

Heikki Liimatainen & Lasse Nykänen

Kuorma-autokannan hallintamalli KAHMA

Tutkimusraportti 89



Tampereen teknillinen yliopisto. Liikenteen tutkimuskeskus Verne.
Tutkimusraportti 89
Tampere University of Technology. Transport Research Centre Verne.
Research Report 89

Heikki Liimatainen & Lasse Nykänen

Kuorma-autokannan hallintamalli KAHMA

Tampereen teknillinen yliopisto. Liikenteen tutkimuskeskus Verne
Tampere 2014

Kansikuva: Tommi Mäkelä

ISBN 978-952-15-3225-2 (PDF)
ISSN-L 2242-3486
ISSN 2242-3486



Julkaisija Tampereen teknillinen yliopisto. Liikenteen tutkimuskeskus Verne		Julkaisuajankohta 13.1.2014	
Tekijät Heikki Liimatainen & Lasse Nykänen			
Julkaisun nimi Kuorma-autokannan hallintamalli KAHMA			
Tiivistelmä <p>Kuorma-autokanta muuttuu jatkuvasti, kun uusia kuorma-autoja tulee kantaan ja vanhoja poistuu. Myös kuorma-autojen käyttö muuttuu. Tutkimuksessa yhdistetään kuorma-autokannan kehittymistä kuvaavat tiedot kuorma-autojen käytön kehittymistä kuvaaviin tietoihin ja muodostetaan näin kuva siitä, miten kuorma-autojen ja niiden käytön kehitys vaikuttaa energiankulutukseen ja päästöihin. Menetelmänä on tieliikenteen tavarankuljetustilaston analyysi ja tietojen yhdistäminen VTT:n LIPASTO-järjestelmän polttoaineenkulutus- ja päästö-tietoihin. Tutkimuksessa arvioidaan myös lokakuussa 2013 voimaan tulneiden kuorma-autojen mitta- ja massarajojen muutosten vaikutuksia.</p> <p>Kuorma-autokannan uusiutuminen on vahvasti sidoksissa kansantalouden yleiseen kehitykseen ja tästä johtuvaan kuljetuskysynnän muutoksiin. Kuorma-autojen ensirekisteröintien vähentyminen huonossa taloudellisessa tilanteessa vaikuttaa koko kuorma-autojen elinkaaren ajan suurempina päästöinä ja energiankulutuksena. Suomen kuorma-autokanta on hyvin vanhaa. Kuorma-autokannan keski-ikää tärkeämpi on kuitenkin kuorma-autojen tuotannollinen keski-ikä, eli eri-ikäisten kuorma-autojen osuus liikennesuoritteesta. Tuotannollinen keski-ikä vaihtelee merkittävästi toimialojen välillä. Myös luvanvaraisessa liikenteessä olevien ja yksityisten kuorma-autojen tuotannollinen keski-ikä on hyvin erilainen.</p> <p>Esitetyt arviot kuorma-autojen mittojen ja massojen korotusten vaikutuksista ovat tutkimuksen perusteella erittäin optimistisia. Tämän tutkimuksen perusteella massarajojen korotusten teoreettiset kustannussäästöt ovat siirtymäaikana 2013–2018 enintään 116 miljoonaa euroa vuodessa ja siirtymäajan jälkeen enintään 189 miljoonaa euroa vuodessa. Nämä säästöt toteutuvat, jos mitta- ja massarajojen korotukset hyödynnetään täysimääräisesti niissä kuljetuksissa, jotka vuonna 2012 olivat täyteen kuormattuja. Mitta- ja massarajojen korotusten toteutuneita vaikutuksia tulee tutkia tieliikenteen tavarankuljetustilaston tietojen pohjalta tulevana vuosina todellisten hyötyjen selvittämiseksi.</p>			
Asiasanat tiekuljetukset, kuorma-autokanta, kokonaismassarajat			
Sarjan nimi ja numero Tampereen teknillinen yliopisto. Liikenteen tutkimuskeskus Verne. Tutkimusraportti 89		Kieli suomi	Kokonaissivumäärä 25
ISSN-L 2242-3486	ISSN 2242-3486	ISBN 978-952-15-3225-2 (PDF)	
Julkaisun verkkosijainti (URL) http://www.tut.fi/verne/kuorma-autokannan-hallintamalli/ http://urn.fi/urn:isbn:978-952-15-3225-2			



Publisher Tampere University of Technology. Transport Research Centre Verne		Date of publication 13.1.2014
Authors Heikki Liimatainen & Lasse Nykänen		
Name of publication Truck fleet management model		
Abstract <p>Truck fleet is in constant change with new truck registered and old vehicles removed from use. Also the way the trucks are used changes. The truck fleet information is combined with the truck use data in this study to assess how these affect the energy use and emissions of road freight operations. Research method analyses the goods transport by road survey data and combines it with fuel consumption and emission data of VTT's LIPASTO transport emission calculation system. The effects of the maximum truck height and gross weight limit increase implemented in October 2013 in Finland are also estimated.</p> <p>The renewal of the truck fleet is closely linked with the development of economy in general and the resulting changes in freight transport demand. The decrease of new truck registrations in weak economical situation increases the energy consumption and emissions from trucks throughout the truck lifetime. The truck fleet is very old in Finland. However, the operational average age, i.e. the share of trucks of different age of the total mileage, is more important than the average age of the truck in the truck fleet. The operational average age of trucks varies considerably between the branches of economy. Also between the licensed and private trucks the difference in operational average age is very different.</p> <p>Previous estimates on the effects of the increase of the maximum truck height and gross weight limits are very optimistic based on this study. This study estimates that the theoretical maximum cost savings of the increase are 116 million euros annually during the transition period 2013–2018 and 189 million euros annually after the transition period. These savings are realized if the increase limits are fully utilized in those transport operations which were fully loaded in 2012. The actual effects of the increased limits should be further studied to assess the actual benefits.</p>		
Keywords road freight transport, truck fleet, maximum gross vehicle weight limit		
Serial name and number Tampere University of Technology. Transport Research Centre Verne. Research Report 89	Language Finnish	Pages, total 25
ISSN-L 2242-3486	ISSN 2242-3486	ISBN 978-952-15-3225-2 (PDF)
URL http://www.tut.fi/verne/kuorma-autokannan-hallintamalli/ http://urn.fi/urn:isbn:978-952-15-3225-2		

Sisällys

1 Johdanto	6
1.1 Tutkimuksen tausta.....	6
1.2 Tutkimusongelma	6
1.3 Tutkimusmenetelmä.....	6
2 Kuorma-autokannan hallinta.....	7
2.1 Kuorma-autokannan uudistumisen vaikutukset.....	7
2.2 Esimerkkejä kuorma-autokannan hallintajärjestelmistä	9
3 Suomen kuorma-autokanta.....	10
4 Kuorma-autojen käyttö Suomessa	11
4.1 Liikennesuoritteet ja kuorma-autojen ikä.....	11
4.2 Taloudellisen tilanteen merkitys.....	12
4.3 Toimialojen käyttötapojen vaikutus	13
5 KAHMA-case: kuorma-autojen mitta- ja massarajojen korotus.....	14
5.1 Johdanto	14
5.2 Kuljetusten kuormitusaste.....	14
5.3 Kokonaismassarajojen noston vaikutus.....	17
5.4 Ympäristövaikutukset	20
5.5 Maksimikorkeuden muutos.....	21
5.6 Vaikutukset tieverkkoon	21
6 Kuorma-autokannan hallintamallin periaate	22
7 Yhteenveto	24
Lähteet.....	25

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen tausta

Kuorma-autokanta muuttuu jatkuvasti, kun uusia kuorma-autoja tulee kantaan ja vanhoja poistuu. Myös kuorma-autojen käyttö muuttuu. Sekä kannassa olevat kuorma-autot että niiden käyttötapa vaikuttavat merkittävästi kuljetusten energiankäyttöön ja päästöihin.

Tiekuljetusalan energiatehokkuuden ja hiilidioksidipäästöjen tulevaisuus -tutkimuksessa nähtiin toimialojen taloudellisen kehityksen suuri merkitys kuljetusten energiatehokkuuteen ja CO₂-päästöihin. Tutkimus toi esille myös, miten eri tavoin kuorma-autoja käytetään eri toimialoilla. (Liimatainen et al. 2012.)

1.2 Tutkimusongelma

Tutkimusongelmana on, miten kuorma-autokannan ja kuorma-autojen käytön kehitys vaikuttaa energiankulutukseen ja päästöihin. Jotta tiedettäisiin, mikä nykytilanne on, miltä kehitys tulevaisuuteen näyttää ja mihin – jos niin halutaan, esimerkiksi energiatehokkuuden parantamiseksi – tulisi vaikuttaa, tarvitaan tutkimusta.

Tutkimuksen avulla muodostetaan tarkempi käsitys kuorma-autojen energiankulutuksen ja päästöjen kehittymisestä, jota voidaan hyödyntää muun muassa kehittämistoimenpiteiden vaikutusten arvioinnissa.

1.3 Tutkimusmenetelmä

Tutkimuksessa yhdistetään kuorma-autokannan kehittymistä kuvaavat tiedot kuorma-autojen käytön kehittymistä kuvaaviin tietoihin ja muodostetaan näin kuva siitä, miten kuorma-autojen ja niiden käytön kehitys on vaikuttanut ja vaikuttaa edelleen tulevaisuudessa trendipohjaisesti energiankulutukseen ja päästöihin. Menetelmänä on tieliikenteen tavarankuljetustilaston analyysi ja tietojen yhdistäminen VTT:n LIPASTO-järjestelmän polttoaineenkulutus- ja päästötietoihin.

2 Kuorma-autokannan hallinta

Kuorma-autot on tarkoitettu kaupalliseen toimintaan, jossa on tarkoituksena kuljettaa tavaraa teitse. Näin ollen voidaan todeta, että kuorma-autokanta on suoraan riippuvainen kuljetusten kysynnästä. Kuorma-autokanta kasvaa, jos nykyinen kuljetusten kysyntä kasvaa tai alalle avautuu täysin uusia markkinoita ja vastaavasti pienenee, jos kuljetusten kysyntä pienenee. Kuljetusten kysynnän lisäksi kuorma-autokantaa muokkaa kaluston luonnollinen vaihtuvuus. Kaluston ikääntyessä ja kuluessa vanha kalusto vaihdetaan uuteen.

Kansallisen kuorma-autokannan keski-ikä kannalta kaluston kierron nopeudella on suuri merkitys. Mitä nopeampaa kierto on, sitä nopeammin kuorma-autokannassa voidaan hyödyntää teknologian kehittyminen päästöjen ja energiankulutuksen vähentämiseksi. Kuorma-autosektorille on kuitenkin tyypillistä se, että osa toimialoista ja erityisesti pienemmät toimijat hyödyntävät isojen kuljetusyritysten nopeaa kaluston kierrättämistä ja ostavat näiltä käytettyä kalustoa omaan käyttöönsä. Näin ollen Suomen kuorma-autokannan keski-ikä ei alene ennen kuin myös käytetyn kaluston kierto nopeutuu ja vanhat ajoneuvot poistuvat käytöstä. Niillä toimialoilla, joissa kuljetettava tavara vaatii jotain tiettyjä erityisominaisuuksia kuljetuskalustolta tai tavaran kuljettamiseen liittyy jokin turvallisuusriski, kuten vaarallisten aineiden kuljetukset, kaluston käyttöikä on usein normaalia lyhyempi, mikä osaltaan saattaa johtua myös siitä, että näitä kuljetuksia säädelään tiukemmin.

Kuljetusyritysten strategisten toimintatapojen lisäksi kuorma-autokaluston kiertoon vaikuttaa se, miten ja kuinka paljon kalustoa käytetään (Motiva 2011). Suuret vuosittaiset ajosuoritteet ja vaativissa olosuhteissa liikkuminen kuluttavat kalustoa nopeammin ja siten nopeuttavat kaluston kiertoa. Ajosuoritteen lisäksi myös kuljettajalla ja kaluston kunnossapidolla on merkittävä vaikutus kaluston kulumiseen. Kuljettaja voi omalla vastuullisuudellaan ja ajotavallaan sekä säännöllisellä kunnossapidolla pidentää kaluston käyttöikää. Säännöllisellä kunnossapidolla voidaan myös varmistaa, että käytettävä kalusto ei ole vioittunut ja siksi vaaranna liikenneturvallisuutta.

Kuljetusyritysten ongelmana on kaluston kierron optimointi. Yritysten tulee strategisella tasolla päättää, milloin he vaihtavat kalustoaan, jotta he saisivat kalustostaan suurimman hyödyn liiketoiminnassaan. Uusi kuljetuskalusto on todella merkittävä hankinta kuljetusyrityksille, minkä vuoksi yritysten tulee tarkkaan arvioida, milloin he vaihtavat vanha kalusto uuteen. Kaluston kiertoa suunniteltaessa kuljetusyritysten tulee arvioida muun muassa kaluston käyttömäärää ja vanhan kaluston jälleenmyyntiarvoa ja suhteuttaa se uuden kaluston hankintaan. Usein ajoneuvon myyjillä on tarjota ohjelmistoja ajoneuvon valinnan optimointiin. (Motiva 2011)

2.1 Kuorma-autokannan uudistumisen vaikutukset

Teknologian kehittymisen myötä uudet kuorma-autot ovat entistä turvallisempia ja vähäpäästöisempiä ja täten kuorma-autokannan uudistuminen kehittää samalla koko liikennejärjestelmää turvallisemmaksi ja vähäpäästöisemmäksi. Mitä nopeammin kuorma-autokanta uudistuu, sitä nopeammin uudet teknologiat voidaan hyödyntää kuljetussektorilla.

Viestintäteknologian nopean kehityksen myötä kuorma-autot voivat olla jatkuvasti vuoro-vaikutuksessa kuorma-auton toimintaa seuraavan palvelun kanssa. Ajetavan seurannan avulla kuljetusyritykset voivat seurata oman kalustonsa toimintaa ja valvoa missä heidän kalustonsa liikkuvat ja koska. Jatkuvan seurannan avulla yritysten on helppoa tunnistaa toiminnassa havaitut poikkeukset, jotka mahdollisesti vaativat toimenpiteitä. Toinen viestintäteknologian kehityksen mahdollistama kuljetusten turvallisuutta parantava palvelu on hätäpuhelin, jolla kuljettaja voi välittömästi ongelman havaitessaan tai joutuessaan onnettomuuteen ottaa yhteyttä palveluntarjoajaan.

Haitallisten pakokaasupäästöjen vähentäminen on osa kestävästä kehityksestä, johon kuorma-autojen kehittämistä on suunnattu. Euroopan Unionin alueella kuorma-autojen haitallisia päästöjä säädelään EURO-päästöluokilla. Taulukossa 1 on esitetty EURO-päästöluokat ja niissä asetut eri päästöjen raja-arvot. Kehitys haitallisten päästöjen vähentämisessä on ollut nopeaa. 20 vuodessa uusien kuorma-autojen päästöt on saatu pudotettua murto-osaan vuoden 1992 arvoista. Kuorma-autokannan uusiutuminen vaikuttaa täten suoraan kuorma-autojen päästöjen määrään.

Taulukko 1 EURO-päästörajoitukset uusille isoille dieselmoottoreille, g/kWh (muokattu lähteestä Dieselnet 2009).

EURO-luokka	Vuosi	CO	HC	Nox	PM
EURO I	1992, < 85 kW	4,5	1,1	8,0	0,612
	1992, > 85 kW	4,5	1,1	8,0	0,36
EURO II	1996	4,0	1,1	7,0	0,25
	1998	4,0	1,1	7,0	0,15
EURO III	1999	1,5	0,25	2,0	0,02
	2000	2,1	0,66	5,0	0,10
EURO IV	2005	1,5	0,46	3,5	0,02
EURO V	2008	1,5	0,46	2,0	0,02
EURO VI	2013	1,5	0,13	0,4	0,01

Kuorma-autojen kehityksen myötä myös ajoneuvojen omapainoa on pyritty pienentämään, mikä on osittain voitu hyödyntää kaluston suurempana kantavuutena. Uusien kevyt-rakenteisten ajoneuvojen avulla on mahdollista parantaa tiekuljetusten energiatehokkuutta, koska pienempi omapaino mahdollistaa painavammat kuormat ja samalla ajoneuvon kulutus laskee. Suomalaisessa RASTU-projektissa havaittiin, että 1000 kg:n vähennys ajoneuvon omapainossa vähentää runsaan prosentin polttoaineenkulutusta (Kytö et al. 2009).

2.2 Esimerkkejä kuorma-autokannan hallintajärjestelmistä

TREMOVE on 1990-luvun lopussa EU-alueelle kehitetty malli, joka kattaa sekä henkilö- että tavaraliikenteen vuosilta 1995–2030. TREMOVE kattaa nykyään tiedot 31 maasta (EU27-maat, Kroatia, Norja, Sveitsi ja Turkki). Mallin avulla voidaan arvioida muun muassa liikenteen kysyntää, kuljetusmuotojakaumaa, ajoneuvokaluston kiertoa ja romutusta, liikenteen päästöjä sekä liikenteen hinnoittelun, joukkoliikenteen hinnoittelun, päästötasojen ja vähäpäästöisempien ajoneuvojen tukien tasoa kussakin maassa. Alkuperäistä mallia on jälkeensä päivitetty uusilla lähtötiedoilla ja laskentatapojen muutoksilla, ja viimeinen päivitys malliin tehtiin vuosina 2009–2010, jolloin TREMOVE:sta julkaistiin versio v.3.3.2. (European Commission 2012; Transport & Mobility Leuven 2014)

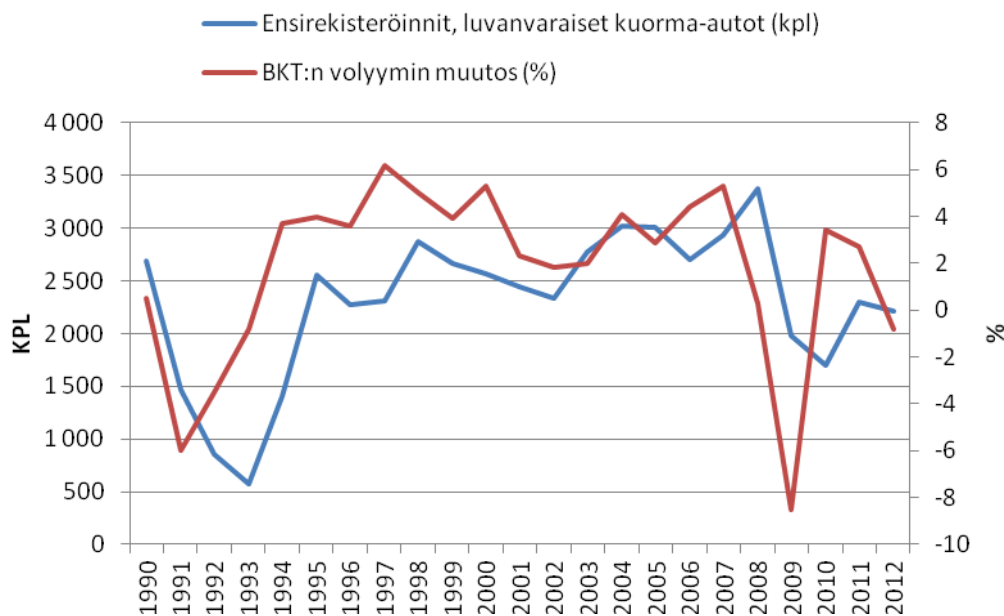
Yhdysvalloissa kuorma-autokannan hallintamallina on käytetty VIUS-mallia (Vehicle Inventory and Use Survey). Malli kattaa kaikki Yhdysvaltojen osavaltiot ja se on toteutettu viiden vuoden välein vuodesta 1963 lähtien aina vuoteen 2002 asti. Vuoden 2002 jälkeen mallia ei kuitenkaan olla enää päivitetty. Malli tarjoaa tietoa sekä yksityisestä että kaupalliseen toimintaan tarkoitetusta kansallisesta kuorma-autokannasta. Mallin ensisijainen tarkoitus on tarjota tietoa kuorma-autojen lukumäärästä niin kansallisesti kuin osavaltiokohtaisestikin, mutta sen lisäksi malli sisältää tietoja muun muassa käytettävän kaluston fyysisistä ja toiminnallisista ominaisuuksista. (U.S. Department of Commerce 2013)

Ajoneuvokannan hallintajärjestelmiä käytetään usein yhdessä muiden tietokantojen kanssa, jotta pystytään tarkemmin analysoimaan kaluston vaikutuksia ja tulevaisuutta. Suomessa VTT:n toteuttama LIPASTO-laskentajärjestelmä on hyvä esimerkki tietokannasta, jolla voidaan tuoda huomattavasti lisäarvoa perinteisille ajoneuvokannan hallintajärjestelmille. LIPASTO-laskentajärjestelmä on kaikille avoin tietokanta, joka sisältää neljän eri liikenne- ja vesiliikenne) liikennevälineiden yksikköpäästökertoimet. Liikennesuoritustietojen ja yksikköpäästötietojen yhdistämisellä pystytään suhteellisen tarkasti arvioimaan liikenteen ympäristövaikutuksia. (LIPASTO 2013)

3 Suomen kuorma-autokanta

Vuoden 2012 lopussa Suomen ajoneuvorekisterissä oli 128 080 kuorma-autoa, joiden keski-ikä oli 12,9 vuotta. Näistä liikennekäytössä oli 96 714, keski-ikänsä 11,2 vuotta, ja liikennekäytöstä poistettuna 31 366 kuorma-autoa, keski-ikänsä 18,1 vuotta. Liikennekäytöstä poistettujen osuus on kasvanut joka vuosi sen jälkeen, kun se tuli mahdolliseksi vuonna 2007. Tuolloin liikennekäytöstä poistettuja oli 4 prosenttia kuorma-autoista, mutta vuonna 2012 siis jo 24 prosenttia. Rekisteristä poistetaan kuorma-autoja sen sijaan hyvin vähän, vuonna 2011 vain 222 kappaletta ja vuonna 2012 vain 297 kappaletta. Rekisteristä poistettujen kuorma-autojen keski-ikä oli 15,7 vuotta vuonna 2012. Vuonna 2012 ensirekisteröitiin 3264 kuorma-autoa ja käytettynä maahan tuotiin 2488 kuorma-autoa. Rekisterissä olevista kuorma-autoista oli vuoden 2012 aikana luvanvaraisia vajaa kolmannes, 40 081 kappaletta ja ensirekisteröidyistä kaksi kolmasosaa, 2207 kappaletta. (Tilastokeskus 2013a ja 2013b.)

Taloudellinen tilanne vaikuttaa vahvasti kuorma-autojen ensirekisteröintiin. Luvanvaraiseen liikenteeseen rekisteröityjen kuorma-autojen määrä romahti 1990-luvun alun ja 2009 alkaneen laman seurauksena (kuva 1).



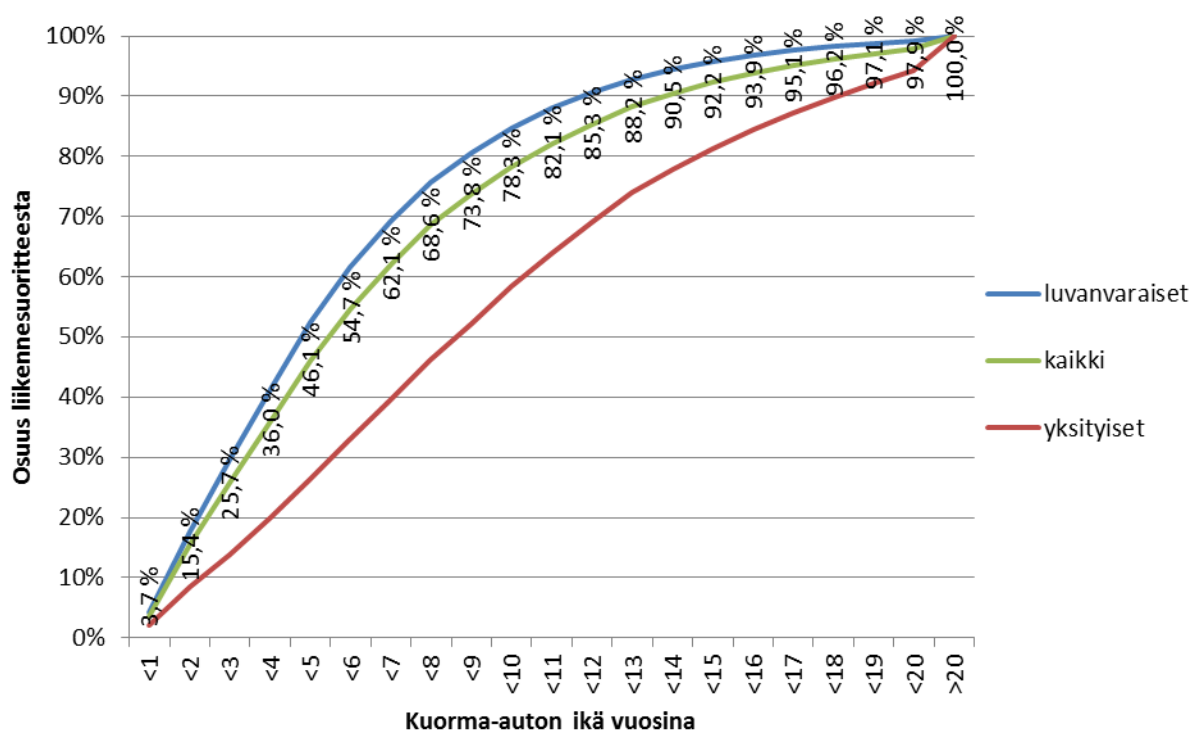
Kuva 1 Luvanvaraiseen liikenteeseen ensirekisteröityjen kuorma-autojen määrä 1990–2012 (Tilastokeskus 2013b ja 2014).

Kuvasta 1 nähdään selvästi kuorma-autojen ensirekisteröintiin ja bruttokansantuotteen volyymin muutosten korrelaatio. Korrelaatiokerroin on 0,48, eli korrelaatio on vahva.

4 Kuorma-autojen käyttö Suomessa

4.1 Liikennesuoritteet ja kuorma-autojen ikä

Vaikka liikennekäytössä olevien kuorma-autojen keski-ikä on Suomessa yli 11 vuotta, kuorma-autojen ”tuotannollinen keski-ikä” on tieliikenteen tavarankuljetustilaston pohjalta tarkasteltuna huomattavasti alhaisempi, noin 5,5 vuotta. Keskimäärin 55 % liikennesuoritteesta on 2000-luvulla ajettu enintään 6 vuotta vanhoilla kuorma-autoilla (kuva 2). Luvanvaraisessa liikenteessä olevilla kuorma-autoilla tehollinen keski-ikä on hieman alle 5 vuotta ja yksityisten kuorma-autojen osalta hieman alle 9 vuotta.

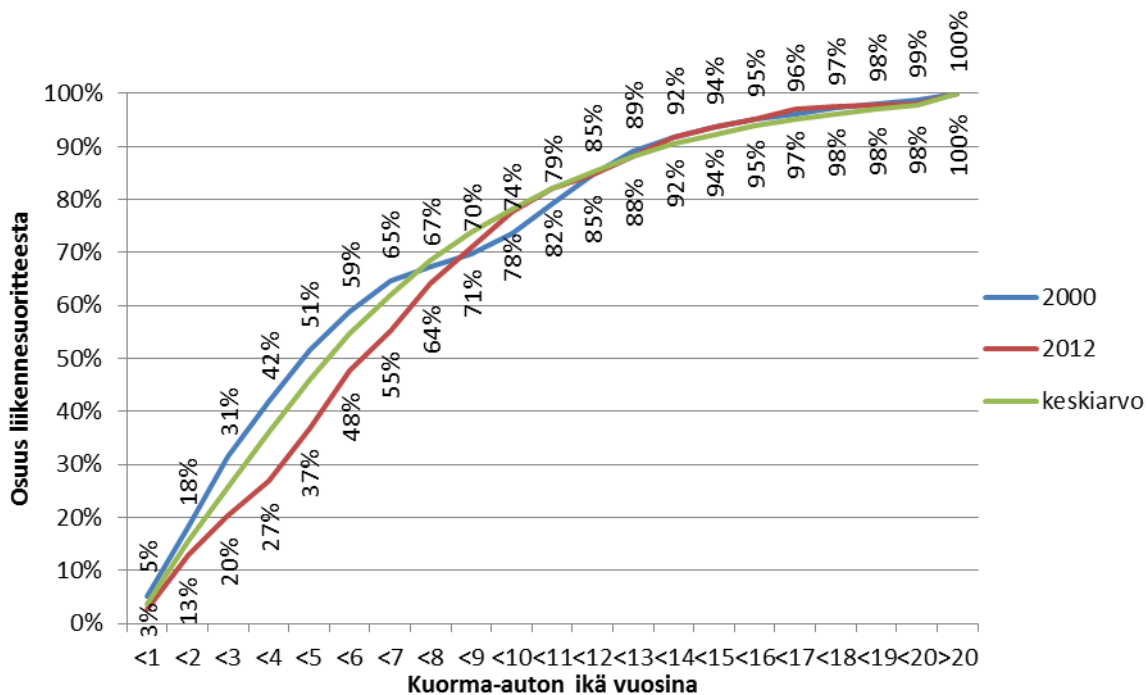


Kuva 2 Eri-ikäisten kuorma-autojen osuus liikennesuoritteesta, vuosien 2000–2012 keskiarvo.

4.2 Taloudellisen tilanteen merkitys

Taloudellisella tilanteella on suuri vaikutus uusien kuorma-autojen rekisteröinteihin, kuten edellisessä luvussa nähtiin. Tämä vaikutus näkyy kuorma-autojen käytössä pitkän aikaa. Tämä tulee esiin, kun verrataan liikennesuoritteiden muodostumista eri-ikäisillä kuorma-autoilla vuosien 2000–2012 keskiarvona ja erikseen vuosina 2000 ja 2012 (kuva 3). Vuosina 1995–2000 ensirekisteröitiin noin 2500 kuorma-autoa vuosittain, mutta laman aikana 1991–1994 alle 1500 kuorma-autoa. Vuosina 2009–2012 puolestaan on ensirekisteröity noin 2000 kuorma-autoa vuosittain. Ensirekisteröintiä vaihtelusta johtuva ero liikennesuoritteiden muodostumisessa on erittäin suuri. 1990-luvun alun lama näkyy vuoden 2000 liikennesuoritteiden muodostumisessa, jossa 7-9 vuoden ikäisillä kuorma-autoilla (1991–1993 ensirekisteröidyillä) ajettiin vain 9 prosenttia kokonaisliikennesuoritteesta, kun vuonna 2012 vastaavan ikäisillä (2003–2005 ensirekisteröidyillä) ajettiin 23 prosenttia kokonaisliikennesuoritteesta.

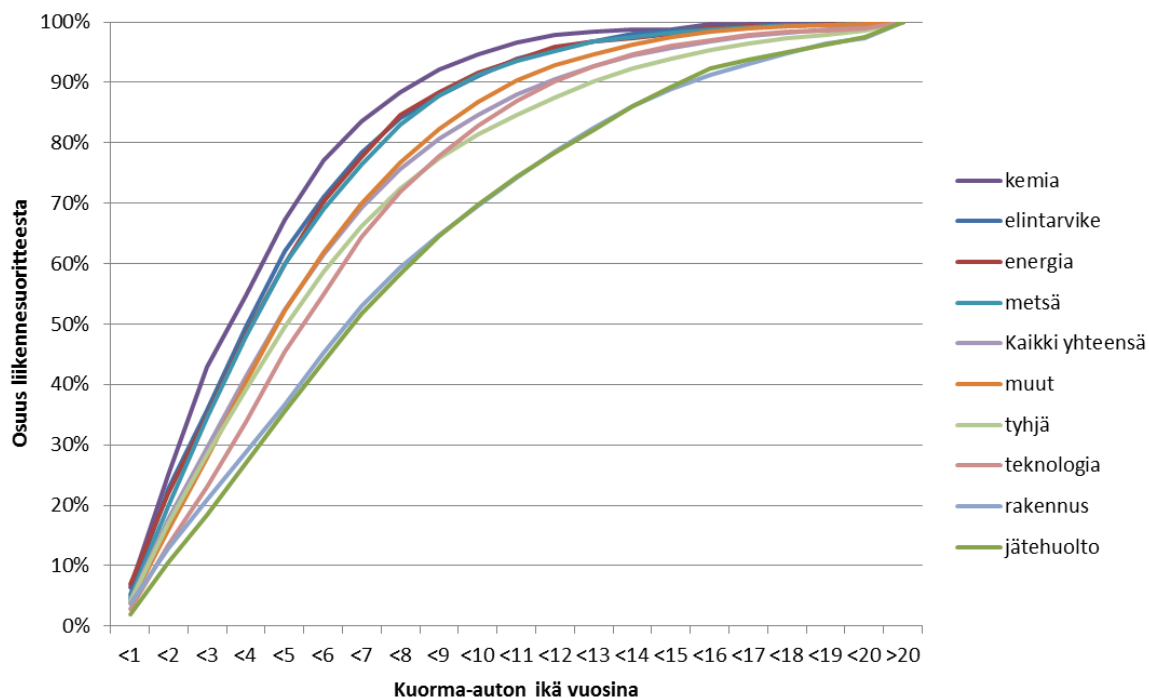
Alle 4 vuotta vanhoilla (2009–2012 ensirekisteröidyillä) kuorma-autoilla ajettiin puolestaan vuonna 2012 noin 27 prosenttia vuoden kokonaisliikennesuoritteesta, kun vuonna 2000 vastaavan ikäisillä (1997–2000 ensirekisteröidyillä) kuorma-autoilla ajettiin 42 prosenttia kokonaisliikennesuoritteesta. 15 prosenttiyksikön ero tarkoittaa noin 285 miljoonan kilometrin suoritetta, joka on ajettu vuonna 2012 EURO IV-luokan tai aiemmalla kalustolla lokakuussa 2008 voimaan astuneen EURO V-luokan kaluston sijaan. EURO V-normin myötä typenoksidipäästöjen raja laski 3,5:stä 2:een g/kWh, NO_x-päästöt ovat siis noin 2,3 g/km suuremmat EURO IV- kuin EURO V-kalustolla, joten vuonna 2012 NO_x-päästöt olivat alle 4 vuoden ikäisellä kalustolla noin 650 tonnia suuremmat kuin ne olisivat olleet vuoden 2000 liikennesuoritejakaumalla. Vuonna 2012 kuorma-autojen NO_x-päästöt olivat 15 309 tonnia (LIPASTO 2013).



Kuva 3 Eri-ikäisten kuorma-autojen osuus liikennesuoritteesta vuosina 2000, 2012 ja keskiarvo 2000–2012.

4.3 Toimialojen käyttötapojen vaikutus

Kuorma-autojen käyttötavat ja niiden myötä tehollinen keski-ikä vaihtelee huomattavasti kuljetettavan tavaralajin mukaan (kuva 4). Tehokkaimmassa käytössä ovat kemianteollisuutta palvelevat luvanvaraisessa liikenteessä olevat säiliöautot, joilla tehollinen keski-ikä on alle 4 vuotta, kun taas yksityisten rakennusalaan palvelevien kuorma-autojen tehollinen keski-ikä on noin 10,5 vuotta. Luvanvaraisessa liikenteessäkin rakennusalan ja jätehuollon kuorma-autokanta on vanhinta, teholliselta keski-ikältään lähes 7 vuotta.



Kuva 4 Eri-ikäisten luvanvaraisten kuorma-autojen osuus liikennesuoritteesta toimialoittain, vuosien 2000–2012 keskiarvo.

Toimialojen väliset erot kuorma-autojen käytössä ja siten keski-ikässä ovat merkittävä huomioon otettava seikka kuorma-autokannan muutoksia ennakoimassa. Esimerkiksi uusi puhtaampi moottoritekniikka yleistyy toimialoilla eri tahtia, mikä vaikuttaa kuorma-autojen pakokaasupäästöjen ja polttoaineen kulutuksen kehitykseen. Myös vaihtoehtoisten moottoritekniikoiden yleistymisen kannalta on otettava huomioon, että esimerkiksi hybridimoottoreiden kannalta suurimman polttoainesäästön tarjoava käyttöympäristö, jätekuljetukset, uusii kuorma-autokantaa hitaasti.

5 KAHMA-case: kuorma-autojen mitta- ja massarajojen korotus

5.1 Johdanto

Case-tarkastelun tarkoituksena on arvioida kuorma-autojen mitta- ja massarajojen korottamisen todennäköisiä vaikutuksia pääosin tieliikenteen tavarankuljetustilaston tietojen analyysiin perustuen. Tutkimus havainnollistaa kuorma-autokannan hallintamallin (KAHMA) mahdollisia ominaisuuksia ja kehitystarpeita.

Suomen kuorma-autojen kokonaismassarajat muuttuvat seuraavasti lokakuun 2013 alusta:

- 4-akselinen kuorma-auto 32 t -> 35 t (kantavuus 18 t -> 21 t, + 17 %)
- 5-akselinen kuorma-auto 38 t -> 42 t (kantavuus 21 t -> 25 t, + 19 %)
- 8-akselinen ajoneuvoyhdistelmä (60t) -> 68 t (kantavuus 37 t -> 45 t, + 22 %)
- 9-akselinen ajoneuvoyhdistelmä (60t) -> 76 t (kantavuus 35 t -> 51 t, + 46 %).

Lisäksi määräaikaiset siirtymäajan korotukset huhtikuuhun 2018 saakka:

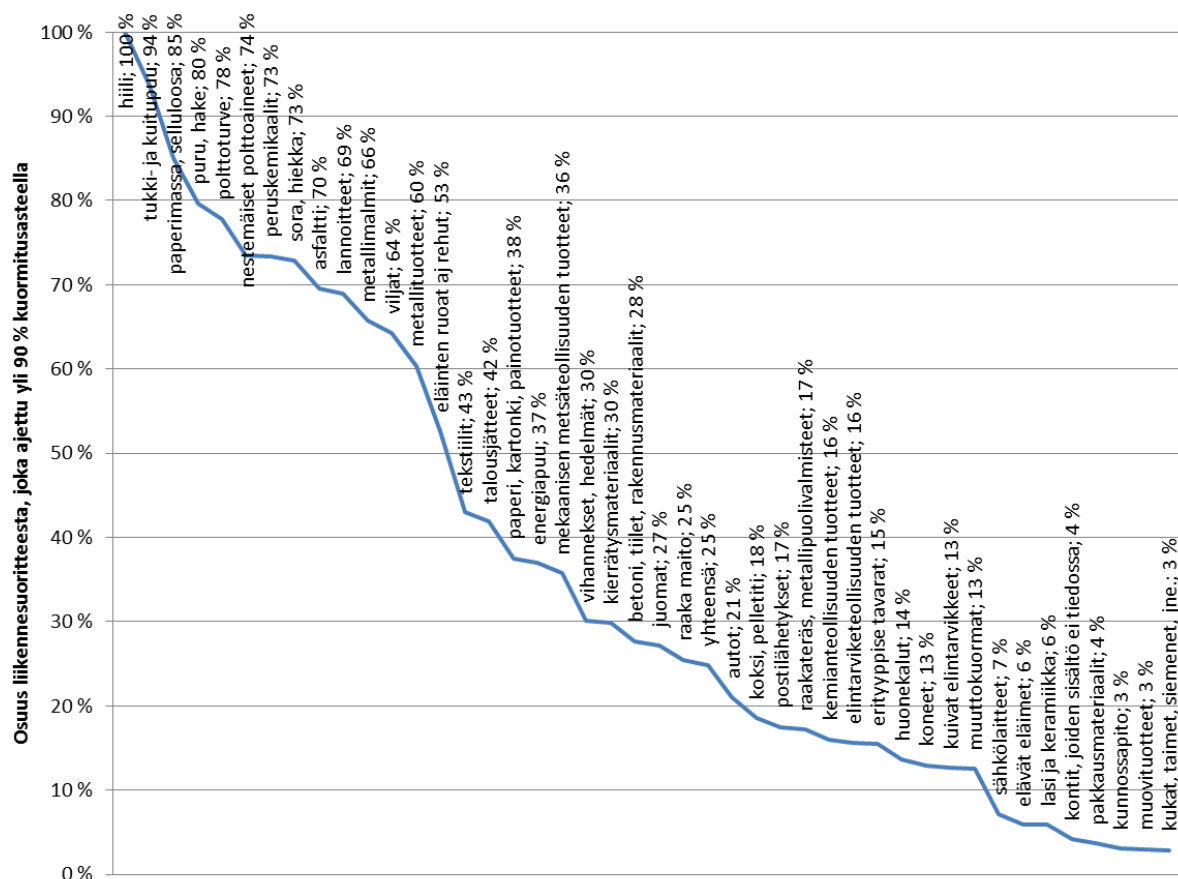
- 2-akselisille kuorma-autoille 18 t -> 20 t (kantavuus 11 t -> 13 t, + 18 %)
- 3-akselisille kuorma-autoille 26 t -> 28 t (kantavuus 16 t -> 18 t, + 13 %)
- 7-akselisen ajoneuvoyhdistelmille 60 t -> 64 t (kantavuus 40 t -> 44 t, + 10 %).

Korotuksilla odotetaan saavutettavan ensimmäisinä vuosina 60 miljoonan euron vuosittaiset säästöt ja pidemmällä aikavälillä 200 miljoonan euron vuotuiset säästöt, vaikka tieverkolle aiheutuvat lisäkustannukset otetaan huomioon (LVM 2012). Myöhemmissä arvioissa Liikenneviraston mukaan kuljetuskustannukset alenevat 160 miljoonaa euroa vuodessa ja EK:n mukaan 155–255 miljoonaa euroa (Puurunen 2013).

5.2 Kuljetusten kuormitusaste

Massa ei useimmiten ole lastin kokoa rajoittava tekijä, vaan tilavuus tai kuljetukselta edellytettävät logistiset reunaehdot, kuten toimitusaika ja toimitustiheys, jotka rajoittavat kuljetusten eräkokoja. Kokonaismassarajojen korotuksesta hyötyvät kuljetukset, joissa edellä mainituilla kuorma-autotyypeillä kuljetetaan massaperusteisesti täysiä kuormia. Tässä tarkastelussa massaperusteisesti täydeksi on luokiteltu kuljetukset, joissa lastin massa on yli 90 prosenttia kuorma-auton tai yhdistelmän kantavuudesta. Tieliikenteen tavarankuljetustilaston aineiston (Tilastokeskus 2013c) perusteella vuonna 2012 tällaisia kuljetuksia massarajojen korotusten kohteena olevilla kuorma-autoilla oli 475,3 miljoonaa kilometriä, mikä on 34 prosenttia lastattuna ajetuista kilometreistä (1400 milj. km) ja tyhjänä ajo huomioon ottaen 25 prosenttia kokonaisliikennesuoritteesta (1916 milj. km).

Tieliikenteen tavarankuljetustilastossa käytetään 45 tavaralajia. Tavaralajeista vain neljän tavaralajin – tukki- ja kuitupuu, puru ja hake, paperimassa ja selluloosa, hiili – kuljetukset ovat lähes aina massaperusteisesti täynnä, eli yli 80 prosenttia liikennesuoritteesta oli ajettu yli 90 prosentin kuormitusasteella (kuva 5). Näiden lisäksi 10 tavaralajilla – viljat, eläinten rehut, polttoturve, nestemäiset polttoaineet, asfaltti, metallimalmit, sora ja hiekka, lannoitteet, peruskemikaalit, metallituotteet – yli puolet liikennesuoritteesta oli ajettu yli 90 prosentin kuormitusasteella. Liikennesuoritteeltaan suurimman tavaralajin (erityyppiset tavarat, joita kuljetetaan samanaikaisesti) kuljetuksista vain 15 prosenttia oli massaperusteisesti täynnä.



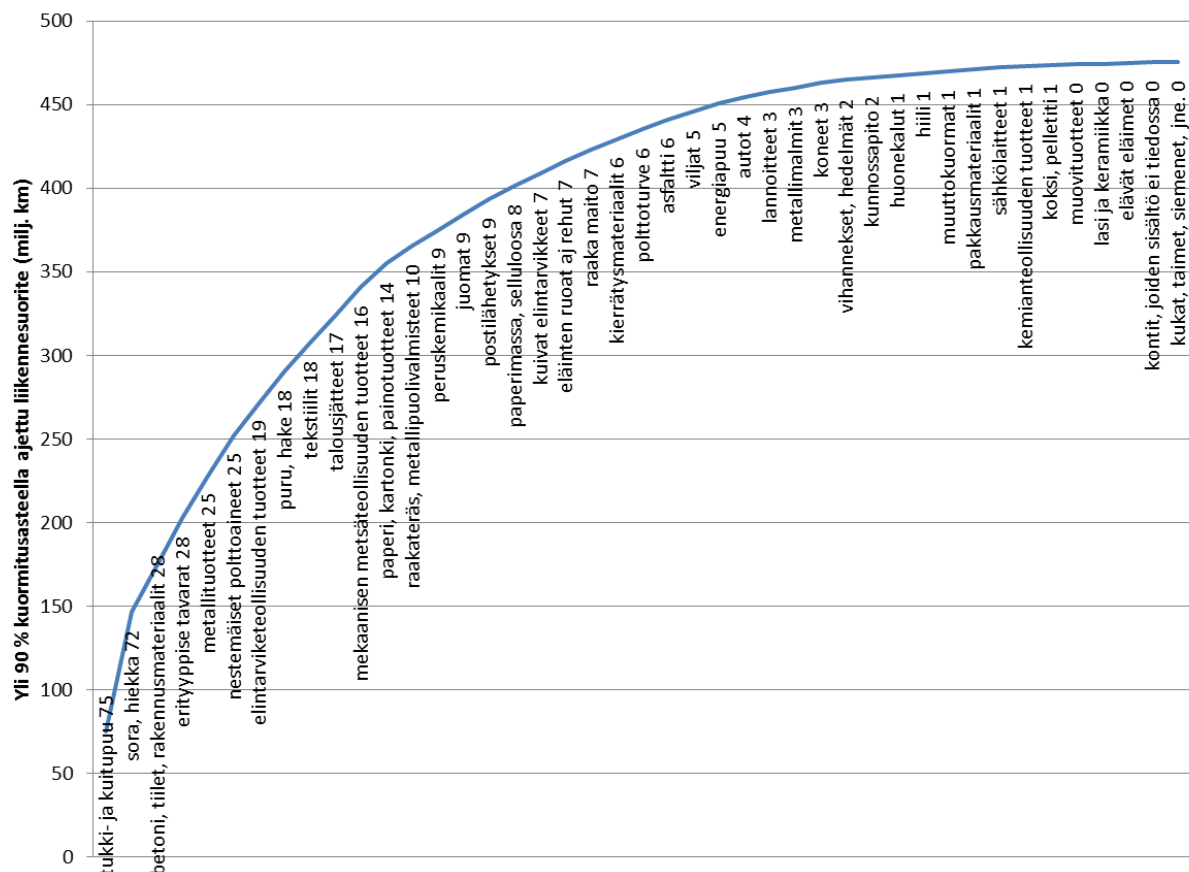
Kuva 5 Yli 90 prosentin kuormitusasteella ajettujen ajojen osuus liikennesuoritteesta tavaralajeittain vuonna 2012.

Kun massaperusteisesti täynnä ajettuun liikennesuoritteeseen lisätään ajoneuvotyypeille tyypillinen tyhjänä ajon osuus, saadaan liikennesuoritteet, joihin kokonaisuutena ajoneuvotyyppien nosto vaikuttaa (taulukko 2).

Taulukko 2 Liikennesuoritteet, joihin kokonaismassarajojen korotus vaikuttaa, eli yli 90 prosentin kuormituksella ajatut liikennesuoritteet ajoneuvoluokittain.

	2-aks.	3-aks.	4-aks.	5-aks.	7-aks.	8-aks.	9-aks.	Yhteensä
yli 90 % kuormattuna (milj. km)	85,6	41,1	29,7	3,6	215,8	98,8	0,7	475,3
sis. tyhjänä ajon (milj. km)	102,6	56,9	48,7	6,7	337,6	121,2	0,8	651,0

Kokonaismassarajojen nostosta hyötyvästä liikennesuoritteesta lähes kolmasosa tulee tukki- ja kuitupuun sekä maa-ainesten kuljetuksista (kuva 6). Massarajojen noston hyödyntämisen kannalta mielenkiintoisia ovat rakennusmateriaalit, erityyppiset tavarat ja elintarviketeollisuuden tuotteet. Näiden tavaralajien massaperusteisesti täynnä oleva liikennesuorite on yhteensä 75 miljoonaa kilometriä, josta 30 miljoonaa kilometriä on siirtymäajan korotuksista hyötyvillä 2- ja 3-akselisilla kuorma-autoilla, mutta kokonaisliikennesuorite 406 miljoonaa kilometriä, josta 141 miljoonaa kilometriä 7- ja 8-akselisilla yhdistelmillä. Alle 19 prosenttia liikennesuoritteesta on siis massaperusteisesti täynnä. Onkin mielenkiintoista, kuinka suuri osuus ajoneuvokalustosta muutetaan 9-akselisiksi yhdistelmiksi? Jos kaikki näitä tavaralajeja kuljettavat 7- ja 8-akseliset muutetaan ”varmuuden vuoksi” 9-akselisiksi, omamassan kasvusta johtuva polttoaineen kulutuksen kasvu ja 9-akselisen korkeampi hankintahinta pienentävät kantavuuden kasvusta saatavaa hyötyä merkittävästi.



Kuva 6 Massaperusteisesti täynnä ajettu liikennesuorite tavarylajeittain vuonna 2012.

5.3 Kokonaismassarajojen noston vaikutus

Kokonaismassarajojen noston maksimivaikutusta voidaan arvioida olettamalla, että kantavuuden kasvu vähentää täysimääräisesti kuormattua liikennesuoritetta ja vastaavasti myös tyhjänä ajoa, kun sama kuljetussuorite voidaan kuljettaa pienemmällä liikennesuoritteella. Esimerkiksi 4-akselisten kuorma-autojen kantavuus kasvaa 17 prosenttia, jolloin myös kokonaisliikennesuorite vähenee 17 prosenttia. Tällä oletuksella lasketut liikennesuoritteiden vähenemät on esitetty taulukossa 3. Taulukossa esitetään kaksi liikennesuoritteiden vähenemää, joista ensimmäinen kuvaa siirtymäkauden tilannetta, jossa 2-akselisten kokonaismassa nousee 20 tonniin, 3-akselisten 28 tonniin, 7-akselisten 64 tonniin ja 8-akselisten 68 tonniin. Toisessa, eli siirtymäkauden jälkeistä tilannetta kuvaavassa, vähenemässä on oletettu, että täyteen kuormatut (kuormitusaste yli 90 %) 7- ja 8-akseliset on korvattu 9-akselisilla yhdistelmillä ja 76 tonnin kokonaismassa on täydessä käytössä. Akselien lisäämisen on oletettu kasvattavan yhdistelmien omamassan 25 tonniin, jolloin kantavuus on 51 tonnia.

Taulukko 3 Kokonaismassarajojen noston vaikutukset liikennesuoritteisiin ja autojen käyttökustannuksiin.

	2-aks.	3-aks.	4-aks.	5-aks.	7-aks.	8-aks.	9-aks.	Yhteensä
kantavuuden nousu aluksi %	18 %	13 %	17 %	19 %	10 %	22 %	46 %	
vähennelmä milj. km	18,7	7,1	8,1	1,3	33,8	26,2	0,4	95,5
kantavuuden nousu lopuksi %			17 %	19 %	28 %	38 %	46 %	
vähennelmä milj. km			8,1	1,3	92,8	45,8	0,4	148,4
snt/km	33,77	33,77	33,77	33,77	43,44	43,44	43,44	
säästö milj. € aluksi	6,3	2,4	2,7	0,4	14,7	11,4	0,2	38,1
säästö milj. € lopuksi			2,7	0,4	40,3	19,9	0,2	63,6

Kokonaismassarajojen korotus vähentää siis kokonaisliikennesuoritetta aluksi enintään 95,5 miljoonaa kilometriä ja siirtymäkauden jälkeen enintään 148,4 miljoonaa kilometriä, mikä on 5,0 prosenttia ja 7,7 prosenttia nykyisestä kokonaisliikennesuoritteesta. Kun oletetaan autojen käyttökustannusten olevan Tervonen et al. (2010) mukaisesti kuorma-autolle 33,77 senttiä/km ja ajoneuvoyhdistelmälle 43,44 senttiä/km, voidaan laskea kokonaismassarajojen korotuksen tuottavan aluksi enintään 38 miljoonan euron säästöt ja siirtymäkauden jälkeen enintään 64 miljoonan euron säästöt polttoaine-, huolto- ja rengaskustannuksissa vuosittain.

Pienentyneen suoritteiden voidaan arvioida myös vähentävän tarvittavien ajoneuvojen määrää ja kuljettajien työtunteja. Kun oletetaan kuorma-autojen keskinopeuden olevan, lastaus- ja purkuajat huomioon ottaen, 40 km/h, pääomakustannusten olevan Tervonen et al. (2010) mukaisesti kuorma-autolle 7,80 €/tunti ja yhdistelmälle 10,32 €/tunti ja kuljettajan palkkakustannusten 20,79 €/tunti kuorma-autolle ja 22,15 €/tunti yhdistelmälle, voidaan laskea kokonaismassarajojen korotuksen tuottavan aluksi enintään 74 miljoonan euron säästöt ja siirtymäkauden jälkeen enintään 120 miljoonan euron säästöt palkka- ja pääomakustannuksissa vuosittain.

Taulukko 4 Kokonaismassarajojen noston vaikutukset kuorma-autojen käyttötunteihin ja palkka- ja pääomakustannuksiin.

	2-aks.	3-aks.	4-aks.	5-aks.	7-aks.	8-aks.	9-aks.	Yhteensä
palkka- ja pääomakustannus €/h	28,59	28,59	28,59	28,59	32,47	32,47	32,47	
vähennelmä milj. tuntia aluksi	0,47	0,18	0,20	0,03	0,84	0,65	0,009	2,39
vähennelmä milj. tuntia lopuksi			0,20	0,03	2,32	1,14	0,009	3,71
säästö milj. € aluksi	13,3	5,1	5,8	0,9	27,4	21,3	0,3	74,1
säästö milj. € lopuksi			5,6	0,9	75,4	37,2	0,3	119,5

Kokonaissäästöt massarajoitusten noston seurauksena ovat siis yhteensä aluksi enintään 112 miljoonaa euroa ja siirtymäajan jälkeen 183 miljoonaa euroa, mikäli massarajoitusten korotuksen jälkeen kaikki yli 90 prosentin kuormituksella ajatut ajot ajetaan 100 prosentin kuormituksella ja siirtymäajan jälkeen kaikki yli 90 prosentin kuormituksella ajaneet 7- ja 8- akseliset yhdistelmät on korvattu 9-akselisilla yhdistelmillä, joiden kantavuus hyödynnetään täysimääräisesti ja alle 90 prosentin kuormituksella ajaneita 7- ja 8-akselisia yhdistelmiä ei ole vaihdettu 9-akselisiin. **Kyseessä on siis teoreettinen maksimisäästö, joka ei missään tapauksessa tule toteutumaan.** Korotettuja massoja ei tulla hyödyntämään täysimääräisesti kaikissa potentiaalisissa tapauksissa ja 9-akselisilla autoilla tullaan ajamaan myös ajoja, joissa korotettua kokonaismassaa ei hyödynnetä, mutta lisäakselien tuoma omamassan lisäys kasvattaa polttoaineenkulutusta.

5.4 Ympäristövaikutukset

Kokonaismassan noustessa yksikköpäästöt ja polttoaineenkulutus liikennesuoritetta kohti nousevat, mutta liikennesuorituksen pienenemisen vuoksi kokonaispäästöt pienenevät.

Taulukko 5 Kokonaismassarajojen noston vaikutukset päästöihin ja polttoaineenkulutukseen.

	2-aks.	3-aks.	4-aks.	5-aks.	7-aks.	8-aks.	9-aks.	Yhteensä
nykyinen NO _x (g/km)	5,4	6	6,5	6,7	9	9	9	
uusi NO _x (g/km)	5,6	6,2	6,7	7	9,5	10	11	
nykyinen PM (g/km)	0,06	0,066	0,07	0,072	0,09	0,09	0,09	
uusi PM (g/km)	0,061	0,067	0,072	0,074	0,091	0,092	0,094	
nykyinen kulutus (l/100km)	26,9	33	37	38,9	52,3	52,3	52,3	
uusi kulutus (l/100km)	28,5	34,4	38,9	40,7	54,2	56,1	59,6	
nykyinen NO _x (t)	554,1	341,5	316,9	44,8	3038,6	1090,5	6,9	5393,1
uusi NO _x aluksi (t)	470,1	308,7	272,2	37,9	2886,7	949,7	3,7	4929,0
uusi NO _x lopuksi(t)	554,1	341,5	272,2	37,9	2692,5	829,0	3,7	4730,8
nykyinen PM (t)	6,2	3,8	3,4	0,5	30,4	10,9	0,07	55,2
uusi PM aluksi (t)	5,1	3,3	2,9	0,4	27,7	8,7	0,04	48,2
uusi PM lopuksi (t)	6,2	3,8	2,9	0,4	23,0	7,1	0,04	43,4
nykyinen kulutus (milj. l)	27,6	18,8	18,0	2,6	176,6	63,4	0,4	307,4
uusi kulutus aluksi (milj. l)	23,9	17,1	15,8	2,2	164,7	53,3	0,2	277,3
uusi kulutus lopuksi (milj. l)	27,6	18,8	15,8	2,2	145,9	44,9	0,2	255,4

Typenoksidipäästöt (NO_x) vähenisivät aluksi 464 tonnia ja siirtymäajan jälkeen 662 tonnia. Pienhiukkaspäästöt puolestaan vähenisivät aluksi 7 tonnia ja siirtymäajan jälkeen 12 tonnia. Hiilidioksidipäästöt vähenisivät aluksi 0,08 miljoonaa tonnia ja siirtymäajan jälkeen 0,14 miljoonaa tonnia, joka on noin 7,6 prosenttia tieliikenteen tavarankuljetustilaston kuorma-autojen 1,84 miljoonaa tonnin kokonaishiilidioksidipäästöistä. Päästövähennä on noin 0,1 miljoonaa tonnia pienempi kuin VTT:n ja Liikenneviraston arviot (Puurunen 2013). Päästökustannukset pienenevät tämän myötä aluksi 3,7 miljoonaa euroa ja siirtymäajan jälkeen 6,3 miljoonaa euroa Gynther et al. (2012) mukaisilla keskisuuren kaupungin päästökustannuksilla laskettuna (NO_x 856 €/t, hiukkaset 53460 €/t, CO₂ 37 €/t). Noin 80 prosenttia päästökustannusten säästöstä tulee hiilidioksidipäästöjen pienenemisestä.

5.5 Maksimikorkeuden muutos

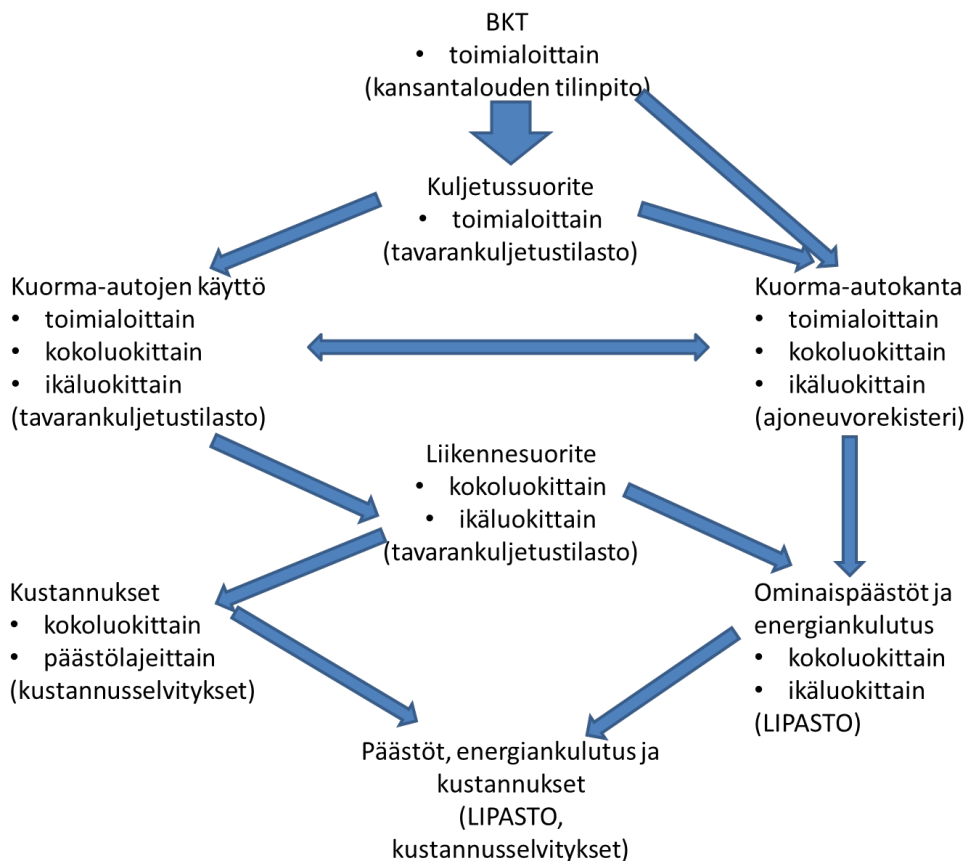
Kokonaismassojen muutoksen yhteydessä muutetaan myös kuorma-autojen maksimikorkeus 4,2 metristä 4,4 metriin. Tavarankuljetustilastossa on tieto siitä, onko tavaratila vastaajan mielestä täynnä (100 %), lähes täynnä (75 %), puolillaan (50 %), lähes tyhjä (25 %) vai tyhjä (0 %), mutta kuorma-auton korkeudesta tilastossa ei ole tietoa. Liikennesuoritteesta 42 prosenttia eli 805 miljoonaa kilometriä ajettiin tavaratila ”täynnä” vuonna 2012. Jos oletetaan, että kaikissa täynnä ajetuissa ajoissa hyödytään täysimääräisesti maksimikorkeuden 4,8 prosentin nostosta, liikennesuorite vähenee 38,3 miljoonaa kilometriä. Tämä tarkoittaa ajoneuvoyhdistelmän kustannuksilla laskettuna enintään 17 miljoonan euron säästöä polttoaine-, huolto- ja rengaskustannuksiin ja 31 miljoonan euron säästöä palkka- ja pääomakustannuksiin. Maksimikorkeuden muutos on kuitenkin joissain tavaralajeissa edellytys suuremman kokonaisuksen hyödyntämiselle, joten näistä saatavat kustannussäästöt eivät ole välttämättä summattavissa.

5.6 Vaikutukset tieverkkoon

Liikenneviraston mukaan painorajoitettujen siltojen lukumäärä kasvaa 144:stä 300–350 siltaan ja painorajoitusten poiston kustannukset ovat keskimäärin 10 miljoonaa euroa vuodessa. Samoin matalien alikulkujen korottaminen maksaa keskimäärin 10 miljoonaa euroa vuodessa. Liikennevirasto olettaa, että paripyörien käyttö alentaa teiden ylläpitokustannuksia 0,3 miljoonaa euroa vuodessa, mutta siirtymäajan aikana yksittäispyörien käyttö nykyistä suuremmilla massoilla kasvattaa ylläpitokustannuksia 85 miljoonaa euroa vuodessa. Yhteensä vaikutukset ovat 846 miljoonan euron lisäkustannus 20 vuoden aikana, josta yli puolet siirtymäajan aikana huhtikuuhun 2018 mennessä. (Puurunen 2013.)

6 Kuorma-autokannan hallintamallin periaate

Kuorma-autokannan hallintamallin periaate on esitetty kuvassa 7. Kuorma-autokannan kehitys ja kuorma-autojen käyttö on edellä esitetyn perusteella vahvasti sidoksissa toimialoitteiseen taloudelliseen kehitykseen ja näistä johtuviin kuljetuskysynnän muutoksiin. Näin ollen kuorma-autokannan hallintamalli tarvitsee pohjaksi toimialoitteiset talouskehityksen ennusteet. Talouskehityksen vaikutusta toimialoitteisiin kuljetussuoritteisiin voidaan ennakoida Liimataisen et al. (2012) kuvaamalla tavalla kuljetusintensiteetin avulla.



Kuva 7 Kuorma-autokannan hallintamallin periaate.

Kuljetussuoritteen kysyntään vastaamiseen tarvittava liikennesuorite määräytyy kuorma-autokannan ominaisuuksien ja kuorma-autojen käyttötapojen vuorovaikutuksen seurauksena. Tähän vuorovaikutukseen liittyviä seikkoja voidaan tarkastella tieliikenteen tavarankuljetustilaston ja kuorma-autorekisterin tietojen avulla. Lainsäädäntö, kuten mitta- ja massarajoitukset sekä työ- ja lepoaikamääräykset vaikuttavat autokantaan ja autojen käyttöön. Näiden vuorovaikutus kiteytyy kuormitusasteeseen, eli maksimikuorman ja keski-kuorman suhteeseen toimialoittein ja kuorma-autojen koko- ja ikäluokittain. Tulevaisuutta voidaan ennakoida trendi- ja asiantuntijaennusteita käyttämällä.

Liikennesuoritteen ajamisesta aiheutuvat päästöt, energiankulutus ja kustannukset määräytyvät kuorma-autokannan ominaispäästöjen ja energiankulutukset sekä ajoneuvo- ja työvoimakustannusten avulla. Näihin liittyvää tietoa on olemassa kuorma-autojen kokoluokittain ja päästöjen osalta myös ikäluokittain. Kustannusten osalta tarkempien tietojen saaminen on tarpeen kuorma-autojen ikäluokittain. Myös kuorma-autojen liikennesuoritteiden ja työtuntien suhteen selvittäminen on tarpeen kuorma-autojen pääomakustannusten ja työvoimakustannusten arvioimiseksi.

7 Yhteenveto

Kuorma-autokannan uusiutuminen on vahvasti sidoksissa kansantalouden yleiseen kehitykseen ja tästä johtuvaan kuljetuskysynnän muutoksiin. Kuorma-autojen ensirekisteröintien vähentyminen huonossa taloudellisessa tilanteessa vaikuttaa koko kuorma-autojen elinkaaren ajan suurempina päästöinä ja energiankulutuksena, jos teknologisen kehityksen myötä päästötasot ja energiankulutus pienenevät tulevaisuudessa menneen kehityksen mukaisesti.

Suomen kuorma-autokanta on hyvin vanhaa, keski-ikään kuitenkin vaikuttaa merkittävästi se, että kuorma-autoja ei poisteta rekisteristä vaan vain liikennekäytöstä. Kuorma-autokannan keski-ikää tärkeämpi on kuitenkin kuorma-autojen tuotannollinen keski-ikä, eli erikäisten kuorma-autojen osuus liikennesuoritteesta. Tuotannollinen keski-ikä vaihtelee merkittävästi toimialojen välillä. Myös luvanvaraisessa liikenteessä olevien ja yksityisten kuorma-autojen tuotannollinen keski-ikä on hyvin erilainen.

Esitetyt arviot kuorma-autojen mittojen ja massojen korotusten vaikutuksista ovat tutkimuksen perusteella erittäin optimistisia. Tämän tutkimuksen perusteella massarajojen korotusten teoreettiset kustannussäästöt ovat siirtymäaikana 2013–2018 enintään 116 miljoonaa euroa vuodessa ja siirtymäajan jälkeen enintään 189 miljoonaa euroa vuodessa. Nämä säästöt toteutuvat, jos mitta- ja massarajojen korotukset hyödynnetään täysimääräisesti niissä kuljetuksissa, jotka vuonna 2012 olivat täyteen kuormattuja. Mitta- ja massarajojen korotusten toteutuneita vaikutuksia tulee tutkia tieliikenteen tavarankuljetustilaston tietojen pohjalta tulevina vuosina todellisten hyötyjen selvittämiseksi.

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin talouden, kuorma-autokannan ja kuorma-autojen käytön yhteyksiä melko yleisellä tasolla, koska kuorma-autorekisteriä ei saatu tutkimuksen käyttöön. Tarkempi tutkimus kuorma-autorekisterin aikasarjojen avulla on tarpeen hallintamallin kehittämiseksi tässä tutkimuksessa esitettyjen periaatteiden pohjalta. Jatko-tutkimusten pohjalta voidaan kehittää toimiva malli, joka vastaa liikennealan hallinnon tietotarpeisiin kuorma-autokantaan liittyvän sääntelyn muutosten vaikutuksista kuorma-autojen käyttötapoihin, päästöihin, energiankulutukseen ja kuljetuskustannuksiin.

Lähteet

- Dieselnet. 2009. Emission Standards. [<http://www.dieselnet.com/standards/eu/hd.php>].
- European Commission. 2012. Environment, TREMOVE: an EU-wide transport model. [<http://ec.europa.eu/environment/air/pollutants/models/tremove.htm>].
- Gynther, L., Tervonen, J., Hippinen, I., Lovén, K., Salmi, J., Soares, J., Torkkeli, S., Tikka, T. 2012. Liikenteen päästökustannukset. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 23/2012.
- Korpilahti, A., Koskinen, O. 2012. Puutavaran autokuljetus tehokkaammaksi. Metsätehon tuloskalvosarja 1/2012.
- Kytö, M., Erkkilä, K. & Nylund, N.-O. 2009. Raskas ajoneuvokalusto: Turvallisuus, ympäristöominaisuudet ja uusi tekniikka ”RASTU”, Yhteenvetoveraportti 2006–2008. VTT. Projektiraportti, VTT-R_04084-09. [http://www.motiva.fi/files/2278/RASTU-loppuraportti_2006-2008.pdf].
- LIPASTO 2013. Suomen tieliikenteen päästöt ja energiankulutus. [<http://lipasto.vtt.fi/liisa/paastodata.htm>].
- LVM 2012. Ministerityöryhmä linjasi raskaan liikenteen mittoja ja massoja. Tiedote 7.11.2012.
- Motiva. 2011. Kuorma-autojen energiatehokkuuden parantamisessa huomioitavia asioita. Ajoneuvokaluston hankinta ja ylläpito. [http://www.motiva.fi/liikenne/ammattiliikenteen_energiatehokkuus/tavaraliikenteen_energiatehokkuus/ajoneuvokaluston_hankinta_ja_yllapito]
- Puurunen, J. 2013. Valtioneuvoston asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta. Muistio 27.3.2013. [<http://www.lvm.fi/lvm-mahtiportlet/download?did=97022>].
- Tervonen, J., Ristikartano, J., Sorvoja, S. 2010. Tieliikenteen ajokustannusten yksikköarvojen määrittäminen – Taustaraportti 2010. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 33/2010.
- Tilastokeskus 2013a. Moottoriajoneuvokanta. [<http://www.stat.fi/til/mkan/index.html>].
- Tilastokeskus 2013b. Moottoriajoneuvojen ensirekisteröinnit. [<http://www.stat.fi/til/merek/index.html>].
- Tilastokeskus 2013c. Tieliikenteen tavarankuljetustilaston aineisto.
- Tilastokeskus 2014. Kansantalouden tilinpito 2012. Liitetaulukko 1. Bruttokansantuote (BKT) markkinahintaan 1975-2012. [http://www.stat.fi/til/vtp/2012/vtp_2012_2013-07-11_tau_001_fi.html].
- Transport & Mobility Leuven. 2014. TREMOVE economic transport and emissions model. [<http://www.tmluven.be/methode/tremove/home.htm>].
- U.S. Department of Commerce 2013. Vehicle Inventory and Use Survey – Discontinued. United States Census Bureau. [<http://www.census.gov/svsd/www/vius/products.html>].



Tampereen teknillinen yliopisto
Liikenteen tutkimuskeskus Verne
PL 541
33101 Tampere

www.tut.fi/verne



UPCODE™

