varustettu teräspankoilla, painoivat keskimäärin 100 kg enemmän kuin alumiinipankkoilla varustetut ja kahdeksan pankon perävaunuissa teräspankoilla varustetut painoivat 200 kg enemmän.

TAULUKKO 13 Perävaunujen omamassat pankkovarustelun mukaan, kg.

	4 alu	6 alu	8 alu	4 teräs	6 teräs	8 teräs
Kiinteärunkoinen	7 170	7 628	7 873	6 480	7 700	8 055
Jatkeva	-	7 336	7 504	-	7 427	7 753
Kaikki yht.	7 170	7 479	7 795	6 480	7 609	7 986
Lkm (%)	6 (2)	84 (32)	38 (14)	2 (1)	69 (26)	42 (16)

Likaisuus

Perävaunujen puhtaus arvioitiin asteikolla puhdas, normaali tai likainen. Likaisimman näköiset perävaunut olivat muutaman kymmenen kiloa painavampia kuin puhtaat.

Kuormansidontalaitteet

Mekaanisella kuormansidonnalla varustettuja perävaunuja oli hieman vähemmän kuin automaattisilla kiristimillä varustettuja. Automaattisella kuormankiristyksellä varustetut perävaunut painoivat keskimäärin kaksisataa kiloa enemmän (taulukko 14). Automaattisella laitteella tarkoitetaan pääasiassa paineilmalla toimivaa ohjaamosta hallittavaa kiristystä.

TAULUKKO 14 Perävaunujen kuormansidontalaitteiden vaikutus omamassaan, kg.

	Manuaalinen	Automaattinen
Jatkettavat	7 381	7 654
Kiinteärunkoiset	7 640	7 797

Varapyörä

Varapyörä oli mukana 38 kiinteärunkoisessa perävaunussa eli noin 14 %:lla kaikista perävaunuista, lähinnä Pohjois-Suomessa. Jatkettavarunkoiset perävaunut olivat kaikki ilman varapyörää. Keskimäärin perävaunut, joissa oli varapyörä mukana, olivat noin 200 kg painavampia.

3.4.4 Kevyet ja raskaat perävaunut

Perävaunuja, jotka painoivat alle 7 000 kg, oli 15 kpl. Näistä jatkettavia oli 8, pankonsiirrolla varustettuja 5 ja kiinteäpankkoisia 2. Kaksi perävaunua oli kolmiakselisia. Viidessä perävaunussa oli automaattiset kuormankiristyslaitteet ja muissa manuaaliset. Yhdeksässä perävaunussa oli alumiinipankot ja neljässä perävaunussa teräsankot. Kahdessa oli varapyörä mukana ja yhdessä alumiinivanteet.

Yli 8 300 kg painavia perävaunuja oli 12, joista kolme oli jatkettavia ja yhdeksän pankonsiirrolla varustettuja. Näistä perävaunuista viidessä oli alumiinipankot ja muissa teräsankot. Useimmiten pankkoja oli 8 kpl, muutamassa 6 kpl. Varapyörä oli mukana kolmessa ja vain yhdessä oli manuaalinen kuormankiristyslaite. Kaikissa oli 22,5”-n levypyörät. Painavin näistä oli varustettu nostettavilla laidoilla menopaluukuljetuksia varten.

Tutkimuksessa oli mukana yksi ykköspyörillä varustettu neliakselinen perävaunu, jonka omamassaksi punnittiin noin 5 700 kg, mikä oli 760 kg vähemmän kuin seuraavaksi kevyimmän neliakselisen perävaunun omamassa. Ykköspyörien eli akselia kohti vain kahden pyörän käyttö neljän pyörän sijaan on yleistä päällystetyillä teillä käytetyissä tavaraliikenteen perävaunuissa. Metsäteillä näiden leveiden renkaiden erilaiset ajo-ominaisuudet perinteisiin renkaisiin verrattuna eivät vielä suosi ykköspyörien käyttöä. Tulevaisuudessa renkaiden ominaisuuksien parantuessa ykköspyörälliset perävaunut tullevat entistä kiinnostavammiksi keveytensä puolesta.

Perävaunu on mahdollista varustaa myös ilmajousituksella perinteisten mekaanisten jousien sijaan. Ilmajousituksen aiheuttama painonlisäys mekaniisiin jousiin verrattuna on noin 80 kg akselia kohden. Yhdessä perävaunussa oli alumiinivanteet.

Menopaluukuljetusten takia yksi perävaunu oli varustettu nostettavilla laidoilla, mikä teki huomattavan lisän omamassaan, mutta samalla ratkaisu vähentää perävaunun kuljetusta tyhjänä.

4 TARKASTELU

Teliveto aiheuttaa noin tuhannen kilon massanlisäyksen vetoautoon. Telivedon tarpeellisuutta tulee tarkastella huolellisesti ajo-olosuhteiden mukaan autoa valittaessa. Automerkkien väliset erot telivedon rakenteessa ovat oleellinen valintakriteeri.

Alumiinirakenteiden keveys teräsrakenteisiin nähden oli selvä apurunkoa ja pankkoja tarkasteltaessa. Toisaalta uudet kehittyneet teräslaadut tarjoavat mahdollisuuden kilpailla alumiinin kanssa keveydessä. Tutkimuksessa tarkasteltiin ainoastaan materiaalien yleisyyttä, mutta kestävyuden sekä odotetun eliniän määrittäminen on oleellinen osa lopullista materiaalinvalintaa. Alumiinin käyttö levytyöryissä on harvinaista, mutta se tarjoaa keventämisen kannalta merkittävän hyödyn.

Merkittävä kehittämiskohde puutavara-autoyhdistelmässä on puutavaranosturi ja sen ohjaustavat. Nykyinen tapa käyttää nosturia on kuljettajalle kylmissä olosuhteissa epämiellyttävä ja vaatii nosturiin lisärakenteita kuljettajan istuinpaikan ja mahdollisen ohjaamon takia. Kuormaimen kehittämisen tavoitteena on välttää liiallista järeyttä ja keventää sekä yksinkertaistaa rakennetta. Kuormainta voitaisiin käyttää auton ohjaamosta puiden kuormauksessa ja tarvittaessa hyödyntää kauko-ohjausta. Kuormaimen ohjaustavalla on merkitystä sekä painoon että kustannuksiin ja se on siten huomattava taloudellinen seikka.

Koko yhdistelmän kehitysmahdollisuuksia voidaan arvioida mm. Ruotsissa kehitetyn yhdistelmän perusteella. Kevytrakenteiden käyttöä hyödyntäen yhdistelmän omamassaksi on saatu 16,5 t, mikä on kolme tonnia perinteistä puutavara-autoyhdistelmää vähemmän. Tässä tutkimuksessa saadut keskimääräiset yhdistelmän omamassat olivat ilman kuormainta 19 700 kg ja kuormaimen kanssa 22 917 kg, joten kolme tonnia on todella huomattava harppaus omamassan keventämisessä ja se olisi saavutettavissa tämänkin tutkimuksen painoeroja arvioitaessa, saati uusia materiaaleja tehokkaasti hyödynnettäessä.

Kaluston luotettavuus ja kestävyys ovat tärkeitä kriteereitä puutavaran kuljetuskaluston ostopäätöstä tehtäessä. Keveys ajatellaan helposti kestävyuden vastakohtaksi ja tällainen ajattelu voi aiheuttaa kevyiden rakenteiden välttelyä valintatilanteessa. Kehittyneet ja laadukkaat rakenneratkaisut mahdollistavat kuitenkin rakenteen keventämisen muiden tekijöiden siitä kärsimättä.

Asianmukaisella puutavara-autoyhdistelmän tehtäväkohtaisella valinnalla yhdessä määrätietoisien tuotekehityksen kanssa saadaan yhdistelmän omamassaa edelleen alennettua ominaisuuksista tinkimättä.

Metsäteho Oy
 PL 194
 00131 HELSINKI
 Puh. (09) 132 521

Klo

Autoilija: nimi, puhelin
 Muuta
 Tyypillinen ajomatka, km
 Polttoaineen määrä, l
 Tankin tilavuus, l ja materiaali
 Kokonaispaino, jos alle 60 t
 Hydrauliikkasäiliö
 Muuta

	Teräs	Alumiini
Normaali	Pieni	

Kuorma-auto reknro
 Merkki
 Malli, vetotapa
 Hytti
 Tavaralaji
 Apurunko
 Pankot Lkm / Materiaali
 Tankkien suojaukset
 Lokasuojien materiaali
 Kuormansidontalaitteet
 Kävelytasot
 Kitkavetolaite
 Ketjut mukana
 Hiekoitin
 Alumiinivanteet
 Vararengas mukana
 Likaisuus 1-3 (puhdas-likainen)
 Muuta

Normaali	Pitkä	Korkea			
Kuusi / Mänty / Koivu	Tukki	Kuitu	3 m / 5 m		
Teräs	Alumiini	Ei			
/Teräs	/Al				
Teräs	Alumiini	Muovi			
Teräs	Alumiini	Muovi			
Man.	Autom.				
1	2	3	Punnittu paino	<input type="text"/>	

Perävaunu reknro
 Merkki
 Tavaralaji
 Pankonsiirrolla, ilman, jätket.
 Akselien lkm, yksikköpyörät
 Vanne- ja rengaskoko, mater.
 Pankot Lkm / Materiaali
 Lokasuojien materiaali
 Kuormansidontalaitteet
 Ilmajousitus
 Vararengas mukana
 Likaisuus 1-3 (puhdas-likainen)
 Muuta

Kuusi / Mänty / Koivu	Tukki	Kuitu	3 m / 5 m		
KP	KIP	JATK			
22,5"	19,5"		Teräs	Al	
/Teräs	/Al				
Teräs	Alumiini	Muovi			
Man.	Autom.				
1	2	3	Punnittu paino	<input type="text"/>	

Kuormain
 Kuormain mukana
 Kuormainteline

Kiinteä	Irrotettava	
	Sisäpuol.	Ulkopuol.

Merkki
 Malli, nostomom., ulottuvuus
 Kuormaimessa ohjaamo
 Kuormaimen hydrauliikka
 Muuta

1-piiri	2-piiri