

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Logistiikan koulutusohjelma

Näkki Simo

AJONEUVOYHDISTELMIEN KOKONAISMASSOJEN NOSTAMISEN
VAIKUTUKSET

Opinnäytetyö 2011

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Logistiikan koulutusohjelma

NÄKKI, SIMO	Ajoneuvoyhdistelmien kokonaismassojen nostamisen vaikutukset
Opinnäytetyö	44 sivua + 6 liitesivua
Työn ohjaaja	lehtori Olli Huuskonen
Toimeksiantaja	Näkin Kuljetus Oy
Avainsanat	kuljetuskustannukset, yhdistelmämassa, kustannustehokkuus, ympäristövaikutukset

Kuljetuskustannusten kohoaminen on Suomen kilpailukyvyn kannalta huono asia. Suomen teollisuus on vientiriippuvainen ja kuljetusetäisyydet ovat pitkät. Kuljetuskustannusten alentamiseksi tulee etsiä keinoja.

Tämän työn tarkoituksena on tutkia täysperävaunuyhdistelmien kokonaismassojen nostamisen vaikutuksia kustannuksiin ja ympäristöön. Työssä on käyty läpi nykyistä lainsäädäntöä ja erilaisia tutkimuksia ajoneuvojen energian kulutuksista. Työn toimeksiantaja on päättänyt uusien perävaunujen hankinnoissa viisiakselisiin lähinnä paremman polttoainetalouden ja paremman kääntyvyyden sekä vapaamman painojakauman takia. Viisiakseliset perävaunut on rekisteröity 42 tonnin kokonaispainoille, mutta vetäjän ollessa 26 tonnia kantavuutta jää hyödyntämättä, koska kokonaismassa ei saa ylittää 60 tonnia. Tässä työssä on selvitetty, kuinka paljon 68–90 tonnin kokonaismassa vaikuttaa yksikkökustannuksiin ja kannattavuuteen. Tutkinnassa on arvioitu myös ympäristövaikutuksia ja vaikutukset tiestön kuormitukseen.

Tutkimusten ja laskelmien pohjalta voidaan todeta kokonaismassojen nostamisen 68 tonniin alentavan yksikkökustannuksia noin 9-10 %. 74 tonnin massalla yksikkökustannukset alenevat noin 14 %. Kaikkiin kuljetuksiin suurempi paino ei sovellu, joten kokonaissästöt työn toimeksiantajan kustannuksissa olisivat noin 8 %. Painojen nostaminen vähentäisi raskasta liikennettä ja sen päästöjä noin 5-15 % suoritealasta riippuen. Suomen liikenteessä kokonaissästö olisi noin 50 miljoonaa kilometriä eli noin 2,3 % nykymitoilla ja 68 tonnin painolla. Pidemmillä 90-tonnin yhdistelmillä saavutettaisiin 8 prosentin kokonaissästöt.

Myös nykyistä pidemmät yhdistelmät soveltuisivat Suomeen. Niiden avulla kustannukset alenisivat lähes 20 % ja kaluston tehokkuus kasvaisi yli 30 %. Nykyisistä mitoista poikkeavien yhdistelmien säädöksissä voitaisiin soveltaa erikoiskuljetusmääräyksiä ja ottaa mallia Australian maantiejunista ja Ruotsin 90-tonnin kokeiluyhdistelmästä. Pitemmällä yhdistelmillä voisi olla reittikohtaisia rajoituksia tai lupia.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Logistics

NÄKKI, SIMO Affects of increasing truck combination's total mass

Bachelor's thesis 44 pages + 6 appendices

Commissioned Näkin Kuljetus Oy

Keywords Transport costs, Truck total mass, cost efficiency,
environment effect

Increasing transportation costs is a bad thing for Finland's competitiveness. Finnish industry is export-dependent and transport distances are long. It is needed to find the solutions for reducing transport costs.

The purpose of this work was to examine effects of the heavier truck combinations. Legislation and many researches of trucks energy consumptions have been examined. The client has bought many new five-axle trailers, because the fuel economy and turning circle is better. Total mass of five-axle trailer is 42 tons and total mass of basic lorry is 26 tons. Total mass of whole truck combination is 68 tons but only 60 tons is permitted by law. Load capacity remains used. This thesis has been examined impact on unit costs and profitability the 68-90 tons of the total mass. The investigation is expected also to impacts on the environment and the road load.

From the computation could saw that unit costs will reduce by 9-10 % by using 68 tons truck combinations. Unit costs will reduce approximately by 14% by using 74 tons total mass. Higher total mass is not suitable for all kind of transportation. Bigger total mass would reduced the heavy traffic and its emissions about by 5-15% depending on the transported product. Total savings in Finland will be about 50 million kilometers or by 2,3% by using 68 tons trucks. Longer 90-tons combination would achieved the 8% savings.

Also, the longer combinations are suited to Finland. They would reduce unit costs almost by 20% and stock performance of truck combinations will increase more than by 30%. To these kind of combinations could be applied special transport regulations. Inspiration would be taken the from the Australian road trains and 90-ton pilot assembly from Sweden. There could be route by route restrictions or permits for longer combination.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1.	JOHDANTO	
	1.1 Työn tausta	7
	1.2 Työn tavoite	7
	1.3 Toimeksiantaja	7
2.	AJONEUVOYHDISTELMIEN KUSTANNUKSET	8
	2.1 Kustannusten ryhmittely	8
	2.1.1 Työkustannukset	8
	2.1.2 Muuttuvat kustannukset	8
	2.1.3 Kiinteät kustannukset	9
	2.2 Kustannusten kehitys	10
	2.3 Yritysten logistiikkakustannukset Suomessa	11
3.	AJONEUVOYHDISTELMIEN ENERGIANKULUTUS JA AJOVASTUKSET	11
	3.1 Ilmanvastus	12
	3.2 Vierintävastus	13
	3.3 Tehohäviöt	14
	3.4 Mäki­vastus	15
	3.5 Massan vaikutus kulutukseen	15
4.	NYKYINEN LAINSÄÄDÄNTÖ	16
	4.1 Suurin sallittu leveys	16
	4.2 Suurimmat sallitut pituudet	16
	4.3 Akseli- ja telimassat	17
	4.4 Ajoneuvojen ja yhdistelmien kokonaismassaan vaikuttavat määräykset	17
	4.4.1 Siltasääntö	18
	4.4.2 Kyt­kentäsääntö	18
	4.4.3 Kääntö­vyys­vaatimus	19
	4.5 Ajoneuvojen kokonaismassat	19
	4.6 EU:n mittadirektiivin tausta	20
	4.7 Nykyinen kalusto	21
	4.7.1 Käytössä oleva kalusto	21
	4.7.2 Kaluston kestävyys	21
	4.8 Erikoiskuljetusten vaatimuksia	22
	4.8.1 Erikoiskuljetuksen määritelmä	22

4.8.2 Erikoiskuljetusten lupavaatimukset	23
4.8.3 Kuljetukset joihin ei tarvita erikoiskuljetuslupaa	23
4.8.4 Lupavaihtoehdot	23
4.8.5 Maksut	23
4.8.6 Lupien voimassaoloajat	24
4.8.7 Erikoiskuljetusten vaatimuksia	24
5. TUTKIMUSONGELMA JA SEN RATKAISU	24
5.1 Kokonaismassan nostamisen vaikutukset	25
5.1.1 Kokonaismassan vaikutus polttoaineen kulutukseen	25
5.1.2 Vaikutukset ajettavuuteen	26
5.1.3 Ajo liukkaalla kelillä	26
5.1.4 Vaikutukset ajonopeuteen	27
5.1.5 Tehontarve	27
5.1.6 Vaikutus tieverkon kuormitukseen	28
5.1.7 Turvallisuus	28
5.1.8 Ympäristövaikutukset	29
5.1.9 Vaikutukset kustannuksiin	29
5.2 Vertailulaskelma	30
5.3 Vaikutukset toimeksiantajan toiminnassa	31
5.4 Suuremman painon soveltuminen eri kuljetussuoritealoille.	33
5.4.1 Elintarvikeala	33
5.4.2 Energia-ala ja kemianteollisuus	34
5.4.3 Maatalous	34
5.4.4 Metsäala	34
5.4.5 Tukku ja vähittäiskauppa	35
5.4.6 Rakennusala	35
5.4.7 Metalliteollisuus	35
5.4.8 Suuryksikkökuljetukset	35
5.5 Ruotsin 90-tonnin kokeilu	36
5.6 Australian maantiejunat	37
5.7 EU:n mitta- ja massavaatimukset ja kehitys muissa EU-maissa	38
5.8 Painojen nostamisen haitat ja niiden torjuntakeinot	38
6. SUOMEEN SOVELTUVA KÄYTÄNTÖ	39
7. YHTEENVETO	40

LÄHTEET	43
LIITTEET	
Liite 1. Kuorma-autoliikenteen kustannusindeksi	45
Liite 2. Vertailulaskelma viljanajosta	46
Liite 3. Vertailulaskelma lannoitteenajosta	47
Liite 4. Kuorma-autoliikenteen suoritealakohtaiset säästömahdollisuudet	48
Liite 5. Uusi esimerkki kahden 40 jalan kontin yhdistelmästä mittoineen	49
Liite 6. Australian yhdistelmätyypit	50

1. JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Kuljetuskustannusten kohoaminen on Suomen kilpailukyvyn kannalta erittäin huono asia. Kuljetusten merkitys Suomessa on suuri pitkien etäisyyksien takia. Tämän työn tarkoituksena on tutkia täysperävaunuyhdistelmien kokonaismassojen nostamisen vaikutuksia kustannuksiin ja ympäristöön. Näkin Kuljetuksessa on päädytty uusien perävaunujen hankinnoissa viisiakselisiin lähinnä paremman polttoainetalouden ja paremman kääntyvyyden sekä vapaamman painojakauman takia. Viisiakseliset perävaunut on rekisteröity 42 tonnin kokonaispainoille, mutta vetäjän ollessa 26 tonnia rekisteröityä kantavuutta jää hyödyntämättä, koska kokonaismassa ei saa ylittää 60 tonnia. Myös Ruotsissa käynnissä oleva 90 tonnin kokeiluhanke on herättänyt kiinnostusta suurempien kokonaismassojen vaikutuksista.

1.2 Työn tavoite

Tässä työssä on tavoitteena selvittää, kuinka paljon 68–74 tonnin kokonaismassa vaikuttaisi yksikkökustannuksiin ja kannattavuuteen. Tutkinnassa arvioidaan myös ympäristövaikutuksia ja vaikutukset tiestön kuormitukseen. Tarkoitus on tutkia myös nykyisistä mitoista poikkeavien 90 tonnin yhdistelmien mahdollisuuksia ja vaikutuksia. Työn tuloksena löytyy keinoja kuljetusalalle, kustannusten alentamiseksi ja kannattavuuden parantamiseksi. Näillä keinoilla voidaan helpottaa kuljettajapulaa sekä täyttää tiukentuvat ympäristövaatimukset.

1.2 Toimeksiantaja

Näkin Kuljetus Oy on 1953 perustettu kuljetusyritys. Liikevaihto on lähes miljoona euroa. Näkin Kuljetus Oy on erikoistunut maatalous- ja rakennustarvikekuljetuksiin. Keskeisimmät kuljetettavat tuotteet ovat vilja, lannoite, rehuraaka-aineet yms. sekä harkot laastit, kattotiilet ym. rakennustarvikkeet. Kalusto koostuu kuudesta ajoneuvoyhdistelmästä, joista viisi on kippiyhdistelmiä ja yksi kapelliyhdistelmä. Autoista neljä on kolmiakselisia ja kaksi neliakselisia. Perävaunuja on yhdeksän, joista neljä on viisiakselisia ja kolme neljäakselisia sekä kaksi kolmeakselisia.

2. KULJETUSKUSTANNUKSET

2.1 Kuljetuskustannusten ryhmittely

Kuljetusyrityksen kustannukset jaotellaan yleensä kolmeen osaan eli työkustannuksiin sekä kuljetuskaluston muuttuviin kustannuksiin ja kiinteisiin kustannuksiin. Tarkasteltaessa kuljetusten kokonaiskustannuksia voidaan lisäksi eritellä kuljetusorganisaation kustannukset, tavarankäsittelykustannukset ja väyläkustannukset. (Oksanen 2004) Usein käytetään kuitenkin kolmea ryhmää Oksasen viiden asemesta. Kustannuslaskennan perusteet on esitelty seuraavaksi.

2.1.1 Työkustannukset

Työkustannuksiin lasketaan kuljettajien palkkakustannukset ja palkan sivukulut sekä päivärahat. Ajoneuvoyhdistelmien kustannuksista työkustannusten osuus on keskimäärin 38 % eli se on suurin yksittäinen kustannuserä. Palkkatunteihin lasketaan tehollisten tuntien lisäksi valmistelu- ja apuajat, jotka koostuvat muun muassa tankkauksista, kuormatilan puhdistuksesta ja rahtikirjojen käsittelyyn kuluva ajasta sekä pakollisista tauoista. (Oksanen 2004,89–90) Työehtosopimuksen mukainen tuntipalkka on yhdistelmäkuljettajalla 12,7- 13,62 euroa työvuosien mukaan porrastettuna. Palkan sivukulujen osuus on keskimäärin 68 % palkasta. Se sisältää mm. sosiaaliturva ja eläkemaksut, palkalliset vapaapäivät, lomarahat, keskimääräisen sairaslomarahan ja pakolliset koulutuspäivät. (SKAL 2010)

2.1.2 Muuttuvat kustannukset

Muuttuvat kustannukset ovat riippuvaisia ajosuoritteesta. Muuttuviin kustannuksiin lasketaan poltto- ja voiteluainekustannukset, ajoneuvojen korjaus- ja huoltokustannukset sekä rengaskustannukset. Muuttuvien kustannusten osuus on noin 37 % kokonaiskustannuksista, josta polttoaineen hinnalla on suurin merkitys. Polttoainekustannukset lasketaan polttoaineen kulutuksen ja litrahinnan perusteella. Polttoaineen kulutuksen muodostumista on käsitelty myöhemmin tässä työssä. Polttoainekustannusten yhteydessä on huomioitava myös uudempien autojen vaatima AdBlue lisäainekustannus. Korjaus- ja huoltokustannukset sisältäen voiteluainekustannukset kasvavat progressiivisesti kokonaissuoritemäärän ja pitoajan kasvaessa. Kustannuslaskennassa on otettava huomioon

koko pitoajan korjaus- ja huoltokustannukset. Luotettavin tapa on seurata kustannuksia ajoneuvokohtaisesti. Taloudellisen pitoajan ja korjaus- ja huoltokustannusten matemaattinen mallintaminen on hyvin työlästä, joten kokemuksen perusteella on kehitetty prosenttimenetelmä. Tällöin korjaus ja huoltokustannukset arvioidaan suoritealaan mukaan 35–60%:ksi poistojen määrästä. Tässä mallissa haasteena on taloudellisen pitoajan määrittäminen. (Oksanen 2004, 94-96) Tämän työn laskelmien korjaus- ja huoltokustannukset ovat 50 % poistoista. Rengaskustannusten laskennassa kilometrikustannus saadaan jakamalla yhteenlasketut uuden renkaan hinta lisätöineen ja rengasrungon pinnoitusten hinta lisätöineen näiden kaikkien yhteenlasketulla kestomatalla. Renkaat voidaan useimmiten pinnoittaa kaksi kertaa. Renkaiden kestomatkaan vaikuttaa renkaan sijainti ajoneuvossa, renkaan koko ja rengaspaineet sekä kuormitus. Myös ajotavalla on vaikutusta renkaiden keston.

2.1.3 Kiinteät kustannukset

Kiinteät kustannukset ovat riippumattomia ajoneuvon ajosuoritteesta. Kiinteitä kuluja ovat pääomakulut eli poistot ja korot, vakuutukset sekä liikennöimismaksut eli käyttövoimaverot, liikennelupa ja katsastusmaksut. Myös ylläpitokustannukset eli pesu ja säilytyskustannukset ovat kiinteitä kustannuksia. Myös hallintokustannukset eli kirjanpito, atk, puhelinkulut ja toimitilojen kulut lasketaan kiinteisiin kustannuksiin. Kiinteiden kustannusten osuus on ajoneuvoyhdistelmillä noin 25 % kokonaiskustannuksista.

Poistojen laskennassa käytetään renkaatonta hankintahintaa, koska renkaat lasketaan muuttuviin kustannuksiin. Poistojen laskennassa käytetään poistoaikana taloudellista pitoaika, joka on yleensä 5-10 vuotta ja alle miljoona kilometriä. Vuosipoiston laskentaan käytetään kaavaa, jossa on määritelty arvonalenemiskerroin ja pitoaika. (Oksanen 2004, 91.) Arvonaleneminen vaihtelee suoritealasta riippuen 20–30%:n välillä. Yleensä auton arvo laskee perävaunun arvoa nopeammin. Tämän työn laskennassa on käytetty 23 %:n arvonalenemistä. Korkokustannukset lasketaan korkoprosentin ja arvonalenemisprosentin suhteessa vuosipoistoista. Lisäksi on huomioitava toiminnan ylläpitämiseen vaadittavalle käyttöpääomalle korko. SKAL:n ohjeen mukaan se on 10 % korkokulujen suuruudesta.

Vakuutusmaksuihin lasketaan pakollinen liikennevakuutus, autovakuutus sekä perävaunu ja lisälaittevakuutukset. Bonuksia ei huomioida kustannuslaskelmissa tai niistä vä-

hennetään enintään keskimääräinen alennus. Myös kuljetusvakuutukset ja vastuuvakuutukset tulee huomioida, mutta ne voidaan laskea tavarankäsittely ja organisaatiokustannuksiin. (Oksanen 2004, 93.) Vakuutusmaksut ovat 60 tonnin yhdistelmässä noin 7000-10000 € Liikennöimismaksujen suuruus on 3000–5000 €

Ylläpitokustannuksiin lasketaan säilytys ja pesukustannukset sekä pienvarusteet, kuten ketjut, lapiot työvaatteet, sammuttimet ym. varusteet joita ei huomioida hankintahinnassa eikä huoltokustannuksissa. Pesukustannuksina voidaan laskea parikymmentä pesukertaa vuodessa.

Korvauksetonta ajoa syntyy korjaamokäynneistä, katsastuksista ja ajosta asemapaikan ja työmaan välillä. Nämä kustannukset huomioidaan kustannuslaskelmissa. Hintana käytetään 2/3 kuormatun ajoneuvon muuttuvista kilometrikustannuksista, koska ajo suoritetaan yleensä tyhjänä. (Oksanen 2004, 94.) Tämän työn laskemissa on laskettu 3000 km korvauksetonta ajoa.

Muihin kiinteisiin kustannuksiin lasketaan hallintokustannukset, kuten ajojärjestelijän ja johtajan palkat (YEL-maksut) sekä laskutuksen ja kirjanpidon aiheuttamat kustannukset. Myös puhelinkulut ja ATK-kulut lasketaan kiinteisiin kustannuksiin. Nämä kustannukset tulee jakaa keskimäärin ajoneuvoa kohti kustannuslaskentaa varten. Myös muut kuljetusorganisaation kustannukset lasketaan kiinteisiin kustannuksiin.

2.2 Kustannusten kehitys

Kuljetuskustannukset ovat kohonneet tasaista tahtia koko 2000-luvun. Vuonna 2010 kuljetuskustannukset ovat noin puolitoistakertaiset vuoteen 2000 verrattuna (Liite 1). Kuljetuskustannukset ovat kohonneet huomattavasti nopeammin kuin kuluttajahinnat. Viimeisen tilaston mukaan (taulukko1) kuljetuskustannusten vuosimuutos edelliseen vuoteen verrattuna on +3,4 %. (SKAL 2010)

Taulukko 1. Kustannusrakenne ja keskimääräinen kustannusmuutos vuodessa (SKAL 2010)

KESKIMÄÄRÄINEN KUSTANNUSMUUTOS MARRASKUUSTA 2009 MARRASKUUHUN 2010

Kustannustekijä	Osuus kokonais- kustannuksista	Muutos	Vaikutus kokonais- kustannuksiin
	%	%	%
Kuljettajan palkkakustannukset	26	1,4	0,4
Välilliset palkkakustannukset	17	-2,8	-0,5
Päivärahat	1	1,7	0
Kuljettajan työkustann. yhteensä	44	-0,2	-0,1
Polttoainekustannukset	22	11,8	2,6
Korjaus- ja huoltokustannukset	7	3,5	0,2
Rengaskustannukset	3	3,2	0,1
Muuttuvat kustannukset yhteensä	32	9,2	2,9
Pääoman poisto	11	2,5	0,3
Korkokustannukset	1	1,1	0
Vakuutusmaksut	5	3,8	0,2
Liikennöimismaksut	1	1,3	0
Hallintokustannukset	4	2,3	0,1
Ylläpitokustannukset	2	0,5	0
Kiinteät kustannukset yhteensä	24	2,4	0,6
Kokonaiskustannukset yhteensä	100	3,4	3,4

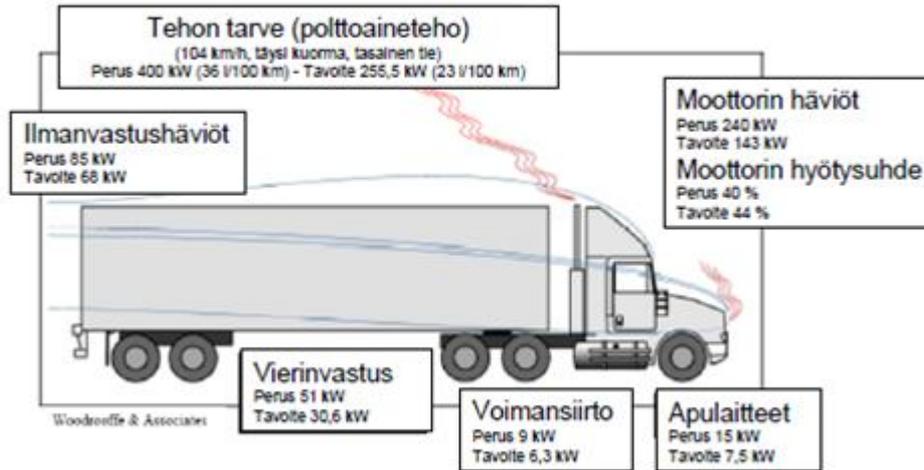
2.3 Yritysten logistiikkakustannukset Suomessa

Liikenne- ja viestintäministeriön vuonna 2009 julkaiseman logistiikkaselvityksen mukaan yritysten logistiikkakustannusten taso ja rakenne näyttävät muuttuneen jonkin verran edelliseen logistiikkaselvitykseen verrattuna. Yritysten logistiikkakustannusten osuus liikevaihdosta on noussut sekä teollisuuden ja rakentamisen että kaupan alalla. Kuljetuskustannukset ovat edelleen suurin yksittäinen logistiikkakustannusten erä. Näiden osuus vuonna 2008 oli keskimäärin 5,5 prosenttia yritysten liikevaihdosta, kun vastaava luku vuonna 2005 oli 4,1 prosenttia. Suomen kilpailukyvyyn kannalta olisi tärkeää saada alennettua etenkin kuljetuskustannuksia.

3. AJONEUVOYHDISTELMIEN ENERGIANKULUTUS JA AJOVASTUKSET

Ajoneuvoyhdistelmien energiankulutus koostuu erilaisten ajovastusten vaatimasta energiantarpeesta, jotka on esitelty kuvassa 1. Polttoaineen sisältämästä energiasta saadaan noin 40 % muutettua mekaaniseksi energiaksi. Raskaiden ajoneuvojen energian kulu- tuksesta suurin osa kuluu ilmanvastuksen voittamiseen maantienopeuksissa. Toiseksi suurin ajovastus on vierintävastus. Ajoneuvon kiihdyttäminen ja mäki- vastuksen voittaminen kuluttavat paljon energiaa ja ovat suoraan riippuvaisia ajoneuvon kokonaismas-

sasta, mutta näiden voittamiseen kulutettu energia palautuu periaatteessa alamäissä ja ajoneuvoa hidastettaessa, mikäli jarruja ei jouduta käyttämään. Tämän energian kuluksessa kuljettajan ajotavan merkitys korostuu. Ajoneuvon moottorin apulaitteet, kuten laturi, jäähdytys, ilmastointi, kompressorit ym. kuluttavat myös energiaa. Myös voimansiirto kuluttaa energiaa. Esimerkin ajonopeudella 104 km/h tuotetusta mekaanisesta tehosta 53 % kuluu ilmanvastuksen ja 32 % vierintävastuksen voittamiseen tasamaalla ajattaessa (Nylund 2006, 3.)



Kuva 1. Puoliperävaunun tehonkäyttö tasamaalla. (Nylund 2006, 4)

3.1 Ilmanvastus

Ajoneuvoyhdistelmän ilmanvastuksen osuus energian kulutuksesta voi olla jopa yli 50 %. Suurin osa ilmanvastuksesta syntyy ajoneuvon otsapinnasta. Ilmanvastusvoima määritetään kaavalla

$$F_i = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot c_d \cdot A \cdot (v + v_0)^2,$$

jossa ρ on ilman tiheys, c_d on ajoneuvon ilmanvastuskerroin, A on ajoneuvon otsapinta-ala, v on ajoneuvon etenemisnopeus ja v_0 tuulen nopeus ajoneuvon etenemissuunnassa. Termi v_0 on positiivinen, mikäli ajoneuvo etenee vastatuuleen ja negatiivinen mikäli ajoneuvo etenee myötätuuleen. Kaavasta nähdään, että ilmanvastusvoima kasvaa suhteessa ajonopeuden toiseen potenssiin. Näin ollen kaavan tekijöistä ajonopeudella on suurin merkitys ilmanvastusvoiman suuruuteen. (Nyholm, 2006, s.16.) Ilmanvastuskertoimeen vaikuttaa ajoneuvon keulan muoto ja ilmanohjaimet.

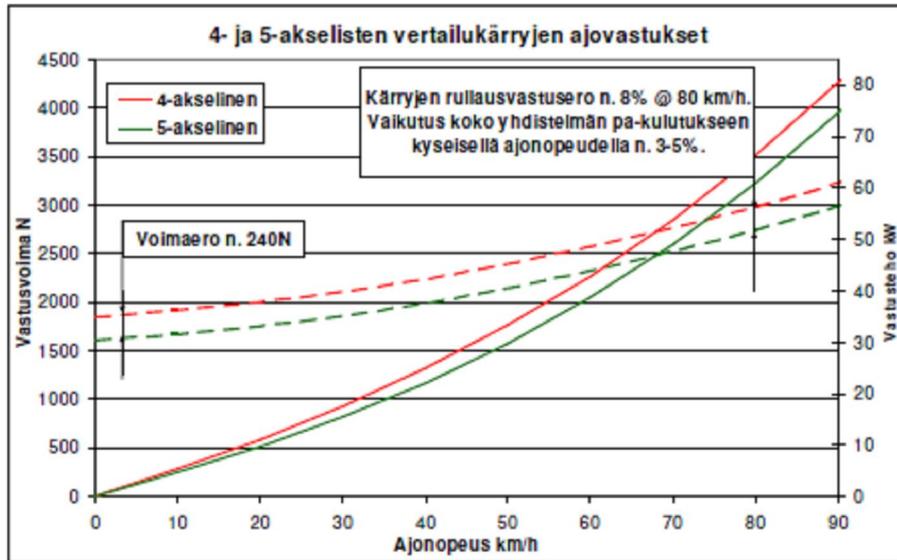
Ilmanvastusta lisäävät merkittävästi ohjaamon ja kuormatilän väliin jäävä rako sekä ve-

toauton ja perävaunun välinen rako. Näihin muodostuu ilmanvastusta lisääviä pyörteitä. Myös katon rakenne vaikuttaa ilman vastukseen, kuten myös alustan sivujen rakenne. Ilman ohjaimen vaikutus ajoneuvoyhdistelmän kulutukseen on melko suuri. Nopeudella 80 km/h ilmanohjain laskee yhdistelmän polttoaineen kulutusta 4 – 8 %, mikäli kulutus on tasolla 45 l/100 km. Litramääräinen polttoaineen säästö on tässä tapauksessa n. 2 – 3,5 l/100 km 80 km/h nopeudella.(Nylund, 2005 s 14–15.)

3.2 Vierintävastus

Ajoneuvon vierintävastus syntyy renkaan pyörimisen vaatimasta liike-energiasta, tienpinnan ja renkaiden välisestä kitkasta sekä renkaiden muodon muuttumisesta painon alla, mikä muuttaa energiaa lämmöksi. Vierintävastukseen vaikuttaa renkaan massa ja rungon rakenne. Pintakuvion karkeus ja renkaan kuluneisuus ovat myös merkittäviä vierintävastukseen vaikuttavia tekijöitä. Ero eri rengasmerkkien ja pintamallien välillä voi olla jopa 9 % polttoaineen kulutuksessa. (Laurikko, 2008, s 47)

Oikealla rengaspaineella on erittäin suuri merkitys vierintävastukseen sekä renkaan kestävyteen. Vajaa rengas lämpenee huomattavasti enemmän kuin oikealla paineelle täytetty. Vierintävastukseen vaikuttaa myös perävaunutyypin. Kuljetusliikkeiltä saadun tiedon mukaan viisiakselinen vaunu rullaa hieman neliakselista vaunua kevyemmin. Tämä on todettu VTT:n tekemissä mittauksissa (kuva 2.). Kaikilla nopeuksilla vetovoiman ero on viisiakselisen vaunun hyväksi noin 240 N. Nopeudessa 80 km/h suhteellinen ero on n. 8 % ja keskimääräinen vastusteho noin 65 kW. Koko yhdistelmän polttoaineen kulutukseen perävaunujen välinen ero vaikuttaa n. 3-5 % (n. 2 l/100 km), nopeudesta riippumatta. (Nylund 2004, s.12–14.)



Kuva 2. neljä- ja viisiakselisten perävaunujen ajovastukset (Nylund 2004, 13)

3.3 Tehohäviöt

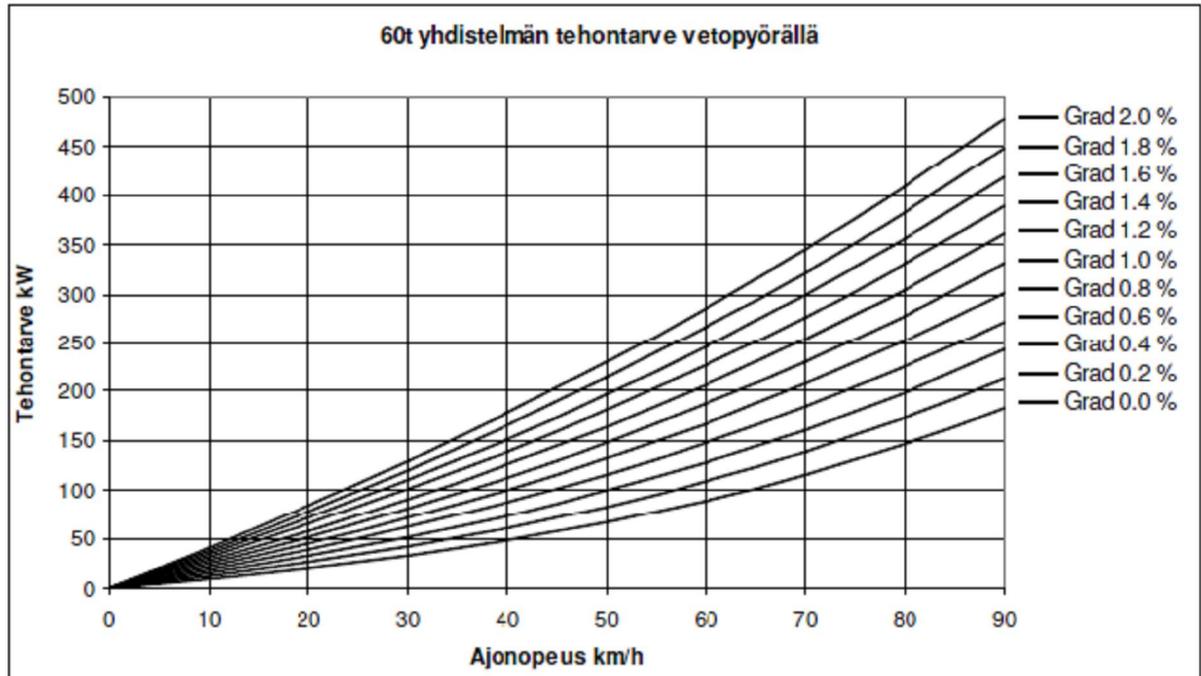
Diesel moottorien hyötysuhde on noin 40 % eli polttoaineliträn sisältämästä energiasta 40 % saadaan muutettua mekaaniseksi energiaksi. Tästä energiasta osa kuluu apulaitteisiin, kuten moottorin jäähdyttämiseen, auton paineilmajärjestelmän ylläpitoon, sähkön tuottamiseen sekä ilmastoinnin käyttämiseen. Myös ohjaustehostin kuluttaa energiaa. (Erkkilä 2010, 10)

Voimansiirto kuluttaa myös osan energiasta. Siellä vaihteiston ja vetopyörästä kitka muuttuu lämmöksi ja vastustaa liikettä. Välityssuhteet ja akselistorakenne vaikuttavat voiman hävikkiin jonkin verran. Esimerkiksi tiheällä välityksellä varustettu vaihteisto ja napavälitteiset kaksi taka-akselia kuluttavat polttoainetta noin 2-3 litraa enemmän kuin harvalla välityksellä oleva ja suoralla akseliperällä varustettu ajoneuvo. Öljyvalinnan merkitys voimalinja hävikkiin on VTT:n tutkimuksen mukaan olematon, mutta kylmällä kelillä voiteluaineen on syytä olla toimivaa kalustorikkojen välttämiseksi.

3.4 Mäkiastus

Raskailla yhdistelmillä tien profiili eli korkeuserot vaikuttavat tehon tarpeeseen merkittävästi. Jo yhden prosentin vastamäki 80 km/h nopeudessa täydellä kuormalla lähes kaksinkertaistaa tehon tarpeen (kuva 3). Täydellä kuormalla ajonopeus 80 km/h 1 %:n ylämäkeen vaatii 280 kW:n vetopyörätehon, jotta nopeus säilyy. Tehohäviö on noin kymmenen pro-

senttia, joten moottoritehon tulee olla 310 kW. (Nylund 2004, 15–17)

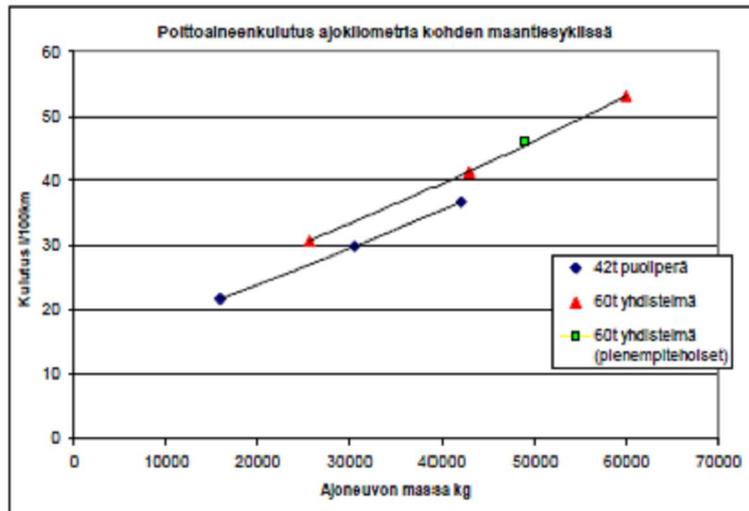


Kuva 3. 60 tonnin yhdistelmän ajovastukset eri mäennousuprosenteilla. (Nylund 2004, 17)

3.5 Massan vaikutus kulutukseen

Ajoneuvon kiihdyttäminen ja mäktivastuksen voittaminen kuluttavat paljon energiaa ja ovat suoraan riippuvaisia ajoneuvon kokonaismassasta, mutta näiden voittamiseen kulutettu energia palautuu periaatteessa alamäissä ja ajoneuvoa hidastettaessa, mikäli jarruja ei jouduta käyttämään. Ajotavalla on erittäin suuri merkitys kulutukseen varsinkin painojen kasvaessa.

VTT:n tutkimuksen mukaan voidaan todeta massan kasvattavan kulutusta lähes lineaarisesti. Kulutus kasvaa noin 0,7 l/100 km jokaista lisättyä 1000 kg kohden. Voidaan olettaa kulutuksen kasvavan samalla tavalla myös yli 60 tonnin painoilla. Omien kokemusten perustella kulutuksen kasvu ei ole ihan niin suuri. Kulutusero tyhjänä ja täytenä ajettaessa on noin 15–25 litraa/100 km. Tällöin kulutus kasvaa noin 0,5l/100 km jokaista lisättyä tonnia kohden.



Kuva 4. Ajoneuvoyhdistelmän polttoaineen kulutus maantieajossa painon funktiona (Nylund 2004, 22)

4. NYKYINEN LAINSÄÄDÄNTÖ

Autojen, perävaunujen ja ajoneuvoyhdistelmien suurimmat sallitut mitat ja massat tieliikenteessä perustuvat: asetukseen ajoneuvojen käytöstä tiellä, asetukseen ajoneuvojen rakenteesta ja varusteista sekä EU:n ajoneuvojen mittoja ja painoja koskevaan direktiiviin nro 96/53ETY.

4.1 Suurin sallittu korkeus ja leveys

Auton ja perävaunun suurin sallittu korkeus on 4,2 m. Poikkeuksena merikonttien kuljetuksissa 4,3 m. Ajoneuvon suurin sallittu leveys on 2,6 metriä. Yli 22 metriä pitkän eristämättömän yhdistelmän suurin sallittu leveys on 2,55 metriä. Lämpöeristetyllä korirakenteella varustetut ajoneuvoyhdistelmät saavat olla 2,6 metriä leveitä. Eristeseinämän paksuus tulee olla 45 mm ja kuormakorin tulee olla varustettu lämmitys- tai jäähdytyslaitteella, jonka teho on autossa 3 kW ja perävaunussa 5 kW. (SKAL 2009)

4.2 Suurimmat sallitut pituudet

Kuorma-auton suurin sallittu pituus on 12 metriä, kuorma mukaan lukien. Ajoneuvon pituudessa ei oteta huomioon tiettyjä lisävarusteita, sillä edellytyksellä ettei kuomakapasiteetti kasva. Puoliperävaunun suurin sallittu pituus saa olla vetotapista perävaunun taakse 12 metriä. Perävaunun korirakenne ei saa ulottua edessä ympyräkaaren ulkopuo-

lelle, jonka säde on vetotapista 2,04 metriä piirrettynä etukulmasta toiseen.(SKAL 2009)

Varsinaisen perävaunun suurin sallittu kuormakorin pituus alle 22 metrin yhdistelmissä on 12,5 metriä. Yli 22 metrin yhdistelmissä perävaunun pituus saa olla etuakseliston kääntöpisteestä taakse 12 metriä ja etuakseliston kääntöpisteestä vaakatasossa sen etupuolella olevaan mihin tahansa kuormakorin kohtaan 2,04 metriä. Mitta etuakseliston kääntöpisteestä taka-akseliston keskikohtaan saa olla enintään 8,15 metriä.(SKAL 2009)

Kuorma-auton ja puoliperävaunun muodostaman yhdistelmän suurin sallittu pituus saa olla 16,5 metriä. Merikontin kuljetuksissa pituus saa olla 17 metriä. Kuorma-auton ja keskiakseliperävaunun muodostaman yhdistelmän pituus saa olla 18,75 metriä. Poikkeusluvalla ajoneuvojen kuljetukseen tarkoitettu yhdistelmä saa olla 20,75 metriä pitkä. Etäisyys vetoauton kuormakorin etupäästä perävaunun perään saa olla 16,4 metriä. Kuormakorien yhteispituus saa olla 15,65 metriä. Kuorma-auton ja kaksi tai useampiakselisen varsinaisen perävaunun sekä kuorma-auton, apuvaunun ja puoliperävaunun samoin kuin kuorma-auton, puoliperävaunun ja siihen kytketyn keskiakseliperävaunun muodostaman yhdistelmän sekä B-junan suurin sallittu pituus saa olla 25,25 metriä. Kuormatilojen yhteenlaskettu pituus saa olla enintään 21,42 metriä. (SKAL 2009)

4.3 Akseli- ja telimassat

Ohjaavan akselin tai akseleiden minimimassa on 20 % ajoneuvon kokonaismassasta. Yksittäispyörin tai paripyörin varustetun muun kuin vetävän akselin enimmäismassa erillisessä akselissa tai telissä saa olla enintään 10 tonnia. Paripyörin varustetun vetävän akselin massa saa olla 11,5 tonnia. Kaksiakselisen telin massa saa olla enintään autossa enintään 11,5 tonnia ja perävaunussa 11 tonnia, jos akseliväli on alle 1 metri. Akselivälin ollessa yli metrin, mutta alle 1,3 metriä, telimassa saa olla 16 tonnia. 18 tonnin telimassa sallitaan, jos akseliväli on vähintään 1,3 metriä, mutta alle 1,8 metriä. Auton telimassa saa olla enintään 19 tonnia, jos akseliväli on vähintään 1,3 metriä, mutta alle 1,8 metriä ja vetävä akseli on varustettu parirenkain ja on ilmajousitettu. Vastaavaksi jousitukseksi katsotaan myös teli, jossa kummakaan akselin massa ei ylitä 9,5 tonnia. Perävaunun telimassa saa olla 20 tonnia, jos teliväli on vähintään 1,8 metriä. Kolmiakselisen telin massa saa olla enintään 21 tonnia, jos akseliväli on alle 1,3 metriä. Jos akseliväli on yli 1,3 metriä, telimassa saa olla 24 tonnia.(SKAL 2009)

4.4 Ajoneuvojen ja ajoneuvoyhdistelmien kokonaismassaan vaikuttavat määräykset

Ajoneuvon ja ajoneuvoyhdistelmän kokonaismassaan vaikuttaa akselin ja telin massojen lisäksi myös siltasääntö, kytkentämääräys ja tietyissä tapauksissa kääntyvyysvaatimus.

4.4.1 Siltasääntö

Neliakselisen kuorma-auton kokonaismassa ei saa ylittää määrää, joka saadaan lisäämällä 20 tonniin 270 kg jokaiselta 0,10 metriltä, jonka auton äärimmäisten akselien väli ylittää 1,8 metriä. Viisiakselisen kuorma-auton kokonaismassa ei saa ylittää määrää, joka saadaan lisäämällä 20 tonniin 350 kg jokaiselta 0,10 metriltä, jonka auton äärimmäisten akselien väli ylittää 1,8 metriä. Ajoneuvoyhdistelmässä, jonka kokonaismassa on yli 40 tonnia, tulee vetoauton viimeisen ja perävaunun etummaisen akselin väli olla vähintään 3 metriä. Ajoneuvoyhdistelmässä, jonka kokonaismassa ylittää 44 tonnia, kokonaismassa ei saa ylittää määrää, joka saadaan lisäämällä 20 tonniin 270 kg jokaiselta 0,10 metriltä, jonka ajoneuvoyhdistelmän äärimmäisten akselien väli ylittää 1,8 metriä. (SKAL 2009)

4.4.2 Kytkentäsääntö

Kytkentäsääntö määrittelee kuinka painavan perävaunun saa kytkeä vetoautoon. Puoli-perävaunun kytkentämassaa ei ole rajoitettu kytkentäsäännöllä, mutta kytkentämassaa rajoittaa perävaunun telimassa, joka voi olla enintään 24 tonnia. Keskiakseliperävaunun massa saa olla korkeintaan 1,5 kertaa vetoauton kokonaismassa. Kytkentämassaa rajoittaa telimassa, joka voi olla 24 tonnia. Varsinaisen perävaunun kytkentämassa saa olla enintään 1,5 kertaa vetoauton kokonaismassa, jos yhdistelmän pituus on alle 22 metriä. Yli 22 metrin yhdistelmissä perävaunun tai perävaunujen massa saa olla 2,5 kertaa vetoauton kokonaismassan suuruinen. Tällöin perävaunu tulee olla varustettu lukkiutumattomien ABS-jarruin. Vedettäessä kuormattua perävaunua tyhjällä vetoautolla saa perävaunun massa olla enintään 2 kertaa vetoauton massa. (SKAL 2009)

4.4.3 Kääntyvyysvaatimus

Kääntyvyysvaatimus vaikuttaa eräissä tapauksissa ajoneuvon massoihin, koska takaylitys vaikuttaa ajoneuvon akselimassajakaumaan. Auton ja puoliperävaunun muodostaman yhdistelmän tulee kääntyä siten, että uloimman etukulman kulkiessa 12,5 metrin säteisen ympyrän kaarta pitkin sisäsivu kulkee vähintään 5,3 metrin kaarta pitkin. Myös auton ja keskiakseliperävaunun muodostamalla yhdistelmällä on sama kääntyvyysvaatimus. Auton ja varsinaisen perävaunun muodostaman alle 22 metrin yhdistelmän tulee kääntyä siten, että uloimman etukulman kulkiessa 12,5 metrin säteisen ympyrän kaarta pitkin sisäsivu kulkee vähintään 5 metrin säteistä kaarta pitkin. Yli 22 metrin yhdistelmien eli moduulien tulee kääntyä siten, että uloimman etukulman kulkiessa 12,5 metrin säteisen ympyrän kaarta pitkin sisäsivu kulkee vähintään 2 metrin säteistä kaarta pitkin. (SKAL 2009)

4.5 Ajoneuvojen kokonaismassat

Kaksiakselisen kuorma-auton suurin sallittu kokonaismassa on 18 tonnia. Kolmeakselisen auton kokonaismassa on telirakenteesta riippuen 25 tai 26 tonnia. Telimassan määräytyminen on selvitetty aiemmin tässä työssä. Neliakselisen kuorma-auton kokonaismassa on enintään 32 tonnia. Siltasääntö rajoittaa kokonaismassan usein alemmaksi. Viisiakselisen kuorma-auton kokonaismassa saa olla enintään 38 tonnia. Tällöin siltasääntöpituuden tulee olla 7 metriä. Puoliperävaunuyhdistelmän suurin sallittu kokonaismassa on 48 tonnia. Siltasääntö saattaa alentaa kokonaismassaa lyhyissä yhdistelmissä. Kaksiakselisen vetoauton ja kaksiakselisen puoliperävaunun suurin sallittu massa on 38 tonnia. Kaksiakselisen vetoauton ja kolmiakselisen puoliperävaunun kokonaismassa saa olla 42 tonnia. Kolmeakselisen vetoauton ja kaksiakselisen puoliperävaunun kokonaismassa saa olla 46 tonnia, jos siltasääntöpituus on yli 11,5 metriä. Kolmeakselisen vetoauton ja kolmeakselisen puoliperävaunun kokonaismassa saa olla 48 tonnia siltasääntöpituudella 12,2 metriä. Neliakselisen varsinaisen perävaunuyhdistelmän suurin sallittu kokonaismassa on 36 tonnia. Viisiakselisen varsinaisen perävaunuyhdistelmän suurin sallittu massa on 44 tonnia. Kuusiakselisen yhdistelmän kokonaismassa saa olla 53 tonnia. Ääriakselivälin tulee tällöin olla yli 14 metriä. Seitsemänakselisen yhdistelmän kokonaismassa saa olla 60 tonnia. Ääriakselivälin tulee olla yli 16,7 metriä. Myös kahdeksanakselisen yhdistelmän kokonaismassa saa olla 60 tonnia, mutta tällöin perävaunun kokonaismassa voi olla 42 tonnia ja auton 26 tonnia, kunhan kokonaismassa ei

ylitä 60 tonnia. (SKAL 2009)

4.6 EU:n mittadirektiivin tausta

Suomessa ovat Ruotsin ohella käytössä mitoiltaan ja massoiltaan Euroopan suurimmat raskaat ajoneuvoyhdistelmät, ns. moduuliyhdistelmät, joiden suurin sallittu pituus on 25,25 metriä ja suurin sallittu kokonaismassa 60 tonnia. Tarve suurten ajoneuvoyhdistelmien käyttöön perustuu maantieteellisiin seikkoihin ja teollisuuden rakenteeseen, mm. poikkeuksellisen pitkiin maan sisäisiin välimatkoihin ja kuljetusintensiiviseen puunjalostus- ja kaivannaisteollisuuteen. Jo 1970-luvulta alkaen Suomessa on hyväksytty ajoneuvoyhdistelmille 22 metrin ja Ruotsissa 24 metrin pituus. Kokonaismassa on Suomessa asteittain noussut 42 tonnista 48, 52 ja 56 tonnin kautta 60 tonniin vuonna 1993. (Caven 2005, 26–27)

Komissio ehdotti vuonna 1993 tavarakuljetusten kilpailuolosuhteiden tasaamiseksi ja rautatiekuljetusten suosimiseksi EU-alueen ajoneuvoyhdistelmien mitoille ja massoille yhtenäisiä rajoja, jotka olivat 18,35 metriä ja 44 tonnia. Suomessa ja Ruotsissa tutkittiin ehdotetun muutoksen vaikutuksia ja todettiin, että 22 metrin pituinen ajoneuvokalusto olisi pitänyt vaihtaa uusiin. Investointikustannukset olisivat olleet noin 2,3 miljardia euroa. Uusia raskaita 40 tonnin ajoneuvoja tuolloisten 48/56 tonnin yhdistelmien asemesta olisi tarvittu noin 20 % enemmän, vuotuinen kuljetuskustannusten korotus olisi ollut 330 – 580 miljoonaa € ja pakokaasupäästöt, energiankulutus sekä hiilidioksidipäästöt olisivat lisääntyneet 26 – 29 %. Lisäksi sellaisten onnettomuuksien, joissa raskas yhdistelmä on osallisena, määrä olisi lisääntynyt selvästi. Tiellä liikkuvien yhdistelmien määrän lisäys olisi korottanut onnettomuuden tapahtumisen riskiä lähes yhdistelmien lisääntymisen suhteessa. (Caven 2005, 26–27)

Tieliikenteen mitoista ja massoista annettiin kansallisen ja kansainvälisen liikenteen mittoja sekä kansainvälisen liikenteen massoja koskeva direktiivi 96/53/EY vuonna 1996. Sen myötä EU:n alueelle avattiin vuonna 1997 yhteiset kuljetusmarkkinat. Lopputuloksena oli, että Suomi ja Ruotsi ja halutessaan kaikki muutkin EU-maat saivat kansallisesti soveltaa mitta- ja massadirektiivissä määriteltyä suurempia mittoja ja massoja sillä ehdolla, että niiden tulee sallia alueellaan direktiivin mukaisten yhdistelmien standardimittaisista kuorma-autoista ja perävaunuista eli moduuleista uudelleen kytkemällä muodostettuja moduuliyhdistelmiä. Tavoitteena on tällöin syrjimättömyys, eli pienem-

piä yhdistelmiä sallivista jäsenmaista peräisin oleviin uudelleen kytkettyihin yhdistelmiin voidaan saada vähintään yhtä suuri kuormatilan pituus kuin suurempia yhdistelmiä kansallisesti sallivissa jäsenmaissa on saavutettavissa. Tämän päätöksen seurauksena Suomessa ja Ruotsissa yhdistelmille sallittiin 25,25 metrin kokonaispituus. (Caven 2005, s 26–27)

4.7 Nykyinen kalusto

4.7.1 Käytössä oleva kalusto

Nykyisin tyypillisin vetoauto 60 t yhdistelmissä kokonaismassaltaan 26-toninen kolmeakselinen kuorma-auto. Uusista pitkistä perävaunuista suurin osa on viisakselisia, joiden kantavuus on 38–42 tonnia. Turun AMK:ssa tehdyssä selvityksessä oli tutkittu ajoneuvoyhdistelmien kantavuuksia ja omamassoja. Tutkimusta varten oli rajattu ajoneuvohallintokeskuksen tietokannasta kappaletavaran ajoon soveltuvat ajoneuvot. Rajaus ei ota huomioon kaikkia tekijöitä, mutta siitä voi päätellä että noin puolet liikenteessä olevista rahtiperävaunuista on viisiakselisia. Tutkimukseen rajatut ajoneuvoyhdistelmät olivat pääsääntöisesti moduulimittaisia. Tutkimuksessa olleiden neljäkselisten perävaunujen kokonaismassa oli 36-38 t. (Ikonen, Palkov, Viljanen, 2007,9-23.) Arviolta kolmannes maamme rahtiyhdistelmistä on rekisteröidyltä kokonaismassaltaan 68 tonnia ja yli puolet 64 tonnia ja loput 60-62 tonnia. Lain sallima suurin kokonaismassa on 60 tonnia. Myös neljäkselisiä autoja on paljon liikenteessä etenkin maansiirtokuljetuksissa ja muissa lyhyemmän matkan kuljetuksissa. Tällöin perävaunu on useimmiten kolmeakselinen ja enintään 30 t kokonaismassaltaan. Neljäkselisten autojen kokonaismassa on 32 t, mutta siltasääntö rajoittaa sitä usein pienemmäksi. Monessa tapauksessa neljäkselinen perävaunu voi tulla jopa edullisemmaksi ja omamassaltaan kevyemmäksi, koska 9 t yksikköpyöräiset akselit ovat 10 tonnin akseleita halvemmat ja kevyemmät. kolmeakselisessä vaunussa 9 tonnin akselimassa ei riitä, jotta 28 tai 30 tonnia saavutettaisi.

4.7.2 Kaluston kestävyys

Nykyisen kaluston tekninen kokonaismassa on usein hieman rekisteröityä korkeampi. Tyypillinen 26 tonnin auto on varustettu 8 tonnin etuakselilla, 11,5 tonnin vetoakselilla ja 8 tonnin telikselillä eli yhteensä 27,5 tonnia. Neljäkseliset autot voivat olla kahdella

7,5 tonnin etuakselilla ja 19 tai 26 tonnin telillä eli tekninen kokonaisuus on 34–41 tonnia. Esimerkiksi Saksassa tällaiset painot ovat sallittuja, koska siellä ei ole siltasääntöä. Perävaunuissa käytetään tyypillisesti 9 tonnin akseleita eli teoreettinen kokonaisuus viisiakselisessa vaunussa on 45 tonnia. Autojen voimansiirto on suunniteltu ainakin napavälitteisillä akseleilla varustetuissa Mercedes-Benzissä 120 tonnin painolle, Vehon markkinointipäällikkö Rami Ainialan mukaan. (Power Truck Show 2009) Periaatteessa voimansiirron rasitus on enemmän riippuvainen sitä rasittavasta moottoritehosta kuin yhdistelmä kokonaisuudesta.

4.8 Erikoiskuljetusten vaatimuksia

4.8.1 Erikoiskuljetuksen määritelmä

Erikoiskuljetuksella tarkoitetaan lainsäädännössämme sellaista kuljetusta, jossa laissa säädetyt suurimmat sallitut mitat tai massat ylittyvät. Erikoiskuljetuksiksi määritellään kuormaamattoman erikoisajoneuvon kuljetus sekä jakamattoman esineen kuljetus, jossa kuormatun ajoneuvon mitat tai massat ylittävät yleisesti sallitut arvot. (SKAL 2009)

4.8.2 Erikoiskuljetusten lupavaatimukset

Erikoiskuljetuksen suurimmat mitat, joille ei tarvita erikoiskuljetuslupaa, määritellään liikenneministeriön päätöksen mukaan. Kaikille yleisesti sallitut massat ylittävälle kuljetuksille Tiehallinto voi myöntää kuljetusluvan. Vaikka erikoiskuljetus ei tarvitsisikaan mittojensa perusteella lupaa, on aina noudatettava erikoiskuljetuksen merkitsemisestä ja varoitustoimenpiteistä annettuja määräyksiä. (Tiehallinto 2010)

4.8.3 Kuljetukset, joihin tarvitaan erikoiskuljetuslupa

Mikäli ajoneuvon mitat ylittävät määräysten mukaiset arvot tai ajoneuvon massa ylittää normaalit massat, tulee hakea erikoiskuljetuslupaa Tiehallinnolta. Kuljetus ei saa kohtuuttomasti vaarantaa tai häiritä muuta liikennettä. Myös teiden ja siltojen kantavuuden ja käytettävissä olevan tilan tulee olla riittävä. (SKAL 2009)

4.8.4 Lupavaihtoehdot

Lupa voi olla joko reittilupa tai reitistö lupa. Reitistöluvassa on määritelty valmiiksi suurimmat sallitut mitat ja massat sekä tiet, joilla saadaan liikkua. Reitistö lupa koskee rajattua aluetta. Reittikohtainen lupa myönnetään ainoastaan hakemuksessa ilmoitetun lähtö- ja määräpaikkojen välille. Mikäli kuljetus ei painonsa puolesta ole erikoiskuljetus, voi useampi samantyyppinen ajoneuvo liikkua samalla luvalla. Ylipainoisten kuljetusten lupa on aina ajoneuvokohtainen.

ELY-keskus voi muuttaa hakemuksessa esitettyä kuljetusreittiä, mikäli reitti on kuljetukseen sopimaton. Erikoiskuljetuslupaa voi hakea Pirkanmaan ELY-keskuksesta. Erikoiskuljetuslupa myönnetään joko kuljettajalle, kuljetuksen tilaajalle tai kuorman valmistajalle. Lupaa ei voi siirtää kenenkään muun käyttöön. Luvat myönnetään yleensä kahdessa päivässä. Mikäli kerralla haetaan useampia reittejä, voi käsittely kestää pidempään. Erittäin raskaiden kuljetusten luvat pyritään käsittelemään viikossa, mutta siltöjen kantavuuslaskentaa vaativissa luvissa käsittelyaika voi olla pidempi. (Tiehallinto 2010)

4.8.5 Maksut

Erikoiskuljetuslupien hinnat määräytyvät seuraavasti:

- Kuljetuksen kokonaismassa on enintään 90 tonnia: 86 €
- Kuljetuksen kokonaismassa on yli 90 tonnia, mutta enintään 200 tonnia: 190 €
- Kuljetuksen kokonaismassa on yli 200 tonnia: 430 €
- Kuljetuksen kokonaismassa on yleisesti tiellä sallittujen massa-arvojen rajoissa, mutta kuljetuksen korkeus ylittää 7 m TAI kuljetus on leveämpi kuin 6 m: 86 €
- Aiemmin myönnettyyn lupaan haetaan lisäreittiä: puolet lupamaksusta
- Ennakkopäätös kuljetusmahdollisuudesta: puolet lupamaksusta.
- Lupamaksun lisäksi sillan ylittäminen valvottuna: 320 €
- Muut luvat: 34 €
- Kielteisestä lupapäätöksestä veloitetaan käsittelykustannukset 22 €

(Tiehallinto 2010)

4.8.6 Lupien voimassaoloajat

Lupien voimassaoloajat ovat:

- Kuljetusajoneuvo tai -yhdistelmä on rekisteröity tai käyttöön otettu EU- tai ETA-valtioiden ulkopuolella: 1 vko.
- Luvassa on erikoisehto (esimerkiksi sillan tai maaperän valvonta, poliisiehto tms.): 1-3 kk.
- Kuljetuksen kokonaismassa on yli 90 tonnia: 3kk.
- Kuljetuksen kokonaismassa on enintään 90 tonnia: 6 kk.
- Kuljetuksen akseli-, teli- ja kokonaismassat ovat ajoneuvojen käytöstä tiellä annetun asetuksen mukaiset ja leveys on enintään 7 metriä, tai luvassa on vähintään kolme reittiä: 12 kk.

Ajoneuvon täyttäessä useampia ehtoja, sovelletaan aina lyhintä voimassaoloaikaa. (Tiehallinto 2010)

4.8.7 Erikoiskuljetusten vaatimuksia

Yli 60 tonnin kuljetuksissa vetäville akseleille kohdistuvan massan tulee olla vähintään 20 % kokonaismassasta. Erikoiskuljetuksissa vaadittava moottoriteho tulee olla 5 kW jokaista kokonaismassan tonnia kohden alle 60 tonnin kuljetuksissa. Yli 60 tonnin kokonaismassalla tehon tulee olla 300 kW lisätynä 1 kW jokaiselta 60 tonnin yli menevän tonnin osalta. Poikkeuksena vaatimusten suhteen on, että erikoiskuljetukseen käytetyn ajoneuvon ei tarvitse täyttää siltasääntöä, kääntyvyysvaatimusta, kytkentäsääntöä, vetävän akselin 25 % massavaatimusta eikä taustapeilejä koskevaa vaatimusta. Mitoitukseen reilusti ylisuurien ajoneuvojen tulee käyttää varoitusmerkintöjä ja varoitusajoneuvoja määräysten mukaisesti. (SKAL 2009)

5. TUTKIMUSONGELMA JA SEN RATKAISU

Lähtökohtana tälle työlle on selvittää, miten paljon ajoneuvoyhdistelmien kokonaispainon nostaminen 60 tonnista 68:aan alentaisi kustannuksia ja mitä muita vaikutuksia tällä olisi. Tarkastelussa vertaillaan myös 74 ja 90 tonnin vaihtoehtoa.

5.1 Kokonaismassan nostamisen vaikutukset

5.1.1 Kokonaismassan vaikutus polttoaineen kulutukseen.

Kokonaismassan kasvattaminen lisää kulutusta 0,7 litraa/100 km jokaista lisättonnia kohden (VTT2006). Täten 8 tonnin painonlisäys lisää kulutusta 5,6 litraa. Käytännössä ajotavalla ja maantien korkeusprofiililla on vaikutusta kulutuksen lisäykseen eli se voi olla pienempikin. Ajettaessa tyhjänä kulutus pysyy samana tyhjänäajon osalta eli todellinen keskikulutuksen nousu riippuu tyhjänäajon osuudesta. Keskimäärin kaikissa kuljetuksissa ajetaan noin 20–30 % tyhjänä. VTT:n tulosta voidaan kuitenkin käyttää vertailulaskelmien pohjana. Nykyistä kalustoa hyödynnettäessä nämä kaikki 8 lisättonnia olisivat hyötykuormaa. Jos vertailun lähtökohtana käytetään 45 l/100 km kulutusta 60 t painolla. Nykyisten yhdistelmien omamassat vaihtelevat 20 tonnista 28 tonniin. Laskelmien pohjaksi voidaan ottaa 22 tonnia painava yhdistelmä. Tällöin hyötykuorma on 38 tonnia ja täydellä kuormalla ajettaessa polttoainetta kuluu 0,001842l /tkm. Kokonaismassan ollessa 8 tonnia suurempi polttoainetta kuluu 51,6l/100km ja hyötykuorma on 46 tonnia. Tällöin polttoainetta kuluu 0,0012173913 l/tkm. Eli polttoaineen kulutus tonnikipometriä kohden laskee 5,3 %, tyhjänäajon osuuden ollessa 50 %.

Käytettäessä neljäkselista autoa ja viisiakselista perävaunua, tekninen kokonaismassa on 74 tonnia. Vetoauton omamassa on noin 1-2 tonnia suurempi kuin kolmeakselisessa ja perävaunu on sama kuin kolmeakselisen perässä. Eli hyötykuorma on tällöin 50,5 tonnia. Kulutus on 54,8 l/100km ja polttoaineen kulutus l/tkm on 0,001085148 l/tkm, mikä on 8,4 % vähemmän kuin 60 tonnin yhdistelmässä.

Oman päätelmäni mukaan suurempi kokonaismassa pienentää ilmanvastuksen aiheuttamaa vastusta, koska ylämäessä ajetaan hiljempaa ja alamäessä massan tuoma potentiaalienergia muuttuu liike-energiaksi ja syrjäyttää ilmanvastusta tehokkaammin etenkin juuri sen ollessa suurimmillaan 90 km/h nopeudessa. Eli polttoaineen kulutus ei välttämättä nouse niinkään paljon kuin VTT:n tutkimuksiin perustuva arvio on. Omien havaintojeni mukaan esimerkiksi Näkin Kuljetuksen kapelliyhdistelmä kuluttaa tyhjänä ajettaessa 30-33l/100km polttoainetta. Lastin kanssa ajettaessa kulutus on 42-50 l/100 km 39 tonnin kuormalla, eli 60 tonnin kokonaispainolla. Parhaimmillaan 39 tonnin painonlisäys kuluttaa siis vain noin 10 l/100 km enemmän polttoainetta eli 0,25litraa per lisättonni. Tällä kaavalla laskettuna 8 lisättonnia ei veisi kuin 2 l/100 km enemmän ja 14

tonnia 3,5 l/100 km. Ajotavan merkitys korostuu etenkin suuremmilla kokonaispainoilla. Tätä asiaa täytyisi tutkia vielä tarkemmin pitempiaikaisilla mittauksilla ja testeillä, joten tämän työn laskelmat on tehty VTT:n arvion mukaan.

5.1.2 Vaikutukset ajettavuuteen

Suuremman massan vaikutuksia ajettavuuteen voidaan arvioida kuljettajien kokemusten perusteella sekä VTT:n ajovakaustestien pohjalta. VTT:n testien mukaan pidemmät yhdistelmät ovat lyhempiä vakaampia. Tämä selittyy sillä, että pidempi ääriakseliväli pienentää ohjausliikkeistä aiheutuvaa heilahtelua. Käytössä olevista 5-akselisista perävaunuista valtaosa on pitkiä, jolloin kuorman lisääminen ei aiheuttaisi juurikaan ongelmia ajovakauteen. Painojen nosto saattaisi jopa parantaa sitä, koska nyt saattaa olla että 20 tonnia painavalla autolla vedetään 40 tonnia painavaa perävaunua. Painojen ollessa 68 tonnia voitaisiin ajaa täydellä vetäjällä, mikä parantaisi ajovakautta ainakin talvella. Kesäkelissä painojakaumalla ei ole kuljettajien kokemuksen mukaan juurikaan vaikutusta. Vedettäessä 5-akselista perävaunua 4-akselisella autolla olisi vetoauton ja perävaunun välinen painosuhte parempi. Tällöin ajovakaus olisi hyvä kaikissa tilanteissa, myös talvella.

5.1.3 Ajo liukkaalla kelillä

Suuremman massan vaikutukset talviolosuhteissa täytyisi huomioida ainakin ajoneuvojen rengastuksessa. Vetävillä ja ohjaavilla akseleilla tulisi olla hyvät talvirenkaat. Painon kasvu 60 tonnista 68 tonniin ei kuitenkaan tarvitsisi mitään erityisvaatimuksia. Kuljettajien ammattitaito ratkaisee jo nykyäänkin enemmän kuin kokonaispaino. Tällä hetkellä suuremmat vaikeudet talvikeleissä on 42 tonnin painoisilla puoliperävaunuyhdistelmillä, koska niissä ei saa lisättyä vetoakselin kuormaa tilapäisesti, kuten tyypillisessä 3-tai 4-akselisessa täysperävaunun vetoautossa. Tavallisessa maantie-ajossa painon nosto ei aiheuttaisi ongelmia talvellakaan. Rekkoja olisi teillä vähemmän, mikä jopa lisäisi turvallisuutta. Tietyille erityisen mäkisille tieosuuksille voisi asettaa ajokieltoja talvisin tai ainakin huonoilla keleillä. Myös Norjasta voisi ottaa mallia ja vaatia lumiketjuja tietyillä osuuksilla tai ainakin telivetoista vetoautoa.

5.1.4 Vaikutukset ajonopeuteen

Suurempi kokonaismassa hidastaisi nopeuksia jonkin verran ylämäissä, jos käytetään saman tehoisia autoja kuin nykyään. Tehontarve kasvaa ylämäissä voimakkaasti. Esimerkiksi 300 kW teholla 60 t ajoneuvoyhdistelmä kulkee 1 % nousussa 75 km/h ja 2 % nousussa 63 km/h. (kuva3.) Massan vaikutus mäennousunopeuteen voidaan laskea. Käytännössä nopeuserolla ei ole suurta merkitystä, koska yleensä liikennevirta ei kulje ihan rajoittimien sallimaa 90 km/h. Tällöin ylämäessä 60 tonnin painoisille yhdistelmille jääty matka saavutetaan kiinni tasamaalla ajettaessa. Laskelmissa voidaan kuitenkin arvioida ajamiskeskinopeuden eroiksi 2,5 km/h 68 tonnisella ja 5 km/h 74 tonnisella yhdistelmällä. Ero riippuu kuitenkin paljon käytettävästä reitistä ja risteysten määrästä. Suuremman massan kiihdyttäminen vie enemmän aikaa, joten eroja tulee sitä enemmän mitä suurempi on risteysten ja korkeuserojen määrä. Todelliset nopeuserot tuskin ovat edes arvioitua 2,5-5 km/h.

Ajonopeuden aleneminen ylämäissä pienentää ilmanvatusta ja vastaavasti suuremman massan suurempi potentiaalienergia syrjäyttää paremmin ilmanvastusta alamäissä ajettaessa. Alamäissä nopeus on yleensä 90 km/h jolloin ilmanvastus on merkittävä. Tämän voi huomata ajettaessa tyhjällä autolla, jolloin joutuu painamaan kaasua alamäessäkin, jotta 90 km/h nopeus säilyy.

5.1.5 Tehontarve

Tyypillisimmin 60 tonnin painoisen yhdistelmän vetoautona käytetään 460–500 hevosvoiman tehoista ajoneuvoa. Raskaammissa töissä, kuten puunajossa on usein käytössä suuritehoisimmat markkinoilla olevat autot eli teholtaan 620-730 hv. 60 tonnin vetämiin riittävä teho on 410 hv. Ennen teho vaatimus oli 5 kW jokaista kokonaismassatonna kohden, mutta nykyisin tätä vaatimusta ei ole. Käytännössä alle 410 hevosvoiman tehoilla ei vedetä 60 tonnin painoja.

Erikoiskuljetusten teho vaatimuksena on 300 kW lisättynä 1 kW jokaista 60 tonnin yli menevää lisätonni kohden. (SKAL 2009) Tätä taustaa vasten 68 tonnia vaatisi 330 kW eli 462 hevosvoimaa. 74 tonnia vaatisi 503 hevosvoimaa. Eli lähes kaikissa nykyisissä ajoneuvoyhdistelmissä olisi riittävästi tehoa suurempiin painoihin. Tasaisella ajettaessa pienempikin teho riittäisi. VTT:n energiatehokkuusohjeistuksen mukaan moottorin

hyötysuhde on parhaimmillaan kun kuormitusaste on melko suuri ja tarpeeton teho-reservi lisää polttoaineen kulutusta noin 5 %. Kokonaispainon nostaminen parantaisi energiatehokkuutta, koska nyt käytössä olevien autojen teho on keskimäärin suurempi kuin ajotehtävät vaatisivat.

5.1.6 Vaikutus tieverkon kuormitukseen

Suurempi massa ei lisää juurikaan tieverkon kuormitusta vaan se saattaa jopa laskea. Nykyisin käytössä olevissa 60 tonnin yhdistelmissä noin puolessa on 7 akselia, jolloin keskimääräinen akselimassa on 8,6 tonnia. 68 tonnin yhdistelmässä akseleita on 8, jolloin akselimassa jää keskimäärin 8,5 tonniin eli pienenee 2 %. 74 tonnin yhdistelmässä on 9 akselia, jolloin akselimassa jää 8,2 tonniin keskimäärin, mikä on 5 % vähemmän kuin nykyisissä perinteisissä yhdistelmissä. Lisäksi hyötykuorman kasvaminen 21–33 % vähentäisi tiellä liikkuvien ajoneuvoyhdistelmien määrää lähes samassa suhteessa eli noin 20 %. Tien pinta kuluu aina kun siitä ajetaan, oli ajoneuvo sitten tyhjä tai täysi. Yleensä vain yksi tai kaksi akselia per ajoneuvoyhdistelmä voidaan nostaa ilmaan tyhjänä ajettaessa. Ajoneuvojen määrän vähentymien pienentäisi varmasti teiden rasitusta enemmän kuin painojen nousemisen aiheuttama lisärasitus.

Siltojen osalta on nykyisin voimassa siltasääntö, joka rajoittaa kokonaismassa yli neljä-akselisissa autoissa sekä ajoneuvoyhdistelmissä ääriakselivälin mukaan. Nykyisen siltasäännön laskentatavasta on mainittu aiemmin tässä työssä. Siltasäännön mukaan 60-tonnin painoisessa yhdistelmässä ääriakselivälin tulee olla 16,66 metriä. 68 tonnia vaatisi 19,63 metriä ja 74 tonnia 21,85 metriä. Nämä ehdot täytyisivät suurimmassa osassa käytössä olevissa ajoneuvoyhdistelmistä, joissa on viisiakselinen perävaunu. Mielestäni 74-tonniset yhdistelmät eivät tarvitsisi mitään lisärajoituksia normaaleja siltoja varten.

5.1.7 Turvallisuus

Tieliikenteen turvallisuus paranisi jonkin verran, kun raskaita ajoneuvoja olisi vähemmän liikenteessä. Henkilöauton ja rekan kohtaamisonnettomuuksissa ei ole merkitystä onko kokonaispaino 20 tai 100 tonnia, koska henkilöauto on vain 1-2 tonnia painava. Massaero on joka tapauksessa niin suuri, että henkilöauto vaurioituu kohtaamisonnettomuuksissa pahasti. Vähempi määrä rekkoja vähentäisi kohtaamisonnettomuuksia lähes

saman verran kuin ajoneuvomäärä vähenisi. Se vähentäisi myös ohitustarvetta. Tosin ylämäissä ohitustarve voisi lisääntyä jonkin verran, koska nopeudet alenisivat hieman. Jo nyt suurimmassa osassa pitkistä ylämäistä on ohituskaista, joten muu liikenne pääsee ohi hitaammista ajoneuvoista.

Akselimäärän lisääntyminen lisäisi ajoneuvoyhdistelmien kitkapinta-alaa tiehen. Jarrutusteho olisi vähintään sama tai jopa paranisi hieman, koska jarruttavia akseleita olisi enemmän ja akselimassat hieman aikaisempaa matalammat.

5.1.8 Ympäristövaikutukset

Kokonaismassan nostamisen ympäristövaikutuksia on tarkasteltu seuraavaksi. Hiilidioksidipäästöt ovat suoraan verrannollisia kulutetun polttoaineen määrään. Vaikutuksia polttoaineen kulutukseen on tarkasteltu aiemmin ja niiden perusteella voidaan arvioida, että päästöt kuljetettua tavaratonnia kohden pienenisivät 68 tonnin painoisilla yhdistelmillä ajattaessa noin 5 %. 74 tonnin yhdistelmällä päästövähennys olisi yli 8 %. Tämä painojen muutos täyttäisi kuljetusalan ympäristötavoitteen.

Kokonaispäästöt pienenisivät huomattavasti enemmän, koska ajoneuvoyhdistelmien määrä laskisi. Ajoneuvoyhdistelmiä tarvittaisi saman kuljetussuoritteen hoitamiseen teoriassa 10–20 % vähemmän 68 tonnin painoilla ja 13–24 % vähemmän 74 tonnin kokonaispainoilla. Käytännössä vajailta painoilla liikkuvia ajoneuvoja olisi edelleen suuri osa, koska osa tavaroista on tilavuuspainoltaan niin kevyttä, ettei suurempaa kokonaispainoa pystytä saavuttamaan nykyisillä mitoilla. Suurempien massojen soveltuvuutta eri kuljetussuoritealoille tarkastellaan myöhemmin tässä työssä. Suurempi paino hidastaa hieman keskinopeutta ja lastaukset sekä purkamiset vievät hieman enemmän aikaa. Todellinen ajoneuvomäärän aleneminen voisi olla oman arvioni mukaan 10–15 %. Päästövähennyksen voidaan arvioida kuitenkin olevan 15–30 %, riippuen kuljetettavasta tavarasta.

Myös muut kuin hiilidioksidipäästöt alenisivat, jos ajoneuvoyhdistelmien määrä alenisi. Näistä merkittävimpiä ovat typenoksidit ja erilaiset pienhiukkaset. Näiden päästöjen osalta uudet autot ovat ympäristöystävällisempiä kuin vanhat.

5.1.9 Vaikutukset kustannuksiin

Ajoneuvoyhdistelmien kokonaismassan nostaminen 68 tonniin nostaisi työn ja kaluston tuottavuutta 10–15% ajotehtävästä riippuen. Yksikkökustannukset alenisivat 10–12 %. Kokonaismassan ollessa 74 tonnia vaikutus yksikkökustannuksiin olisi 14–15 %:n luokkaa. Kustannukset alenevat jo melko lyhyilläkin matkoilla, mutta pitkillä matkoilla yksikkökustannukset alenevat enemmän. Lastauksen ja purkauksen tehokkuus vaikuttaa paljon kokonaishyötyyn. Hidas kuorman lastaus tai purku vie suuremmilla kuormilla enemmän aikaa, jolloin kokonaissuorite ei kasva niin paljon. Suuremmilla kuormilla lastauksen tai purkauksen ylimääräinen odottelu ei tule yksikköä kohden niin kalliiksi kuin pienellä kuormalla. Kokonaismassoja nostamalla saataisi lisättyä kuljettajien työn tuottavuutta, mikä on valtionjohdon yleinen tavoite kaikilla aloilla. Samalla työpanoksella saadaan enemmän aikaan. Suurempi kokonaismassa ei lisää ajamisen raskuudesta millään lailla. 68 tonnin kokonaispaino ei vaatisi myöskään suuria lisäinvestointeja kalustoon. 90 tonnin yhdistelmillä kustannukset voisivat alentua noin 15–20 %. 90 tonnin yhdistelmien käyttöönotto vaatisi jonkin verran lisäinvestointeja, mutta nykyistä kalusto pystyttäisi hyödyntämään pidemmissä yhdistelmissäkin melko hyvin.

5.2 Vertailulaskelma

Tutkimukseni arviot vaikutuksista perustuu suurelta osin kustannuslaskelmiin, jossa on vertailtu eri kokonaispainoisten yhdistelmien kustannuksia. Laskelmat ovat liitteenä. Toimeksiantajan tyypillisistä ajotehtävistä on tehty erilliset laskelmat, jotka esitellään omana kappaleena myöhemmin. Yleislaskelmakin perustuu pääosin toimeksiantajan ajotehtäviin.

Vertailulaskelman perustana on nykyisen ajoneuvokaluston hyödyntäminen suuremmalla kokonaismassalla. Tällöin hankintahinta on sama 60 tonnin yhdistelmässä sekä 68 ja 69,5 tonnin yhdistelmässä. 74 tonnin yhdistelmän vetoauto on laskelmassa 15000 €kalliimpi kuin kevyemmissä yhdistelmissä.

Vuotuisen ajosuoritteen laskennassa on käytetty työtuntimäärää rajoittavan tekijänä eli se on kaikissa painoluokissa sama, muuten myös pitoaika vuosina on sama. Vuotuisissa kilometreissä syntyy eroja, koska lastaus- ja purkuajat ovat eripituiset kuormakoon mukaan ja ajotehtävän mukaan. Keskinopeudessa 60 tonnin ja 68 tonnin yhdistelmien ero-

na on laskettu 2,5 km/h ja 74-tonnisen 5 km/h. Todellinen ero on varmasti pienempi. Vuotuiset ajokilometrit jäävät suuremmilla painoilla pienemmiksi, koska tuntimäärä on rajoittava tekijä. Huoltokustannuksien arvioinnissa on prosenttiarvoa 50 % poistoista. Tällöin suuremmilla painoilla huoltokulut sekä pääomakulut kilometriä kohden ovat hieman suuremmat kuin pienemmillä painoilla. Tämä on varmasti melko realistinen malli, koska suurempi paino saattaa rasittaa ajoneuvoa hieman enemmän ja ajoneuvo kuluu hieman nopeammin. Todellisuudessa erot nopeuksissa ja huoltokustannuksissa eivät ole välttämättä niinkään suuret kun olen arvioinut..

Vertailussa on myös laskettu 90 tonnin yhdistelmän kustannukset. Siinä on hankintahintana käytetty 62000€kalliimpaa hintaa eli noin yhden perävaunun arvoa. Lisäksi vakuutusmaksuihin on laskettu korotus. 90 tonnin yhdistelmällä ehtisi ajaa 36 % enemmän tavaraa ja yksikkökustannukset jäisivät lähes 15–20 % alhaisemmiksi suoritealasta riippuen.

5.3 Vaikutukset toimeksiantajan toiminnassa

Näkin Kuljetus Oy:n suoritealalla 68–74 tonnin painoja pääsisi hyödyntämään suurimassa osassa kuljetuksista. Viljakuljetuksissa 68 tai 74 tonnia savutettaisi noin 75 %:ssa kuljetuksia. Kaura on ainoa vilja, jolla tulisi ongelmia 68 tonnin painon saavuttamisessa. Viljan ajon erityispiirteitä ovat maataloilla tapahtuvan lastauksen rajoitukset, jotka rajoittavat kaluston kokoa korkeus ja pituussuunnassa. Nykyisen viljakaluston korkein perävaunu on 3,2 metriä, mikä on liian korkea moneen vanhaan kuivuriin. 50 kuutiometriä on kuitenkin ehdoton minimikoko 5-akseliselle perävaunulle, jos halutaan 42 tonnin kokonaispaino perävaunuun. Toinen 5-akselinen viljaperävaunu on myös 50 m³ mutta se on saatu alle 3 metriä korkeaksi. Viljakuljetuksissa suurimmat tavaramäärät ajetaan lähialueen myllyille, rehutehtaille ja satamavarastoihin. Keskikuljetusmatka on noin 100–130 km ja puolet ajosta tyhjänä. Polttoaineen kulutuksen muutoksessa painon noustessa on huomioitu tyhjänä ajon osuus. Paino on korkeampi vain lasti päällä ajettaessa. Pitempiin matkoihin ajettaessa tuodaan yleensä rehuraaka-aineita, lannoitteita tai rakennustarvikkeita toiseen suuntaan. Tällöin tyhjänäajon osuus on yleensä 20 %:n luokkaa. Viljakuljetusten vertailulaskelmassa (liite 2) 100 kilometrin matkalla yksikkökustannukset alenisivat 10 % 68 tonnin painoilla. Noin 75 %:sa kuljetuksissa voitaisiin hyödyntää lisäpainoa eli todellinen säästö olisi 7,5 %. 69,5 tonnilla saataisi yksi prosenttiyksikkö lisäsäästöä. 74 tonnin viljayhdistelmällä kustannussäästö olisi 11 %

eli todelliset säästöt olisi noin 9 %. Kuljetettavissa tonneissa saavutettaisi neljällä ajoneuvoyhdistelmällä sama kuljetussuorite mihin nyt tarvitaan 4,5 yhdistelmää.

Lannoitekuljetuksissa 25,25 metrisellä kapelliyhdistelmällä pystyttäisi saavuttamaan suursäkkikuormalla maksimissaan 70 tonnin kokonaispaino. Lyhyemmällä viljayhdistelmällä kokonaispaino jäisi 67 tonniin. Jos painot muuttuisivat, myös viljayhdistelmistä kannattaisi tehdä hieman pidempiä. Lannoitelavoja ajettaessa suurempi paino voidaan saavuttaa, mutta se lisää merkittävästi sidonnan tarvetta, koska lavoja joudutaan pinomaan runsaasti päällekkäin. Käytännössä lavojen osuus vähenee koko ajan eli sitä ei tarvitse huomioida laskelmissa. Eli lannoitteissakin 75 % kuljetuksista voitaisiin ajaa 68 tonnin painoilla. Myös 90 tonnin yhdistelmä soveltuisi lannoitteen ajoon, jos pituus olisi 30 metriä. Lannoitekuljetuksiin suurempi paino soveltuisi erittäin hyvin, koska kuljetusmatka on keskimäärin 300 km ja toisen suunnan kuormia ei löydy tällä hetkellä kuin puolille kuormista. Lannoitekuljetuksissa nykyisillä viljayhdistelmillä saavutettaisi enintään 67 tonnin kokonaispaino, mikä toisi 11 % säästön vertailulaskelman (liite3) mukaan. Käytännössä tilauserien koko vaikuttaisi todelliseen kuormakokoon eli todellinen säästö oli noin 8 %. Kapelliyhdistelmällä saataisiin 69,5 tonnin kokonaispaino, mikä säästäisi kustannuksia 13 % eli todellinen hyöty olisi 11 %. 90 tonnin painoisella kahden perävaunun muodostamalla yhdistelmällä kustannussäästö olisi 18 % eli todellinen hyöty olisi noin 15 %. Käytännössä hyöty jäisi vielä pienemmäksi, koska niin pitkällä yhdistelmällä ei pääse suurimpaan osaan maatilojen pihosta. Pitkän yhdistelmän hyödyt tulisivat paremmin esiin, jos takimmainen perävaunu purettaisi aina välivarastoon, jolloin tilauserien koolla ei olisi väliä. Tällöin täyttöaste olisi 100 %. Välivarastointia on harkittu lannoitteen ajoon jo muutenkin, koska lannoitteen hinnoittelu on porrastettu siten että hinta nousee 10–20 % heinäkuun ja huhtikuun välillä. Välivarastoinnilla voisi tasata kausivaihteluja ja hintaporrastus kattaisi aiheutuneet lisäkulut. Laskelmassa ei ole huomioitu menokuormia kustannussäästöissä, mutta ne parantavat merkittävästi massojen nostamisen kokonaishyötyä. Suuremmat kuormat vähentäisivät toimeksiantajan tyhjänäajoa lannoitteenajossa noin 15 %, koska menokuormien määrä pysyisi samana, mutta paluukuormia olisi vähemmän.

Rakennustarvikekuljetuksissa laastien ja pihakivien sekä tiilien kuljetuksissa saisi nykyiseen kalustoon mahtumaan helposti 68 tai 74 tonnin kokonaispainot. Näissä kuljetuksissa on usein ajoneuvotrukki tai kappaletavaranosturi mukana, mikä vähentää hyötykuormaa 2-3 tonnia. Kokonaispainojen nosto helpottaisi tätä hieman. Eristeiden ja

harkkojen ajossa korkeita painoja ei saavuteta tavaran keveyden ja pakkauskokojen takia. Rakennustarvikkeiden kuljetuksissa saavutettaisiin noin 5-10 %:n säästö. Rakennustarvikekuljetuksissa tehokkain yhdistelmä olisi neljäksellinen auto ja neljä- tai viisiaksellinen perävaunu, jolloin kuormaa telattaessa saataisiin vetoautolla mahdollisimman suuri määrä kerralla.

Kokonaisuutena työn tuottavuus paranisi lähes 10 % eli 9 henkilöä saisi aikaan 10 henkilön työpanoksen. Tämä parantaisi kannattavuutta merkittävästi. Maatalouskuljetuksissa on tyypillistä kausivaihtelut vuodenajan mukaan. Suuremmalla tuottavuudella saisi helpotettua kuljettajapulaa sesonkiaikoina. Tilapäisen työvoiman käyttö on hankalaa, koska viljakuljetukset ovat erikoisala, jonka oppiminen vie aikaa ja maanviljelijät ovat vaativia asiakkaita. Jos kuljetukset eivät suju toivotulla tavalla, saman kuljetusliikkeen on turha tulla uudelleen. Tehokkaat kuljetukset ovat kuitenkin koko viljantuotantoketjun tärkeä osa, jonka toimivuus vaikuttaa koko viljasadon laatuun sadonkorjuuaikana. Normaaleina vuosina koko viljasadosta ajetaan noin neljännes sadonkorjuuaikana eli reilun kuukauden aikana. Etenkin sadonkorjuuaikana suuremmat kokonaispainot toisivat merkittäviä hyötyjä kaikille osapuolille. Viljelijät saisivat enemmän lisätilaa kerralla, jotta puinteja ei tarvitsisi keskeyttää omien varastojen täyttymisen vuoksi. Kannattavuus paransi merkittävästi. Mikäli kuljetusmaksut pidettäisiin tonninhinnan osalta ennallaan, tulos paransi yli kaksinkertaiseksi. Laskelmissa liikevoittoprosentti nousisi kymmenestä prosentista 22 prosenttiin 68 tonnin kokonaispainolla ja 24 prosenttiin 74 tonnin painoilla.

5.4 Suuremman painon soveltuminen eri kuljetussuoritealoille

Seuraavaksi on arvioitu suuremman kokonaismassan soveltumista eri kuljetussuoritealoille. Kokonaisyötyjen arvioinnissa Suomen kannalta olen käyttänyt tilastokeskuksen tavarankuljetustilastoa tavaralajeittain vuodelta 2009. Sen pohjalta laadin taulukon (liite4), jossa olen arvioinut 68 tonnin painojen käyttöönoton soveltuvuuden eri aloille. Arvioin kuinka monessa prosentissa kuljetuksia voitaisiin hyödyntää 68 tonnin painoa. Sitten olen laskenut, paljonko se vähentäisi kunkin alan ajokilometrejä. Lopputulos olisi 50 miljoonaa ajokilometriä nykyistä vähemmän eli 2,3 %. 90 tonnin ja 30 metrin yhdistelmillä säästöä kertyisi 8,3 %.

5.4.1 Elintarvikeala

Elintarvikealan kuljetuksissa ei nykyisillä mitoilla voida hyödyntää suurempaa painoa tavallisella kalustolla, mutta 2-tasokuljetusvälineissä omamassa on jo niin korkea että suuremmat painot auttaisivat ainakin toisen suunnan kuormia ajettaessa. Muutenkin elintarvikeajoneuvot kuljettavat muuta tavaraa toiseen suuntaan, jolloin suurempi paino olisi hyödynnettävissä ainakin osittain. Jos mittoja muutettaisiin, hyödyt kasvaisivat merkittävästi, kun voitaisiin yhdistellä eri kuljetusyksiköjä ja hoitaa jakelu pilkkomalla yhdistelmä pienempiin osiin. Pitkiä yhdistelmiä voitaisiin käyttää pitkissä terminaalien välisissä kuljetuksissa.

5.4.2 Energia-ala ja kemianteollisuus

Energiakuljetuksissa voisi hyödyntää suurempaa painoa lähes kaikissa kuljetuksissa nykyisilläkin mitoilla. Tämän hetken säiliöajoneuvoissa ei ole juurikaan tyhjää tilaa, koska nesteen läikkyminen aiheuttaa ongelmia ajovakauteen. Kalusto uusiutuu kuitenkin melko nopeasti, joten uudet yhdistelmät olisi mahdollista rakentaa suuremmiksi nykyisten mittojenkin puitteissa.

5.4.3 Maatalous

Maatalouden kuljetuksiin uusi paino soveltuisi erittäin hyvin, kuten aiemmin on jo esitelty. Nykyisissä yhdistelmissä olisi jo reilusti kantavuuspotentiaalia vilja-, lannoite- ja rehukuljetuksissa. 90 tonnin yhdistelmät eivät soveltuisi kovin hyvin vilja- ja rehukuljetuksiin, mutta lannoitteissa niitä voisi hyödyntää pitkän kuljetusmatkan takia. Teuraseläinten kuljetuksissa korkeampia painoja ei saavutettaisi.

5.4.4 Metsäala

Metsäalan kuljetuksissa 68 tonnin paino olisi helposti hyödynnettävissä ainakin raakapuun kuljetuksissa ja kemiallisen metsäteollisuuden jalosteiden kuljetuksissa sekä hakekuljetuksissa. Sahatavaralla ja sahanpuruilla nykyistä korkeampia painoja ei saavutettaisi tämän hetken mitoilla. Suomessa 90 tonnin yhdistelmä ei soveltuisi kovin hyvin raakapuun kuljetuksiin, koska Suomessa puu kuljetetaan suoraan hakkuupaikalta tehtail-

le. Sen sijaan tehtailta satamiin tapahtuvissa kuljetuksissa isommat yhdistelmät toimisivat erinomaisesti.

5.4.5 Tukku ja vähittäiskauppa

Kaupan kuljetuksissa 68 tonnin painoja ei nykymitoilla juurikaan pystyttäisi saavuttamaan, mutta näissäkin kuljetuksissa liikkuu usein toiseen suuntaan sellaista tavaraa, johon suurempi paino soveltuisi. Suuremmilla mitoilla voitaisiin yhdistellä eri kuljetusyksiköitä pitkiä matkoja varten ja suorittaa jakelu pilkkomalla yhdistelmä pienempiin osiin. Suurien logistiikkakeskusten ja varastojen välisissä kuljetuksissa nykymitoista poikkeavat yhdistelmät olisivat tehokkaita.

5.4.6 Rakennusala

Rakennusosalalla pystyisi hyödyntämään 68–74 tonnin painoja ainakin maanaineskuljetuksissa ja rakennustarvikkeiden kuljetuksissa, joita käsiteltiin jo aiemmin toimeksiantajan toimintaa tarkasteltaessa. Maansiirtokuljetukset ovat tonnimäärältään suurin kuljetussuoriteala. Siinä matkat ovat usein lyhyitä, mutta suuremman massan hyödyt tulisivat esille jo hyvinkin lyhyillä etäisyyksillä.

5.4.7 Metalliteollisuus

Metalliteollisuuden kuljetuksiin suurempi paino soveltuisi hyvin nykymitoillakin. Malmin ja metalliraaka-aineiden kuljetuksissa kuorman maksimointi on tälläkin hetkellä ominaispiirre. Monilla suljetuilla kaivosalueilla ajetaan jo nyt 80 tonnin yhdistelmäpainoilla. Valmiiden terästuotteiden ominaispaino on korkea, joten metallien kuljetuksessa voisi käyttää korkeita painoja. Romumetallin kuljetuksissa kaluston omamassa on usein jo niin korkea, että suurempi paino olisi erittäin järkevä.

5.4.8 Suuryksikkökuljetukset

Suuryksikkökuljetuksiin 74 tonnia soveltuisi ainakin konttien osalta, jolloin vetäjässä voisi viedä 20 jalan konttia, joka painaa maksimissaan 20 tonnia ja perävaunussa 40 jalan konttia, joka painaa enintään 30 tonnia. Nykyisistä mitoista poikkeavat yhdistelmät toimisivat erinomaisesti suuryksikkökuljetuksissa, koska tällöin pääsisi yhdistelemään

juuri näitä standardimittaisia kuljetusyksiköitä useita peräkkäin. Varsinkin tyhjen konttien kuljetuksissa olisi järkevää sallia vaikka kahden 40 jalan kontin viemiseen soveltuva puoliperävaunun ja apuvaunun ja puoliperävaunun yhdistetyn täysperävaunun yhdistelmä (liite 5). Täydessä lastissa tällaisen kontinkuljetusjunan paino olisi noin 82–86 tonnia. Myös irtoperävaunujen vedossa olisi järkevää hyödyntää usean perävaunun juna ainakin sataman ja terminaalien välillä. Satamissa näitä usean perävaunun yhdistelmiä on jo nyt käytössä. Ainakin Kuljetusliike Transmar Ahvenanmaalta vetää yhdellä autolla 2-4 perävaunua satamasta lauttaan. Myös Kiitolinja käyttää tätä menetelmää ajoneuvojen junaan siirtämisessä. Näitä kannattaisi kokeilla maanteilla, varsinkin Transpointin ja Kiitolinjan tyyppisissä terminaalien välisissä kuljetuksissa. Usein säännöllisessä terminaalien välisessä liikenteessä kokonaispainot jäävät nykyisillä mitoilla alle 60 tonnin, joten pituuden lisääminen olisi todella järkevää.

5.5 Ruotsin 90-tonnin kokeilu

Vuonna 2008 Ruotsissa aloitettiin kolmivuotinen tutkimushanke, joka kulkee nimellä ETT, En Trave Till . Sen aikana on tarkoitus selvittää suuremman yhdistelmän tuomat vaikutukset taloudellisuuteen, tehokkuuteen ja ympäristöasioihin. Yhdistelmä ajaa tukkeja Överkalixin ja Munksundin välillä. Projektin odotukset ovat kovat, sillä puun oletetaan siirtyvän ETT-yhdistelmällä noin 20 prosenttia nykyistä edullisemmin. Kuljetettuun puumäärään suhteutettuna hiilidioksidipäästöjen ja polttoaineen kulutuksen odotetaan vähenevän noin neljänneksellä nykyisiin yhdistelmiin verrattuna.

Yhdistelmä perustuu jo olemassa oleviin ratkaisuihin, jotka on yhdistetty uudella tavalla. Vetäjänä käytetään perinteistä kolmiakselista puuautoa, jonka perään on kytketty kaksiakselinen dolly. Siitä yhdistelmä jatkuu B-junan tavoin, eli dollyyn on kytketty kolmiakselinen linkki ja kolmiakselinen puoliperävaunu. Yhdistelmän omamassa on noin 30 tonnia. Yhdistelmän suurin sallittu kokonaisuus on 90 tonniin, jolloin kantaavuudeksi saadaan 60 tonnia. Massa jakautuu tien pintaan 11 akselin kautta. Yksittäiset akselimassat jäävät siten nykyistä alhaisemmalle tasolle, joten tien pinnan rasituksen pitäisi jäädä nykyistä pienemmäksi. Kolmivuotisessa hankkeessa ovat mukana muun muassa Skogforsk, Vägverket, SCA ja Volvo Lastvagnar. (Perttilä,2008)

5.6 Australian maantiejunat

Australiassa sallitaan huomattavasti Eurooppaa suuremmat ajoneuvoyhdistelmät. Niiden keskeisiä ominaisuuksia on esitelty seuraavaksi. Australian mallissa on tehty luettelo teistä ja tieosuuksista, joilla sallitaan normaalia pidemmät ja painavammat yhdistelmät. Nämä listat on pidettävä ajoneuvossa mukana. Myös kuljettajien on hankittava erillinen pätevyys maantiejunan kuljettamiseen ja ajoneuvojen tulee olla katsastettu maantiejunakäyttöön. (Hannon, 2005)

Australiassa suurimmat sallitut yhdistelmämassat ovat 79 tonnia 36,5 metriä pitkillä yhdistelmillä ja 115,5 tonnia 53,5 metriä pitkillä yhdistelmillä. Akseli- ja telimassat ovat hieman alhaisemmat kuin Suomessa, ja ne ovat riippuvaisia renkaiden lukumäärästä ja leveydestä. Lisäksi kokonaisuudessaan tai telimassaan vaikuttaa akselien etäisyys toisistaan. Sallittu korkeus on 4,6 metriä. Pitkät yhdistelmät on merkittävä määrysten mukaisilla varoitusmerkinnöillä. Tehovaatimukset vetoautossa perustuvat auton voimalinjan kokonaisvälitykseen rengaskokoon ja vetotavasta riippuvaan kertoimeen sekä moottorin vääntömomenttiin. Suurin sallittu nopeus on 90 km tunnissa ja maantiejunan kuljettajan on pidettävä vähintään 200 metrin turvaväliä edellä ajavaan. Jarrujen toimintaan liittyy erilaisia säädöksiä jarrupaineista ja muista teknisistä asioista. Kytkentälaiteiden kestävyyttä ja kuntoa koskevat määräykset ovat lähellä suomen vaatimuksia. Australiassa sallitut yhdistelmätyypit on esitelty liitteessä 6. (Hannon, 2005)

Myös Australiassa on tehty monia tutkimuksia maantiejunien hyödyistä. ATC:n tutkimuksen mukaan, 60:llä b-junalla toimivan kuljetusyrityksen siirtyessä kolmen perävauunun b-triple-yhdistelmiin, vähenisivät ajatut kilometrin neljänneksellä. Kustannukset alenisivat 22 % ja kalustoa tarvittaisi 30 % vähemmän. Tieverkon kokonaisuormitus alenisi tämän muutoksen myötä, koska liikenteessä olisi vähemmän ajoneuvoja. Myös turvallisuutta on tutkittu ja NTC:n (Nationan transport comission 2007) tilaston mukaan onnettomuuksien määrä suhteutettuna ajettuihin tonnikilometreihin on maantiejunilla ja B-junilla vain neljännes siitä mitä tavallisilla puoliperävauunuyhdistelmillä. (NTC 2007)

5.7 EU:n mitta- ja massavaatimukset ja kehitys muissa EU-maissa

Ajoneuvoyhdistelmien kokonaisuormitukset rajataan nykyisin vähintään 7-akselisella ajoneuvoyhdistelmällä Suomessa, Ruotsissa, Norjassa ja Tanskassa 60 tonniin. Näissä

maissa on omia vaatimuksia maksimin saavuttamiseksi ja myös tieverkoston rajoituksia niiden käyttämiseksi. 60 tonnia suurempia ajoneuvoyhdistelmien kokeiluja on käynnissä muutamissa maissa. Euroopan unionissa tutkitaan myös direktiivin 96/53/ETY muuttamista.

Eri jäsenmaissa suoritetaan kokeiluja pitemmillä ajoneuvoyksiköillä ja yhdistelmillä. Englannissa tutkitaan 18,6 m pitkien puoliperävaunuyhdistelmien käyttöönottoa. Ruotsissa pitkät puoliperävaunut ovat jo nyt sallittuja ja niiden kokonaispaino on 60 tonnia. Saksassa on ollut koekäytössä jo yli vuoden 300 kpl 14,9 m pituisia puoliperävaunua, joilla saavutetaan noin 10 %:n tilavuuden ja painon lisäys. Saksan kuljetusyritysten järjestö on ehdottanut 26,5 m pitkien moduuliyhdistelmien käyttöönottoa. Saksan liikenneministeriö on tähän asti vastustanut moduuliyhdistelmiä, mutta valtion omistama logistiikkajätti DeutscheBahn on jo ilmoittanut halukkuutensa muutokseen. (SKAL 2010)

5.8 Painojen nostamisen haitat ja niiden torjuntakeinot

Kokonaismassojen nostaminen herättäisi varmasti myös vastustusta, kuten yleensä kaikki muutokset. Myös kuljetusalan oman väen vastustus on varmasti voimakasta. Suurin ongelma on varmasti asenteissa. Ainakin 5-akseliset perävaunut ovat Näkin Kuljetus Oy:n kollegoissa herättäneet ihmettelyä ja jopa moittimista ”turhasta” akselistasta. Kuitenkin viisiakselinen perävaunu on tutkitusti taloudellisempi ratkaisu. Osittain vastustus painojen nostamisesta saattaa johtua nyt ajettavista ylikuormista, joilla jotkut hankkivat kilpailuetua. Tämän ”kilpailuedun” salliminen kaikille poistaa sen. Osa epäilijöistä uskoo hyötyjen menevän pelkästään teollisuudelle ja muille kuljetusten tarvitsijoille, mutta kuljetusten hinnoitteluhan on kuljetusyrityksen tehtävä ja hyödyt tulee jakaa kaikkien osapuolten kesken. Suuremmat yhdistelmät vähentäisivät kuljetusalan työpaikkoja, mutta jo nyt kuljetusalalle on vaikea saada työvoimaa ja tiukentuvat koulutusvaatimukset pahentavat asiaa lähivuosina.

Talvi voi aiheuttaa haittaa pidemmällä ja painavammilla yhdistelmillä. Nykyisen mittaisilla 68–74 tonnin yhdistelmillä ei normaaliolosuhteissa olisi mitään vaikeuksia, koska nytkin on sallittua vetää 42 tonnin painoista perävaunua vajaalla vetäjällä. Turvallisuus jopa paranisi painon nousun myötä. Pitempien ja raskaampien yhdistelmien talviajoon voisi asettaa rajoituksia mäkisimmille tieosuuksille. Myös vetoauton sallitun kokonais-

massan suurentaminen talviaikaan parilla tonnilla auttaisi. Rengasvaatimuksilla voitaisiin myös torjua haittoja. Tällä hetkellä on laillista ajaa sellaisilla renkailla, jotka ovat mielestäni todellinen turvallisuusriski talviolosuhteissa. Kuorma-autoissa tulisi käyttää talvella talvirenkaita ainakin etu- ja vetoakselilla ja urasyvyyden tulisi olla vähintään 50 % alkuperäisestä.

Painavammat yhdistelmät kulkisivat hieman nykyistä hitaammin ylämäissä, mikä saattaa ärsyttää muuta liikennettä. Yhdistelmien määrän vähentyminen kuitenkin vähentäisi ohitustarvetta, ja suuressa osassa pitkistä nousuista on jo nyt ohituskaistat.

Painojen nostaminen saattaisi vääristää kilpailua, koska osa kuljetusliikkeistä on saattanut juuri investoida uuteen kalustoon, johon suurempi paino ei sovellu. Muutaman vuoden siirtymäajalla tätä voisi tasoittaa. Kaluston pääomakulujen osuus kaikista kuljetusliikkeen kustannuksista ei ole kuitenkaan kuin 10–20 %. Toisaalta kuljetusalalla on paljon epätervettä kilpailua eli osa kuljetusliikkeistä ajaa tietoisesti alle kustannustason. Tällöin kalustoa ei huolleta tai uusita ja osa kalustosta voi olla jo turvallisuusriski. Jos uudet painot vaatisivat lisäinvestointeja, se voisi vähentää huonokuntoista kalustoa liikenteessä ja ainakin kaluston keski-ikä alenisi ja turvallisuus paranisi. Painojen kasvattamisestahan on kokemusta useita kertoja vuosikymmenten varrelta. 60 tonnin painotahan ovat tulleet vasta 1990-luvulla. Silloin suureen osaan kalustoa asennettiin lisäakseli tai sitten vetoauton uusimisen yhteydessä vetoauto tilattiin 4-akselisena. Näin ainakin Näkin Kuljetuksen kalustoa on silloin muutettu. Nyt jos painoja nostettaisiin, uusinvestoinnit olisivat järkevämpiä, koska uusissa ajoneuvoissa on EBS-jarrut, mikä parantaa turvallisuutta huomattavasti.

Pitempien yhdistelmien vaatima tila risteyksissä kasvaisi merkittävästi, jolloin kääntäminen voi aiheuttaa haittaa muulle liikenteelle. Tämä seikka tulisi ottaa huomioon jo risteyksialueita rakentaessa ja tehdä ainakin kaikki uudet risteykset riittävän väljiksi. Pitkien yhdistelmien kulkua voisi myös rajoittaa ahtaissa risteyksissä eli käytännössä pitäisi asettaa tiekohtaisia rajoituksia ja vaatimuksia, kuten Australiassakin.

Suurempien kokonaismassojen salliminen vähentäisi valtion ylikuormamaksutuloja merkittävästi. Toisaalta se vapauttaisi poliisin resursseja muuhun valvontaan, mikä olisi turvallisuuden kannalta tärkeämpää. Nykyinen ylikuormien kyttäminen ja sakottaminen tuntuu kuljettajien keskuudessa olevan lähinnä kiusantekoa, koska kolmesta pienes-

täkin sakosta otetaan kortti kuukaudeksi pois. Liikenneturvallisuuden kannalta ei nykyisillä ylikuormilla ole enää mitään tekemistä kaluston ylimääräisen teknisen kapasiteetin ansiosta.

6. SUOMEEN SOVELTUVA KÄYTÄNTÖ

Nykyisillä mitoilla kokonaisuksen laskenta tulisi perustua ajoneuvoyksiköiden kokonaisuksen summaan. Eli käytännössä perusyhdistelmän kokonaisuksessa olisi 68 tonnia. Tällaiselle yhdistelmälle tulisi sallia talvisaikaan (1.12–31.3.) vetoautossa valmistajan ilmoittama tekninen maksimipaino eli useimmissa tapauksissa 27,5 tonnia, ja maansiirto tai puuautoissa jopa 33 tonnia. Siksi ainakin talvisaikaan, että se parantaisi auton talviajo-ominaisuuksia merkittävästi. Neljäksellisellä vetoautolla yhdistelmämäärä olisi 74 tonnia. Tämä painolaskentamalli tulisi koskea kaikkia kuljetussuoritealoja. Kaikilla aloilla uusia painoja ei saavutettaisi, mutta kilpailun kannalta jokaisen alan toimijat olisivat samassa asemassa. Mittasäädökset rajoittaisivat edelleen pituuksia. Nykyinen siltasäännön mukainen painorajoitus soveltuisi myös uusille painoille.

Pidempiin yhdistelmiin voitaisiin soveltaa erikoiskuljetusmääräyksiä melko pitkälti ja myös lupamaksut voisivat olla järkeviä ainakin siirtymäaikana. Suuremmat sallitut painot mahdollistaisivat paluukuljetusten ajamisen nykyisellä erikoiskuljetuksiin tarkoitettuilla yhdistelmillä. Australian määräykset voisi ottaa maantiejuna säädösten pohjaksi. Pitkille ja painaville yhdistelmille tulisi laatia tiekohtaiset maksimit. Erikoisehdoin ja lupamaksua vastaan voisi saada vaikka jonkun tehtaan ja sataman välille luvan ylittää ja painaviin yhdistelmiin. Tällöin voitaisiin tarkastella reittikohtaisesti, kuinka pitkä yhdistelmä mahtuisi kulkemaan kyseessä olevaa reittiä ja miten paljon reitillä olevat sillat ja tiet kestäisivät painoa. Erikoiskuljetusten lupamaksuihin perustuvilla maksuilla saataisiin kerättyä varoja tieverkon ylläpitoon, ja se tasoittaisi osaltaan kilpailuetua tavallisiin yhdistelmiin verrattuna. Lupamaksujen hinta on kuitenkin melko alhainen saatuihin hyötyihin nähden, joten aluksi se voisi olla kovempikin nykyiseen erikoiskuljetusmaksuun verrattuna. Pitkillä yhdistelmillä teknisenä vaatimuksena tulisi olla EBS-jarrut, jolloin kaluston täytyisi olla melko uutta ja turvallista. Mitoitusmääräykset tulisi laatia siten, että nykyisen mittaisia ajoneuvoyksiköitä yhdistelemällä voitaisiin rakentaa näitä maantiejunia. Tällöin uusimmat nyt käytössä olevat ajoneuvot ja perävaunut saataisiin hyödynnettyä loppuun asti myös uuden mittaisissa yhdistelmissä. Pitkien yhdistelmien katsastukseen ja kuntoon tulisi kiinnittää erityistä tarkkuutta, jotta liikenneturval-

lisuus ei vaarantuisi.

7. YHTEENVETO

Tämän työn tarkoituksena oli selvittää ajoneuvoyhdistelmien kokonaismassojen nostamisen vaikutuksia. Tutkimusteni ja laskelmieni mukaan 68 tonnin kokonaispainon käyttöönotolla saavutettaisi noin 9-10 %:n säästö yksikkökustannuksissa. Samanlaisella yhdistelmällä 69,5 tonnin paino toisi vielä yhden prosenttiyksikön lisäsäästön. Kaikissa kuljetuksissa suurempia painoja ei saavutettaisi nykyisillä mitoilla, mutta kokonaisäästö kaikissa kuljetuksissa olisi noin 2-3 %. 69,5 tonnin yhdistelmäpaino olisi kustannustehokkain vaihtoehto, eli sillä saataisiin merkittäviä säästöjä erittäin pienillä lisäinvestoinneilla nykyiseen kalustoon verrattuna. 69,5 tonnin yhdistelmiä käytettäessä ajoneuvojen määrä laskisi noin 5-12 % suoritealasta riippuen. Myös päästöt alensivat noin 5 %.

Kokonaismassaltaan 74 tonnin painoisella yhdistelmällä kustannussäästöt olisivat vain hieman edellä mainittua suuremmat eli noin 11 %. Näin pieni ero edellä mainittuun verrattuna johtuu korkeammasta hankintahinnasta ja suuremmasta omamassasta, mikä lisää polttoainekustannuksia myös tyhjänä ajettaessa. Maansiirtokuljetuksiin 74 tonnia soveltuisi hyvin, koska siinä on nykyisinkin käytössä paljon 4-akselisia autoja eli lisäakseleita tarvittaisiin vain perävaunuun. 74 tonnin yhdistelmillä päästöt alenisivat noin 8 % ja yhdistelmien määrä laskisi noin 15 %.

Kokonaismassan laskenta tulisi perustua ajoneuvoyksiköiden yhteenlaskettuun kokonaispainoon. Nykyisten mittojen mukaiset enintään 74 tonnia painavat yhdistelmät tulisi sallia yleisesti mahdollisimman nopeasti. Myös nykyinen siltasääntö voitaisiin pitää edelleen voimassa, koska 74 tonnia olisi sen mukaan vielä mahdollinen.

Kokonaismassaltaan 90 tonnin painoisilla ja 30 metrin pituisilla yhdistelmillä kustannukset alenisivat 15–20 % ja yhdistelmiä tarvittaisi noin 30 % vähemmän. Tällaisten yhdistelmien käyttöönotto vaatisi jonkin verran lisäinvestointeja, mutta saatuihin hyötyihin nähden ne maksaisivat itsensä takaisin melko nopeasti. Näiden yhdistelmien käyttöönotto vaatisi vielä lisäselvityksiä ja tutkimuksia. Jos Ruotsi sallii tällaiset yhdistelmät ETT-hankkeen tuloksena, myös Suomen tulisi sallia nämä yhdistelmät. Suomen tulisi sallia kokeiluja pitkille yhdistelmille ja aluksi niihin voitaisiin soveltaa erikoiskul-

jetusten määräyksiä. Eli tällöin pitkille yhdistelmille voisi hakea erikoiskuljetuslupaa, joka olisi reittikohtainen.

Painavampien yhdistelmien hyödyt ovat selvästi suuremmat kuin haitat. Suuremmilla yhdistelmillä liikenneturvallisuus paranisi samassa suhteessa ajoneuvojen määrän vähentymisen kanssa. Liikenteen ympäristöhaitat vähenisivät, mikä on tärkeä tavoite. Kuljetusalan työvoimapula helpottaisi hieman, koska työn tuottavuus ja tehokkuus paransivat.

Toivon että tästä asiasta syntyy keskustelua ja myös Suomessa aloitettaisiin kokeiluja suuremmilla yhdistelmillä. Maailma kehittyy ja Suomen tulee pysyä mukana kilpailussa. Tässä olisi yksi keino onnistua kilpailukyvyn ylläpidossa. Toivon VTT:n tai jonkun muun virallisen tutkimuslaitoksen tekevän puolueettomia tutkimuksia tästä aiheesta mahdollisimman pian, jotta asia saataisiin etenemään. Myös SKAL:lta toivon nykyistä aktiivisempaa otetta kuljetusalan kehittämisessä.

LÄHTEET

Caven Harri 2005. Raskaan tieliikenteen turvallisuustilanne ja tutkimustarvekartoitus , s 26-27. Saatavissa: http://www.lvm.fi/files/237/Julkaisuja%2031_2005.pdf [Viitattu 28.2.2010]

Erkkilä Kimmo 2010. Energiatehokas ja älykäs raskas ajoneuvo HDENIQ 2009 vuosiraportti s.10. Saatavissa: http://www.transec.fi/files/237/Energiatehokas_ja_alykas_raskas_ajoneuvo_HDENIQ_-_Vuosiraportti_2009_VTT-R-04540.pdf [viitattu 1.9.2010]

Hannon Mike,2005. Road Transport regulation 2005 s 5-15. Saatavissa: http://www.rta.nsw.gov.au/heavyvehicles/downloads/permitnotices/roadtrainnotice_general_05.pdf [viitattu 10.1.2011]

Ikonen Markku, Palkov Arvet , Viljanen Kalle 2007. Raskaiden ajoneuvojen omamassatmahdollisuudet lisätä kantavuutta. s 9-23. Saatavissa: http://motiva.fi/liikenne/liikenteen_projekteja/rastu_2006-2008/rastu_raportit/ajoneuvotekniikka [viitattu 12.9.2010]

Laurikko Juhani 2008. Litra päivässä tietoisu s.47. Saatavissa: http://www.litrapaivassa.fi/files/14/Juhani_Laurikko_Litra_paivassa_tietoisu.pdf [viitattu 1.9.2010]

Logistiikkaselvitys 2009. Saatavissa: http://www.lvm.fi/c/document_library/get_file?folderId=339549&name=DLFE-6903.pdf&title=Julkaisuja%2011-2009 [viitattu 2.3.2010]

Motiva 2010,Kuorma-autojen energiategokkuuden parantamisessa huomioitavia asioita. Saatavissa:http://www.motiva.fi/liikenne/ammattiliikenteen_energiategokkuus/tavaraliikenteen_energiategokkuus/ajoneuvokaluston_hankinta_ja_yllapito [viitattu 19.9.2010]

NTC ,National transport commission 2007. COAG backs B-triple network , s.1-2. Saatavissa: <http://www.ntc.gov.au/filemedia/bulletins/COAGBacksBTripleNetworkJul07.pdf> [viitattu 21.1.2011]

Nylund Nils-Olof , 2005 , HD-energia vuosiraportti 2004, s.8-9 12-13. Saatavissa: http://www.motiva.fi/liikenne/liikenteen_projekteja/hdenergia_2003-2005 [viitattu 22.9.2010]

Nylund Nils-Olof 2006, HD-energia yhteenvetoraportti s 19. Saatavissa: http://motiva.fi/liikenne/liikenteen_projekteja/hdenergia_2003-2005 [viitattu 21.9.2010]

Nyholm Juha 2006. Raskaan kaluston aerodynamiikan kehittäminen s.16. Saatavissa: http://www.motiva.fi/files/938/Raskaan_kaluston_aerodynamiikan_kehittA_minen.pdf [viitattu 10.9.2010]

Oksanen Reijo 2004 , s 48-49 s 58-63 Kuljetustuotannon toimintolaskenta

Perttilä Ari 2008, Yksi nippu lisää, Koneporssi-lehti 12/2008. Saatavissa:
http://www.autokanta.com/koneporssi/tekniikka_ja_koeajot/kuljettaminen/puutavaran_kuljetus/?x132980=427296 [viitattu 7.1.2011]

SKAL 2009 Kuljetusyrittäjän käsikirja, Lainsäädäntö ja erikoiskuljetuksia koskevat määräykset, kustannuslaskenta

SKAL:n lausunto Metsäteollisuus ry:n esitykseen puutavara-autojen kokonaispainojen korottamisesta, 2010. Saatavissa:
http://www.skal.fi/files/7666/Lausunto_lvm_Metsateollisuus_ry_esitys_puutavara-autojen_kokonaispinojen_korottamisesta_100812_2_.pdf [viitattu 8.1.2011]

SKAL, Työehtosopimus 2010-2011. Saatavissa:
https://verify.poutapilvi.fi/skal/http/www.skal.fi/jasenpalvelut/tyosuhdeasiat/palkat_ja_paivarahat [viitattu 9.1.2011]

Tiehallinnon nettisivut 2010, Kuljetukset, joihin ei tarvita erikoiskuljetuslupaa. Saatavissa:
<http://www.tiehallinto.fi/pls/wwwedit/docs/4932.PDF> [viitattu 1.3.2010]

Tiehallinnon nettisivut 2010, Erikoiskuljetusluvan hakeminen ohjeita. Saatavissa:
http://www.tiehallinto.fi/servlet/page?_pageid=71&_dad=julia&_schema=PORTAL30&menu=14483&_pageid=71&kieli=fi&linkki=34215&julkaisu=10928 [viitattu 1.3.2010]

KUORMA-AUTOLIIKENTEN KUSTANNUSINDEKSI (2000=100)

Vuosi kk	P-autot kevyet k-autot	Keskirask. ja raskaat k-autot	Perävau- nuyhdis- telmät	Koko nais- indeksi	Vuosi- muutos %	Polttoaine kustannus indeksi
2008						
I	132,8	134	134,2	134		-148,3
II	137,9	138,5	137,9	138		-150,5
III	138,6	139,6	139,7	139,6		-157,2
IV	139,1	140,2	140,6	140,4		-160,3
V	140,7	142,8	144,6	143,8		-174,6
VI	141,3	143,8	145,8	144,9		-178,8
VII	141,4	143,8	145,8	144,9		-178,1
VIII	140,2	141,9	142,8	142,3		-166,2
IX	140,1	141,8	142,3	142		-163,5
X	140,8	141,5	140,3	140,6		-151,7
XI	139,5	139,4	137	137,8		-139,6
XII	137,5	136,4	133	134,2		-127
2009						
I	136,9	135,8	132	133,3		-124,4
II	140,4	138,1	134	135,5		-123,8
III	139,7	137,1	132,7	134,4		-120,3
IV	139,2	136,7	132,6	134,2		-122,4
V	139,2	136,7	132,6	134,2		-123,1
VI	139,9	137,9	134,6	135,9		-129,5
VII	139,6	137,5	133,9	135,3		-126,5
VIII	139,9	138,1	134,9	136,1		-131,6
IX	139,4	137,4	133,9	135,2		-127,7
X	141,3	138,9	135,3	136,7		-129,8
XI	141,7	139,5	136,2	137,5		-132,4
XII	141,9	139,8	136,5	137,7		-133,2
2010						
I	141,4	140,2	137,4	138,4		-138,4
II	141,4	140,4	137,7	138,7		-138,4
III	141,7	141	138,8	139,6		-142,6
IV	142,6	142,2	140,1	140,8		-146
V	142,5	142,1	140,2	140,9		-146,9
VI	142,6	142,3	140,5	141,1		-147,5
VII	142,3	141,8	139,7	140,4		-143,9
VIII	142,2	141,6	139,5	140,2		-144,4
IX	142,6	142,2	140,2	140,8		-145,3
X	143,2	142,7	140,6	141,3		-145,6
XI	143,7	143,4	141,5	142,1		-148,1

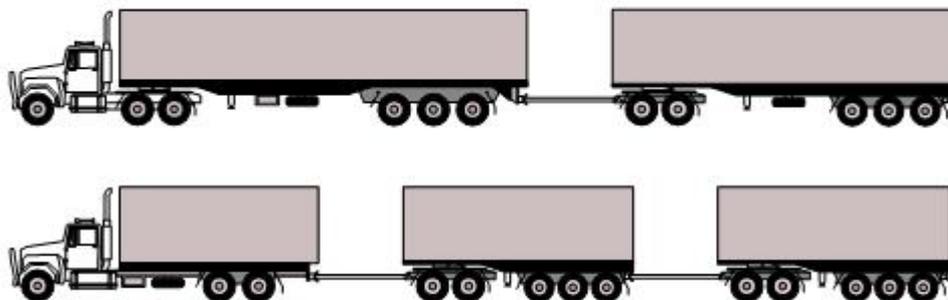
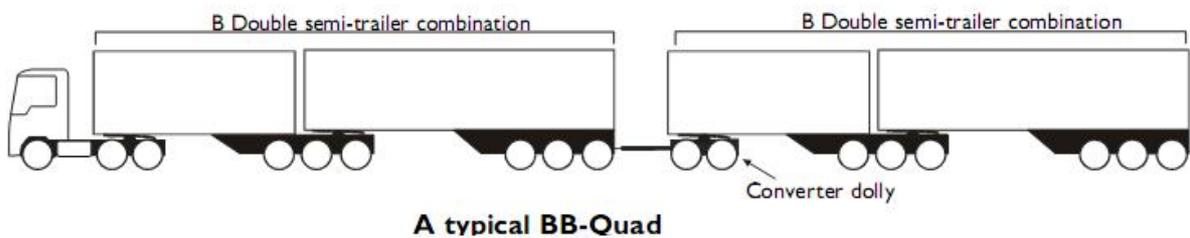
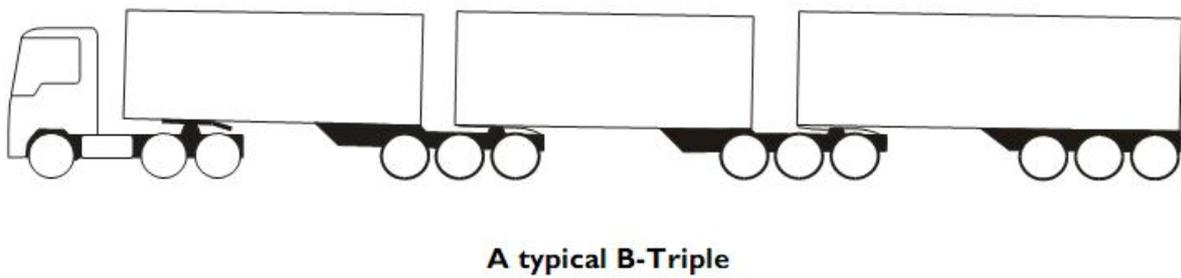
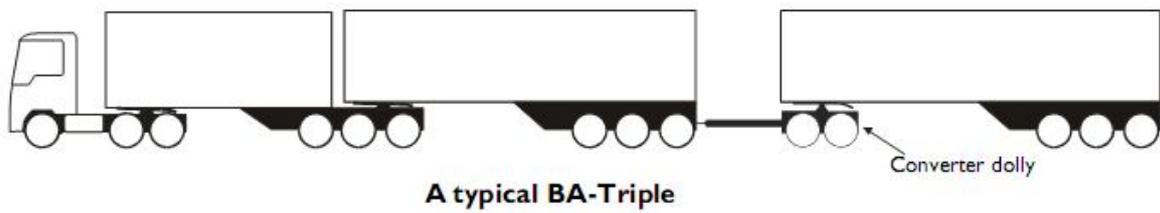
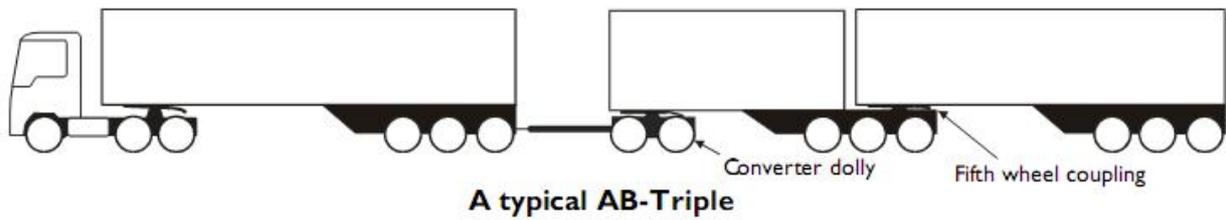
Kuljetusliike Näkin Kuljetus Oy		KUSTANNUSLASKELMA		Massa		60 t	68 t	69,5 t	74			
		<u>Uushankintahinnat</u>				alv = 0 %						
Kuljetusajaja: viljanaja		Auton alusta		€	110000	€	110000	€	110000	€	125000	
		Kuormatila tai vastaava		€	35000	€	35000	€	35000	€	35000	
Ajoneuvo: 3+5 akselia		Peräv aunu		€	68500	€	68500	€	68500	€	68500	
		Lisälaitteet ja varusteet		€	6300	€	6300	€	6300	€	6300	
Kokonaismassa	60 tonnia	Auton renkaat	8 a-hinta	€	-4400	€	-4400	€	-4400	€	-4400	
Kantavuus	38 tonnia	Pv:n renkaat	10 a-hinta	€	-5500	€	-5500	€	-5500	€	-5500	
omamassa	22	Hinta renkaitta		€	209900	€	209900	€	209900	€	224900	
Ajosuorite (kuljetustehtävien v vaatimat ajokilometrit v uodessa)				km/a	88283,23		80993,52		79391,97		76355,31	
Korvauksettoman ajon määrä v uodessa (matkat asemapaikalle, huoltoon y m.)				km/a	3000		3000		3000		3000	
Ajokilometrit yhteensä v uodessa				km/a	91283,23		83993,52		82391,97		79355,31	
Auton käyttömatka koko pitoaikana				km	821549,08		755941,68		741527,76		714197,76	
Auton alustan ja kuormatilan pitoaika vuosina				a	9,0		9		9		9	
Peräv aunun, lisälaitteiden ja varusteiden pitoaika vuosina				a	13,5		13,5		13,5		13,5	
Polttoaineen kulutus keskimäärin				l/100 kntkm/l	86,36	44	96,23	47,8	98,29	48,33	101,14	50,43
Renkaiden kestomatka (uusien ja pinnotettujen keskiarvo)				km	130000		130000		130000		130000	
Ajoneuvon käyttöunnit kuljetustehtävissä				h/a	2500		2500		2500		2500	
Kuljettajien palkkatu	8	%:n apuaikaisillä		h/a	2700		2700		2700		2700	
Kuljettajien keskipal	12,70	€/h (sisältäen ilt-, yö-, y m. lisät)		€/a	34290		34290		34290		34290	
Välilliset palkkakust	68	% (mm. sosiaalikulut ja lomarahat)		€/a	23317		23317		23317		23317	
Päivärahat ja majoit	2800	€/vuosi		€/a	2000		2000		2000		2000	
Työkustannukset yhteensä				€/a	59607		59607		59607		59607	
Polttoainekustannuk	0,970	€/litra		€/km	0,427		0,464		0,469		0,489	
Korjaus- ja huoltoku	9559	€/vuosi (pitoaikana keskim.)		€/km	9559	0,108	9559	0,118	9559	0,120	10313	0,135
Rengaskulut, pinnoi	250	€/kpl, pinnoituskerrat	2 kpl	€/km	0,048		0,05		0,05		0,05	
Muuttuvat kustannukset yhteensä				€/km	0,583		0,63		0,64		0,67	
				€/a	53243		52918		52517		53332	
Poisto, arvonalenem	23	% vuosittain		€/a	19118		19118		19118		20626	
Pääoman korko (kul	6,5	%		€/a	5403		5403		5403		5829	
Käyttö pääoman kor	10	% edellisestä		€/a	540		540		540		583	
Vakuutusmaksut (liikenne-, auto-, kuljetus- y m. vakuutusmaksut)				€/a	7200		7200		7200		7200	
Liikennöimismaksut (ajoneuvov erot ja katsastusmaksut)				€/a	3000		3000		3000		3000	
Hallintokustannukset (kirjanpito, atk, puhelin kulut, jäsenmaksut y m.)				€/a	3500		3500		3500		3500	
Ylläpitokustannukset (säilytys, puhtaanapito ja pienvarustekulut)				€/a	1650		1650		1650		1650	
Kiinteät kustannukset yhteensä				€/a	40411		40411		40411		42388	
Kustannukset yhteensä ennen toimintay liijäämän lisäystä				€/a	153261		152936		152535		155327	
Toimintay liijäämä (y	10	% kokonaiskustannuksista		€/a	15326		15294		15254		15533	
Kokonaiskustannukset v uodessa yhteensä				€/a	168587		168230		167789		170859,7	
Tuntikustannukset käyttötuntia kohti keskimäärin				€/h	67,43		67,29		67,12		68,34	
Kilometrikustannukset ajosuoritetta kohti keskimäärin				€/km	1,910		2,077		2,113		2,238	
Yhdistetty kustannu työkustannukset + kiinteät kustannukset				€/h	40,01		40,01		40,01		40,80	
				€/km	+0,777		+0,842		+0,854		+0,902	
kuormakluku	441,42						404,97		396,96		381,78	
tonnit	16773,81				1,11	18628,51	1,12	18855,59	1,16	19470,6		
matka	100					100		100		100		
matka	200					200		200		200		
lastausteho(t/h)	25					25		25		25		
lastausaika	1,52					1,84		1,9		2,04		
purkaus aika	1,07					1,13		1,15		1,18		
purkausteho(t/h)	120					120		120		120		
keskinopeus	65					62,5		61,5		60		
ajoaika	3,08					3,2		3,25		3,33		
keikka aika	5,66					6,17		6,3		6,55		
kuormahinta	381,92					415,42		422,69		447,54		
kuormakoko	38					46		47,5		51		
€/t	10,05	0,9				9,03	0,89	8,9	0,87	8,78		
Kuljetuteho t/h	6,71	1,11				7,45	1,12	7,54	1,16	7,79		
Voitto% ja tulos , jos hinta sama kuin 60tonnilla				100%	15326,1	22%	34291,93	24%	36975,26	26%	40364,48	

Kuljetusliike Näkin Kuljetus Oy		KUSTANNUSLASKELMA	kokonaisuudessa		60	67	69,5	90			
		<u>Uushankintahinnat</u>			alv = 0 %						
Kuljetuslaji:	Lannoitteen ajo	Auton alusta	€		100000	100000	100000	100000			
		Kuormatila tai v astaava	€		25000	25000	25000	25000			
Ajoneuvo: 3+5	4+5 3+3+5	Peräv aunu	€		58000	58000	58000	120000			
		Lisälaitteet ja v arusteet	€		6300	6300	6300	6300			
		omamassa			21	22	22	30			
Kokonaisuudessa	60 tonnia	Auton renkaat	€	8 a-hinta	550						
Kantavuus	39 tonnia	Pv:n renkaat	€	10 a-hinta	550						
omamassa	21	Hinta renkaita	€								
Ajosuorite (kuljetustehtävien v aatimat ajokilometrit v uodessa)			km/a		192147,81	186548,9	181417,32	169411,76			
Korvauksettoman ajon määrä v uodessa (matkat asemapaikalle, huoltoon y m.)			km/a		3000	3000	3000	3000			
Ajokilometrit yhteensä v uodessa			km/a		195147,81	189548,9	184417,32	172411,76			
Auton käyttömatka koko pitoaikana			km		975739,03	947744,48	922086,61	862058,82			
Auton alustan ja kuormatilan pitoaika v uosina			a		5,0	5	5	5			
Peräv aunun, lisälaitteiden ja v arusteiden pitoaika v uosina			a		7,5	7,5	7,5	7,5			
Polttoaineen kulutus keskimäärin			l/100 km		42	1,08	44,45	0,99	45,33	0,99	54,95
			tkm/l		46,43	1,09	50,62	1,13	52,4	1,18	54,6
Renkaiden kestomatka (uusien ja pinnotettujen keskiarvo)			km		130000	130000	130000	130000			
Ajoneuv on käyttötunnit kuljetustehtävissä			h/a		3200	3200	3200	3200			
Kuljettajien palkkatu	8 %:n apuaikaisällä		h/a		3456	3456	3456	3456			
Kuljettajien keskipal	12,70 €/h (sisältäen ilta-, yö-, y m. lisät)		€/a		43891	43891	43891	43891			
Välilliset palkkakust	68 % (mm. sosiaalikulut ja lomarahat)		€/a		29846	29846	29846	29846			
Päiv ärahat ja majoit	2800 €/v uosi		€/a		2800	2800	2800	2800			
Työkustannukset yhteensä			€/a		76537	76537	76537	76537			
Polttoainekustannuk	0,800 €/litra		€/km		0,336	0,356	0,363	0,440			
Korjaus- ja huoltoku	12163,5 €/v uosi (pitoaikana keskim.)		€/km	12163,5	0,063	12163,5	0,067	15715	0,093		
Rengaskulut, pinnoi	250 €/kpl, pinnoituskerrat	2 kpl	€/km		0,048	0,048	0,048	0,048			
Muuttuvat kustannukset yhteensä			€/km		0,447	0,469	0,478	0,581			
			€/a		87290	88937	88160	100130			
Poisto, arv onalenn	23 % v uosittain		€/a		24327	24327	24327	31430			
Pääoman korko (kul	6,5 %		€/a		6875	6875	6875	8882			
Käyttö pääoman kor	10 % edellisestä		€/a		688	688	688	888			
Vakuutusmaksut (liikenne-, auto-, kuljetus- y m. vakuutusmaksut)			€/a		7200	7200	7200	9000			
Liikennöimismaksut (ajoneuv overot ja katsastusmaksut)			€/a		3000	3000	3000	3500			
Hallintokustannukset (kirjanpito, atk, puhelinkulut, jäsenmaksut y m.)			€/a		3500	3500	3500	3500			
Ylläpitokustannukset (säilytys, puhtaanapito ja pienv arustekulut)			€/a		1650	1650	1650	1650			
Kiinteät kustannukset yhteensä			€/a		47240	47240	47240	58850			
Kustannukset yhteensä ennen toimintay liijäämän lisäystä			€/a		211067	212714	211937	235517			
Toimintay liijäämä (y	10 % kokonaiskustannuksista		€/a		21107	21271	21194	23552			
Kokonaiskustannukset vuodessa yhteensä			€/a		232174	233985	233131	259068,7			
Tuntikustannukset käyttötuntia kohti keskimäärin			€/h		72,55	73,12	72,85	80,96			
Kilometrikustannukset ajosuoritetta kohti keskimäärin			€/km		1,208	1,254	1,285	1,529			
Yhdistetty kustannu työkustannukset + kiinteät kustannukset			€/km		38,68	38,68	38,68	42,31			
			€/km		+0,564	+0,591	+0,603	+0,730			
kuormakluku					320,25	310,91	302,36	282,35			
tonnit					12489,61	1,12	13991,17	1,15	14362,2	1,36	16941,18
matka					300	300	300	300			
matka					600	600	600	600			
lastausteho					120	120	120	120			
lastausaika					0,83	0,88	0,9	1			
purkaus aika					1,48	1,63	1,69	2			
purkausteho					40	40	40	40			
keskinopeus					78	77	75	72			
ajoaika					7,69	7,79	8	8,33			
keikka aika					9,99	10,29	10,58	11,33			
kuormahinta					724,98	752,57	771,03	917,53			
kuormakoko					39	45	47,5	60			
€t					18,59	0,9	16,72	0,87	16,23	0,82	15,29

Kuorma-autoliikenteen suoritteet tavaralajeittain kotimaan liikenteessä vuonna 2009

Tavaralaji	Tavaramäärä, 1000 t	Liikennesuorite 1000 km	Kuljetussuorite, milj tkm	68 tonnia nykyisillä mitoilla	liikennesuoriteen vähennys	Erikoismita t 90 t
1. Viljat	3056	8853	326	75,00%	796,77	1327,95
2. Sokerijuurikas, perunat, juurekset, tuoreet vihannekset ja hedelmät	1774	17885	206	75,00%	1609,65	2682,75
3. Elävät eläimet	330	10437	81	0		1565,55
4. Kukat, taimet, siemenet, kuitu- ja rehukasvit yms. puutarhatuotteet	434	1869	35	0		280,35
5. Raaka maito, raaka kala, villa, raaka turkisnahka, yms. maa- ja kalataloustuotteet	4429	29832	427	20,00%	715,97	4474,8
6. Tukki- ja kuitupuuvilla	22770	51607	2038	75,00%	4644,63	7741,05
7. Energia- ja polttopuu, kannot, risut, metsähake yms.	3544	11526	211	40,00%	553,25	1728,9
8. Puru, hake	9115	26113	882	50,00%	1566,78	3916,95
9. Mekaanisen metsäteollisuuden tuotteet, sahattu puutavara, paneelit, levytuotteet, taloelementit puusta yms.	6551	60866	1165	50,00%	3651,96	9129,9
10. Paperimassa, selluloosa	2547	6166	220	100,00%	739,92	924,9
11. Paperi, kartonki, painotuotteet, muut tuotteet paperista ja kartongista	7973	33179	712	50,00%	1990,74	4976,85
12. Juomat, virvoitusjuomat, oluet, viinit, alkoholi	3049	36380	425	0		5457
13. Liha, valmistettu kala, maito, voi ja muut helposti pilaantuvat elintarviketeollisuuden tuotteet	7008	104978	1326	0		15746,7
14. Jauhot, sokeri, kahvi, valmistetut hedelmät ja vihannekset, muut ei helposti pilaantuvat elintarviketeollisuuden tuotteet, ruokaöljyt	9441	129089	1435	0		19363,35
15. Jalostetut eläinten ruoat ja rehut	2461	19445	395	75,00%	1750,05	2916,75
16. Kivi- ja ruskohiili (raakaöljy, luonnonkaasu)	1851	3822	151	100,00%	458,64	573,3
17. Koksi, brikitit, pelletit yms kiinteät polttoaineet	195	1571	23		0	235,65
18. Polttoturvet	6800	14558	551	50,00%	873,48	2183,7
19. Nestemäiset polttoaineet ja voiteluaineet, kaasumaiset ja kiinteät öljytuotteet	7486	47795	987	75,00%	4301,55	7169,25
20. Asfaltti, öljysora, bitumi	7889	8438	184	100,00%	1012,56	1265,7
21. Metallinalmi ja niiden rikasteet	2875	3445	104	100,00%	413,4	516,75
22. Raakateräs, rautaharkot, metallilevyt, -tangot, -putket yms. puolivalmiisteet	3975	37991	607	100,00%	4558,92	5698,65
23. Sora, hiekka, kivet ja muut maa-ainekset, suola, lannoitemineraalit, kuona, tuhka, kasvuturvet	137332	99642	2399	90,00%	10761,34	14946,3
24. Betoni, tiilet, elementit, sementti, kalkki yms. rakennusmateriaalit	17485	93477	1573	50,00%	5608,62	14021,55
25. Lannoitteet ja typpiyhdisteet	1768	6907	220	75,00%	621,63	1036,05
26. Peruskemikaalit; hapot, lipeä, hiilikemikaalit yms	3208	21056	657	75,00%	1895,04	3158,4
27. Lääkkeet, puhdistusaineet, maalit, räjähteet ja muut kemianteollisuuden tuotteet	5161	26214	508	0	0	3932,1
28. Kodin- ja konttorikoneet, elektroniikka, sähkölaitteet ja niiden osat	654	15538	69	0		2330,7
29. Autot, ajoneuvot, kuljettimet sekä niiden osat	1284	17468	139	0		2620,2
30. Maa- ja metsätalouskoneet, muut koneet ja laitteet sekä niiden osat	8260	55604	554	0		
31. Metallirakenteet, metallisäiliöt, -työkalut, aseet, muut metallituotteet	1169	31544	89	0		
32. Tekstiilit, tekstiilikuidut, vaatteet, jalkineet	969	17316	63	0		2597,4
33. Lasi, lasivalmiisteet ja keramiikka	316	2383	47	0		1728,9
34. Muovi- ja kumiteollisuuden raaka-aineet ja tuotteet	1031	13956	164	30,00%	502,42	2093,4
35. Talousjätteet, muut jätteet	10740	60712	455	30,00%	2185,63	9106,8
36. Kierrätysmateriaalit; keräyspaperi yms.	6763	26072	460	30,00%	938,59	3910,8
37. Kontit, joiden sisältö ei ole tiedossa, muut ei-tiedossa olevat tavarat	1008	9786	144	0		1467,9
38. Tyhjät kontit, kuormalavat, rullakot, palautuspullot ja muut pakkausmateriaalit	2798	61777	338	0		9266,55
39. Muuttokuormat, rakennustelineet, korjattavaksi vietävät ajoneuvot yms.	359	3607	8	0		
40. Huonekalut, myymälä-, toimisto- ja keittiökalusteet	507	22223	150	0		
41. Postilähteykset, paketit yms.	2694	49795	411	0		7469,25
42. Erityyppiset tavarat, joita kuljetetaan samanaikaisesti	20284	251142	3167	0		
43. Muut tavarat (kuin luokissa 1-42)	-	-	-	0		
44. Tyhjä	0	575982	0	0		
45. Kunnossapito, huoltoajo yms. toiminnot	4691	59814	155	0		
Yhteensä	344035	2187858	24262		52151,53	179563,05
säästöpotentiaali					2,38%	8,21%

Esimerkkejä Australiassa käytettävistä yhdistelmätyypeistä



Typical road trains