



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Lahti University of Applied Sciences

MASSA- JA MITTAMUUTOKSEN VAIKUTUS SÄILIÖKULJETUSTEN KANNATTAVUUTEEN

Case: Haanpaa Oy Hamina

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Liiketalouden ala
Liiketoiminnan logistiikan
koulutusohjelma
Opinnäytetyö
Kevät 2014
Mikko Heikkinen
Petri Saarela

Lahden ammattikorkeakoulu
Koulutusohjelma

HEIKKINEN MIKKO &
SAARELA PETRI:

Massa- ja mittamuutoksen vaikutus
säiliökuljetusten kannattavuuteen
Case: Haanpaa Oy Hamina

Liiketoiminnan logistiikan opinnäytetyö, 86 sivua

Kevät 2014

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö selvittää 1.10.2013 voimaantulleen massa- ja mittamuutosasetuksen vaikutuksia säiliöajoneuvokuljetusten kannattavuuteen. Asetus nostaa esimerkiksi ajoneuvoyhdistelmien suurimpia kokonaispainoja. Muutosta perusteltiin mm. kuljetusten kannattavuuksien parantumisella. Opinnäytetyö tehtiin tapaustutkimuksena Haanpaa Oy:lle. Tutkimuksen tavoitteena oli mitata lainsäädännön muutoksen vaikutuksia kohdeyrityksen uusien ja vanhojen säiliöajoneuvoyhdistelmien sekä uusien investointien kannattavuuteen.

Työn teoriaosuudessa kuvataan säiliökuljetusten erityispiirteitä muun muassa kuormauksen ja vaarallisten aineiden kuljetusten osalta. Teoriaosuudessa käsitellään myös tarkemmin asetusta massa- ja mittamuutoksista sekä kustannus- ja kannattavuuslaskentaa tutkimusongelmalle asetettujen rajausten mukaisesti. Teorian tutkintaan on käytetty pääasiassa kvalitatiivista tutkimusmenetelmää ja aineistoa on kerätty alan julkaisuista, lehtiartikkeleista, vuoropuhelussa kohdeyrityksen kanssa sekä osallistuvalla havainnoinnilla.

Teoriaosuuden kautta saatujen tietojen avulla muodostettiin oma Microsoft Excel-pohjainen laskentaohjelma, jonka avulla säiliöajoneuvoyhdistelmien kustannuksia ja kannattavuuksia analysoitiin sekä vertailtiin niitä toisiinsa esimerkkireittien avulla. Laskentaohjelman muodostamisessa ja hyödyntämisessä käytettiin pääasiassa kvantitatiivisia tutkimusmenetelmiä.

Tutkimuksen avulla saatiin selkeitä vastauksia kohdeyrityksen säiliöajoneuvoyhdistelmien kannattavuuksille eri reiteillä. Laskut ovat helposti toistettavissa työtä varten kehitetyn laskentaohjelman avulla ja kaikki sen arvot on erikseen säädettävissä kohdeyrityksen tarpeiden mukaan. Tarkkojen kannattavuuslaskelmien aikaansaamiseksi tarvittaisiin kuitenkin paljon suurempaa otoskokoa sekä laajempaa tutkimusta kustannusrakenteen muodostumisesta.

Tutkimuksen perusteella on todettavissa, ettei massa- ja mittamuutos vaikuta ainakaan säiliökuljetuspuolella odotetusti kannattavuuteen. Uusien yhdistelmien kustannukset nousevat samassa suhteessa lisääntyneisiin tuottoihin ja vanhan käyttökuntoisen kaluston korvaaminen uusien kokonaispainojen säiliöajoneuvoyhdistelmillä ei ole kannattavaa.

Asiasanat: massa- ja mittamuutos, säiliöajoneuvokuljetukset, kuljetusyrityksen kustannusrakenne, kuljetusten kannattavuuden laskenta, ADR, Haanpaa Oy

Lahti University of Applied Sciences

Degree Programme in Business Logistics

HEIKKINEN MIKKO &
SAARELA PETRI:

Tank Transportation: Profitability and
Legislation Changes in Weight & Height

Bachelor's Thesis in Business Logistics 86 pages

Spring 2014

ABSTRACT

This thesis shows the impacts in profitability in tank vehicle transportations with the legislation change that came into effect as of 1 October 2013. The decree dictates, for example, total weights of semi-trailer combinations. The thesis was made as a case study for Haanpaa Oy, Hamina, Finland. The purpose of the study was to explore the effects the legislation changes have had in the case company comparing all old and new semi-trailer combinations and to estimate the profitability of new semi-trailer investments.

In the theoretical part of the study, the thesis examines the special qualities of, for example, the loading and transportation of dangerous liquids. It also assesses the legislation changes in weights and heights of semi-trailer tankers more closely and the impact it has on profitabilities and costs within the defined borders of the investigation problem. Research for the theoretical section consists mainly of material gathered from industry publications, journal articles, dialogue with the case company and with participant observation. Furthermore, qualitative research methods were used for the study.

With the help of the information gathered in the theoretical section a Microsoft Excel-based program was created. The program was used to analyze and compare the costs and profitabilities of different semi-trailer tanker combinations with the help of sample routes. In developing and exploiting the program mainly quantitative research methods were used.

Based on the study clear answers were found regarding the case company's semi-trailer tanker combination's profitabilities in various routes. Calculations are easily repeatable using the created program and all of its values are separately adjustable. For a more specific profitability calculation, a much larger sample size and a more in-depth research in cost structure formation is needed.

The study finds that the weight and height legislation changes do not affect the profitability in semi-trailer tanker combinations in the expected way. Costs of bigger semi-trailer combinations rise in proportion with increased earnings and replacing the old useable semi-trailers is not profitable.

Key words: changes in weight and height legislation, semi-trailer tanker transportations, transportation company's cost structure, calculation of transportation profitability, ADR, Haanpaa Group

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Tutkimuksen tavoitteet, ongelmat ja rajaukset	5
1.2	Tutkimusmenetelmät	9
1.3	Opinnäytetyön rakenne	10
2	SÄILIÖAJONEUVOKULJETUKSET SUOMESSA	12
2.1	Säiliökuljetusten historiaa, yleistietoa ja termistöä	12
2.2	Säiliö- ja yhdistelmätyypit	14
2.3	Säiliöajoneuvon kuormaaminen	17
2.4	Vaarallisten aineiden säiliöajoneuvokuljetukset Suomessa	19
2.5	Säiliöajoneuvon vaatimukset ja varusteet VAK-kuljetuksissa	21
2.6	Säiliöajoneuvonkuljettajan pätevyudet	24
2.7	Säiliöajoneuvonkuljettajan ajo- ja lepoajat	25
2.7.1	Ajo- ja lepoaikojen valvonta	26
2.7.2	Ajo- ja lepoaikojen muodostuminen	27
3	MASSA- JA MITTAMUUTOS	31
3.1	Luokattomien aineiden kuljetukset	31
3.2	Luokallisten aineiden kuljetukset	34
4	KULJETUSKUSTANNUKSET JA KULJETUSTEN KANNATTAVUUS	36
4.1	Kustannuslaskenta	36
4.2	Kuljetuskustannusten luokittelu	37
4.3	Kustannuslaskelman suorittaminen	38
4.4	Kustannusrakenteen muodostuminen	39
4.4.1	Muuttuvat kustannukset	40
4.4.2	Kiinteät kustannukset	42
4.5	Kannattavuuksien laskenta	48
5	OMAN LASKENTAOHJELMAN ESITTELY	50
5.1	Excelin VBA:n ja ohjelmoinnin perusteiden esittely	52
5.2	Laskentaohjelman esittely	53
5.2.1	Auton tietojen syöttö	54
5.2.2	Lastaus- ja purkuajat	54
5.2.3	Rahtihinta ja pesutaulukko	55
5.2.4	Muuttuvat kustannukset	57

5.2.5	Kiinteät kustannukset	59
5.2.6	Reittitietojen syöttö	61
5.2.7	Kartta	65
5.2.8	Kustannuksien yhteenveto	65
6	CASE: HAANPAA OY	67
6.1	Haanpaa Oy	67
6.2	Tutkimuksen toteuttaminen	67
6.3	Uuteen kalustoon investoiminen	69
6.4	Yhdistelmiin investoinnin kannattavuuksien vertailu	71
6.4.1	Reitti 1	73
6.4.2	Reitti 2	75
6.4.3	Reitti 3	78
6.5	Johtopäätökset kannattavuuksista	79
6.5.1	Luokattomien aineiden kuljetukset	81
6.5.2	Luokallisten aineiden kuljetukset	82
6.5.3	Yhdistetyt kuljetukset	82
6.6	Tutkimuksen luotettavuus ja kehittämissuhteet	83
7	YHTEENVETO	85
	LÄHTEET	87

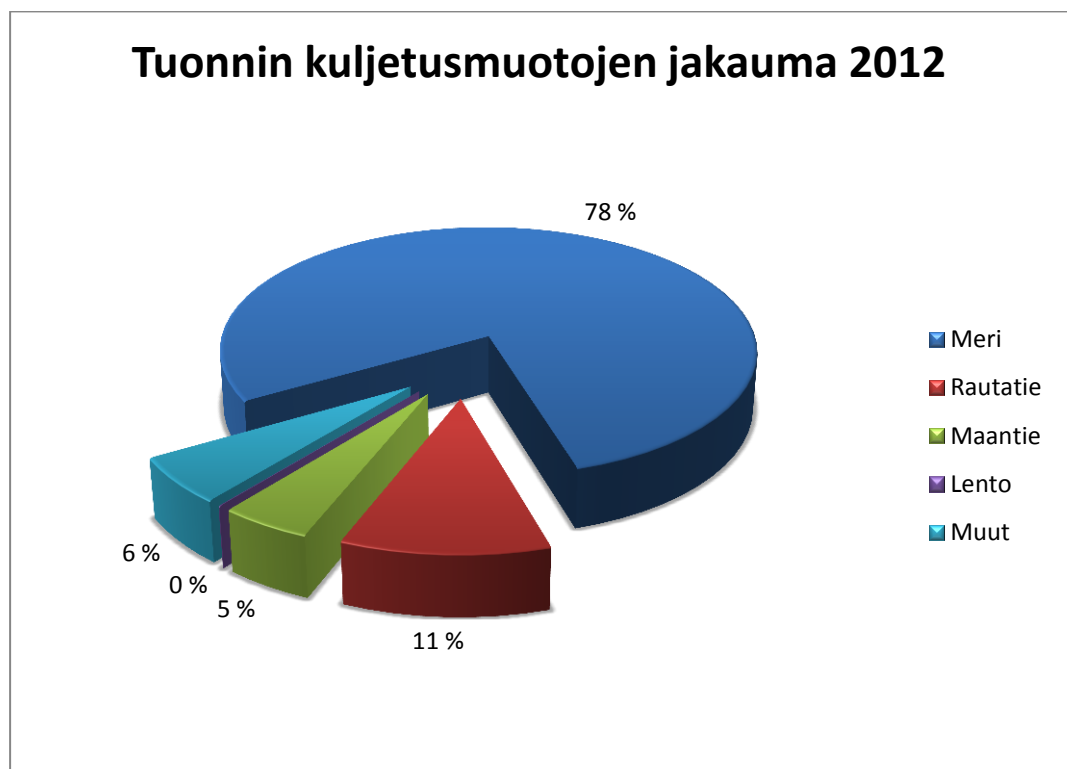
1 JOHDANTO

Suomessa astui 1.10.2013 voimaan uusi asetus, joka nostaa ajoneuvoyhdistelmien kokonaispainorajaa sekä maksimikorkeutta. Uudistuksen tarkoituksena on yrittää parantaa Suomen kilpailukykyä pienentämällä logistisia kustannuksia Suomen sisällä. Oletuksena on, että kasvavien kuormakokojen ansiosta kuljetusten kannattavuus paranisi, ajamisen tarve vähenisi vuositasolla kuormakokojen kasvaessa, ja tätä kautta pyritään myös maantiekuljetusten kokonaispäästöjen pienenemiseen ja fossiilisten polttoaineiden käytön vähenemiseen. Lainsäädännön uudistus osaltaan myös pakottaa kuljetusyrittäjiä uusimaan kalustoaan ja tätäkin kautta esimerkiksi uusien moottoriteknologioiden ansiosta päästöjen ja polttoaineenkulutuksen odotetaan pienenevän. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2013.) Vaikka lakimuutos vaikuttaa käytännössä vain Suomen sisäiseen logistiikkaan, käymme johdannossa läpi Suomen logistisia kustannuksia lisääviä tekijöitä kokonaisuudessaan.



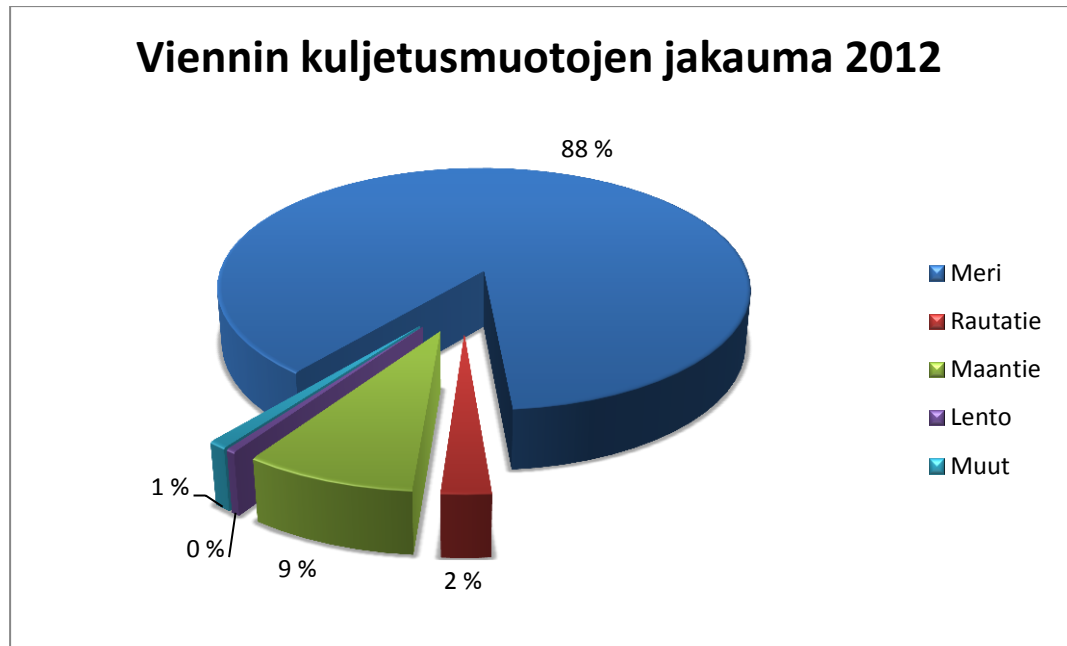
KUVA 1. Etäisyydet Helsingistä Eurooppaan ja Venäjälle (Google 2014)

Suomen logistiikkakustannukset voidaan jakaa karkeasti kahteen pääryhmään: **ulkoisiin** ja **sisäisiin logistiikkakustannuksiin**. Ulkoisilla kustannuksilla tarkoitetaan tavaran vientiä pois Suomesta tai tavaran tuontia Suomeen. Suomen maantieteellinen sijainti asettaa suuria haasteita kuljetusten kannattavuudelle, koska Suomi on niin sanotusti logistinen saareke. Kuvassa 1 on havainnollistettu etäisyyksiä Suomen pääkaupungista Helsingistä Eurooppaan. Pitkien etäisyyksien lisäksi meri rajoittaa esimerkiksi maantiekuljetuksia muualle Eurooppaan. Vaikkakin Suomella on pitkä maaraja Venäjän kanssa, silti valtaosa ulkomaankaupasta vaatii tavaran kuljettamista meriteitse ainakin jossain logistisen ketjun vaiheessa. Kuviossa 1 on määritelty Suomen tuonnin kuljetusmuotojen jakauma vuonna 2012.



KUVIO 1. Suomen tuonnin kuljetusmuotojen jakauma vuonna 2012 (Tulli 2013)

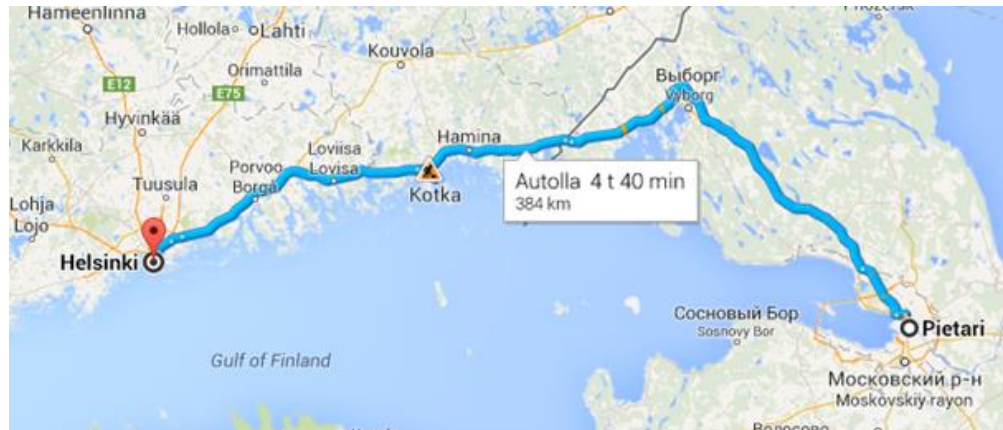
Kuviossa 2 on eritelty Suomen ulkomaankaupan viennin kuljetusmuotojen osuudet vuonna 2012. Merikuljetusten osuus kuljetusmuodoista on erittäin merkittävä.



KUVIO 2. Suomen viennin kuljetusmuotojen jakauma vuonna 2012 (Tulli 2013)

Kuvioiden 1 ja 2 perusteella voidaan päätellä, että sekä tuonnissa että viennissä meri määrittelee hyvin pitkälti kuljetusmuodon. Kokonaistuonnin määrä vuonna 2012 oli 55 934 000 tonnia ja kokonaisviennin määrä 42 951 000 tonnia. (Tulli 2012; Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011.)

Automatkan pituus Helsingistä Pietariin on noin 384 kilometriä (Kuva 2). Pietarin alueella asuu noin 5,03 miljoonaa ihmistä (Suomalais-Venäläinen kauppakamari 2013). Suomella olisi siis alle 400 kilometrin ajomatkan päässä käytettävissään todella suuret markkinat, jos niitä vain pystyttäisiin hyödyntämään. Vertailun vuoksi esimerkiksi matka Helsingistä Ouluun on noin 600 kilometriä. Myös Suomen ja Venäjän välinen rautatieliikenne on mahdollista saman raidelevyden ansiosta (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011). Melkein kaikissa Euroopan maissa käytetään eri raidelevyettä, Ruotsi mukaan lukien. Käytännössä kauppaa Venäjän kanssa rajoittavat kuitenkin monet eri tekijät, eikä Ukrainan kriisi ole osaltaan parantanut Suomen ja Venäjän välejä.



KUVA 2. Etäisyys maanteitse välillä Helsinki – Pietari. (Google 2014)

Ulkoisten logistiikkakustannusten kannalta Suomen tulisi mielestämme pyrkiä lisäämään kauppaa Venäjän kanssa. Tätä tosiasiaa puoltavat maantieteellisten seikkojen lisäksi myös infrastruktuurilliset seikat. Etäisyydet Venäjälle maanteitse, esimerkiksi Suomesta Pietariin ja Moskovaan, ovat kohtuullisen lyhyitä Euroopan tasolla verrattuna. Toivottavasti tulevaisuudessa pystyttäisiin kuitenkin hyödyntämään Suomen ja Venäjän välisen kaupan potentiaalia.

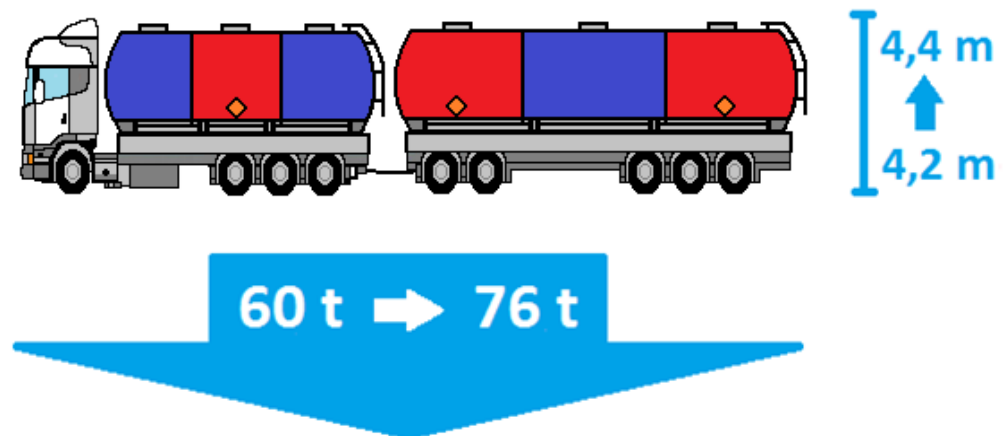
Työssämme keskitymme kuitenkin vain Suomen sisäisiin logistiikkakustannuksiin. Niitä nostattavat muun muassa Suomen suuri pinta-ala ja pieni väestötiheys. Suomen väestö on myös keskittynyt pääasiassa rannikoille ja Etelä-Suomeen. Lainsäädännön muutoksella ajoneuvoyhdistelmien kokonaispainojen korottamiseksi pyritään tehostamaan Suomen sisäistä logistiikkaa sekä Suomessa toimivien yritysten kannattavuutta ja tätä kautta kasvattamaan myös Suomen kilpailukykyä kansainvälisillä markkinoilla (Liikenne- ja viestintäministeriö 2013).

Pohdimme työssämme, vaikuttavatko kokonaispainojen muutokset kuljetuksien kannattavuuteen odotetulla tavalla. Odotusten mukaan kuljetuksien kannattavuuksien tulisi parantua merkittävästi uusien mitta- ja painorajojen seurauksena. Tutkimastamme asiasta on kuljetusyrityksien keskuudessa ollut paljonkin keskustelua, mutta konkreettisia laskelmia kannattavuuksista emme ole löytäneet. Tämä selittyy sillä, että lainsäädännön muutoksesta on kulunut suhteellisen lyhyt aika ja toisaalta yritysten sisäisten laskelmien pääseminen julkiseen käyttöön voisi heikentää niiden omaa asemaa markkinoilla.

Todennäköisesti laskelmia on tehty paljonkin, mutta vielä ei niitä ole tullut esille julkiseen käyttöön. Lakimuutos vaikuttaakin kuljetusyriyten toimintaan siten, että oletusarvoisesti niiden on uusittava kuljetuskalustoaan kilpailukyvyn ylläpitämiseksi.

1.1 Tutkimuksen tavoitteet, ongelmat ja rajaukset

1.10.2013 voimaantullut lainsäädännön muutos vaikuttaa käytännössä vain Suomen sisäiseen liikenteeseen. Painorajat ajoneuvoyhdistelmille muualla Euroopassa sekä Venäjällä ovat huomattavasti Suomea pienemmät. Ennen lainsäädännön muutosta suurin ajoneuvoyhdistelmän kokonaispaino Suomen sisäisessä liikenteessä oli 60 tonnia. Lainsäädäntö määrittää kuitenkin siirtymäajan vanhalle 60 tonnin kokonaispainon ajoneuvoyhdistelmälle, jonka avulla sen kokonaispainon pystyy nostamaan 64 tonniin lainsäädännössä määritellylle siirtymäajalle 30.4.2018 saakka. Siirtymäaika koskee kuitenkin vain ei-vaarallisten aineiden kuljetuksia. Suurin ajoneuvoyhdistelmän kokonaispaino nykyisellä lainsäädännöllä on 76 tonnia (Kuva 3).



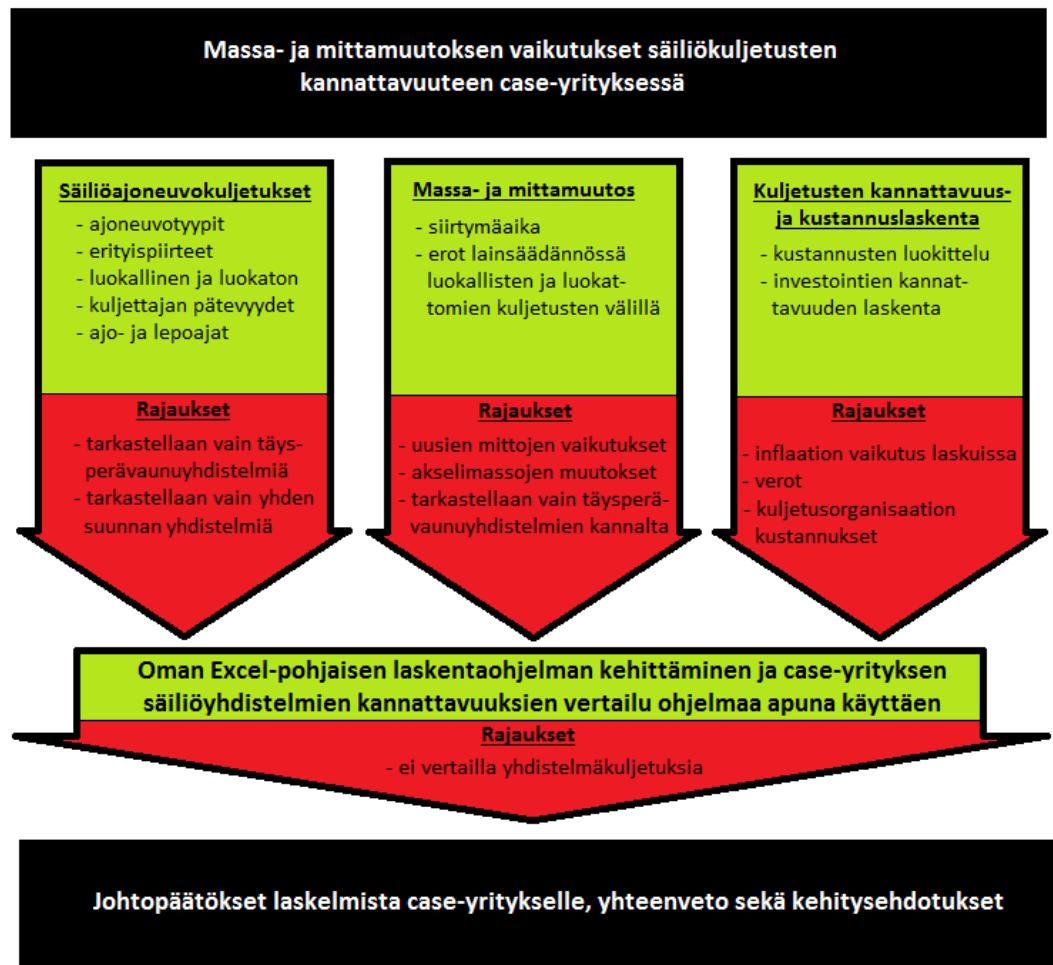
KUVA 3. Massa- ja mittamuutoksen vaikutukset ajoneuvoyhdistelmän suurimpaan sallittuun painoon ja korkeuteen.

Vaikka lakimuutoksella pyritään suoraan kasvattamaan Suomen kilpailukykyä, tuo muutos mukanaan myös ongelmia. Kokonaispainojen nousu ei suoraan nosta yksittäisten kuljetussuoritteiden kannattavuutta lineaarisesti. Uusien yhdistelmien nousevat teho vaatimukset, suuremmat akseli- ja sitä kautta rengasmäärät,

suuremmat hankintahinnat jne. vaikuttavat yhdistelmän kulujen kasvuun. Myös infrastruktuuri voi aiheuttaa haasteita uusien kokonaispainojen yhdistelmille. Siltojen painorajoitukset, huonokuntoiset tiet ja matalat alikulkukäytävät voivat heikentää uusien painorajojen hyväksikäyttöä tietyillä alueilla. Kaikki kuormaustai lastauspaikat eivät välttämättä sovellu suuremmille ja painavammille yhdistelmille.

Keskitymme työssämme tarkastelemaan pääasiassa säiliökuljetuksia ja tarkemmin suurimpien säiliöajoneuvoyhdistelmien kannattavuuksia. Säiliökuljetuksilla tarkoitetaan esimerkiksi nesteiden, kemikaalien, puolikiinteiden sekä irtonaisen massatavaran, kuten veden, jauhojen, rehun, maidon ja polttoaineiden kuljetuksia. Säiliöajoneuvolla tarkoitetaan moottoriajoneuvoyhdistelmää, joka on rakennettu kuljettamaan edellä mainittuja tuotteita. Tutkimme työssämme sekä vaarallistenettä vaarattomien aineiden säiliökuljetuksia. Vaarallisia aineita ovat aineet, jotka ovat myrkyllisyytensä, syövyttävyytensä, räjähdys-, palo-, tartunta- tai säteilyvaarallisuutensa takia vaarallisia ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle (Laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta 719/1994, 3 §). Vaarallisten aineiden kuljetuksia kutsutaan **luokallisiksi kuljetuksiksi** vaarallisten aineiden erilaisten luokitusten perusteella. **Luokattomia kuljetuksia** ovat vastaavasti kaikki muut kuljetukset. Säiliökuljetuksissa esimerkiksi veden, maidon tai muun vaarattoman aineen kuljettaminen on luokatonta kuljetusta.

Työmme päätavoite on vertailla case-yrityksemme vanhan ja uuden lainsäädännön mahdollistamien kokonaispainoiltaan suurimpien säiliöajoneuvoyhdistelmien kannattavuuksia. Kannattavuuksien vertailu tehdään case-yrityksellemme Haanpaa Oy:lle kehittämällämme Microsoft Excel-pohjaisella laskentaohjelmalla, jolla pystytään vertailemaan valittuja säiliöajoneuvoyhdistelmiä toisiinsa reitti- ja vuosiperusteisesti. Vertailujen perusteella on tarkoitus arvioida uusiin säiliöajoneuvoyhdistelmiin investoimisen kannattavuutta ja samalla arvioida lainsäädännön muutoksen todellisia vaikutuksia kannattavuuteen säiliöajoneuvokuljetusten osalta.



KUVIO 3. Tutkimuksen eteneminen ja rajaukset.

Kuviossa 3 on esitelty tutkimuksemme eteneminen. Päättökysongelmana on massa- ja mittamuutoksen vaikutus case-yrityksen säiliökuljetusten kannattavuuteen. Teoriaosuus on jaettu kolmeen osaan:

- Ensimmäisessä teoriaosuudessa tutustumme säiliöajoneuvokuljetuksiin ja säiliöajoneuvotyyppeihin, säiliöajoneuvon lastaukseen ja purkuun, luokallisiin ja luokattomiin kuljetuksiin, säiliöajoneuvon kuljettajien pätevyksiin sekä työaikalakiin ajo- ja lepoaikojen suhteen.
- Toisessa teoriaosuudessa tutustumme 1.10.2013 voimaantulleeseen asetukseen massojen ja mittojen nostamisesta.
- Kolmannessa teoriaosuudessa perehdymme kustannuksien ryhmittelyyn ja arviointiin sekä kannattavuuksien laskentaan.

Alatutkimusongelmien selvittämisestä saatujen tietojen avulla on muodostettu oma laskentaohjelma case-yrityksen säiliöajoneuvoyhdistelmien kannattavuuksien vertailemiseksi. Laskentaohjelma mahdollistaa case-yrityksen säiliöajoneuvokuljetusten kannattavuuksien vertailun kautta johtopäätöksiä muodostamisen lakimuutoksen onnistumisesta case-yrityksen näkökulmasta, eli laskentaohjelmasta saatujen tietojen avulla pystytään vastaamaan päätutkimusongelmaan.

Rajasimme työmme ulkopuolelle lainsäädännön muutoksena kasvaneiden kokonaispainojen vaikutukset pienempien kuljetusajoneuvojen painorajoihin. Työssämme ei myöskään tarkastella infrastruktuurin asettamia rajoitteita (kuten teiden huono kunto ja siltojen painorajoitukset) ajoneuvoyhdistelmien hyödyntämiseen, vaan keskityimme tarkastelemaan case-yrityksessämme tärkeitä säiliöyhdistelmiä ja kuljetusreittejä. Vertailuun valitut säiliöajoneuvoyhdistelmät ovat kaikki täysperävaunuyhdistelmiä. Täysperävaunuyhdistelmällä tarkoitetaan kuorma-autoa, johon on liitetty perävaunu (Kuva 4).



KUVA 4. Esimerkki täysperävaunuyhdistelmästä

Säiliökuljetuksiin ei juurikaan vaikuta laissa määritelty korkeuden muutos 4,2 metristä 4,4 metriin, koska yleensä säiliöiden pyöreän rakenteen takia ajoneuvoyhdistelmille määritelty 2,6 metrin maksimileveys rajoittaa säiliön halkaisijaa ajoneuvoyhdistelmän maksimikorkeutta enemmän. Myös kuljetettavien aineiden tiheys (massa / tilavuus) on suuri ja ajoneuvoyhdistelmän kuormatilauksen tilavuus on suhteellisen pieni verrattuna esimerkiksi kappaletavarakuljetukseen. Kappaletavarakuljetuksella tarkoitetaan kuljetusta, joka koostuu välillä pienistäkin yksittäisistä kuljetuseristä, jotka on pakattu esimerkiksi kuormalavoille ajoneuvon täyttämisen helpottamiseksi (Suomen Kuljetusopas 2014). Näin ollen lainsäädännön muutoksen mittoja koskevat asetukset on rajattu pois työstä. Rajasimme myös case-yrityksen ulkomaan

kuljetukset pois työstämme, koska painorajojen muutokset eivät vaikuta ulkomaan kuljetuksiin.

Ongelmana yksittäisen ajoneuvon kustannusrakenteen määrittelyssä on yksittäisten kustannusten tarkka määrittely. Tarkat laskelmat vaatisivat suurta otantaa uusien kokonaispainojen yhdistelmästä, mutta pitkän ajan tietoa esimerkiksi kulutuksista ei ole saatavilla case-yrityksessä eikä muuallakaan. Tästä johtuen suurta osaa kustannuksista täytyy arvioida muun muassa alan kirjallisuuden ja julkaisujen avulla. Inflaation sekä verojen vaikutus kustannuksiin ja kannattavuuksiin on jätetty huomiotta. Myös kuljetusorganisaation kustannukset, kuten toimitilojen kustannukset, toimistotyöntekijöiden palkkakustannukset jne. on rajattu pois kustannus- ja kannattavuuslaskelmista niiden hankalan määriteltävyyden takia.

1.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksemme on pääasiassa kvalitatiivista, eli laadullista tutkimusta. Kvalitatiivisen tutkimuksen voidaan katsoa olevan kokonaisvaltaista tiedon hankintaa ja aineiston kokoamista todellisissa tilanteissa (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 164). Kvalitatiivista tutkimusta on käytetty työssämme määrittelemään tutkimaamme asiaan vaikuttavat tekijät ja riippuvuussuhteet (Kananen 2011, 15). Päättökäsittelemme ei ole vielä olemassa paljon tutkimuksia, koska lainsäädännön muutoksesta on vielä suhteellisen lyhyt aika. Kävimme läpi paljon aiheeseen liittyviä julkaisuja, kuten lehtiartikkeleita, mutta suurin osa löytämistämme tiedoista perustuvat arvailuihin lainsäädännön muutoksen vaikutuksista tai hyvin suppeaan ja alakohtaiseen otantaan. Esimerkiksi Hannele Koskisen artikkelissa Kauppalehti extra-lehdessä todetaan massamuutoksien aiheuttavan kuljetusyrityksille suuria investointeja, kohonneita polttoainekustannuksia sekä lisääntyvää renkaankulutusta (Koskinen 2014, 19). Myös Suomen kuljetus ja logistiikka SKAL ry käsittelee massa- ja mittamuutosta paljon omilla internetsivuillaan (Murto 2013; Nyman 2013). Lähtökohtaisesti tutkimusongelmamme oli tiedossa jo opinnäytetyötä aloittaessa marraskuussa 2013, mutta varsinainen tutkimussuunnitelmamme muokkautui työn edetessä sitä mukaa, kun uusia kysymyksiä ja teoriaa tuli eteen. Tutkimuksessa on käytetty

paljon omaa havainnointia, aiempaa kokemusta sekä tietämystä kuljetusalasta ja pyritty samalla peilaamaan niitä hankkimaamme tutkimusaineistoon.

Opinnäytetyössä olevat lähdeviitteettömät osuudet sekä kuvat ja kuviot ovat tutkijoiden omaa tuotosta. Emme ole suorittaneet virallisia ja dokumentoituja haastatteluja tai kyselyjä case-yrityksessä, mutta olemme käyneet aktiivista vuoropuhelua case-yrityksen kanssa ja tutustuneet yrityksen toimintaan. Useilla vierailuilla case-yrityksessä olemme keskustelleet caseen liittyvistä sekä muista alan asioista samalla muistiinpanoja tehden.

Toteutustapana tutkimuksessa on tapaustutkimus, eli niin sanottu case-tutkimus. Tapaustutkimuksella tarkoitetaan tutkimusta, jossa tarkastellaan yksityiskohtaista tietoa toisiinsa liittyvissä tapauksissa. Tapaustutkimuksessa tietoa kerätään yleisesti havainnoin, haastatteluin ja aiempaa dokumentaatiota tarkastellen. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 134-135.)

Tutkimuksemme kvalitatiivisella tutkimuksella selvittämämme teorian perusteella muodostimme uuden Excel-pohjaisen laskentaohjelman, jonka avulla suoritimme muun muassa tutkimukseen valittujen säiliöajoneuvoyhdistelmien kannattavuuksien vertailun case-yritykselle. Laskentaohjelman käyttö voidaan luokitella kvantitatiiviseksi, eli määrälliseksi tutkimukseksi. Laskentaohjelman käytössä kvalitatiivisten tutkimuksien perusteella saamamme tiedot muutettiin muuttujiksi, joiden avulla tutkimusongelmaan pyrittiin saamaan vastauksia tilastollisin menetelmin. Tätä kautta kannattavuuksille pyrittiin laskemaan yleisesti hyväksytyjä tilastollisia tunnuslukuja. (Kananen 2011, 12-13.)

Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa hypoteesina, eli oletusarvona oli, että lainsäädännön muutoksen sallimat uuden kokonaispainon ajoneuvot ovat merkittävästi aiempia ajoneuvoyhdistelmiä kannattavampia. Hypoteesiin vastataan yhteenvedossa luvussa 7.

1.3 Opinnäytetyön rakenne

Opinnäytetyömme on jaettu seitsemään päälukuun. Pääluvut ovat johdanto, säiliökuljetukset Suomessa, massa- ja mittamuutos, kuljetuskustannukset ja

kannattavuus, uuden laskentaohjelman esittely, case: Haanpaa Oy sekä yhteenveto.

Johdannossa selvitetään Suomen logistiikan haasteita ja esitellään maantiekuljetusten massojen- ja mittojen lainsäädännön muutos. Niiden pohjalta selvitetään opinnäytetyömme tutkimusongelmien muodostuminen, rajaukset sekä tutkimusmenetelmät. Toisessa luvussa käsitellään säiliökuljetuksia, säiliökuljetusten eroja kappaletavarakuljetuksiin, tutustutaan vaarallisten aineiden säiliökuljetuksiin ja perehdytään lyhyesti myös työaikalakiin muun muassa ajo- ja lepoaikojen osalta. Kolmannessa luvussa tutustutaan massa- ja mittamuutokseen tarkemmin säiliöajoneuvokuljetusten näkökulmasta.

Neljännessä luvussa eritellään kuljetuskustannusten muodostuminen vaihe vaiheelta sekä tarkastellaan kannattavuuden laskemista. Viidennessä luvussa esitellään kustannuslaskelmien toteutuminen tekemässämme Excel-pohjaisessa laskentaohjelmassamme. Kuudennessa luvussa esitellään case-yritys Haanpaa Oy ja tehdään vertailuja eri reittien ja ajoneuvoyhdistelmien välillä laskentaohjelmaamme käyttäen sekä tehdään johtopäätöksiä ja kehittämissuhteita case-yritykselle muun muassa investointeihin liittyen. Viimeinen luku on yhteenveto, jossa käsitellään lainsäädännön muutosta muun muassa case-yrityksemme sekä säiliökuljetusyritysten näkökulmasta ja vastataan tutkimuskysymyksiin.

2 SÄILIÖAJONEUVOKULJETUKSET SUOMESSA

Keskitymme tässä työssä pelkästään säiliökuljetuksiin, joita maanteitse hoidetaan säiliöajoneuvoilla. Säiliöajoneuvolla tarkoitetaan nesteiden, kaasujen, jauhemaisten tai rakeisten tuotteiden kuljetusta varten rakennettua ajoneuvoa, jossa on yksi tai useampi säiliö (Mikkonen 2009, 77). Kuljetuksella tarkoitetaan yksinkertaistetusti tavaran (tai aineen) siirtämistä pisteestä A pisteeseen B. Tässä luvussa perehdytään säiliöajoneuvokuljetuksiin Suomessa. Säiliökuljetukset eroavat ominaisuuksiltaan tietyiltä osin kohtuullisen paljon perinteisistä kappaletavarakuljetuksista. Kappaletavarakuljetuksilla tarkoitetaan kuljetusta, joka koostuu useammasta erilaisesta kappaletavarasta, jotka ovat tavaratilassa joko pakattuna esimerkiksi kuormalavalle tai irtonaisena ja sidottuna asianmukaisesti. Eroavaisuuksia on esimerkiksi kuormaamisessa, kuljetusauton rakenteessa sekä vaatimuksissa ja kuljettajan pätevyyksissä. Vaatimukset kuljettajilta ja kalustolta säiliöajoneuvokuljetuksissa myös vaihtelevat jonkin verran kuljetettavan materiaalin perusteella.

2.1 Säiliökuljetusten historiaa, yleistietoa ja termistöä

Ennen säiliöautojen tuloa muun muassa bensiinin kuljetus suoritettiin kuorma-auton lavalla tynnyreissä (Kuva 5).



KUVA 5. Nobel-Standardin öljynkuljetusauto 1918 (Blomberg 1996, 49).

Suomen säiliökuljetusten katsotaan saaneen alkunsa vuonna 1922, kun Esson edeltäjä Nobel-Standard toi Suomeen ensimmäisen säiliöauton. Se oli Renaultin OS-malli ja sen säiliön kantavuus oli 1 500 litraa. (Jokela 2008, 8-9.) Varsinaiset kuorma-auton ja perävaunun yhdistelmät alkoivat yleistyä Suomessa vasta 1960-luvulla (Kuva 6). Yleisesti yhdistelmät olivat 5-akselisia, eli vetoautossa oli 3-akselia ja perävaunussa vain 2-akselia. Suurin sallittu paino yhdistelmälle oli 32 tonnia ja pituus 18 metriä. (Blomberg 2002, 147.) Noin viidessäkymmenessä vuodessa kokonaispaino on siis 1.10.2013 tulleen lainsäädännön muutoksen jälkeen noussut 32 tonnista 76 tonniin ja pituus on kasvanut täysperävaunuyhdistelmän kohdalla 7,25 metrillä 25,25 metriin (Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä 1257/1992, 23 §, 24 §).



KUVA 6. Säiliöajoneuvoyhdistelmä vuodelta 1962 (Blomberg 2000, 30).

Säiliöajoneuvokuljetuksia koskevat samat pituus- ja painorajat kuin muitakin maantiekuljetuksia. Kokonaispaino 76 tonnia on voimassa ajoneuvoyhdistelmän täyttäessä lain määrittelemät ominaisuudet vaarattomia aineita kuljettaessa. Kuitenkin vaarallisia aineita kuljettaessa kokonaispaino saa olla enintään 68 tonnia. Vaarallisia aineita ovat aineet, jotka ovat myrkyllisyytensä, syövyttävyytensä, räjähdys-, palo-, tartunta- tai säteilyvaarallisuutensa takia vaarallisia ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle (Laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta 719/1994, 3 §). Ajoneuvoyhdistelmän ehdoton maksimikorkeus on

4,4 metriä, joka ei saa ylittyä tyhjänä ajaessakaan. (Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä 1257/1993.)

Ennen kuin siirrymme tarkastelemaan säiliöajoneuvoja tarkemmin, on syytä perehtyä muutamiin keskeisiin termeihin koko tutkielmaamme liittyen. Tekstissä nousee esille lyhennykset **VAK** sekä **ADR**. Ne molemmat tarkoittavat vaarallisten aineiden kuljettamista. VAK on lyhenne sanoista ”*Vaarallisten aineiden kuljetus*” ja Suomessa laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta (719/94) määrittelee tarkasti vastuut ja velvollisuudet VAK-kuljetuksiin liittyen. Termillä ADR viitataan *ADR-sopimukseen (European Agreement Concerning The International Carriage of Dangerous Goods By Road)*, joka linjaa pelisääntöjä liittyen vaarallisten aineiden kuljetuksiin sopimuksen allekirjoittaneiden valtioiden kesken. Suomen lisäksi sopimukseen on liittynyt 46 muuta valtiota. Käytännössä ADR-sopimuksen ja Suomen lain välillä ei ole kuin hyvin pieniä eroja mm. ilmasto-olosuhteisiin liittyen. Puhuttaessa VAK- tai ADR-kuljetuksista voidaan puhua myös **luokallisista kuljetuksista**. Tämä viittaa siihen, että vaaralliset aineet on jaoteltu eri luokkiin niiden ominaisuuksien perusteella. Luokittelusta kerromme lisää luvussa 2.4. Suomen sisäistä logistiikkaa tarkastellessa näillä kolmella termillä (ADR, VAK ja luokallinen kuljetus) ei kuitenkaan ole suurta merkityseroa, joten niitä käsitellään tässä työssä synonyymienomaisesti. **Luokattomalla kuljetuksella** tarkoitetaan siis ei-vaarallisten aineiden kuljettamista (esimerkiksi vesi), eli normaalia säiliökuljetusta. (Heiskanen 2012, 7.)

2.2 Säiliö- ja yhdistelmätyypit



Tämän luvun alussa määriteltiin, että säiliöajoneuvolla tarkoitetaan nesteiden, kaasujen, jauhemaisten tai rakeisten tuotteiden kuljetukseen rakennettua ajoneuvoa, jossa on yksi tai useampi säiliö. Suomessa liikennöivä säiliöautokalusto on pääsääntöisesti hyväkuntoista ja ajanmukaista. Vuonna 2012 pelkästään vaarallisten aineiden kuljetukseen tarkoitettuja säiliöyhdistelmiä liikennöi Suomessa 760 yksikköä (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2012).

Säiliöajoneuvot jaotellaan pääasiassa kolmentyyppisiin ajoneuvoyhdistelmiin niiden säiliöiden käytön ja rakenteen perusteella:

- Ensimmäinen tyyppi on **yhden suunnan säiliöyhdistelmä**. Sen säiliöt ovat yksiosastoisia ja tätä tyyppiä käytetään kuljettaessa mahdollisimman suurta määrää yhtä tuotetta kerrallaan. Yhden suunnan säiliöyhdistelmää käytetään paljon teollisuuden kemikaalikuljetuksissa. Ongelma tässä tyyppissä on se, että kuljetettavaa materiaalia vaihtaessa säiliö täytyy puhdistaa asianmukaisella tavalla. Puhdistusmenetelmä määräytyy kuljetetun tuotteen ominaisuuksien perusteella vesipesusta raskaaseen liuotinpesuun. Hyvänä puolena tässä yhdistelmässä on säiliörakenteen kevyt ja yksinkertainen rakenne, joka mahdollistaa suuremman kuljetuskapasiteetin.
- Toinen tyyppi on **meno-paluu säiliöyhdistelmä**. Tästä käytetään usein lyhennettä Mepa-yhdistelmä. Meno-paluu säiliöyhdistelmässä on kahdet erilliset säiliöt ja ne mahdollistavat kahden eri tuotteen kuljettamisen ilman pesua välissä. Meno-paluu yhdistelmiä käytetään esimerkiksi sellaisissa tilanteissa, joissa toinen tai molemmat kuljetettavista tuotteista ovat herkästi reagoivia toisten aineiden kanssa tai jos materiaalin puhdistaminen on erittäin vaikeaa tai kallista. Mepa-yhdistelmän säiliöiden rakenne on huomattavasti monimutkaisempi ja ulkoinen koko isompi, koska erillisissä säiliöissä pitäisi pystyä erikseen kuljettamaan suurimman mahdollisimman yhdistelmän kokonaispainon määrittelemä tilavuus.
- Kolmas säiliötyyppi on **moniosainen säiliöyhdistelmä**, joka mahdollistaa useamman tuotteen kuljettamisen samaan aikaan. Hyvä esimerkki tästä on polttoaineen kuljetukseen käytettävät yhdistelmä, joissa täytyy olla 3-4 erillistä säiliötä eri polttoainelaaduille. Ajoneuvon säiliöiden rakennetta on pyritty selkeyttämään taulukossa 1.

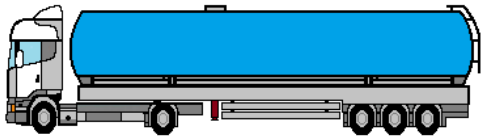
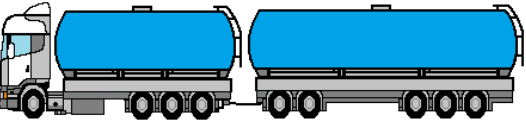
Työssämme tarkastelemme pelkästään yhden suunnan säiliöajoneuvoyhdistelmiä, joten meno-paluu-säiliöajoneuvoyhdistelmät sekä moniosaiset säiliöajoneuvoyhdistelmät ovat rajattu laskelmistamme pois. Case-yrityksellä ei ole tiettävästi käytössä moniosaisia säiliöyhdistelmiä, vaan ne ovat käytössä yleisemmin esimerkiksi polttoaineiden kuljetuksissa.

TAULUKKO 1. Esimerkkejä erilaisista säiliöajoneuvoista.

Auton kuva	Nimi	Säiliörakenne
	Yhden suunnan auto	Yksiosastoiset säiliöt
	Meno-paluu kuljetus (Mepa)	Kahdet erilliset säiliöt. Eri materiaali merkitty eri värillä.
	Moniosainen säiliö-yhdistelmä	Useampi erillinen säiliö eri materiaalityypeille

Yhdistelmätyypeistä esittelemme täysperävaunuyhdistelmän sekä puoliperävaunuyhdistelmän. Täysperävaunuyhdistelmällä tarkoitetaan yhdistelmää, jossa vetoautoon säiliöineen on kiinnitetty erillinen perävaunu säiliön kanssa. Puoliperävaunuyhdistelmässä säiliöllinen puoliperävaunu liitetään vetopöydällä varustettuun kuorma-autoon (vetoauto kutsutaan myös nimellä ”nuppi”). Taulukossa 2 selvennetään täysperävaunun ja puoliperävaunun eroja.

TAULUKKO 2. Puoliperä- ja täysperävaunuyhdistelmä

Auton kuva	Tyyppi	Maksimipituus
	Puoliperävaunuyhdistelmä	16,50 metriä
	Täysperävaunuyhdistelmä	25,25 metriä

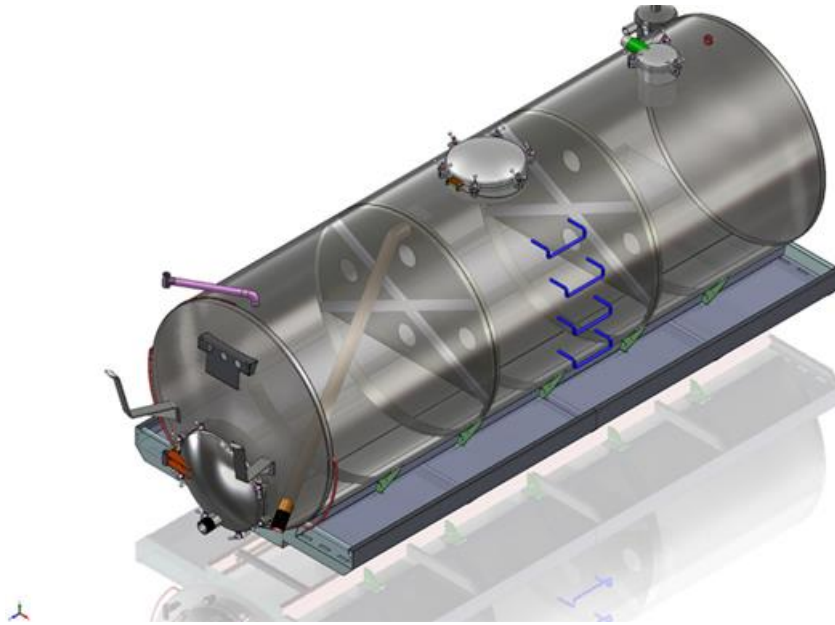
Taulukon 2 esimerkit eivät suinkaan ole ainoat vaihtoehdot ajoneuvoyhdistelmän rakenteelle, vaan on olemassa muitakin erilaisia kombinaatioita. Esitellyt kaksi yhdistelmää ovat selvästi yleisimmin käytössä Suomen tieliikenteessä. Myös säiliöajoneuvoyhdistelmien maksimikuormat, akselien lukumäärät ja mitat voivat vaihdella suuresti yhdistelmien ominaisuuksien ja käyttötarkoitusten mukaan. Tässä työssä keskitymme kuitenkin vain täysperävaunuyhdistelmiin. Painojen ja akselimäärien suhteen keskitymme 60–76-tonnisiin ja 7-9-akselisiin täysperävaunuyhdistelmiin. Akselimääriin sekä maksimipainoihin palaamme massa- ja mittamuutosta käsittelevässä luvussa 4.

2.3 Säiliöajoneuvon kuormaaminen

Säiliöajoneuvo eroaa normaalista kappaletavarakuljetuksesta myös kuormaamisen osalta. Kuormaamiseen liittyy paljon toimenpiteitä, mitä ei tarvitse muissa kuljetustyypeissä ottaa huomioon. Ennen kuormaamisen aloittamista on varmistettava, että kuormaamisen kohteena oleva säiliö on puhdistettu asianmukaisesti ja jos on kyse ajoneuvosta, millä kuljetetaan useata eri laatua, on tietenkin varmistuttava oikeasta säiliöstä. Etenkin kuljettaessa helposti syttyviä materiaaleja on ajoneuvon oltava sammutettuna, eikä avotulen tekeminen lähialueella ole sallittua (esimerkiksi tupakan sytyttäminen). Säiliö on maadoitettava staattisen sähkönsäilyttämien kipinöiden estämiseksi ja joissain tapauksissa esimerkiksi hengitykselle vaaralliset höyryt on ohjattava niihin kuuluvaan paikkaan, kuten höyryneräysputkistoon. On myös huomioitava useita aineita kuljettaessa niiden keskinäinen reaktiivisuus. Jos kahta keskenään reagoivaa ainetta laitetaan vierekkäisiin säiliöihin, on säiliön sisäseinän paksuus oltava vähintään yhtä iso kuin ulkoseinämän paksuus. (Heiskanen 2012.)

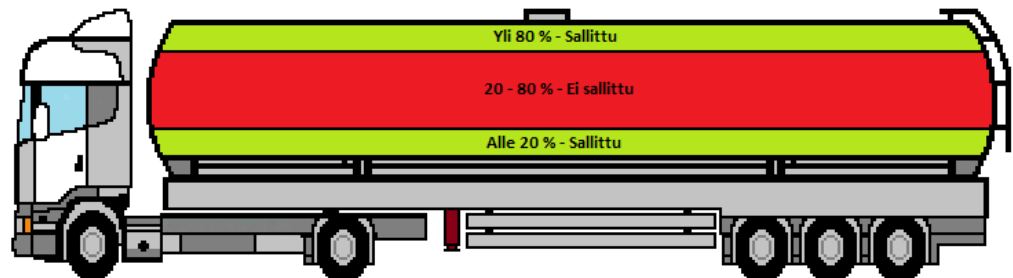
Säiliöille on määritelty suurin mahdollinen tilavuus. Tämä siksi, että aineelle on jätettävä mm. lämpölaajenemistila. Säiliön suurin mahdollinen täytettävä tilavuus, eli **täyttöaste**, on tapauskohtainen. Säiliökuljetuksille on kuitenkin määritelty rajat, miten paljon ainetta on kuljetettava kerrallaan prosenttiosuutena säiliön maksimitilavuudesta. Määrittely on seuraava: Kun säiliön tilavuus tai säiliön **loiskelevyillä** erottaman osan tilavuus on yli 7,5 kuutiometriä (m^3), on säiliön täyttöasteen oltava vähintään 80 % tai enintään 20 %. Loiskelevy on säiliön sisällä

oleva epäyhtenäinen levy, joka päästää materiaalin kulkemaan lävitseen estäen kuitenkin aineen koko massan siirtymisen säiliön sisällä esimerkiksi jarrutustilanteessa. Loiskelevyissä on paljon erilaisia ratkaisuja, kuvassa 7 näkyy esimerkki yhdestä loiskelevyrakenteesta säiliössä.



KUVA 7. Esimerkki loiskelevyistä (National TruckCenter 2013).

Täyttöastetta havainnollistetaan kuvassa 8. Säiliöajoneuvojen täyttöasteella onkin oleellinen merkitys esimerkiksi ajoneuvoyhdistelmien kulutuksia vertaillessa. Tämä siksi, koska säiliöautolla ajetaan käytännössä aina joko täydellä kuormalla tai ilman kuormaa lukuun ottamatta moniosaisia säiliöyhdistelmiä. (Heiskanen 2012, 99.)



KUVA 8. Sallitut täyttöasteet säiliön tai sen osan koon ylittäessä 7,5 m³.

Varsinainen lastaus tapahtuu yleensä pumppaamalla kuljetettava aine varastosäiliöstä auton säiliöön. Aineen ominaisuudet, kuten viskositeetti ja

ominaispaino, vaikuttavat pumppausaikaan merkittävästi. Merkitystä on myös itse lastauslinjaston pituudella, putkien halkaisijoilla, suodattimien kunnolla jne. Myös esimerkiksi sillä on merkitystä, kuinka täynnä lastauksessa oleva varastosäiliö on. Todellista pumppausaikaa on siis vaikea arvioida yleisesti, se riippuu niin monesta seikasta. Sama pätee kuorman purkamiseen. Kuorma voidaan purkaa normaalisti pumppaamalla tai paineistamalla auton säiliö kaasulla (yleensä ilmalla), jolloin kuorma purkautuu ulos säiliöön muodostuvan ylipaineen avulla.

2.4 Vaarallisten aineiden säiliöajoneuvokuljetukset Suomessa

Suurin osa Suomessa maanteitse kuljetettavista vaarallisten aineiden kuljetuksista tapahtuu säiliöajoneuvokuljetuksina. Kokonaisuudessaan vuonna 2012 kuljetettiin yhteensä yli 11,6 miljoonaa tonnia (11 600 000 000 kg) vaarallisia aineita maanteitse. Kuvion 4 ympyräkaaviossa näkyy vaarallisten aineiden kuljetusten jaottelu kotimaan liikenteessä prosentteina kokonaismäärästä. Huomioitavaa on, ettei räjähteitä tai radioaktiivisia aineita (luokat 1 ja 7, taulukko 3) kuljetettu niin paljoa, että niistä olisi tilastomerkitä. Keskimääräinen kuljetusmatka yhtä kuormaa kohden oli noin 119 km.


















KUVIO 4. VAK-kuljetukset kotimaassa 2012 (Tilastokeskus 2013).

Vaarallisiksi aineiksi luokitellaan kaikki aineet ja esineet, jotka voivat aiheuttaa vahinkoa ympäristölle, ihmisille tai omaisuudelle. Yleisesti ottaen suurimmat

kriteerit vaaralliseksi aineeksi luokitteluun ovat seuraavat aineen/tavaran ominaisuudet: räjähdysherkkyys, paloherkkyys, myrkyllisyys, säteilyvaara, syövyttävyys, tartuntavaara tai jokin muu vaaraa aiheuttava ominaisuus (Heiskanen 2012, 6). Vaaralliset aineet luokitellaan eri luokkiin taulukon 3 mukaisesti.

TAULUKKO 3. Vaarallisten aineiden luokittelu (Tukes 2013).

Luokka	Aine/tavara	Esimerkkejä kuljetusmerkistä
Luokka 1	Räjähteet (louhintaräjähteet, ilotulitteet)	
Luokka 2	Kaasut (hiilidioksidi, asetyleeni, nestekaasu; puristetut, nesteytetyt ja paineenalaisina liuotetut)	 
Luokka 3	Palavat nesteet (benssiini, diesel, alkoholit)	
Luokka 4.1	Helposti syttyvät kiinteät aineet, itsereaktiiviset aineet ja epäherkistetyt kiinteät räjähdysaineet (naftaleeni, rikki)	
Luokka 4.2	Helposti itsestään syttyvät aineet (fosfori, kaliumsulfiidi)	
Luokka 4.3	Aineet, jotka veden kanssa reagoiessaan kehittävät palavia kaasuja (kalsiumhydriidi, alumiinijauhe, litium)	
Luokka 5.1	Sytyttävästi vaikuttavat (hapettavat aineet) aineet (natriumkloriitti, natriumperoksidi, vetyperoksidi)	
Luokka 5.2	Orgaaniset peroksidit (peroksietikkahappo)	
Luokka 6.1	Myrkylliset aineet (arseniyhdisteet, lyijyasetaatti, torjunta-aineet)	
Luokka 6.2	Tartuntavaaralliset (infektoivat) aineet	
Luokka 7	Radioaktiiviset aineet	 
Luokka 8	Syövyttävät aineet (muurahaishappo, rikkihappo, lipeä)	
Luokka 9	Muut vaaralliset aineet ja esineet (litiummetalliakut, ympäristölle vaaralliset aineet, asbesti)	

Suomen sisäisessä vaarallisten aineiden kuljetuksessa noudatetaan ensisijaisesti Suomen VAK-määräyksiä, eli omaa lakia. ADR-sopimukseen kuuluvissa maissa kuljettaessa noudatetaan ADR-sopimusta siltä ajalta, kun ollaan toisessa maassa. Jos vaarallisia aineita kuljetetaan maassa, joka ei kuulu ADR-sopimuksen piiriin, noudatetaan läpikulku-/vastaanottomaan omia kansallisia määräyksiä. Suomen lähimaista mm. Ruotsi, Venäjä, Norja, Saksa, Viro, Latvia ja Liettua kuuluvat ADR-sopimuksen alueeseen. (Heiskanen 2012, 6-10.) Yhteenvedona VAK-, ADR- ja luokallisista kuljetuksista sanottakoon, että puhuttaessa niistä viitataan taulukon 3 aineiden tai tavaroiden kuljettamiseen.

2.5 Säiliöajoneuvon vaatimukset ja varusteet VAK-kuljetuksissa

Laissa vaarallisten aineiden kuljetuksesta (719/94) määritellään tarkasti rakenteelliset ja tekniset ominaisuudet sekä varustelu, mitä ajoneuvolta vaaditaan vaarallisten aineiden kuljettamiseksi. Kuljetuksiin käytettävän säiliöajoneuvoyhdistelmän kummankin osan, eli vetoauton sekä perävaunun, on oltava VAK- tai ADR-hyväksymiskatsastettu. Hyväksymistodistus määrittelee aineet, joita säiliöajoneuvolla saa kuljettaa. Kaikille vaarallisten aineiden kuljetusluokille on erikseen määritellyt säiliökoodit, joilla kerrotaan minkä tyyppisiä aineita säiliössä saa kuljettaa. VAK-hyväksyntä oikeuttaa vain Suomen sisäiseen liikenteeseen, kun ADR-hyväksyntä mahdollistaa ulkomaan kuljetukset ADR-sopimuksen maissa. ADR-hyväksyntä riittää myös kotimaan kuljetuksissa sillä edellytyksellä, että säiliöt täyttävät lujusvaatimuksen myös -40 celsiusasteen lämpötilassa ADR-sopimuksen -20 celsiusasteen sijaan. Katsastus on suoritettava vuosittain ja katsastuksessa valvotaan teknisten ja rakenteellisten vaatimusten täyttyminen. Vaarallisten aineiden kuljetuksissa käytettävät säiliöt on myös tarkastutettava ja hyväksytettävä Suomen turvallisuus- ja kemikaaliviraston (TUKES) valtuuttamassa tarkastuslaitoksessa ennen luokallisten aineiden kuljetusten aloittamista (Suomen turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2014). Alkutarkastuksen jälkeen säiliöille suoritetaan käytönaikaisia määräaikaistarkastuksia kuuden vuoden välein ja säiliön varusteille tiiveys- ja toimintatarkastuksia kolmen vuoden välein. (Heiskanen 2012.) Luokattomille, eli ei-vaarallisten aineiden kuljetuksille ei sovelleta tarkastuksia aivan samalla tavalla. Normaalit lain määrittelemät ajoneuvojen katsastukset on suoritettava

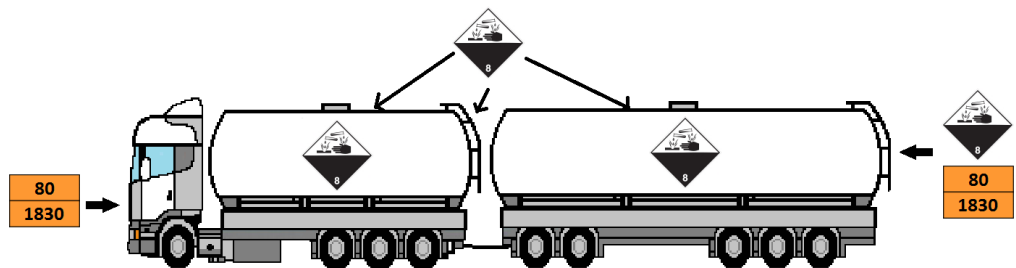
vuosittain sekä vetoautolle että perävaunulle. Säiliöiden tarkastuksia ei kuitenkaan tarvitse tehdä, ellei kyseessä ole yli 2 Barin käyttöpaineen painepurkusäiliö. Painepurkusäiliö on säiliö, joka pystytään purkamaan paineistamisen avulla tyhjennyspumppauksen sijaan.

Varusteet vaarallisten aineiden kuljetuksissa ovat käytännössä samat riippumatta siitä, onko kuljetus kappaletavara- vai säiliökuljetus. Kuitenkin suuri ero on siinä, että kappaletavarakuljetuksessa on määritelty ns. **vapaaraja**, jonka ylittyessä kuljetus on VAK-kuljetus ja esimerkiksi varusteita koskevat ja muut kuljetusmääräykset tulevat käyttöön. Vapaarajat vaihtelevat kuljetettavan materiaalin luokkien perusteella ja ovat yleisimmin määritelty kilogrammoissa. Luokallisissa säiliökuljetuksissa sitä vastoin ei ole vapaarajoja, koska jo tyhjä mutta pesemätön vaarallisten aineiden kuljetussäiliö lasketaan vaarallisten aineiden kuljetukseksi. Vaarallisten aineiden kuljetuksessa on tapauskohtaisesti oltava mukana mm. seuraavia varusteita: sammuttimia, pyöräkiiloja, varoitusmerkkejä, silmänhuuhtelunesteitä, hengityssuojaimia, lapio, viemärisuojia, keräysastioita (kuten muovisäkkejä tai säkkiputkia), imeyttämismateriaaleja (kuten turvetta) jne. Näiden lisäksi miehistön jäsenillä on oltava varoitusliivit, irralliset valaisimet, suojakäsineet ja silmäsuojaimet. (Heiskanen 2012.)

Ajoneuvosta on myös löydyttävä turvallisuusohjeet onnettomuuden tai hätätilanteen varalta. Niiden on vastattava sisällöltään ja muodoltaan lainsäädännön asetuksia. Vastuu ohjeista on kuljetuksen suorittajalla (käytännössä liikenneluvan haltijalla) ja hänellä on velvollisuus ohjeistaa varsinaista kuljettajaa vastuista ja velvollisuuksista vaarallisten aineiden kuljetukseen liittyen. Kuljetuksen suorittajan velvollisuutena on myös varmistaa, että miehistön jäsenet ovat myös ymmärtäneet ohjeet ja toimintamallin ongelmatilanteissa. (Miettinen-Bellervegue, Häkkinen & Suominen 2011, 960.) Kesällä 2009 muuttuneen asetuksen myötä vaarallisten aineiden kuljetusten turvallisuusohjeet muuttuivat luokka- ja ainekohtaisista yleispäteviksi selventäen kuljetusten yhteisiä pelisääntöjä. Myös vastuu turvallisuusohjeiden toimittamisesta siirtyi tuotteen lähettäjältä kuljetusliikkeelle. Kesän 2009 muutoksella pyrittiin kaiken kaikkiaan harmonisoimaan kuljetusmääräyksiä vastaamaan kansainvälisiä sopimuksia. Kuitenkin aiemmin käytössä olleet ainekohtaiset turvallisuusohjeet olivat osaltaan

huomattavasti paremmat mm. turvallisuuden parantamisen näkökannalta. Nykyiset yleispätevät ohjesäännöt eivät ole tarpeeksi informatiiviset esimerkiksi aineiden ominaisuuksien suhteen. Nykyään miehistön jäsenien on käytännössä itse hankittava lisätietoa kuljetettavasta materiaalista turvaohjekortin lukemisen sijaan.

Vaarallisten aineiden säiliökuljetuksissa ajoneuvo pitää olla myös ulkoisesti merkitty asianmukaisilla merkeillä. Yleisesti ajoneuvon edessä ja takana täytyy olla numero-oranssikilpi. Oranssikilven yläosan ensimmäinen numero kertoo pääasiallisen vaaran. Toinen ja kolmas numero kertovat mahdollisen lisävaaran. Jos ylemmän numerosarjan edessä on X, aine reagoi vaarallisesti veden kanssa. Alimmainen numerosarja on ns. UN-numero (YK-numero). Numero on Yhdistyneiden Kansakuntien ohjeessa ”Transport of Dangerous Goods” määritelty vaarallisten ominaisuuksien tunnus. Tästä johtuen samoilla aineilla voi olla eri UN-tunnuksia niiden pitoisuuksista tai olomuodoista riippuen. Kuvassa 9 on esimerkki numero-oranssikilvestä ja niiden käytöstä. Jos ajoneuvossa on vain yhtä vaarallista ainetta, säiliön molemmissa kyljissä ja takana täytyy olla kuljetettavan aineen varoituslipuke. Erilaisia varoituslipukkeita on eritelty taulukossa 3 kuljetusmerkki-kentässä. (Työterveyslaitos 2012; Heiskanen 2012.)



KUVA 9. Säiliöajoneuvokuljetuksen merkinnät, yksi aine.

Jos ajoneuvossa on useampia eri vaarallisia aineita, merkinnöissä noudatetaan erilaisia ohjeita. Ajoneuvon edessä ja takana olevat oranssikilvet ovat näissä tapauksessa tyhjä ja aineiden oranssikilvet ovat ajoneuvon sivuilla kyseisen aineen kohdalla varoituslipukkeen kanssa. (Työterveyslaitos 2012; Heiskanen 2012.)



KUVA 10. Säiliöajoneuvokuljetuksen merkinnät, usea aine.

Kuvassa 10 näkyy säiliön varoituslipukkeet ja oranssikilvet, kun kyydissä on useampi eri vaarallinen aine. On huomioitavaa, että merkinnät on oltava näkyvissä myös säiliön toisella puolella.

2.6 Säiliöajoneuvonkuljettajan pätevydet

10.9.2009 alkaen on ammattimaisessa tavaraliikenteessä toimivalta kuorma-autonkuljettajalta vaadittu ammattipätevyyttä. Ammattipätevyys todistetaan joko erillisellä kortilla tai ajokortin merkinnällä. Perustason ammattipätevyyttä ei kuitenkaan edellytetä kuljettajilta, joilla on ollut ajo-oikeus ennen asetuksen voimaantuloa. Ammattipätevyys on voimassa kerrallaan 5 vuotta, jonka kuluessa kuljettajan täytyy hankkia tarvittava jatkokoulutus. Jatkokoulutuksen velvollisuus koskee myös niitä kuljettajia, jotka ovat saaneet ajo-oikeuden ennen 10.9.2009 tulleen asetuksen voimaantuloa. (Trafi 2014.)

Ammattipätevyyden lisäksi kuljettajalta vaaditaan ADR-kuljetuslupa, jos kuorma-autonkuljettaja kuljettaa vapaarajan ylittäviä määriä vaaralliseksi luokiteltavia aineita työssään. Säiliöajoneuvonkuljettajalla siis pesemätön vaarallisia aineita sisältävä säiliö vaatii ADR-kuljetuslupan. ADR-koulutukseen kuuluu 4 päivän peruskurssi, mutta säiliöajoneuvonkuljettajien on käytävä lisäksi 2 päivän erikoiskurssi. ADR-kuljetuslupa on voimassa 5 vuotta kerrallaan ja lupa on uusittava 5 vuoden välein. Jos ADR-kuljetuslupa menee vanhaksi, on kurssi käytävä kokonaan uudelleen 2 päivän täydennyskurssin sijaan.

Täydennyskurssista saa lisäksi luettua yhden päivän hyväksi tavaraliikenteen ammattipätevyyden jatkokoulutukseen. (Trafi 2014.)

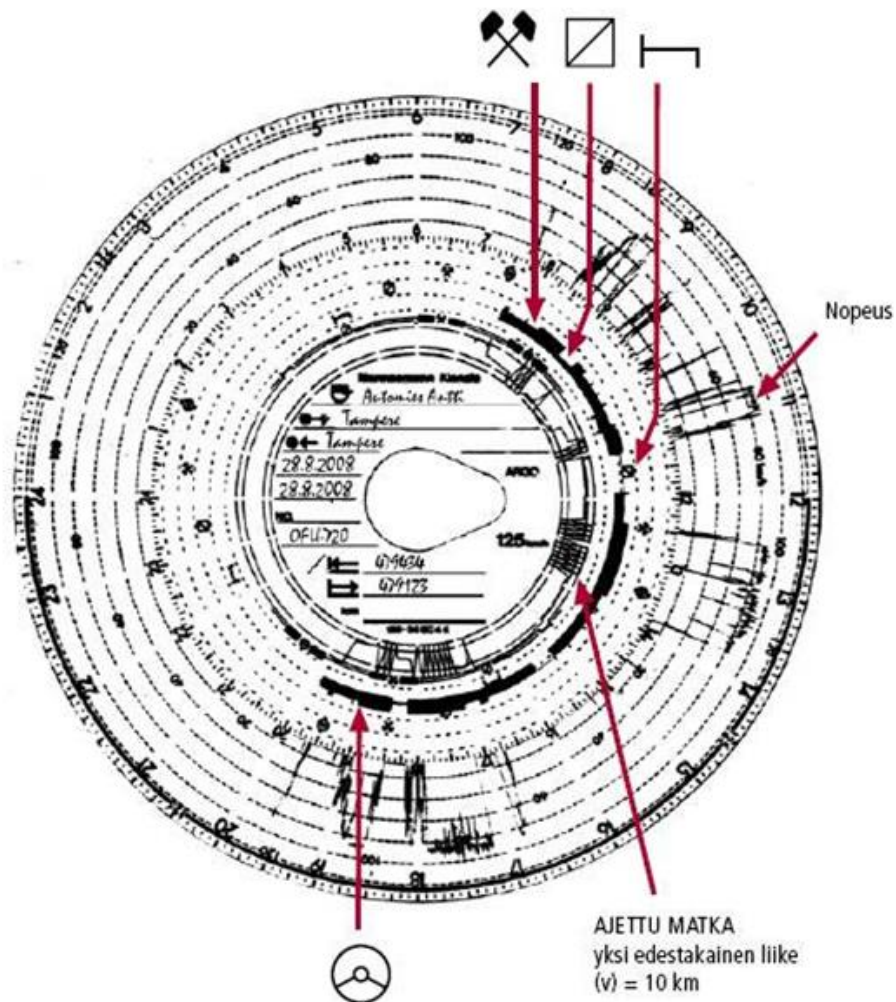
2.7 Säiliöajoneuvonkuljettajan ajo- ja lepoajat

Suomen ammattiliikenteen ajo- ja lepoaikoja sääntelystä ja lainsäädännöstä vastaa kansallisella tasolla Suomen liikenne- ja viestintäministeriö. Kuitenkin pääosa ajo- ja lepoaikoihin vaikuttavasta sääntelystä tulee nykyään EU:n tasolta (EY 561/2006). Kuljettajien ajo- ja lepoaikojen valvonta liittyy osaltaan tieliikenteen sosiaali- ja työaikalainsäädäntöön. Ajo- ja lepoaikamääräykset pitävät sisällään sekä ajo- ja taukoajan että vuorokausi- ja viikkolevon sääntelyn, joka on yhdenmukaistettu EU:n ja Euroopan talousalueella (ETA). Sääntely vaikuttaa pääasiassa tavaraliikenteen harjoittajiin, jotka liikennöivät yli 3,5-tonnisilla ajoneuvoilla. Sääntely koskee myös henkilöliikenteen harjoittajia, joiden ajoneuvot on tarkoitettu yli yhdeksän henkilön kuljettamiseen kerrallaan. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2014.) Näiden säännösten lisäksi ammattiliikenteessä toimivien säiliöautonkuljettajien työaikoja sääntelee muun muassa työaikalaki (1996/605) sekä *säiliöauto- ja öljytuotealaa sekä niihin liittyviä toimintoja koskeva työehtosopimus* (Auto- ja Kuljetusalan ammattiliitto AKT 2014).

Ammattiliikenteen työ- ja lepoaikasäätelyllä pyritään luomaan turvallisemmat olosuhteet maanteillä niin kuljettajille kuin muillekin tiellä liikkujille. Sääntelyn tarpeellisuudesta voidaan tuskin olla eri mieltä, mutta silti se herättää aika ajoin kielteistä keskustelua. Lain määrittelemä työ- ja lepoaikojen sääntely onkin tuonut kilpailuetua sellaisille yrityksille, jotka ovat kiertäneet lakia kaikin mahdollisin keinoin saavuttaakseen isompia tuottoja pidempien yhtäjaksoisten ajoaikojen ansiosta. Se onkin johtanut heikentyneisiin kuljetushintoihin ja ajanut yritykset epäterveeseen hintakilpailuun sekä ajanut lain puitteissa toimivia yrityksiä vaikeaan tilanteeseen. Vuoden 1.5.2006 lähtien käyttöön otetuissa kuorma-autoissa olevaa pakollista digitaalista piirturia ei ole niin helppo kiertää verrattuna vanhaan, mekaaniseen paperipiirturiin. Digitaalisella ajopiirturilla varustettujen ajoneuvojen yleistymisen onkin hieman tasoittanut kilpailutilannetta ja poistanut epätervettä kilpailua. Kuitenkaan hintatason nostaminen on hankalasti perusteltavissa asiakkaille, jotka ovat tehneet kuljetussopimuksensa epäterveen kilpailun aikoihin.

2.7.1 Ajo- ja lepoaikojen valvonta

Ajo- ja lepoaikojen valvonnasta vastaa kaikki EU:n jäsenmaat omilla alueillaan. Valvonta kohdistuu yrityksiin, ajoneuvoihin sekä kuljettajiin. Valvonnan piiriin kuuluvat kaikki, joihin sovelletaan ajo- ja lepoaika-asetusta sekä ajopiirturiasetusta. Valvontaa suoritetaan yritysten tiloissa sekä maanteillä ja valvonta kattaa suuren osan asetuksen piiriin kuuluvista henkilöistä ja yrityksistä (Työsuojeluhallinto 2014). Ajo- ja lepoaikojen valvontaan käytetään kuorma-autoissa ajopiirturia, joka voi olla joko mekaaninen ”paperipiirturi” tai uudempi digipiirturi, joka on pakollinen 1.5.2006 jälkeen rekisteröidyissä autoissa. Mekaaninen piirturi toimii siten, että siihen laitetaan paperinen ”piirturin kiekko” (Kuva 11).



KUVA 11. Esimerkki ajopiirturin paperisesta kiekosta (Työsuojeluhallinto 2013).

Piirturin kiekko esitätetään ennen laittamista piirturiin ja matkan edistyminen on seurattavissa piirturin piirtämien merkintöjen avulla. Digipiirturissa sitä vastoin kaikki tieto kirjoitetaan digitaalisesti kuljettajakortille. Kuljettajakortti myönnetään liikenteen turvallisuusviraston toimesta ja se on voimassa 5 vuotta kerrallaan. (Trafi 2014.)



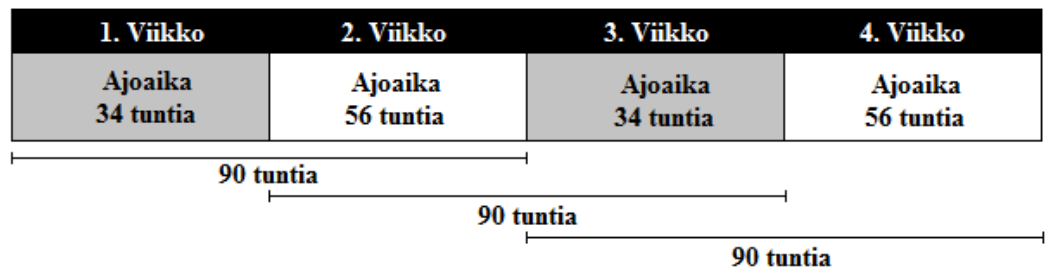
KUVA 12. Esimerkki kuljettajakortista (Työsuojeluhallinto 2013).

Kuvassa 12 on esimerkki kuljettajakortista. Kuljettajakortin kääntöpuolella on digitaalinen siru, johon tallentuu kaikki tiedot ajo- ja lepoajoista sekä esimerkiksi käytetyistä nopeuksista ja muista reittiin liittyvistä tiedoista.

2.7.2 Ajo- ja lepoaikojen muodostuminen

Ammattiliikenteessä toimivan autonkuljettajan ajoaika voi olla enintään 9 tuntia vuorokaudessa. Sitä voi pidentää 2 kertaa viikossa 10 tuntiin kuluva kalenteriviikon aikana. Kalenteriviikolla tarkoitetaan maanantain klo. 00.00 – sunnuntain klo. 24.00 välistä aikaa. Vuorokautisen ajoajan lasketaan olevan se aika, mikä on kahden vuorokautisen tai vuorokautisen ja viikoittaisen lepoajan välissä. Ajoajaksi määritellään olevan kaikki se aika, jolloin ajoneuvo liikkuu yleisessä liikenteessä. Varsinaista ajoaikaa eivät siis kasvata tauot, odotusajat, kuorman lastaus / purku, korjausajat tai huoltoajat. Ajoaika voi siis olla enintään 56 tuntia viikossa. Kuitenkaan kahden viikon perättäinen ajoaika ei saa ylittää 90

tuntia. Viikoittaisia ajoaikoja havainnollistetaan kuviossa 5. (Työsuojeluhallinto 2014.)

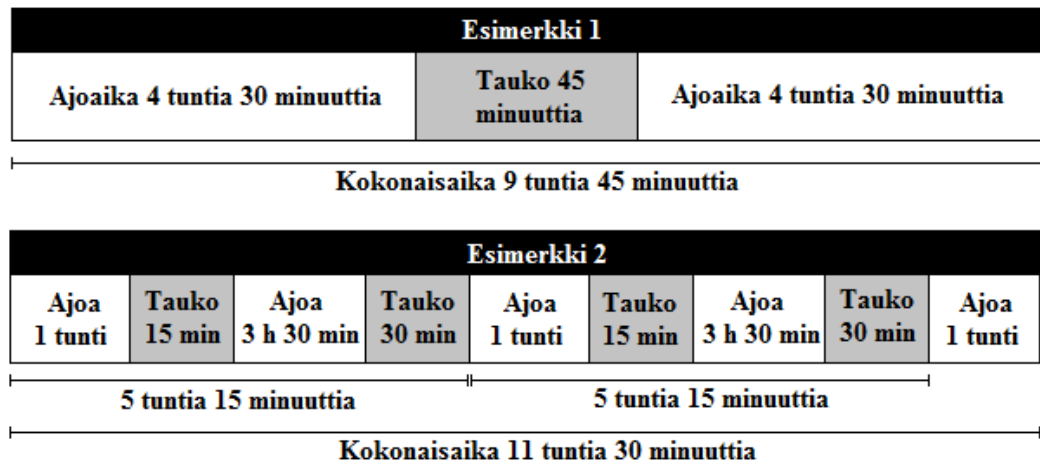


KUVIO 5. Esimerkki viikoittaisista ajoajoista.

Myös **päivittäiset lepoajat** määritellään tarkasti. Kuljettajan on pidettävä tauko vähintään 4,5 tunnin ajosuorituksen jälkeen vähintään 45 minuuttia kestävä tauko, ellei vuorokausi- tai viikkolepo ala. Tauon voi myös jaotella kahteen osaan kuitenkin siten, että ensimmäisen tauon tulee olla vähintään 15 minuuttia ja toisen vähintään 30 minuuttia. Yhteenlaskettu ajoaika ei myöskään saa ylittää 4,5 tuntia ennen jälkimmäistä taukoa. Tauon aikana muun työn tekeminen (kuten kuorman lastaus tai purku) on kiellettyä, vaan tauko on käytettävä lepäämiseen.

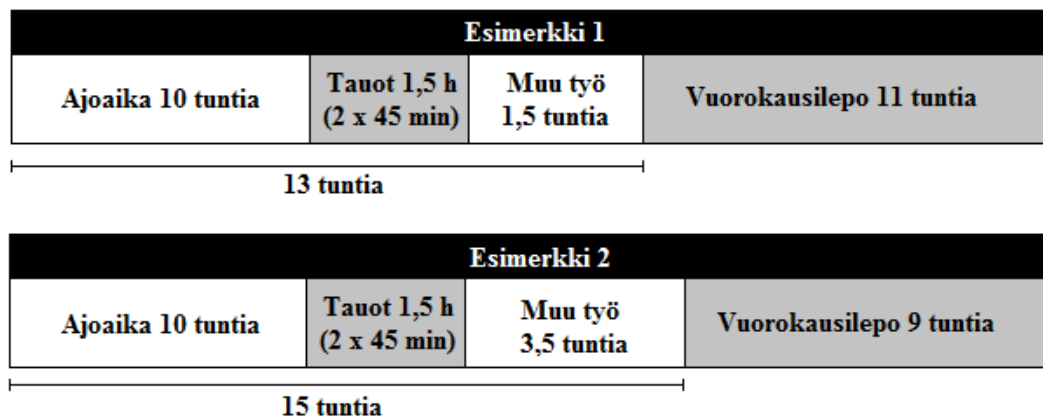
Monimiehitystilanteessa, eli tilanteessa jossa kuljettajia on samassa autossa 2 tai enemmän, voi tauon pitää liikkuvassa ajoneuvossa (ei kuitenkaan koske vuorokausilepoa). Yhdessä tai kahdessa osassa pidetyn 45 minuutin tauon jälkeen alkaa taas uuden 4,5 tunnin syklin taukolaskenta. (Työsuojeluhallinto 2012.)

Työaikalaki määrittelee siten, että moottoriajoneuvon kuljettajalle on annettava vähintään 30 minuutin tauko jokaista 5,5 tunnin pituista työjaksoa kohden (Työaikalaki 605/1996, 28 §). Kuviossa 6 on selitetty päivittäisien lepoaikojen muodostumista kahden esimerkin avulla. Ensimmäisessä esimerkissä tauko on pidetty kahden 4,5 tunnin ajojakson välissä ja toisen tauon hetkellä alkaa vuorokausilepo. Toisessa esimerkissä pidetään kaksi taukoa ja molemmat tauoista on pidetty kahdessa osassa. Päivittäinen 10 tunnin ajoaika ei silti ylity.



KUVIO 6. Esimerkkejä päivittäisestä ajo- ja lepoajoista.

Vuorokausilevon tulee olla vähintään 11 tuntia jokaista 24 tunnin jaksoa kohden ja sen on oltava yhtäjaksoinen. Vuorokautinen työaika, johon kuuluu ajoajan lisäksi lastaus, purku, odotusajat jne., voi olla enintään 13 tuntia. Kuitenkin kolme kertaa viikossa vuorokautinen lepoaika voi olla vain 9 tuntia ja tässä tapauksessa työhön sitoutunut aika saa olla enintään 15 tuntia. Uusi 24-tunnin ajanjakso käynnistyy aina vuorokausilevon päätyttyä. (Työsuojeluhallinto 2014.) Kuviossa 7 on esimerkit sekä 13 tunnin vuorokausilevosta että 9 tunnin vuorokausilevosta.



KUVIO 7. Esimerkkejä vuorokausittaisesta ajo- ja lepoajoista (24 tunnin ajanjakso).

Monimiehitystilanteessa tarkastelujakso vuorokausittaisesta työajasta venyy 30 tuntiin. Tällöin kummallakin kuljettajalla tulee olla tarkastelujaksolla 9 tunnin yhtäjaksoinen lepoaika ja työhön sidonnaisuus voi tällöin olla 21 tuntia. Ajoneuvo

saa liikkua yhtäjaksoisesti enintään 20 tuntia, koska vuorokausilepoa ei saa suorittaa liikkuvassa ajoneuvossa (Työsuojeluhallinto 2014).

Viimeistään kuuden työskentelyvuorokauden jälkeen on oltava **viikkolepo**. Se on suoritettava yhtäjaksoisena ja sen on oltava vähintään 45 tuntia. Kahden viikon aikana viikkolepo on mahdollista olla kerran 24 tunnin kestoinen, mutta lyhennys on korvattava vastaavan mittaisella yhtäjaksoisella lepoajalla tulevien kolmen viikon aikana vähintään 9 tunnin lepoajan yhteydessä (Työsuojeluhallinto 2014). Säiliö- ja öljytuotantoalaa sekä niihin liittyviä toimintoja koskeva työehtosopimus kuitenkin määrittelee, että viikossa työntekijällä on oltava vähintään kaksi vapaapäivää. Säännöstä voidaan poiketa työntekijän suostumuksella siten, että viikoittain voi olla vain 1 vapaapäivä, mutta 2 viikon jaksossa on oltava 4 vapaapäivää. Vapaapäivällä tarkoitetaan kalenterivuorokautta, eli 00.00 – 24.00 välistä aikaa. (Säiliö- ja öljytuotealaa sekä niihin liittyviä toimintoja koskeva työehtosopimus 2014.)

3 MASSA- JA MITTAMUUTOS

1.10.2013 astui voimaan asetus uusista massa- ja mittarajoista (407/2013). Asetus muokkaa asetusta ajoneuvojen käytöstä tiellä (1257/1992) ja se muun muassa kasvattaa kuorma-autoyhdistelmän suurinta sallittua kokonaispainoa 60 tonnista 76 tonniin. Samalla suurin sallittu korkeus muuttui 4,2 metristä 4,4 metriin. Korkeuden muutoksia ei kuitenkaan käsitellä tässä työssä. Tässä luvussa perehdymme hieman tarkemmin lainsäädännön muutoksen jälkeisiin painorajoihin lähinnä niiltä osin, joilla on merkitystä tekemämme tutkimuksen kannalta. 1.10.2013 voimaan astuneessa asetuksessa on myös muutettu esimerkiksi suurimpia akselimassoja, jotka vaikuttavat myös esimerkiksi täysperävaunullista säiliöyhdistelmää pienempiin ajoneuvoihin. Myös ne on rajattu työn ulkopuolelle.

Lainsäädännön muutokseen on sisällytetty siirtymäaika, joka mahdollistaa ennen 1.11.2013 käyttöönotetun 7-akselisen ajoneuvoyhdistelmän kokonaispainon korotuksen 60 tonnista 64 tonniin muutokatsastuksen avulla. Samalla muutokatsastetun 64-tonnisen yhdistelmän tehovaatimusta on lievennetty siirtymäajalta. Käytännössä tehovaatimuksen lievennys mahdollistaa esimerkiksi lähes kaikkien kemikaaliliikenteessä toimineiden 7-akselisten 60-tonnisten yhdistelmien muutokatsastuksen isommille kokonaispainoille, kuitenkin enintään 64-tonniseksi. Siirtymäaika sovelletaan kuitenkin vain luokittelemattomien, eli ei vaarallisten aineiden kuljetuksiin soveltuville ajoneuvoyhdistelmille. Vaarallisia aineita kuljettaessa muutokatsastetun 64-tonnisen 7-akselisen yhdistelmän kokonaispaino pysyy kuitenkin 60 tonnissa. Siirtymäaika on voimassa 30.4.2018 saakka. Tämän jälkeen kaikkien ajoneuvoyhdistelmien tekniset vaatimukset on oltava lain määrittysten mukaiset ja esimerkiksi 64 tonniseksi muutokatsastetun 7-akselisen ajoneuvoyhdistelmän kokonaispaino tippuu 60 tonniin. (Trafi 2014; Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä 1257/1992.)

3.1 Luokattomien aineiden kuljetukset

Luokattomissa, eli ei-vaarallisten aineiden kuljetuksissa, ajoneuvoyhdistelmän suurin mahdollinen kokonaispaino voi olla 76 tonnia. Perusedellytyksenä tälle on vähintään 9-akselinen ajoneuvoyhdistelmä ja jonka ääriakselivälin on oltava

vähintään 19,3 metriä. Lisävaatimuksina on, että vähintään 65 % perävaunun painosta täytyy kohdistua paripyörille, ajoneuvon on oltava telivetoinen, eli ajoneuvossa on oltava vähintään kaksi vetävää akselia ja moottorin on oltava tehoiltaan vähintään 380 kW (kilowattia), eli n. 517 hevosvoimaa. Mikäli halutaan päästä 69 tonnin kokonaispainoon, perävaunun paripyörävaatimuksen ei tarvitse toteutua ja ääriakselin on oltava 19,3 metrin sijaan 17,1 metriä. Samalla tehovaatimus laskee 345 kilowattiin, eli n. 470 hevosvoimaan. Yhdistelmän tehovaatimus lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$\boxed{Tehovaatimus = Kokonaispaino \text{ (tonneina)} \times 5 \text{ kW}}$$

Kaava perustuu suoraan lainsäädäntöön. Asetuksessa ajoneuvojen käytöstä tiellä sanotaan, että ajoneuvoyhdistelmän tehovaatimus on 5 kilowattia jokaista painotonna kohden. Siirtymäajan moottorin tehovaatimus lasketaan kuitenkin alla olevalla kaavalla. (Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä 1257/1992.)

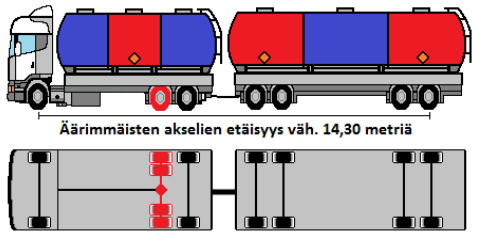
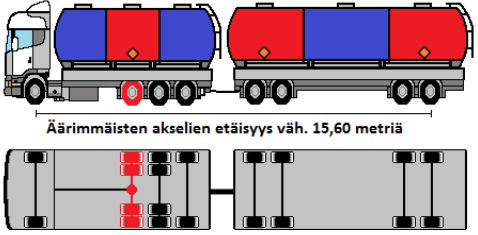



$$\boxed{Tehovaatimus = 300 \text{ kW} + 2,625 \frac{\text{kW}}{\text{t}} \times (\text{yhdistelmän massa (t)} - 60 \text{ t})}$$

Säiliökuljetuksissa aiempaa korkeampien kokonaispainojen saavuttaminen yli 64-tonnisten säiliöajoneuvoyhdistelmien kohdalla vaatii käytännössä koko säiliöajoneuvoyhdistelmän vaihtamista uudempaan. Ennen lainsäädännön muutosta hankitut säiliöyhdistelmät ovat vetoautoltaan 3-akselisia ja perävaunultaan 4-akselisia. Tämän lisäksi perävaunu on varustettu yksikköpyöräisillä akseleilla ja vetoautossa on vain yksi vetävä akseli. Niiden muokkaaminen vastaamaan lainsäädännön muutoksen vaatimia ominaisuuksia on erittäin vaikeaa ja kallista. Samalla säiliöiden koot ovat usein mitoitettu 60-tonnisen yhdistelmän kantavuuskuormille. Säiliöiden modifioiminen suuremmille tilavuuksille ei ole myöskään kannattavaa tai joissain tapauksissa edes mahdollista.

76- ja 69-tonnisten 9-akselisien ajoneuvoyhdistelmien lisäksi 8-akselisen ajoneuvoyhdistelmän on mahdollista saavuttaa 68 tonnin kokonaispaino. Tämä kuitenkin edellyttää, että yhdistelmän ääriakselivälin on oltava 16,8 metriä, moottorin tehon on oltava vähintään 340 kW (n. 462 hevosvoimaa), 65 % perävaunun massasta tulee kohdistua paripyörille ja näiden lisäksi tarvitaan

liikkeellelähtökykyä parantava laite. Liikkeellelähtökykyä parantavan laitteena voidaan pitää esimerkiksi lumiketjuja talviolosuhteissa. (Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä 1257/1992.)

TAULUKKO 4. Säiliöajoneuvoyhdistelmien vertailua.

Kuva ajoneuvosta	Määritelmät
 <p>Äärimmäisten akselien etäisyys väh. 14,30 metriä</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 7 akselia • kokonaispaino 60 t <ul style="list-style-type: none"> ○ voi muutokatsastaa 64 t ○ voimassa 30.4.2018 • 1 vetävä akseli (punaisella) • perävaunuissa yksikköpyörät • äärimmäisten akselien etäisyys vähintään 14,30 metriä (64 t 15,60 metriä) • Tehovaatimus 320 kW (435 hv) • Tehovaatimus siirtymäajalla 311 kW
 <p>Äärimmäisten akselien etäisyys väh. 15,60 metriä</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 8 akselia • kokonaispaino 64 t • 1 vetävä akseli (punaisella) • perävaunuissa yksikköpyörät • äärimmäisten akselien etäisyys vähintään 15,60 metriä • Tehovaatimus 320 kW (435 hv) • Tehovaatimus siirtymäajalla 311 kW
 <p>Äärimmäisten akselien etäisyys väh. 16,80 metriä</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 8 akselia • kokonaispaino 68 t • 1 vetävä akseli (punaisella) • perävaunuissa 65 % painosta paripyörillä • äärimmäisten akselien etäisyys vähintään 16,80 metriä • vaatii liikkeellelähtöä edistävän laitteen • Tehovaatimus 340 kW (462 hv) • Tehovaatimus siirtymäajalla 321 kW
 <p>Äärimmäisten akselien etäisyys väh. 17,11 metriä</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 9 akselia • kokonaispaino 69 t • 2 vetävää akselia (punaisella) • perävaunuissa yksikköpyörät • äärimmäisten akselien etäisyys vähintään 17,11 metriä • Tehovaatimus 345 kW (470 hv) • Tehovaatimus siirtymäajalla 324 kW
 <p>Äärimmäisten akselien etäisyys väh. 19,30 metriä</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 9 akselia • kokonaispaino 76 t • 2 vetävää akselia (punaisella) • perävaunuissa 65 % painosta paripyörillä • äärimmäisten akselien etäisyys vähintään 19,30 metriä • Tehovaatimus 380 kW (517 hv) • Tehovaatimus siirtymäajalla 342 kW

Käytännössä vanhojen 4-akselisten perävaunujen hyödyntäminen uudessa 8-akselisessa yhdistelmässä ei onnistu paripyörävaatimuksen seurauksena. Jos käytetään silti vanhaa yksikköpyöräistä 4-akselista perävaunua, kokonaispaino saa olla vain 64 tonnia, eli sama, mitä pystyy kuljettamaan 7-akselisella muutokatsastetulla ajoneuvoyhdistelmällä siirtymäajan 30.4.2018 saakka. Asetuksessa on kuitenkin poikkeus 8-akselisen ajoneuvoyhdistelmän suhteen kuljettaessa vaarallisia aineita, mutta siihen perehdytään tarkemmin kappaleessa 3.2. Taulukossa 4 pyritään selventämään 7-, 8- ja 9-akselisten autojen painorajoja, ääriakselien etäisyyttä sekä muita yhdistelmien vaatimuksia.

3.2 Luokallisten aineiden kuljetukset

Luokallisia, eli vaarallisia aineita ei saa kuljettaa millään yhdistelmällä yli 68 tonnia. Näin ollen 8-akselinen yhdistelmä on maksimipainonsa suhteen optimaalinen pelkästään vaarallisia aineita kuljettavalle ajoneuvolle. Jos samalla ajoneuvolla kuitenkin ajetaan myös vaarattomia aineita, eli luokatonta materiaalia, ajoneuvon valinta ei olekaan niin yksinkertainen. Asetuksessa ajoneuvojen käytöstä tiellä (1257/1992) 1.10.2013 tulleessa asetusmuutoksessa määritellään, että 8-akselisella vaarallisia aineita kuljettavalla **säiliöajoneuvolla** on oikeus ajaa 68 tonnin kokonaispainoa täyttämättä luokattoman kuljetuksen 65 % paripyöräsääntöä perävaunussa. Näin ollen 8-akselisen vaarallisia aineita kuljettavan säiliöajoneuvoyhdistelmän perävaunu voi olla varustettuna yksikköpyörillä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että jos säiliöajoneuvolla ajetaan luokatonta kuljetusta paripyörättömällä perävaunulla, saa kokonaispaino olla maksimissaan 64 tonnia 68 tonnin luokallisen kuorman sijaan. 68 tonnin luokallisen kuorman sääntö perävaunun ollessa yksikköpyöräinen koskee pelkästään vaarallisten aineiden säiliökuljetuksia, ei kappaletavarakuljetuksia. Myöskään siirtymäajan muutokatsastusta 64 tonniin ei sovelleta vaarallisten aineiden kuljetuksiin, joten 7-akselisten ajoneuvoyhdistelmien luokallisten aineiden kuljetus voi olla maksimissaan 60 tonnin painoinen. (Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä 1257/1992, 23 §.)

Lainsäädännön muutosta laatiessa on 68 tonnisen yhdistelmän paripyöräsääntöön liittyen ilmeisesti otettu huomioon säiliökuljetukset pelkästään

polttoainekuljetusten näkökulmasta. Asetus ei kuitenkaan ota huomioon muita kemikaali- tai bulk-kuljetuksia. Bulk-kuljetuksilla tarkoitetaan jauhemaisten tai raemaisten materiaalin kuljettamista. Kemikaalikuljetuksissa samalla ajoneuvoyhdistelmällä voidaan kuljettaa esimerkiksi melassia, eli sokerijuurikkaan sivutuotetta ja rikkihappoa, joka on voimakkaasti syövyttävä happo. Erikoista paripyöräasetuksessa on se, että ympäristölle vaaratonta melassia voidaan kuljettaa vain 64 tonnia, kun samalla perävaunultaan paripyörättömällä 8-akselisella säiliöajoneuvolla voidaan kuljettaa rikkihappoa 68 tonnia.

4 KULJETUSKUSTANNUKSET JA KULJETUSTEN KANNATTAVUUS

Nykyään puhutaan paljon kuljetusten heikosta kannattavuudesta ja kuljetusasiakkaiden kasvaneista vaatimuksista kuljetuspalvelujen tarjoajia kohtaan. Kannattavuutta ei paranna jatkuvasti nouseva öljyn hinta, joka vaikuttaa kuljetusten kannattavuuden heikkenemiseen. Nouseva öljyn hinta ei vaikuta pelkästään polttoaineen hinnan nousussa, vaan myös kaikkiin öljypohjaisiin tuotteisiin, kuten voiteluöljyihin ja jopa renkaisiin.

Kuljetusyritys on loppujen lopuksi asiakaspalveluyritys, jonka kannattavuus perustuu ensisijaisesti hyvään asiakaspalveluun ja hyviin asiakassuhteisiin. Siispä kuljetusyrityksen toimintaa voidaan lähteä tarkastelemaan mittaamalla asiakastyytyväisyyttä ja miettimällä, kuinka kuljetusyritys voisi tavoittaa uusia ja oikeanlaisia asiakkaita. Pohjimmiltaan yrityksen täytyy tehdä oikea strateginen valinta, eli on tehtävä pitkän tähtäimen suunnitelma, millä löydetään juuri se palvelujen tuottamisen alue, joka on yrityksen vahvuusalue ja mahdollistaa voitollisen toiminnan oikeanlaisia palveluja tarjoamalla. Kun yritys keskittyy omaan ydinosaamiseensa ja vahvuusalueisiinsa, asiakastyytyväisyys on toki edelleen erittäin tärkeä osa yrityksen menestymismahdollisuuksia, mutta sen vaikutus ei ole ensisijainen. Jos toiminta on kannattamatonta, mutta asiakastyytyväisyys on huipussaan, ei yritys pysty pitkällä tähtäimellä pitämään asiakastyytyväisyyttäkään korkealla. Yrityksen on siis löydettävä tasapaino kannattavuuden ja asiakastyytyvyyden välillä ja jos se onnistuu, voidaan puhua menestyvästä kuljetusyrityksestä. (Vehmanen & Koskinen 1997, 16–17.)

4.1 Kustannuslaskenta

Termillä kannattava liiketoiminta tarkoitetaan hyvin yksinkertaistetusti sitä, että yrityksen tuotantotoiminnasta saaduilla tuotoilla pystytään kattamaan kaikki toiminnasta aiheutuneet kulut. Tuottojen ja kulujen erotusta sanotaan voitoksi. Kuljetuspalvelun tuottamisesta aiheutuneet tuotannon tekijät määritellään usein euromääräisinä kuluina, jotka kohdistetaan eri kohteille kustannuslaskennan avulla. Kustannuslaskennalla pyritään arvioimaan tulevaisuuden kuljetuskustannuksia ennalta määritetyllä ajanjaksolla. Keskeisintä kustannuslaskennassa on siis kohdistaa laskenta kuljetusyksikköä kohden sekä

oikeaan ja helposti vertailtavaan muotoon kuljetusten hinnoittelun, ajoreittien suunnittelun ja toimintatapojen vertailemiseksi. (Hokkanen, Inkinen & Käenmäki 2011, 246.) Vaikka laskelmat olisivat totuudenmukaisempia, jos inflaatio ja arvonlisävero pystyttäisiin ottamaan huomioon, olemme tässä työssä rajanneet ne pois laskelmien selkeyttämiseksi.

4.2 Kuljetuskustannusten luokittelu

Kuljetusyrityksen kustannukset voi jaotella kolmeen ryhmään niiden muodostumisen perusteella. Ne ovat työ- ja ajokustannukset, kuljetusauton kustannukset (muuttuvat- ja kiinteät kulut) sekä kuljetusorganisaation kustannuksiin. Useasti pienempiä kuljetuksia suorittavat kuljetusyritykset ovat osa suurempaa kuljetusorganisaatiota ja toimivat sen alihankkijoina. Isommat organisaatiot välittävät kuljetuspalveluita ja suurempia logistisia kokonaispalveluja. Näin ollen kuljetusorganisaation katsotaan olevan oma ryhmänsä kuljetuskustannuksien muodostumisessa. (Hokkanen, Inkinen & Käenmäki 2011.)

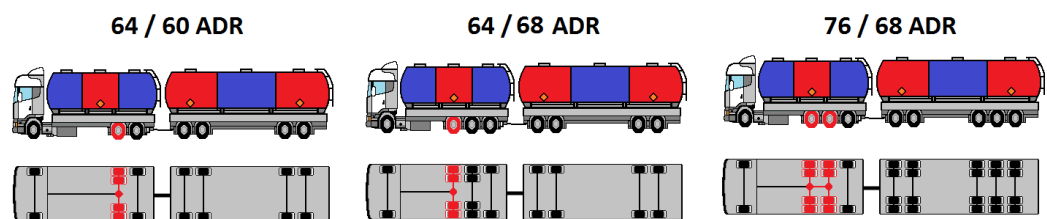
TAULUKKO 5. Kuljetuskustannusten luokittelu.

Kuljetustyön kustannukset	Kuljetuskaluston kustannukset	Kuljetusorganisaation kustannukset
<ul style="list-style-type: none"> • Kuljettajien palkat • Välilliset palkkakustannukset • Päivä- ja ruokarahat • Kuljettajien matka- ja majoituskulut 	<p>Muuttuvat kustannukset</p> <ul style="list-style-type: none"> • Polttoainekustannukset • Voiteluainekustannukset • Korjaus- ja huoltokustannukset • Rengaskustannukset <p>Kiinteät kustannukset</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pääomakustannukset (kaluston arvon aleneminen ja korot) • Vakuutusmaksut • Liikennöintimaksut • Ylläpitokustannukset • Korvaukseton ajo • Ajoneuvohallinnon kustannukset 	<ul style="list-style-type: none"> • Kiinteät palkkakustannukset sivukuluineen • Toimitilojen kustannukset (vuokrat, sähkö yms.) • Puhelin-, tele- ja tietohallintokulut • Markkinointi ja suhdetoiminta • Taloushallinnon kulut (kirjanpito ja tilintarkastus) • Yrittäjän eläke- ja vastuuvakuutukset • Markkinointi- ja ajovälitysmaksut • Tutkimus-, koulutus ja kehityskulut • Jäsenmaksut ja muut hallintokulut • Kuljetusvakuutukset • ...

Taulukko 5 kuvaa yleisellä tasolla kustannusten jakautumista ja kustannustekijöitä. Jaottelu eroaa hieman laskentaohjelmassamme käytetystä jaottelusta. Esimerkiksi korjaus- ja huoltokustannukset on laskentaohjelmassamme määritetty kiinteiksi kustannuksiksi sen takia, että usein kuljetusyrietykset tekevät vuosittaiset kiinteähintaiset korjaus- ja huoltosopimukset huoltoliikkeiden kanssa.

4.3 Kustannuslaskelman suorittaminen

Keskitymme opinnäytetyössämme kuljetuskustannusten muodostumiseen yhdellä reitillä kerrallaan. Tarkoituksenamme on vertailla eri säiliöajoneuvoyhdistelmien kannattavuutta samalla reitillä. Säiliöajoneuvoyhdistelmistä vertaillaan 7-akselista muutoskatsastettua 64-tonnista yhdistelmää, jolla voi ajaa vain 60 tonnia vaarallisia aineita. Toisena vertailtavana yhdistelmänä on 8-akselinen 64-tonnin yhdistelmä, jolla pystyy ajamaan 68 tonnia vaarallisia aineita (perävaunu yksikköpyöräkärriellä). Kolmantena vertailussa on 9-akselinen yhdistelmä, jolla voi ajaa 76 tonnia luokattomia aineita ja 68 tonnia vaarallisia aineita. Kolmesta edellä mainitusta yhdistelmästä käytämme lyhenteitä 64/60, 64/68 ja 76/68, jotka viittaavat 7-, 8- ja 9-akselisiin säiliöajoneuvoyhdistelmiin ja niiden kokonaispainoihin (luokaton/luokallinen). Esimerkit vertailtavista säiliöajoneuvoyhdistelmistä löytyy kuvasta 13.



KUVA 13. Vertailtavat säiliöajoneuvoyhdistelmät.

Paras tapa toteuttaa vertailu on mielestämme Microsoft Excel-pohjainen ohjelma, joka laskee reaaliajassa reitin tietojen muutoksien vaikutukset reitin toteutumiseen ja kannattavuuteen samalla verraten eri ajoneuvoja keskenään. Edellisessä luvussa esitettyjä kuljetusorganisaation kustannuksia emme reittikohtaisessa laskelmassa ole ottaneet huomioon, vaan keskitymme lähinnä kuljetustyön- ja kuljetuskaluston

kustannuksiin. Laskentaohjelmassa kustannukset ja kannattavuus on laskettu kuvion 8 mukaisesti.

TUOTOT		2,06 €/km
MUUTTUVAT KULUT		
polttoainekustannukset	0,529 €/km	
kuljettajan palkkakustannukset	0,712 €/km	
voitelukustannukset	0,032 €/km	
pesukustannukset	0,189 €/km	
<u>rengaskustannukset</u>	<u>0,055 €/km</u>	1,516 €/km
KATETUOTTO		0,546 €/km
KATETUOTTOPROSENTTI		26,47 %
KIINTEÄT KULUT		
arvon alentuminen (poisto)	0,123 €/km	
korkokustannukset	0,035 €/km	
vakuutukset	0,043 €/km	
liikennöimismaksut	0,020 €/km	
korjaus- ja huoltokustannukset	0,051 €/km	
<u>korvaukseton ajo</u>	<u>0,006 €/km</u>	0,277 €/km
VOITTO		0,268 €/km
VOITTOPROSENTTI		13,01 %

KUVIO 8. Kustannusten luokittelu laskentaohjelmassa.

Kuviossa 8 näkyvät arvot ovat määrittämältämme demoreitiltä. Demoreitti ja Excel-laskentaohjelmamme toiminta esitellään luvussa 5.

4.4 Kustannusrakenteen muodostuminen

Kustannukset yhdelle reitille koostuu **muuttuvista ja kiinteistä kustannuksista**. Muuttuvilla kustannuksilla tarkoitetaan kustannuksia, jotka muuttuvat kaluston ajomäärän perusteella. Muuttuvien kustannusten syntyyn pystytään kuljetustoiminnassa vaikuttamaan esimerkiksi taloudellisella ajotavalla. Kiinteillä kustannuksilla tarkoitetaan menoeriä, jotka muodostuvat vuosittaisista eristä ja joihin yksittäinen ajosuorite ei suoraan vaikuta. (Hokkanen, Inkinen & Käenmäki 2011, 261; Oksanen 2004). Seuraavaksi esitellään muuttuvia ja kiinteitä kustannuksia kuljetusyrityksessä pelkästään kuljetuskalustoon liittyen. Kustannusten luokittelu voi hieman erota taulukon 5 (luku 4.2) esimerkistä eri

lähteiden takia. Mainitsemme myös, miten laskentaohjelmassa on otettu huomioon kustannusten muodostuminen ja laskentakaava.

4.4.1 Muuttuvat kustannukset

Kuljetustyökustannukset muodostavat suuren menoerän kuljetuksissa.

Taulukossa 5 kuljetustyökustannukset on luokiteltu eri luokkaan muuttuvien kustannusten kanssa, mutta laskentaohjelmassamme ajoneuvon kuljettajan palkat, luontaisedut, välilliset palkkakustannukset sekä työhön liittyvät korvaukset (kuten päivärahat) lasketaan kuljetuksen muuttuviin kustannuksiin. Tämä siksi, koska kuljettajan työmäärään vaikuttaa suoraan ajomäärä tarkastetulla reitillä. Alla olevassa taulukossa selitetään tarkemmin kuljetustyökustannusten osa-alueet.

TAULUKKO 6. Kuljetustyökustannusten muodostuminen (Oksanen 2004; Hokkanen, Inkinen & Käenmäki 2011).

Osa-alue	Määritelmä
Kuljettajan palkat	Kuljettajalle maksettavat palkat perustuvat lähtökohtaisesti työhön käytetyn ajan korvaamiseen rahalla, josta muodostuu ennakonpidätyksen alainen ansio. Palkka määräytyy kuljetusalan työehtosopimusten perusteella (toimialan mukaan) tunti tai suoritepalkkana. Kuljettajan keskimääräinen palkkakustannus tuntia kohden saadaan jakamalla maksettu bruttoansio työhön käytetyllä ajalla. Hinnoittelussa käytettävä keskituntiansio ei ole kuitenkaan sama kuin työehtosopimuksen perusteella määräytyvä keskituntiansio. Kuljettajan palkan voi määrittellä laskentaohjelmaamme reittikohtaisesti.
Välilliset palkkakustannukset	Välilliset palkkakustannukset muodostuvat erilaisista työnantajalle kuuluvista lakisääteisistä ja vapaaehtoisista sosiaalikulusta sekä työntekijälle työajalta maksetun palkan lisäksi maksettavista lomarahastoista, sairausajan palkoista, koulutusajan palkoista sekä työajan lyhennyspäivistä (eli kansankielellä pekkaspäivistä). Välilliset palkkakustannukset kuvataan usein seuraavalla tavalla: Jos varsinaisen työajan palkkakustannuksia esitetään luvulla 100 ja siihen lisätään maksetut lomarahat ja muut lasketut palkat, tullaan noin lukuun 130. Lakisääteisten sosiaali-, eläke- ja vakuutusmaksut, joiden osuus on 130–135 alkuperäisistä palkkakustannuksista. Kertomalla keskenään 130 ja 130–135 saadaan arvo välillä 169–176. Siitä voidaan päätellä, että välilliset palkkakustannukset ovat noin 69 – 76 % maksettujen palkkakulujen päälle. Käytämme tehtävämme laskelmissa palkkakustannuskertoimena lukua 1,7, joka tarkoittaa n. 70 % välillisiä palkkakustannuksia maksetun palkan päälle. Palkkakustannuskerrointa pystytään laskentataulukossa myös muuttamaan tarvittaessa.
Päivä- ja ruokarahat	Päivä- ja ruokarahojen maksimisuuruudet perustuvat verohallituksen päätökseen verovapaiden kustannusten korvaamisesta. Useassa kuljetusalan työsopimuksessa on kuitenkin erikseen määriteltä pienemmistä päivä- sekä ruokarahojen määristä. Päivä- ja ruokarahoja emme ota huomioon laskentaohjelmassamme.

Palkkakustannuksen muodostumiseen voidaan vaikuttaa paljon hyvin toteutetulla kuljetussuunnittelulla. Kuljetuksissa on merkittäviä eroja toimialoittain. Toisissa ajot ovat hyvin säännöllisiä ja toisissa kuljetusmäärät vaihtelevat merkittävästi. Esimerkiksi paperi- ja kemianteollisuuden säiliökuljetuksissa kustannusten hallinta on erittäin haastavaa kuljetusmäärien vaihtelun takia. Kuljetuksia suoritetaan kaikkina vuodenaikoina, eivätkä kuljetusmäärät pääasiallisesti perustu asiakkaiden tilaamiin määriin, vaan asiakkaiden tuotannon mukaan vaihtelevien aineiden reaaliaikaisten varastopintojen seurantaan, jota kuljetusliikkeen ajonjärjestelijä yleensä suorittaa. Luonnollisesti palkkakustannusten minimoimiseksi yrityksen tulisi vältellä kalliita ylityö-, pyhä- ja sunnuntaitunteja, mutta niitä on kuitenkin erittäin haastavaa välttää järkevällä kuljetusten suunnittelulla kuljetusmäärien vaihdellessa jatkuvasti. Jääkin pohdittavaksi, halutaanko kuljettajalle maksaa niin kutsuttua takuupalkkaa (eli maksetaan esimerkiksi 2 viikon jaksossa alle 80 tunnista vajaaksi jääneet tunnit takuupalkkana kuljettajalle), vai maksetaanko kuljettajalle mieluummin ylitöinä 80 tuntia ylittävä osuus kuljetusten järkevän suorittamisen mahdollistamiseksi. Yleisesti puhutaankin kalliiden ”prosenttituntien” merkityksestä kuljetusliikkeiden kannattavuudessa ymmärtämättä työn erityispiirteiden muodostamia vaikeuksia työn hinnoitteluun.

Polttoainekustannusten kertymiseen vaikuttavat useat eri asiat, kuten polttoaineen hinta, ajoneuvon massa ja ajoneuvon ominaisuudet. Ajoneuvossa voi olla hydraulilla toimivia laitteita, kuten pumppuja ja nostureita. Lisäksi esimerkiksi kuljettajan ajotavalla ja maaston korkeuseroilla on suuri vaikutus polttoaineen kulutukseen (Hokkanen, Inkinen & Käenmäki 2011, 261). Kova kilpailu kuljetuksista pakottaa yritykset etsimään säästöjä kaikilta mahdollisilta osa-alueilta, luonnollisesti myös polttoaineen kulutuksesta. Jo tarjousvaiheessa täytyy miettiä mahdollisia reittejä, joilla tyhjänä ajo pystyttäisiin minimoimaan tehdyissä kuljetussopimuksissa. Tämä asettaa haasteita yrityksille, joiden kuljetusasiakkaat ovat ripoteltu eri puolelle Suomea esimerkiksi materiaalien harvan kuljetustarpeen takia. Polttoaineen hinnan voi määrittellä laskentaohjelmaan reittikohtaisesti.

Voiteluainekustannuksilla tarkoitetaan erilaisia nesteitä ja öljyjä, joita kuljetuskalusto tarvitsee toimiakseen. Tällaisia ovat vaihteisto-, moottori- ja

hydrauliikkaöljyt sekä erilaiset nesteet, kuten jäähdytysnesteet. Myös esimerkiksi alustan rasvaus luetaan tähän ryhmään. Tarkassa kustannuslaskennassa kustannukset lasketaan yhteen ja jaetaan vuosittaisella ajomäärällä ja näin saadaan laskettua kilometrikohtainen kuluerä hinnoittelulaskelmia varten (Oksanen 2004, 05). Usein voiteluainekustannus kuitenkin arvioidaan prosenttiosuutena polttoaineen kulutuksesta, jonka voi määrittellä tapauskohtaisesti. Tätä kautta päästään kustannuslaskenta-arvioissa riittävän lähelle oikeaa toteutumaa. Näin olemme laskeneet voitelukustannukset myös laskentaohjelmassamme.

Säiliöiden pesukustannuksia ei taulukossa 5 ole otettu huomioon ollenkaan. Kuitenkin säiliöajoneuvoliikenteessä tämäkin kuluerä on otettava huomioon. Reitillä, jolla kuljetetaan erilaisia aineita, on säiliöt välillä pestävä. Pesun voi suorittaa joko kuljettaja, jolloin kuluu vain työaika. Jos pesun taas suorittaa säiliöiden pesuihin erikoistunut yritys, maksaa pesu sen tyypistä riippuen n. 100 – 400 euroa ja pesun kesto voi vaihdella 30 minuutista 90 minuuttiin. Pesun ajalta täytyy maksaa palkkaa myös kuljettajalle. Pesukustannukset otetaan huomioon laskentaohjelmassamme ja niiden määrittely selvitetään tarkemmin luvussa 5.2.3.

Rengaskustannukset muodostavat myös kohtuullisen menoerän kuljetusyrittäjälle. Usein rengaskustannukset lasketaan seuraavan kaavan mukaisesti (Oksanen 2004, 96):

$$\text{Rengaskustannus } \left(\frac{\text{€}}{\text{km}} \right) = \frac{\text{Rengaskerran hinta (€)}}{\text{Rengaskerran kestoikä (km)}}$$

Rengaskerran hintaan lasketaan mukaan kaikki renkaiden kulut niiden elinkaaren aikana. Raskaan kuljetuskaluston rengaskulut koostuvat pääpiirteittäin ostohinnoista, pinnoituksista, rengaskorjauksista ja tasapainotuksista (Hokkanen, Inkinen & Käenmäki 2011, 262.) Omassa laskentataulukossamme olemme kuitenkin arvioineet rengaskerran hinnaksi vain niiden hankintahinnan. Hankintahinnat pystytään määrittelemään reittikohtaisesti.

4.4.2 Kiinteät kustannukset

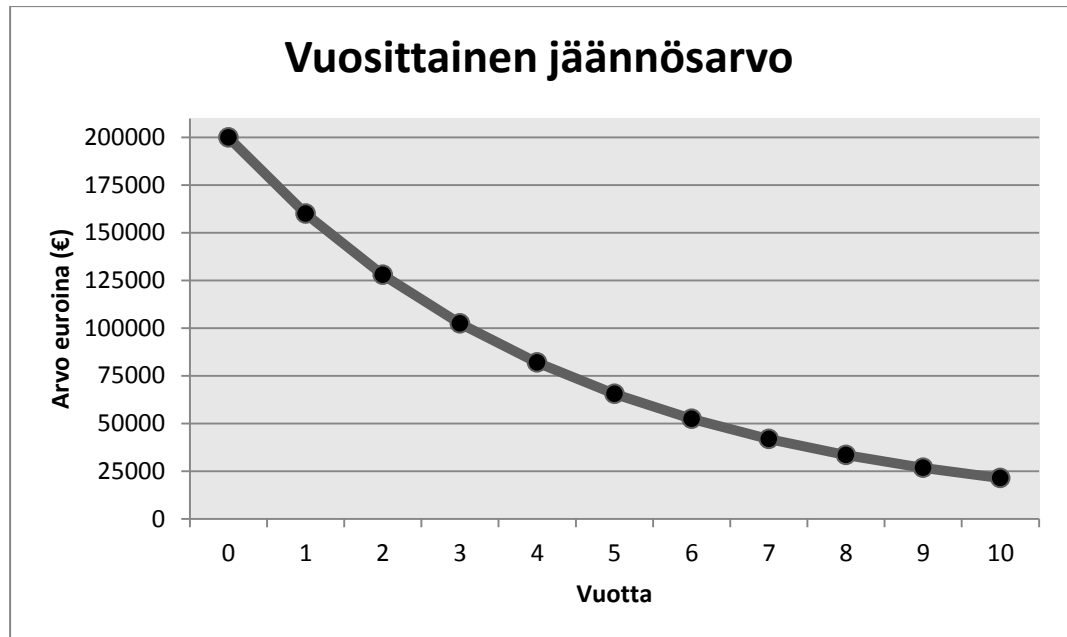
Poistolla eli arvonalenemisella tarkoitetaan sitä summaa, jonka ajoneuvoyhdistelmä menettää arvoaan vuosittain. Poisto määritellään ajoneuvon

renkaattomasta hankintahinnasta. Tämä siksi, että renkaiden hinta otetaan huomioon kustannuslaskennassa muuttuvana kustannuksena. Toisaalta ajoneuvon jäännösarvossa renkaat taas lasketaan mukaan, muttei se tee laskennallisesti merkittävää eroa kululaskelmiin. Poistoajaksi yleensä määritellään ajoneuvon taloudellinen pitoaika ja jäännösarvolla tarkoitetaan sitä arvoa, minkä arvoinen ajoneuvo on taloudellisen pitoajan päättyessä ja ajoneuvoa myydessä.

Kuljetuskaluston vuotuisen arvonalenemiseen vaikuttaa usea tekijä, kuten ajokilometrit, käyttötarkoitus, kalustotyyppi ja tietenkin kaluston kunto luovutushetkellä. Kuljetuskaluston arvonalenemisprosentti voi vaihdella suuresti esimerkiksi kuljetusalan mukaan, joten oikean arvonalenemisprosentin määrittely on erittäin tärkeää oikeanlaisen kustannusarviolaskelman saavuttamiseksi. Reaaliarvo kuljetuskalustossa alenee degressiivisesti, eli vuosittainen arvonaleneminen pienenee käyttöiän kasvaessa (Oksanen 2004, 86).

Kuljetuskaluston degressiivisesti aleneva jäännösarvo lasketaan seuraavalla

kaavalla: $J_t = H \left(1 - \frac{b}{100}\right)^t = Ha^t$. Kaavassa J_t tarkoittaa jäännösarvoa t vuoden kuluttua, H on uushankintahinta, b on vuotuinen arvonalenemisprosentti, t tarkoittaa poistoaikaa ja a arvonalenemiskertointa. Kuviossa 9 havainnollistetaan degressiivistä alenevaa jäännösarvoa, eli kuinka 20 prosentin vuosittainen arvonaleneminen vaikuttaa 200 000 euroa uutena maksavan ajoneuvoyhdistelmän arvoon. Jäännösarvo 10 vuoden pitoajan jälkeen on noin 21 500 euroa (Oksanen 2004).



KUVIO 9. Vuosittainen jäännösarvo.

Kuljetuksia hinnoiteltaessa lasketaan usein keskiarvo vuosipoistolle. Se saadaan jakamalla hankintahinnan ja jäännösarvon erotus kokonaispitoajalla. Saadusta vuosittaisesta keskiarvopoistosta voidaan laskea kilometrikohtainen arvon alenema jakamalla saatu arvo vuosittaisilla kilometreillä. Alla olevilla kaavoilla näytetään esimerkki keskiarvopoistosta ja kilometrikohtaisesta arvon alenemasta kuvion 9 esimerkkitapaukseen liittyen. Vuosittaisiksi kilometreiksi arvioidaan 150 000 kilometriä.

Keskimääräinen vuosipoisto:

$$\frac{\text{hankintahinta} - \text{jäännösarvo}}{\text{kokonaispitoaika}} = \frac{200\,000\ \text{€} - 21\,500\ \text{€}}{10\ \text{a}} = 17\,850\ \frac{\text{€}}{\text{a}}$$

Kilometrikohtainen arvon aleneminen:

$$\frac{\text{vuosipoisto}}{\text{ajetut kilometrit vuodessa}} = \frac{17\,850\ \text{€}}{150\,000\ \text{km}} = 0,119\ \frac{\text{€}}{\text{km}}$$

Auton lähtöarvon ollessa 200 000 euroa, vuosipoiston ollessa 20 %, vuosittaisten kilometrien ollessa 150 000 kilometriä ja auton pitoajan ollessa 10 vuotta keskimääräinen vuosipoisto on 17 850 euroa, auton jäännösarvo on n. 21 500 euroa ja poiston kulut ajettua kilometriä kohden ovat noin 0,119 euroa / kilometri.

Laskentaohjelmassamme olemme laskeneet vuosittaisen poiston arvon yllä olevan kaavan perusteella.

Ajoneuvon hankinnasta aiheutuu myös **korkokustannuksia**. Korolla tarkoitetaan rahasta maksettavaa hintaa tai pääomasta saatavaa tuottoa. Pääoman käytöstä muodostuva rahan korko voidaan kustannuksia laskiessa määritellä eri tavoilla:

- Lasketaan toimintaan käytetylle omalle ja vieraille pääomalle laskennallinen korko
- Sisällytetään kustannuksiin vain vieraan pääoman todelliset korot
- Ei lasketa ollenkaan korkoja, vaan otetaan ne huomioon kate- tai voittotavoitteessa. (Neilamo, Uusi-Rauva 2012, 104.)

Laskentaohjelmassamme olemme määritelleet korkokustannukset ajoneuvon sitoutuneen pääoman korkokustannusten perusteella, eikä säiliöajoneuvon investoinnin todellista rahoitusmuotoa ole huomioitu laskelmissamme.

Keskimääräiset vuosittaiset korkokustannukset on laskentaohjelmassamme laskettu seuraavalla kaavalla:

$$\text{Keskimääräinen vuosikorko} = \frac{\text{Laskentakorkoprosentti}}{\text{Vuotuinen arvonalenemisprosentti}} \times \text{Keskimääräinen vuosipoisto}$$

Korkokustannuksissa täytyy huomioida myös käyttöpääomaan sitoutuneet korot, jotka sitoutuvat vaihto-omaisuuteen ja myyntisaataviin. Käyttöpääoma muodostuu siis vaihto-omaisuudesta, maksetuista ennakkomaksuista ja myyntisaatavista vähennettynä ostoveljoilla sekä mahdollisilla ennakkomaksuilla. Menojen ja tulojen ollessa tasapainossa on sitoutuneen käyttöpääoman arvo pieni, jolloin käyttöpääoman korkokustannus ei ole merkityksellinen (Oksanen 2004, 92).

Vakuutusmaksut muodostavat myös osan kuljetuskaluston kustannuksista. Näihin kuluihin lasketaan muun muassa liikennemaksut, autovakuutusmaksut, perävaunu- ja lisälaittevakuutusmaksut. Näiden lisäksi vakuutusmaksuja kasvattavat kuljetusvakuutukset, joita otetaan kuljetusvahinkojen varalle, sekä vastuuvakuutukset (Hokkanen, Inkinen & Käenmäki 2011, 260).

Laskentaohjelmassamme vakuutusmaksut arvioidaan ajoneuvoyhdistelmäkohtaisesti vuosittaisena kokonaissummana.

Liikennöimismaksut koostuvat kuljetus katsastusmaksuista, rekisteröintimaksuista, käyttövoimaverosta, liikenne- ja erikoislupien lunastuksista sekä muista viranomaisten vaatimista maksuista (Hokkanen, Inkinen & Käenmäki 2011, 260). Liikennöimismaksut on huomioitu laskentaohjelmassamme ajoneuvoyhdistelmäkohtaisesti vuosittaisena kokonaissummana.

Ylläpitokustannuksilla tarkoitetaan muun muassa kaikki kuljettajien tarvitsemat työtarvikkeet. Tällaisia ovat esimerkiksi työasut, lapiot, hanskat, sammuttimet, ensiapuvälineet, pesuharjat jne. Ylläpitokustannuksia ovat myös kuljetuskaluston ulkopuolinen pesu, maalaus- ja huoltokustannukset sekä säilytyskustannukset. Varsinaiset korjaus- ja huoltokustannukset lasketaan erikseen ja yleensä ne luokitellaan muuttuviksi kustannuksiksi. (Hokkanen, Inkinen & Käenmäki, 2011, 260.) Säiliöiden pesu on huomioitu laskentaohjelmassa erikseen, koska se muodostaa selkeästi erillisen ja yksittäistä reittiä koskettavan kuluerän.

Laskentaohjelmassamme ylläpitokustannukset on liitetty liikennöimismaksuihin. Tämä sen takia, koska ylläpitokustannuksia on erittäin hankala määrittellä ennalta ja toisaalta sen muodostama kuluerä on marginaalinen tarkasteltuna kilometrikohtaisia kustannuksia. Ylläpitokustannukset eivät myös juurikaan muutu yhdistelmän kokonaismassan muuttuessa.

Korvauksettomalla ajolla tarkoitetaan siirtymiä, joista ei saada minkäänlaista korvausta asiakkailta. Kuljetustarjoustaan hinnoiteltaessa tarjotaan yleensä kuljetukset alku- ja loppupisteen välillä tai joissain tapauksissa edestakaisina matkoina. Kuljetuskalustolla kuitenkin joudutaan välillä ajamaan eripituisia matkoja, joista ei voida laskuttaa asiakkaita. Korvaukseton ajo täytyy huomioida kustannuslaskennassa omana eränään. Korvauksettomaan ajoon kuuluu siis muun muassa ajot asemapaikan ja kuorma- / purkupaikan välillä, ajot huoltoon, katsastuksiin, pesuloihin jne. (Oksanen 2004, 94.) Korvauksettoman ajon määrän arviointi etukäteen voi kuitenkin olla hankalaa. Tehtävässämme olemme ottaneet reittikohtaiset korvauksettoman ajon huomioon reittikohtaisesti.

Korjaus- ja huoltokustannuksilla tarkoitetaan nimensä mukaisesti huoltoon ja korjauksiin meneviä kustannuksia. Korjaus- ja huoltokustannukset luonnollisesti kasvavat kaluston ikääntyessä ja ne voivat olla hyvin erisuuruisia eri yhdistelmiä

vertaillessa. Arvio kustannuksista muodostetaan pidempiaikaisen seurannan perusteella ja esimerkiksi huoltosopimusten kustannusten perusteella. Laskelmissa otetaan yleensä huomioon myös inflaation vaikutus vertailukelpoisten hintojen laskemiseksi. Tutkimusten ja kokemusten pohjalta on kehitetty niin sanottu prosenttimenetelmä. Se perustuu seurannan pohjalta kehitettyyn laskentaan, jossa huolto- ja korjauskustannukset ovat kuljetuskaluston pitoajan lopussa tietty osuus keskimääräisestä vuosipoiston määrästä. Kustannusprosentti vaihtelee tapauksesta riippuen 20–60 prosentin välillä. Oikean prosentin valintaan vaikuttaa useat asiat, kuten kaluston pitoaika, ajoneuvon käyttötarkoitus, hintaluokka ja huoltojen tiheys. Raskaiden ja hinnaltaan korkeampien ajoneuvojen huolto- ja korjauskustannusprosentti on tällä menetelmällä pienempi kuin kevyiden ja hinnaltaan halvempien ajoneuvojen. (Oksanen 2004, 95–96.)

Laskentaohjelmassamme olemme kuitenkin arvioineet korjaus- ja huoltokustannukset toisella ja helpommalla tavalla. Korjauskustannusprosentti voidaan arvioida myös prosenttiosuutena suoraan uushankintahinnan ja käyttöiän perusteella. Korjauskustannusprosentit määritellään taulukon 7 viitearvojen perusteella.

TAULUKKO 7. Korjaus- ja huoltokustannusprosentin määrittely (Hokkanen, Inkinen & Käenmäki 2011, 254).

Ajoneuvo	Korjaus- ja huoltokustannusprosentti
Pakettiauto ja kevyt kuorma-auto	20 – 40 %
Keskiraskas- ja raskas kuorma-auto	25 – 45 %
Perävaunuyhdistelmä	30 – 50 %
Lisälaitteet	20 – 50 %

Näiden prosenttien perusteella saadaan laskettua korjaus- ja huoltokustannukset kilometriä kohden seuraavalla kaavalla (Hokkanen, Inkinen & Käenmäki 2011, 254):

$$\text{Korjaus- ja huoltokustannukset} \left(\frac{\text{€}}{\text{km}} \right) = \frac{\text{Korjauskustannusprosentti} \times \text{uushankintahinta renkaitta}}{100 \times \text{Käyttöikä kilometreinä}}$$

Olemme käyttäneet laskentaohjelmassamme korjaus- ja huolto prosenttina 35 prosenttia, mutta se on vaihdettavissa tarpeen mukaan. Huomioimisen arvoinen

seikka on, että olemme määritelleet korjaus- ja huoltokustannukset kiinteisiin kuluihin vastoin taulukon 5 esimerkkiä, vaikka yleisemmin se liitetään muuttuviin kuluihin. Teimme näin sen takia, koska laskentatavallamme korjaus- ja huoltokustannukset huomioidaan vain kokonaiskäyttöään ajokilometrien arvion perusteella, eikä näin yksittäinen ajosuorite suoraan vaikuta korjaus- ja huoltokustannuksiin. Tästä syystä korjaus- ja huoltokustannukset on arvioitu laskentaohjelmassamme kiinteäksi kustannukseksi ajokilometriä kohden yllä olevalla kaavalla laskettuna.

4.5 Kannattavuuksien laskenta

Kannattavuudella tarkoitetaan yksinkertaistettuna tuottojen ja kustannusten erotusta. Yksi tapa mitata kannattavuutta on tuottojen ja muuttuvien kustannusten erotus, jolloin puhutaan katetuotosta.

Katetuoton kaava on seuraava:

$$\boxed{\textit{katetuotto} = \textit{ajoneuvon tuotot} - \textit{muuttuvat kustannukset}}$$

Jos taas tuotoista vähennetään kokonaiskustannukset, puhutaan voitosta.

Absoluuttinen voitto lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$\boxed{\textit{voitto} = \textit{ajoneuvon tuotot} - \textit{kokonaiskustannukset}}$$

Jos halutaan vertailla kannattavuuksia toisiinsa, kuten tässä työssä vertaillaan eri säiliöajoneuvoyhdistelmien kannattavuuksia toisiinsa, puhutaan suhteellisesta kannattavuudesta. Suhteellinen kannattavuus ilmaistaan puhuttaessa katetuotosta katetuottoprosentilla. Katetuottoprosentti lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$\boxed{\textit{katetuottoprosentti} = 100 \times \frac{\textit{katetuotto}}{\textit{ajoneuvon tuotot}}}$$

Katetuottoprosentti ottaa huomioon kuitenkin vain muuttuvat kustannukset. Muuttuvilla kustannuksilla tarkoitetaan pelkästään ajosuoritteen perusteella muodostuvia kuljetuskustannuksia. Jos halutaan ottaa huomioon myös kiinteät

kustannukset suhteellisen kannattavuuden laskennassa, käytetään kannattavuuden mittarina voittoprosenttia. Se lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$\text{voittoprosentti} = 100 \times \frac{\text{voitto}}{\text{ajoneuvon tuotot}}$$

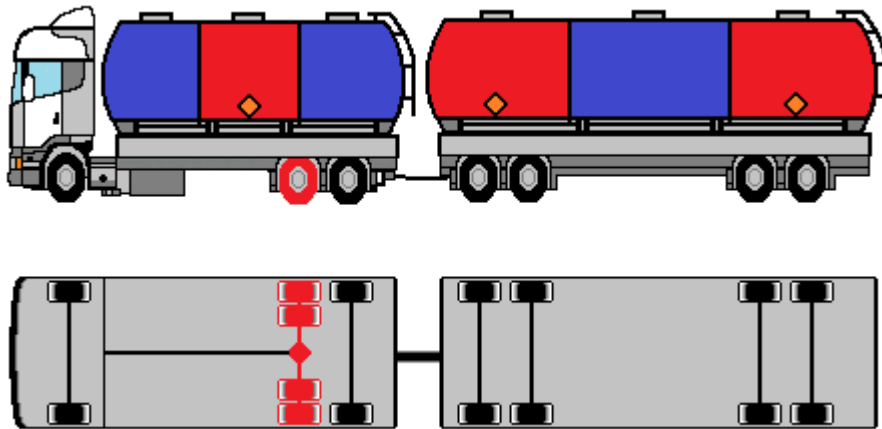
Voittoprosentilla vertaillaan siis voiton osuutta liikevaihtoon. (Jyrkkiö & Riistama 2008, 38-39.)

Kannattavuuksien vertailuun on olemassa myös esimerkiksi pääoman tuotto prosentti (ROI, Return of Investment), mutta käytämme vain katetuotto prosenttia sekä voittoprosenttia laskentataulukossamme vertaillessamme valittuja säiliöajoneuvoyhdistelmiä toisiinsa.

5 OMAN LASKENTAOHJELMAN ESITTELY

Kehitimme tätä tutkimusta varten Microsoft Excel-pohjaisen laskentaohjelman, jolla haluttuja säiliöajoneuvoyhdistelmien kustannuksia ja kannattavuuksia pystytään vertailemaan keskenään. Vertailuun valitsimme 3 erilaista säiliöyhdistelmää:

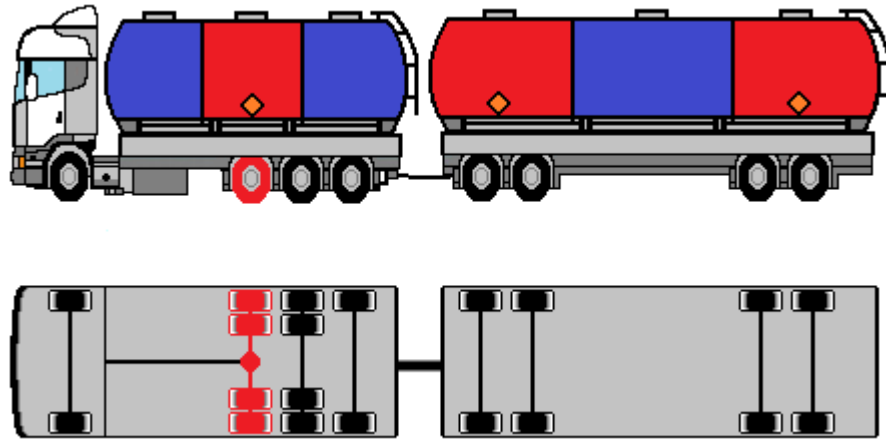
- 7-akselinen yhdistelmä, jonka kokonaispaino muutoskatsastuksen jälkeen on 64 tonnia siirtymäajan (kuva 14). Luokallisia aineita sillä saa kuljettaa 60 tonnia. Vetoautossa on 3 akselia, joista yksi on vetävä ja varustettu tuplapyörillä. Perävaunussa on 4 akselia, joissa kaikissa on yksikköpyörät. Tästä yhdistelmästä taulukossa käytetään lyhennettä 64/60 (t). Casen kannattavuuslaskuissa tätä yhdistelmää on vertailussa myös muutoskatsastamattomana, jolloin sekä luokaton että luokallinen kokonaispaino on 60 tonnia. Tästä yhdistelmästä käytetään vertailuissa lyhennettä 60/60 (t).



KUVA 14. 64/60 tai 60/60 tonnin säiliöajoneuvoyhdistelmä

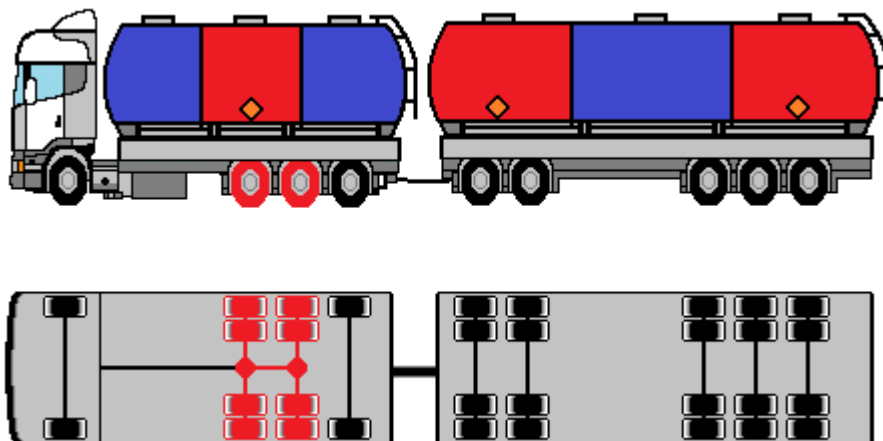
- 8-akselinen yhdistelmä, jonka kokonaispaino luokattomia aineita kuljettaessa on 64 tonnia ja luokallisia aineita kuljettaessa 68 tonnia. Vetoautossa on 4 akselia, joista 1 vetävä akseli paripyörillä varustettuna. Perävaunussa on 4 akselia, joissa kaikissa on yksikköpyörät. Yhdistelmästä käytetään lyhennettä 64/68 (t). Casen kannattavuuslaskelmissa tästä yhdistelmästä on otettu vertailuun mukaan myös nykyinsäädännön mukaan laitton 68/68 yhdistelmä, jolla

pystyttäisiin kuljettamaan myös luokattomia aineita 68 tonnia.
Yhdistelmän rakenne näkyy kuvassa 15.



KUVA 15. 64/68 tai 68/68 tonnin säiliöajoneuvoyhdistelmä

- 9-akselinen yhdistelmä, jonka kokonaispaino on 76 tonnia luokattomia aineita kuljettaessa ja 68 tonnia luokallisia aineita kuljettaessa. Vetoautossa on 4 akselia, joista 2 on vetävää akselia (teliveto) paripyörillä varustettuna. Perävaunussa on 5 akselia, jotka ovat varustettuna tuplapyörillä. Yhdistelmästä käytetään lyhennettä 76/68 (t) ja yhdistelmän rakenne selviää kuvasta 16.



KUVA 16. 76/68 tonnin säiliöajoneuvoyhdistelmä

Taulukossa käytettyjä tietoja ja arvoja on poimittu alan kirjallisuudesta ja julkaisuista sekä osaan on saatu apua Haanpää Oy:ltä. Tässä luvussa esitelty reitti

on ohjelman esittelyyn tarkoitettu demoreitti, joka ei ole ainakaan tiettävästi käytössä sellaisenaan millään säiliökuljetusyrityksellä.

Laskentataulukon kehittäminen pelkästään Exceliin valmiiksi ohjelmoituja asetuksia käyttäen olisi ollut haasteellista, joten apuna on käytetty Excelin rinnalla toimivaa ohjelmointityövälinettä VBA:ta (Visual Basic for Applications). Tässä luvussa lukijalle esitellään laskentatyökalun ominaisuudet, kustannusrakenteen muodostuminen loppuarvoissa, tietojen syöttäminen taulukoihin sekä tutustutaan pinnallisesti Excelin taustalla pyöriviin alaohjelmiin, eli makroiin, joita luodaan VBA:n avulla. Laskentaohjelman kehittämisen mahdollistamiseksi täytyi opetella perusteet sekä Visual Basic- että VBA-ohjelmointikielistä Excelin tehokkaamman käytön opetteluun lisäksi. Laskentaohjelmaa esitellessä kaikki salassa pidettävä tieto on peitetty mustilla laatikoilla.

5.1 Excelin VBA:n ja ohjelmoinnin perusteiden esittely

Aloitamme ohjelman esittelyn perehtymällä, mitä tarkoitetaan makrojen luomisella ja VBA-ohjelmoinnilla Microsoft Office-ympäristössä. Microsoft Excel on maailman käytetyin taulukkolaskentaohjelma ja se kuuluu Microsoft Office-pakettiin mm. Wordin, PowerPointin sekä Accessin kanssa. Exceliä voidaan käyttää esimerkiksi monenlaisien laskentaongelmien automatisoimiseen, kaavioiden piirtämiseen, taulukoiden tekemiseen, tietojen analysointiin ja niin edelleen. Excelissä on paljon sisäisiä, valmiiksi kirjoitettuja funktioita, joiden avulla selvittää monimutkaisistakin laskuista suhteellisen helposti. (Ek, Eriksson & Isanovic 2000; Keskiikonen 2000; Walkenbach 2010.)

Kuitenkin pelkästään Excelin omien funktioiden käyttö rajoittaa laskujen muokattavuutta ja joissain tilanteissa pelkästään niiden käyttö on jopa kömpelöä. Myös Excelin ulkoasun muuttaminen ja esimerkiksi valintaruutujen teko on pelkästään Excelin perustoimintoja käyttäen vaikeaa tai jopa mahdotonta. Siksi Excelissä löytyy perusasetuksilla piilotettuna oleva ohjelmointiympäristö omien ohjelmien toteuttamista varten. Ohjelmointiympäristössä käyttäjä pystyy lisäämään laskentataulukon omia makroja. Makro tarkoittaa sovellusta, joka ohjaa sovellusohjelman toimintaa ja sen avulla pystytään suorittamaan ennalta määriteltäviä tehtäväsarjoja varsinaisen sovelluksen, eli tässä tapauksessa Excelin

taulukkojen, puolella. (Ek, Eriksson & Isanovic 2000; Keskiikonen 2000; Walkenbach 2010.)

Excelin ohjelmointiympäristössä käytetään ohjelmointikielenä VBA (Visual Basic for Applications) – ohjelmointikieltä, joka on Microsoftin itsensä kehittämä ohjelmointikieli ja on läheistä sukua Visual Basic -ohjelmointikielelle.

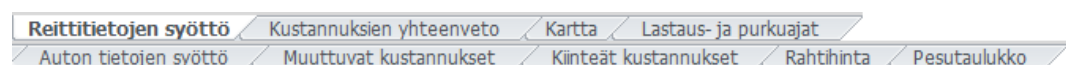
Ohjelmointikielellä tarkoitetaan tietokoneympäristössä käytettävää rajapintaa käyttäjän ja tietokoneen välillä. Kirjoitettua komentokieltä sanotaan usein koodiksi. Kaikki tietokoneohjelmat on kirjoitettu jollain ohjelmointikielellä ja ohjelman kirjoitettua koodia sanotaan lähdekoodiksi. Useissa ohjelmissa koodi on piilotettu niiden muokkaamisen tai ideoiden varastamisen ehkäisemiseksi.

Kuitenkin esimerkiksi alun perin suomalaisen Linus Torvaldsin kehittämä Linux-käyttöjärjestelmä oli alun perin avoimen lähdekoodin käyttöjärjestelmä, jonka lähdekoodi oli vapaasti kenen tahansa muokattavissa ja käytettävissä.

Ohjelmointikielenä Linuxissa käytetään C:tä tai C++, jotka ovat yksiä yleisimmin käytetyistä ohjelmointikielistä ja joita käytetään osaltaan myös Windows-käyttöjärjestelmien ohjelmointikielinä. Usein koodi käännetään sen kirjoittamisen jälkeen konekieliseksi, jolloin tietokone ymmärtää ohjelmoijan kirjoittaman koodin ja toimii sen mukaisesti. Tämän syvemmälle ohjelmoinnin perusteisiin ei tässä työssä kuitenkaan pureuduta. (Halvorson 2008; Merensalmi 2007; Perry 1998; Walkenbach 2010.)

5.2 Laskentaohjelman esittely

Laskentaohjelmamme on jaettu yhdeksään välilehteen (kuva 17) ohjelman selkeyttämiseksi ja sen käyttämisen helpottamiseksi. Jokainen välilehti on kuitenkin kytköksissä toisiinsa ja yhden välilehden arvojen muuttaminen vaikuttaa koko laskentataulukkoon. Tässä kappaleessa esitellään pääpiirteittäin jokainen välilehti ja samalla selitetään, miten välilehden tiedot otetaan huomioon kokonaislaskennassa.



KUVA 17. Taulukon välilehdet.

Jokaisesta välilehdestä on otettu kuvankaappauksia taulukon toiminnan selkeyttämiseksi. Kaikki kuvissa olevat tiedot eivät kuitenkaan välttämättä ole luettavissa niiden pienen koon takia.

5.2.1 Auton tietojen syöttö

Auton tietojen syöttö-välilehden on tallennettu perustiedot kustakin vertailtavasta autosta. Muutettavia arvoja ovat muun muassa hyötykuorma, kulutus kuorman kanssa sekä tyhjänä, keskinopeus kuorman kanssa sekä tyhjänä ja ajoneuvoyhdistelmän hinnat sekä poistoajat (Kuva 18).

Kiinteiden kulujen muodostuminen ja arvojen syöttö							
Arvo	64 / 60 (t)		64 / 68 (t)		76 / 68 (t)		Kuvaus
	Luokaton	Luokallinen	Luokaton	Luokallinen	Luokaton	Luokallinen	
Kokonaispaino	64 t	60 t	64 t	68 t	76 t	68 t	Koko yhdistelmä suurin sallittu paino
Hyötykuorma	45 t	41 t	39,5 t	43,5 t	51,5 t	43,5 t	Kokonaispaino - omamassa
Kulutus tyhjänä	30 l/100 km	30 l/100 km	31,5 l/100 km	31,5 l/100 km	36 l/100 km	36 l/100 km	Keskikulutus tyhjänä ajaessa
Kulutus kuorma päällä	50,4 l/100 km	48 l/100 km	54 l/100 km	56,5 l/100 km	65 l/100 km	65 l/100 km	Keskikulutus kuorma päällä ajaessa
Keskinopeus tyhjänä	67 km/h	67 km/h	65 km/h	65 km/h	63 km/h	63 km/h	Keskinopeus tyhjänä ajaessa
Keskinopeus kuorma päällä	67 km/h	67 km/h	65 km/h	65 km/h	63 km/h	63 km/h	Keskinopeus kuorma päällä ajaessa
Vetoauton hinta	95000 €	95000 €	115000 €	115000 €	140000 €	140000 €	Vetoauton ostohinta uutena
Säiliöiden ja perävaunun hinta	155000 €	155000 €	165000 €	195000 €	170000 €	170000 €	Säiliöiden ja perävaunun hinta uutena
Vetoauton poistoaja	5 vuotta	5 vuotta	5 vuotta	5 vuotta	5 vuotta	5 vuotta	Vetoauton käyttöaika/poistoaja vuosina
Säiliöiden ja perävaunun poistoaja	15 vuotta	15 vuotta	15 vuotta	15 vuotta	15 vuotta	15 vuotta	Säiliöiden ja perävaunun käyttöaika/poistoaja vuosina

KUVA 18. Kuvankaappaus auton tietojen syöttö-välilehdestä.

Kulutukseen kuorma päällä ajaessa ei ole huomioitu vajaita kuormia siitä syystä, ettei säiliöajoneuvoilla juurikaan ajeta vajailla kuormilla. Tämä johtuu vähintään 80 prosentin täyttöasteesta (katso luku 2.3), elleivät säiliön osastot ole alle 7,5 m³ tai eroteltu loiskelevyillä 7,5 m³:ä pienempiin osastoihin. Taulukossa vihreänä näkyvät solut ovat käyttäjän muokattavissa, eli omien arvojen vieminen taulukkoon on mahdollista. Taulukossa on eritelty saman ajoneuvotyypin luokalliset ja luokattomat kuljetukset erikseen, koska hyötykuormat vaihtelevat aineen luokallisuuden mukaan. Samalla kokonaispainon muutos vaikuttaa esimerkiksi kulutuksiin, ajonopeuksiin, hankintahintoihin ja niin edelleen.

5.2.2 Lastaus- ja purkuajat

Kuten kappaleessa 2 onkin mainittu, säiliöautojen lastaus ja purku eroavat paljon normaalista kappaletavarankuljetuksesta. Lastaus suoritetaan usein pumppaamalla säiliöauton osastot täyteen joko yhdellä tai useammalla materiaalilla.

Pumppausaikoja voidaan arvioida tonnia / tunti perusteisesti, mutta eri

materiaaleilla, pumppujen tehoilla ja todella monella muulla tekijällä on suuri merkitys todellisiin lastaus ja purkuajoihin.

Lastaus- tai purkuajan muodostuminen		
Arvo	Määrä	Kuvaus
Pumppausnopeus	40 t/h	Kertoo pumppausnopeuden, tonnia / tunti
Pumppauksen %-osuus	70 %	Kertoo, kuinka monta prosenttia lastaus/purkuajasta menee varsinaiseen pumppaukseen
Oheistoiminnan osuus	30 %	Kertoo koko ajan ja pumppauksen osuuden erotuksen
<p>Esimerkilaskelma: Hyötykuorman ollessa 45 tonnia pumppausaika on $\frac{45 \text{ t}}{40 \text{ t/h}} = 1,125$ tuntia</p> <p>Kokonaisaika on näin ollen $\frac{1,125 \text{ tuntia}}{70 \%} = 1,61$ tuntia</p>		
<p>Reitin syötössä on erillinen kenttä, johon voi lisätä oikean lastaus-/purkuajan. Jos kenttä jätetään tyhjäksi, käytetään tämän sivun kaavaa lastaus- ja purkuajien arvioimiseksi.</p>		

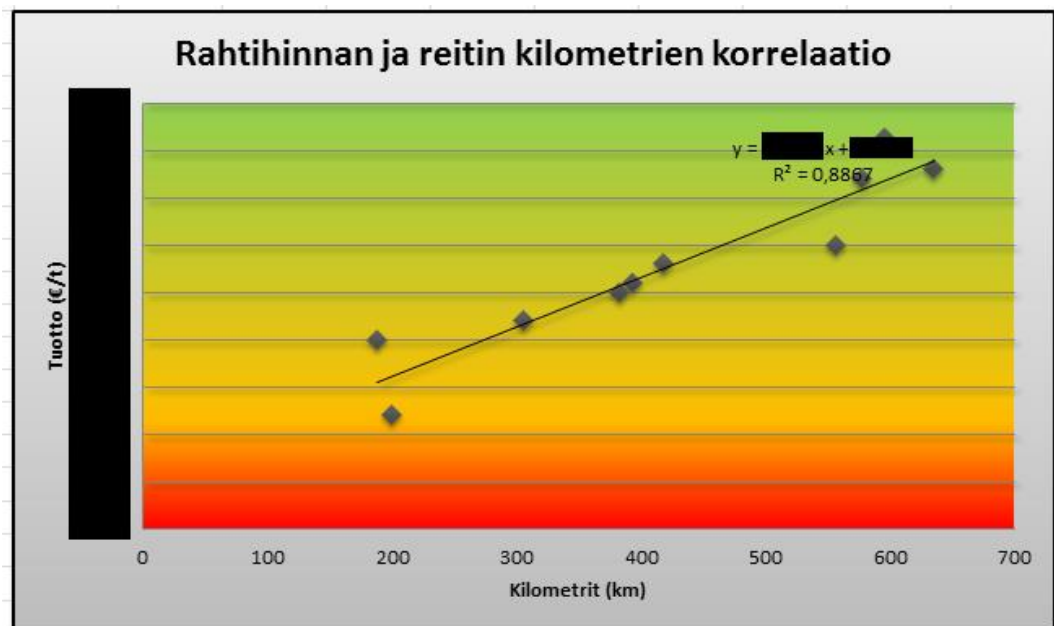
KUVA 19. Lastaus- ja purkuajien syöttö-välilehti.

Lastaus- ja purkuajan voi luvussa 5.2.6 esitellyllä välilehdellä säätää tapauskohtaisesti, mutta tällä kuvassa 19 esitellyllä välilehdellä on olemassa kaava pumppausnopeuden arvioimiselle. Pumppausnopeus tässä esimerkissä on 40 tonnia / tunti ja arvo on muutettavissa tapauskohtaisesti. Pumppausajaksi on määritelty 70 % kokonaislastaus- tai purkuajaksi ja loput 30 % on laskettu esimerkiksi auton peruuttamiseen, pumppauksen valmisteluun jne. Myös pumppausajan ja oheistoiminnan prosentiosuudet ovat muutettavissa reittikohtaisesti.

5.2.3 Rahtihinta ja pesutaulukko

Rahtihinnalle sekä pesuajoille ja pesuhinnoille on muodostettu erilliset laskentaperusteet. Rahtihinta määräytyy saamiemme satunnaisten tietojen perusteella reittien rahtihinnoista ja matkoista, joista on muodostettu lineaarisella regressioanalyysillä laskukaava rahtihinnan laskemiseksi. Lineaarilla regressioanalyysillä tarkoitetaan tilastollista analyysimenetelmää, jolla pystytään arvioimaan muuttujien riippuvuutta toisiinsa. Regressioanalyysin selitysaste R^2 kertoo, kuinka monta prosenttia muuttujan y muutoksesta selittyy x:n muutoksella. Tämän laskentataulukon rahtihinnan yhtälön selitysaste on kuvan 20 mukaan $R^2 = 0,8867$, joka tarkoittaa, että noin 89 % pystyakselin (tuotto)

muutoksesta selittyy vaaka-akselin (kilometrit) muutoksella. Yhtälön kaava esitetään muodossa $y = kx + b$, jossa k on kulmakerroin ja b vakio. Rahtihinnan varsinainen yhtälö on tehtävässä jouduttu peittämään. On huomioitava, että rahtihinta kuljetettua tonnia kohden nousee lineaarisesti matkan kasvaessa. Rahtihinnassa on otettava kuitenkin huomioon, että sen muodostumiseen vaikuttavat monet eri seikat. Materiaali, pumppausnopeudet, kuljetusmatka, maantieteelliset sijainnit jne. vaikuttavat rahtihintaan suuresti. Rahtihinnalla on suuri merkitys kannattavuuksien analysoinnissa. Muodostamallamme yhtälöllä rahtihinnalle saadaan kuitenkin riittävän tarkat arviot vertailuun valitsemillemme kuljetusreiteille ja ajoneuvoyhdistelmille. Rahtihinnan pystyy myös syöttämään laskentaohjelmassa manuaalisesti sille varattuun paikkaan reittitietojen syöttövälilehdellä (katso luku 5.2.6), jolloin vertailu tapahtuu oikean rahtihinnan perusteella ja on näin ollen todenmukaisempi.





















KUVA 20. Rahtihinnan muodostumisen yhtälö ja sen kuvaaja.

Pesutaulukko-välilehdessä on lueteltu useita säiliöiden pesuun erikoistuneita paikkoja, osoitteita ja niiden hinnastoja. Pesutaulukko toimii pohjana reittitietojen syöttövälilehdelle, jolle haetaan tämän taulukon perusteella pesun hinta, osoite, kesto ja mahdolliset pesuvaihtoehdot.

Muuttuviksi kustannuksiksi huomioitu kuljettajan palkka, rengaskustannukset sekä voiteluainekustannukset. Kuluerien muodostuminen ja tietojen syöttö selitetään kuluerittäin. Vihreiden solujen tietoja voi muuttaa.		
Polttoainekulut	Kuljettajan palkkakustannukset	Voitelukustannukset
Polttoaineen hinta	Kuljettajan palkka	Voitelukustannusprosentti
1,25 €/litra	18 €/tunti	6 %
	Palkkakustannuskerroin	Voitelukustannukset
	1,7 x	0,075 €/litra
Polttoaineen hinta ostohetkellä	Kuljettajalle maksettava palkka ja lisäkustannusten kerroin.	Voitelukustannukset lasketaan yleisesti prosenttiosuutena polttoainekustannuksista (yleinen vaihteluväli 6 % - 12 %). Voitelukuluja mm. öljynvaihto, öljyn kulutus, hydraulikkaöljyt, jäähdytysnesteet jne.

KUVA 22. Polttoainekustannukset, kuljettajan palkkakustannukset sekä voitelukustannukset

Rengaskustannukset otetaan huomioon laskentaohjelmassa kuvan 23 perusteella.

Rengaskustannukset							
Renkaiden hintataulukko							
Tyyppi	Rengaskoko	Hinta (€/kpl)					
Vetoauton eturengas	315/70 22,5	710					
Vetoauton vetävä pyörä	315/70 22,5	725					
Vetoauton telipyörä	385/65 22,5	657					
Perävaunun yksikköpyörä	385/55 22,5	677					
Perävaunun paripyörä	285/70 19,5	503					
			Renkaan arvioitu kesto				
			Kesto	200000 km			
			Kaikkien renkaiden arvioitu kestoaika kilometreissä.				
Auton tyyppi	Vetoauton eturengas (kpl)	Vetoauton vetävä pyörä (kpl)	Vetoauton telipyörä (kpl)	Perävaunun yksikköpyörä (kpl)	Perävaunun paripyörä (kpl)	Hinta yhteensä	Arvioidut rengaskulut
							
64 t luokaton / 60 t luokallinen	2	4	2	8	0	11050 €	0,05525 €/km
							
64 t luokaton / 68 t luokallinen	2	8	2	8	0	13950 €	0,06975 €/km
							
76 t luokaton / 68 t luokallinen	2	8	2	0	20	18594 €	0,09297 €/km
Rengaskustannukset lasketaan arvioidun kestoajan perusteella siten, että renkaiden hankintahinta jaetaan arvioidulla kestoajalla. Näin saadaan arvio rengaskustannuksista / ajettu kilometri. Renkaiden hinta- ja määrätietoja pystytään muuttamaan.							

KUVA 23. Rengaskustannuksien muodostuminen.

Jokainen käytetty rengastyypin ja sen ostohinta on määritelty erikseen.

Laskentaohjelmassa lasketaan kunkin rengastyypin lukumäärä kyseisessä säiliöajoneuvoyhdistelmässä ja summataan yhteen koko rengaskerran kokonaishinta hankittaessa.

Kokonaishinta jaetaan renkaiden arvioidulla kestolla (kuvan 23 oikea yläkulma) ja näin saadaan arvio rengaskustannuksille ajettua

kilometriä kohden. Puhutaan kuitenkin vain arviosta, sillä renkaiden kestoajat voivat vaihdella suuresti eri tekijöiden seurauksena. Renkaan keston vaikuttavat muun muassa renkaan paikka, onko vetävä pyörä, onko kääntyvä akseli ja niin edelleen. Tällä laskentatavalla saadaan kuitenkin suuntaa-antava lukema rengaskuluille ajettua kilometriä kohden, joka on riittävän tarkka eri yhdistelmien rengaskulujen vertailuun keskenään. Kuvan 23 kaikkien vihreiksi maalattujen solujen arvot ovat vaihdettavissa erikseen.

5.2.5 Kiinteät kustannukset

Kiinteiden kustannusten päänäkyssä (kuva 24) syötetään vertailtaville ajoneuvoyhdistelmille seuraavat arvot: vuosittaiset kilometrit, arvonalenemisprosentit (vetoautolle ja perävaunulle & säiliöille erikseen) sekä lainan korko. Korolla tarkoitetaan pääoman korkomenoja, jolla investointi rahoitetaan. Muut arvot tulevat joko auton tietojen syöttö-välilehdeltä tai ne lasketaan tällä välilehdellä. Kiinteät kustannukset-välilehdellä lasketaan nimensä mukaisesti kaikki kiinteät kustannukset ja saatetaan ne euroksi / ajettu kilometri jakamalla keskiarvoiset vuosikustannukset vuosittaisilla kilometreillä ajoneuvoyhdistelmää kohden. Näin saadaan arviot jokaiselle kiinteälle kuluerälle. Taulukossa lasketaan muun muassa jäännösarvot, poisto-/lainakustannukset ja korkokustannukset. Demoversiossa vuosittaiset kilometrit ovat 200 000 km, arvonalenemisprosentit 25 % ja lainan korot 7 %. jokaiselle yhdistelmälle.

Kiinteiksi kustannuksiksi lasketaan korjaus- ja huoltokustannukset, vuosittainen poisto (arvon alentuminen), lainan korkokustannukset, vakuutukset, korvaukset, ajon korot, liikennöimismaksut jne. Kaikkia kuluja ei pystytä ottamaan huomioon ja niiden prosentuaalinen osuus todellisista kuluista on pieni. Laatikoon 'Liikennöimismaksut ja muut kulut / vuosi' voi kuitenkin lisätä huomioimatta jätettyjä merkittäviä kiinteitä kulueriä.							
Kiinteiden kulujen muodostuminen ja arvojen syöttö							
Arvo	64 / 60 (t)		64 / 68 (t)		76 / 68 (t)		Kuvaus
	Luokaton	Luokallinen	Luokaton	Luokallinen	Luokaton	Luokallinen	
Vuosittaiset kilometrit	200000 km	200000 km	200000 km	200000 km	200000 km	200000 km	Arvioitu vuosittainen kilometrimäärä
Vetoauton hankinta-arvo	95000 €	95000 €	115000 €	115000 €	140000 €	140000 €	Hakee tiedot 'Auton arvojen syöttö'-välilehdeltä
Säiliöiden ja perävaunun hankinta-arvo	155000 €	155000 €	165000 €	165000 €	170000 €	170000 €	Hakee tiedot 'Auton arvojen syöttö'-välilehdeltä
Arvonalenemisprosentti (vetoauto)	25 %	25 %	25 %	25 %	25 %	25 %	Arvioitu arvonalentuminen vuosittain
Arvonalenemisprosentti (vaunu ja säiliöt)	25 %	25 %	25 %	25 %	25 %	25 %	Arvioitu arvonalentuminen vuosittain
Vetoauton pitoaika	5 vuotta	5 vuotta	5 vuotta	5 vuotta	5 vuotta	5 vuotta	Hakee tiedot 'Auton arvojen syöttö'-välilehdeltä
Säiliöiden ja perävaunun pitoaika	15 vuotta	15 vuotta	15 vuotta	15 vuotta	15 vuotta	15 vuotta	Hakee tiedot 'Auton arvojen syöttö'-välilehdeltä
Vetoauton jäännösarvo	22 544 €	22 544 €	27 290 €	27 290 €	33 223 €	33 223 €	Jäännösarvo poistojen (lainan lyhennyksen) jälkeen pitoajan lopussa
Säiliöiden ja perävaunun jäännösarvo	2 071 €	2 071 €	2 205 €	2 606 €	2 272 €	2 272 €	Jäännösarvo poistojen (lainan lyhennyksen) jälkeen pitoajan lopussa
Lainan korko	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	Lainan korko tai pääomalle arvioitu tuotto, jos maksetaan omalla pääomalla
Laina-aika (vetoauto)	5 vuotta	5 vuotta	5 vuotta	5 vuotta	5 vuotta	5 vuotta	Laina-aika = Auton pitoaika
Laina-aika (perävaunu ja säiliöt)	15 vuotta	15 vuotta	15 vuotta	15 vuotta	15 vuotta	15 vuotta	Laina-aika = Perävaunun ja säiliöiden pitoaika
Lainan kustannukset (vetoauto)	20 288 €	20 288 €	24 559 €	24 559 €	29 898 €	29 898 €	Vetoauton lainan korkokustannukset yhteensä
Lainan kustannukset (perävaunu ja säiliöt)	42 820 €	42 820 €	45 583 €	53 870 €	46 964 €	46 964 €	Perävaunun ja säiliöiden korkokustannukset yhteensä
Lainojen kustannusten keskiarvo / vuosi	6 912 €	6 912 €	7 951 €	8 503 €	9 110 €	9 110 €	Koko yhdistelmän keskimääräinen korkokustannus / vuosi
Keskimääräinen poisto / vuosi	24 686 €	24 686 €	28 395 €	30 368 €	32 537 €	32 537 €	Koko yhdistelmän keskimääräinen poiston arvo / vuosi
Lainan kustannukset / ajettu kilometri	0,0346 €/km	0,0346 €/km	0,0398 €/km	0,0425 €/km	0,0456 €/km	0,0456 €/km	Laskettu jakamalla keskimääräinen vuosikorko vuosittaisilla kilometreillä
Poiston arvo / ajettu kilometri	0,1234 €/km	0,1234 €/km	0,1420 €/km	0,1518 €/km	0,1627 €/km	0,1627 €/km	Laskettu jakamalla keskimääräinen vuosipoisto vuosittaisilla kilometreillä
Korjaus- ja huoltokustannukset / km	0,0513 €/km	0,0513 €/km	0,0595 €/km	0,0630 €/km	0,0688 €/km	0,0688 €/km	Korjaus- ja huoltokustannusten muodostuminen selviää alla olevasta taulukosta
Vakuutusmaksu / km	0,0425 €/km	0,0425 €/km	0,0425 €/km	0,0425 €/km	0,0425 €/km	0,0425 €/km	Vakuutusmaksu vuodessa jaettuna vuosittaisilla kilometreillä
Liikennöimismaksut ja muut kulut / km	0,0200 €/km	0,0200 €/km	0,0200 €/km	0,0200 €/km	0,0200 €/km	0,0200 €/km	Liikennöimismaksut ja muut kulut vuodessa jaettuna vuosittaisilla kilometreillä
Korvauksettoman ajon kulut / km	0,0058 €/km	0,0058 €/km	0,0059 €/km	0,0059 €/km	0,0058 €/km	0,0058 €/km	Korvauksettoman ajon kulut vuodessa jaettuna vuosittaisilla kilometreillä
Vetoauton käyttökilometrit	1000000 km	1000000 km	1000000 km	1000000 km	1000000 km	1000000 km	Lasketaan pitoajan ja vuosittaisten kilometrien summana
Perävaunun ja säiliöiden käyttökilometrit	3000000 km	3000000 km	3000000 km	3000000 km	3000000 km	3000000 km	Lasketaan pitoajan ja vuosittaisten kilometrien summana

KUVA 24. Kiinteät kustannukset-välilehden päänäky.

Kuvassa 25 näkyy vuositasolla, paljonko on ajoneuvoyhdistelmien jäännösarvo, poiston arvo ja koron määrä. Ohjelma laskee ne annettujen tietojen perusteella. Myös kuvan 25 taulukko on kiinteiden kulujen välilehdellä.

Perävaunu ja säiliöt: Laina-, korko-, poisto- ja jäännösarvolaskelma																								
Vuosi	Lainan määrä						Lyhennyksen / poiston määrä						Koron määrä						Jäännösarvo					
	64t	60 t ADR	64t	68 t ADR	76 t	68 t ADR	64t	60 t ADR	64t	68 t ADR	76 t	68 t ADR	64t	60 t ADR	64t	68 t ADR	76 t	68 t ADR	64t	60 t ADR	64t	68 t ADR	76 t	68 t ADR
1	155 000 €	155 000 €	155 000 €	155 000 €	170 000 €	170 000 €	38 750 €	38 750 €	41 250 €	48 750 €	42 500 €	42 500 €	10 850 €	10 850 €	11 550 €	13 650 €	11 900 €	11 900 €	116 250 €	116 250 €	123 750 €	146 250 €	127 500 €	127 500 €
2	116 250 €	116 250 €	123 750 €	146 250 €	127 500 €	127 500 €	29 003 €	29 003 €	30 938 €	36 563 €	31 875 €	31 875 €	8 138 €	8 138 €	8 663 €	10 238 €	8 925 €	8 925 €	87 188 €	87 188 €	92 813 €	109 688 €	95 625 €	95 625 €
3	87 188 €	87 188 €	92 813 €	109 688 €	95 625 €	95 625 €	21 797 €	21 797 €	23 203 €	27 422 €	23 906 €	23 906 €	6 103 €	6 103 €	6 497 €	7 678 €	6 604 €	6 604 €	65 391 €	65 391 €	69 609 €	82 268 €	71 719 €	71 719 €
4	65 391 €	65 391 €	69 609 €	82 268 €	71 719 €	71 719 €	16 348 €	16 348 €	17 402 €	20 566 €	17 930 €	17 930 €	4 577 €	4 577 €	4 873 €	5 759 €	5 020 €	5 020 €	49 043 €	49 043 €	52 207 €	61 699 €	53 789 €	53 789 €
5	49 043 €	49 043 €	52 207 €	61 699 €	53 789 €	53 789 €	12 261 €	12 261 €	13 052 €	15 426 €	13 447 €	13 447 €	3 433 €	3 433 €	3 654 €	4 315 €	3 765 €	3 765 €	36 782 €	36 782 €	39 155 €	46 234 €	40 342 €	40 342 €
6	36 782 €	36 782 €	39 155 €	46 234 €	40 342 €	40 342 €	9 196 €	9 196 €	9 786 €	11 569 €	10 085 €	10 085 €	2 575 €	2 575 €	2 741 €	3 239 €	2 824 €	2 824 €	27 587 €	27 587 €	29 846 €	34 706 €	30 256 €	30 256 €
7	27 587 €	27 587 €	29 846 €	34 706 €	30 256 €	30 256 €	6 897 €	6 897 €	7 342 €	8 676 €	7 564 €	7 564 €	1 931 €	1 931 €	2 056 €	2 429 €	2 118 €	2 118 €	20 690 €	20 690 €	22 025 €	26 029 €	22 692 €	22 692 €
8	20 690 €	20 690 €	22 025 €	26 029 €	22 692 €	22 692 €	5 173 €	5 173 €	5 506 €	6 507 €	5 673 €	5 673 €	1 448 €	1 448 €	1 542 €	1 822 €	1 588 €	1 588 €	15 518 €	15 518 €	16 519 €	19 522 €	17 019 €	17 019 €
9	15 518 €	15 518 €	16 519 €	19 522 €	17 019 €	17 019 €	3 879 €	3 879 €	4 120 €	4 883 €	4 255 €	4 255 €	1 086 €	1 086 €	1 156 €	1 367 €	1 191 €	1 191 €	11 638 €	11 638 €	12 399 €	14 642 €	12 764 €	12 764 €
10	11 638 €	11 638 €	12 399 €	14 642 €	12 764 €	12 764 €	2 910 €	2 910 €	3 077 €	3 660 €	3 191 €	3 191 €	813 €	813 €	867 €	1 029 €	894 €	894 €	8 729 €	8 729 €	9 292 €	10 981 €	9 573 €	9 573 €
11	8 729 €	8 729 €	9 292 €	10 981 €	9 573 €	9 573 €	2 182 €	2 182 €	2 323 €	2 745 €	2 393 €	2 393 €	611 €	611 €	650 €	769 €	670 €	670 €	6 546 €	6 546 €	6 969 €	8 236 €	7 180 €	7 180 €
12	6 546 €	6 546 €	6 969 €	8 236 €	7 180 €	7 180 €	1 637 €	1 637 €	1 742 €	2 059 €	1 795 €	1 795 €	458 €	458 €	488 €	577 €	503 €	503 €	4 910 €	4 910 €	5 227 €	6 177 €	5 385 €	5 385 €
13	4 910 €	4 910 €	5 227 €	6 177 €	5 385 €	5 385 €	1 227 €	1 227 €	1 307 €	1 544 €	1 346 €	1 346 €	344 €	344 €	360 €	432 €	377 €	377 €	3 682 €	3 682 €	3 920 €	4 633 €	4 019 €	4 019 €
14	3 682 €	3 682 €	3 920 €	4 633 €	4 019 €	4 019 €	921 €	921 €	971 €	1 156 €	1 010 €	1 010 €	254 €	254 €	268 €	324 €	283 €	283 €	2 762 €	2 762 €	2 940 €	3 474 €	3 029 €	3 029 €
15	2 762 €	2 762 €	2 940 €	3 474 €	3 029 €	3 029 €	690 €	690 €	735 €	869 €	757 €	757 €	193 €	193 €	206 €	243 €	212 €	212 €	2 071 €	2 071 €	2 205 €	2 606 €	2 272 €	2 272 €
16	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
17	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
18	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
19	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
20	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €

Vetoauto: Laina-, korko-, poisto- ja jäännösarvolaskelma																								
Vuosi	Lainan määrä						Lyhennyksen / poiston määrä						Koron määrä						Jäännösarvo					
	64t	60 t ADR	64t	68 t ADR	76 t	68 t ADR	64t	60 t ADR	64t	68 t ADR	76 t	68 t ADR	64t	60 t ADR	64t	68 t ADR	76 t	68 t ADR	64t	60 t ADR	64t	68 t ADR	76 t	68 t ADR
1	95 000 €	95 000 €	115 000 €	115 000 €	140 000 €	140 000 €	23 750 €	23 750 €	28 750 €	28 750 €	35 000 €	35 000 €	4 650 €	4 650 €	8 050 €	8 050 €	9 800 €	9 800 €	71 250 €	71 250 €	86 250 €	86 250 €	105 000 €	105 000 €
2	71 250 €	71 250 €	86 250 €	86 250 €	105 000 €	105 000 €	17 813 €	17 813 €	21 563 €	21 563 €	26 250 €	26 250 €	4 988 €	4 988 €	6 038 €	6 038 €	7 350 €	7 350 €	53 438 €	53 438 €	64 688 €	64 688 €	78 750 €	78 750 €
3	53 438 €	53 438 €	64 688 €	64 688 €	78 750 €	78 750 €	13 359 €	13 359 €	16 172 €	16 172 €	19 688 €	19 688 €	3 741 €	3 741 €	4 528 €	4 528 €	5 513 €	5 513 €	40 078 €	40 078 €	48 516 €	48 516 €	59 063 €	59 063 €
4	40 078 €	40 078 €	48 516 €	48 516 €	59 063 €	59 063 €	10 020 €	10 020 €	12 129 €	12 129 €	14 786 €	14 786 €	2 805 €	2 805 €	3 396 €	3 396 €	4 134 €	4 134 €	30 059 €	30 059 €	36 387 €	36 387 €	44 297 €	44 297 €
5	30 059 €	30 059 €	36 387 €	36 387 €	44 297 €	44 297 €	7 513 €	7 513 €	9 097 €	9 097 €	11 074 €	11 074 €	2 194 €	2 194 €	2 604 €	2 604 €	3 101 €	3 101 €	22 544 €	22 544 €	27 290 €	27 290 €	33 223 €	33 223 €
6	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
7	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
8	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
9	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
10	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €

KUVA 25. Poiston, jäännösarvon ja korkojen vuosittaiset määrät.

Muita kiinteitä kustannuksia ovat korjaus- ja huoltokustannukset, vakuutusmaksut, liikennöintimaksut ja muut kulut sekä korvaukset ajon määrä. Niiden määrät syötetään laskentataulukkoon kuvan 26 mukaisesti.

Annetuista vuosittaisista arvoista lasketaan kuvan 24 kiinteiden kustannusten päänäykymään arvot muutettuina euroksi / ajettu kilometri. Nämä saadaan jakamalla vuosittaiset kustannukset vuosittaisilla kilometreillä.

Korjaus- ja huoltokustannusten muodostuminen (laskukaavat ja arvot)									
Korjaus- ja huoltokustannusvetoautokko Pakettiauto ja kevyt kuorma-auto: 20...40 % Keskiraskas- ja raskas kuorma-auto: 25...45 % Perävaunuyhdistelmä: 30...50 % Säiliöt: 20...50 % Viitteet otettu alin kirjallisuudesta			Korjaus- ja huoltokustannusprosentti Korjaus- ja huoltokustannus-% (vetoauto): 35 % Korjaus- ja huoltokustannus-% (säiliöt ja perävaunu): 35 % Oman arvioon voi vaihtaa viiteään kehitteään				Korjaus- ja huoltokustannusten muodostuminen / km Korjaus- ja huoltokustannusprosentti x hankintahinta Käyttöikä kilometreinä x 100 % Korjaus- ja huoltokustannukset kilometriä kohden lasketaan ohjeisella kaavalla. Kaavaa käytetty yllä olevassa taulukossa.		
Muut kustannukset									
Vakuutusmaksut / vuosi Auton malli: 64t, 60 t ADR, 64t, 68 t ADR, 76 t, 68 t ADR Hinta vuodessa: 8 500 €			Liikennöintimaksut ja muut kulut / vuosi Auton malli: 64t, 60 t ADR, 64t, 68 t ADR, 76 t, 68 t ADR Hinta vuodessa: 4 000 €				Korvausten ajo / vuosi Auton malli: 64t, 60 t ADR, 64t, 68 t ADR, 76 t, 68 t ADR Kilometrit vuodessa: 1 000		
Liikennevakuutus, autovakuutus, perävaunu- ja säiliövakuusmaksut, kuljetusmaksut, vakuutusmaksut yms. Bonuksia ei huomioida. Kilometrikohtainen kustannus lasketaan jakamalla vuosittaisilla kilometreillä.			Käyttövoimavero, katsastusmaksut, rekisteröintimaksut, liikenne- ja etkoiluvot yms. Myös muut merkittävät kulut. Kilometrikohtainen kustannus lasketaan jakamalla vuosittaisilla kilometreillä.				Esm. katsastuksiin ja pesuun ajot. Kilometrikohtainen lisäksi korvauslaskentamasta ajosta lasketaan yhteenvetotaulukoon tyhjänsä kulutuksen, määritellyn dieselin hinnan ja korvauslaskentomien kilometrien tulona jätettä vuosittaisilla kilometreillä.		

KUVA 26. Korjaus- ja huoltokustannusten, vakuutusmaksujen sekä vuosittaisen korvaukset ajon määrittely.

Esimerkkireitillä korjaus- ja huoltokustannukseksi on määritelty 35 %, vuosittaiset vakuutusmaksut ovat 8 500 euroa / vuosi, liikennöimismaksut ja muut kulut ovat 4 000 euroa / vuosi ja korvauksettoman ajon määrä 3 000 kilometriä / vuosi. Korvauksettoman ajon hinnaksi muodostuu kunkin yhdistelmän kulutus ilman kuormaa auton tietojen syöttö-välilehden perusteella. On huomioitavaa, että esimerkiksi vakuutusmaksut sekä käyttövoimavero voivat yhdistelmän koon kasvaessa nousta. Emme kuitenkaan ole tässä tehtävässä ottaneet niiden muutosta huomioon niiden hankalan selvittämisen vuoksi. Niillä ei myös ole suurta merkitystä kokonaiskustannuksiin.

5.2.6 Reittitietojen syöttö

Reittitietojen syöttö on ohjelman tärkein välilehti. Sillä tapahtuu auton valinta, reitin määrittely, kuormien määrittely sekä luokallisen/luokattoman kuljetuksen valinta sekä mahdollisten pesujen määrittely. Tämän välilehden taustalla tapahtuu myös suurin osa ohjelman laskuista ja muista toiminnoista. Kuvassa 27 näkyy reittitietojen syöttö – välilehden päänäkymä. Se käydään kuitenkin läpi tarkemmin vaihe vaiheelta samalla esitellen muutaman taustalla tapahtuvien makron toimintaa.

MÄÄRITTELE REITTI

Valitse auto reitille

Määritä reitti

Pienopalkka ja perustapa

Pesun hinta

Yhteenveto

REITIN YHTEENVETO

Reitti	Matka	Kuorma	Kesto
Kouvola, Raipainen - Tampere, Takatie	224,6 km	45,0 t	3,4 h
Tampere, Takatie - Perkkoonkatu 9, Tampere	29,5 km	0,0 t	0,4 h
Perkkoonkatu 9, Tampere - Rauma, Satama	148,7 km	0,0 t	2,2 h
Rauma, Satama - Porvoo, Sköldvik	289,5 km	41,0 t	4,1 h
Porvoo, Sköldvik - Kouvola	103,1 km	0,0 t	1,5 h
	- km	0,0 t	0,0 h
Yhteensä	795,4 km	86,0 t	13,9 h

Kuorma päällis (%) 64,6 %

KÄNNÄTTÄVÄISYYS VERTAILU (€/KM)

Yhdistelmä	0,0035 €/km	0,0012 €/km	0,0016 €/km
7-akselinen yhdistelmä (64/60 t)	0,0035 €/km		
8-akselinen yhdistelmä (64/68 t)		0,0012 €/km	
9-akselinen yhdistelmä (76/68 t)			0,0016 €/km

Ajoneuvojen vertailu reitillä (€/km)

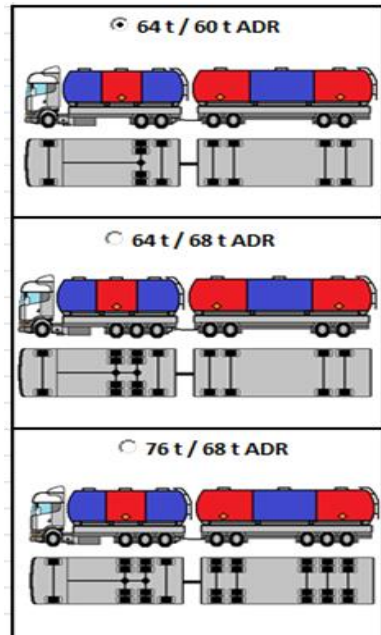
€/ kilometri

Yhdistelmä kokonaismassat (kuorman / luokallinen)

KUVA 27. Reittitietojen syöttö-välilehden päänäkymä.

Kuvassa 28 nähdään autonvalintaikkuna. Valinta toteutetaan valintaruutuohjausobjektina, jonka saa valittua Excelin kehitysohjelmaa käyttäen. Vaikka valinta näyttää päällepäin yksinkertaiselta, tapahtuu VBA-ympäristössä

(eli ohjelmointiympäristössä) paljon taustalla. Auton valinta vaikuttaa kaikkiin ohjelmassa laskettaviin arvoihin ja pelkästään yhden auton valintanäppäimen alla on taustalla noin 80 riviä kirjoitettua koodia. Auton valintaruudusta valitaan reitille haluttava ajoneuvo.



KUVA 28. Ajoneuvon valinta.

Kuvassa 29 on reitin määrittelyikkuna. Vihreisiin kenttiin syötetään reitin osoitteet. Taustalla oleva VBA-ohjelma hakee välimatkat automaattisesti Googlen karttapalvelun avulla. Kahden määränpään välisiin tietoihin syötetään, onko kyseessä kuormallinen vai kuormaton ajo, onko kuljetettava materiaali luokallista / luokatonta vai onko seuraava määränpää pesu. Samoin määritellään lastaus- ja purkuaika sekä rahtihinta. Jos nämä jätetään määrittelemättä, hakee ohjelma tiedot aiemmin esitellyiltä välilehdiltä ja ne näkyvät harmaana. Jos painetaan ”määritä” tai ”määritä rahtihinta itse” – painikkeita, kentät muuttuvat vihreiksi ja kenttään voi syöttää haluamansa arvon. Ohjelma ottaa annetun hinnan ja laskee kokonaishinnat niiden perusteella reaaliajassa.

Kouvola, Kaipainen				
Lastausaika (min)	96	<input checked="" type="checkbox"/> Kuorma päällä	Määritä rahtihinta itse	
Määritä ajat itse	Määritä	<input type="checkbox"/> Luokallinen	Rahtihinta (€/t)	17,5
Purkuaika (min)	96	<input type="checkbox"/> Pesu	Kuorman arvo (€)	787,5
Tampere, Takotie				
Lastausaika (min)		<input type="checkbox"/> Kuorma päällä	Määritä rahtihinta itse	
Määritä ajat itse	Määritä	<input type="checkbox"/> Luokallinen	Rahtihinta (€/t)	
Purkuaika (min)		<input checked="" type="checkbox"/> Pesu	Kuorman arvo (€)	
Perkkoonkatu 9, Tampere				
Lastausaika (min)		<input type="checkbox"/> Kuorma päällä	Määritä rahtihinta itse	
Määritä ajat itse	Määritä	<input type="checkbox"/> Luokallinen	Rahtihinta (€/t)	
Purkuaika (min)		<input type="checkbox"/> Pesu	Kuorman arvo (€)	
Rauma, Satama				
Lastausaika (min)	88	<input checked="" type="checkbox"/> Kuorma päällä	Määritä rahtihinta itse	
Määritä ajat itse	Määritä	<input checked="" type="checkbox"/> Luokallinen	Rahtihinta (€/t)	20,8
Purkuaika (min)	88	<input type="checkbox"/> Pesu	Kuorman arvo (€)	852,8
Porvoo, Sköldvik				
Lastausaika (min)		<input type="checkbox"/> Kuorma päällä	Määritä rahtihinta itse	
Määritä ajat itse	Määritä	<input type="checkbox"/> Luokallinen	Rahtihinta (€/t)	
Purkuaika (min)		<input type="checkbox"/> Pesu	Kuorman arvo (€)	
Kouvola				
Lastausaika (min)		<input type="checkbox"/> Kuorma päällä	Määritä rahtihinta itse	
Määritä ajat itse	Määritä	<input type="checkbox"/> Luokallinen	Rahtihinta (€/t)	
Purkuaika (min)			Kuorman arvo (€)	

<input type="radio"/> Vesipesu	Pesun hinta: Ei pesua
<input type="radio"/> Liuotinpesu	
<input type="radio"/> Raskas liuotinpesu	
<input checked="" type="radio"/> Vesipesu	Pesun hinta: €
<input type="radio"/> Liuotinpesu	
<input type="radio"/> Raskas liuotinpesu	
<input type="radio"/> Vesipesu	Pesun hinta: Ei pesua
<input type="radio"/> Liuotinpesu	
<input type="radio"/> Raskas liuotinpesu	
<input type="radio"/> Vesipesu	Pesun hinta: Ei pesua
<input type="radio"/> Liuotinpesu	
<input type="radio"/> Raskas liuotinpesu	

KUVA 29. Reitin määrittelyikkuna.

Nyt esitellään hieman VBA-ohjelmointipuolen toimintaa. Kuvassa 30 oleva koodi määrittelee pelkästään kuvassa 29 ympyröidyn painikkeen toimintaa.

```

Private Sub kpi_Click()
    If Me.kp1.Value = False Then
        Me.TextBox1.Value = Format(Range("ae19"), "#0")
        Me.TextBox1.Enabled = False
        Me.TextBox1.BackColor = vbWhite
        Me.TextBox2.Value = Format(Range("ae20"), "#0")
        Me.TextBox2.BackColor = vbWhite
        Me.TextBox2.Enabled = False
    Else
        Me.TextBox1.Enabled = True
        Me.TextBox1.Value = 0
        Me.TextBox1.BackColor = 5296274
        Me.TextBox2.Enabled = True
        Me.TextBox2.BackColor = 5296274
        Me.TextBox2.Value = 0
    End If
End Sub

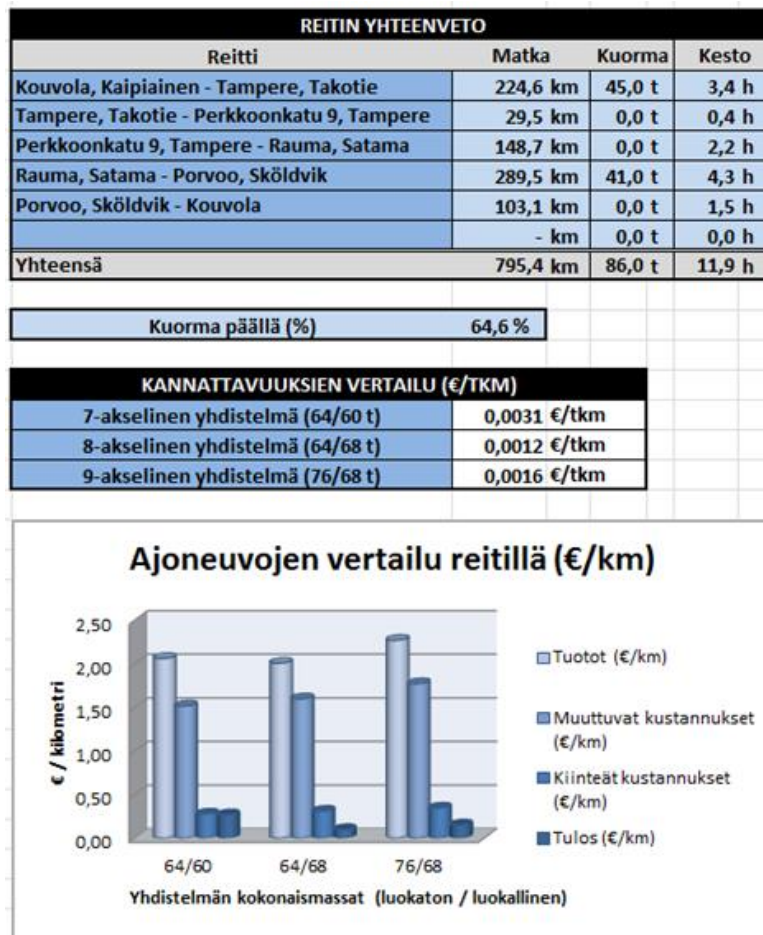
'Määrittelee, että painiketta painaessa tämä toiminto käynnistyy
'Jos painike on yläasennossa, tekee seuraavaa
'Tuo yllä olevaan tekstikenttään solun ae19 arvon ilman desimaaleja
'Estää kirjoittamisen yllä olevaan tekstikenttään
'Vaihtaa ylläolevan tekstikentän värin valkoiseksi
'Tuo alla olevaan tekstikenttään arvon solusta ae20 ilman desimaaleja
'Vaihtaa allaolevan tekstikentän taustan valkoiseksi
'Estää kirjoittamisen alla olevaan tekstikenttään
'Jos painike painettuna, tekee allaolevat toiminnot
'Poistaa kirjoitukseeneston ylläolevasta tekstikentästä
'Muuttaa ylläolevan tekstikentän arvon nollassi
'Vaihtaa ylläolevan tekstikentän taustaväriksi vihreän, väri kerrotaan värin koodilla
'Poistaa kirjoitukseeneston allaolevasta tekstikentästä
'Vaihtaa allaolevan tekstikentän taustaväriksi vihreän
'Muuttaa allaolevan tekstikentän arvon nollassi
'Päättää jos-komentoketjun
'Pysäyttää ylimmällä rivillä määritellyn toiminnon

```

KUVA 30. Esimerkki yhden painikkeen VBA-koodista.

Kuten kuvan 30 esimerkistä näkee, jokaisen makron toiminta on määriteltävä erittäin tarkasti. Pienikin virhe koodissa aiheuttaa toimintahäiriön ja voi estää koko ohjelman toimimisen. Ohjelman jokainen painike on ohjelmoitu kuvan 30 tyyllillä ja kaikessa koodissa on otettava huomioon koko ohjelman toimivuus. Emme kuitenkaan pureudu itse ohjelmointiin tässä kirjallisessa raportissa tämän tarkemmin.

Reitin määrittelykentän (kuva 29) oikealla puolella on pesupaikkojen määrittely. Jos pesu valitaan, hakee ohjelma automaattisesti osoite- ja hintatiedot aiemmin esitellyltä pesutaulukko-välilehdeltä (katso luku 5.2.3).



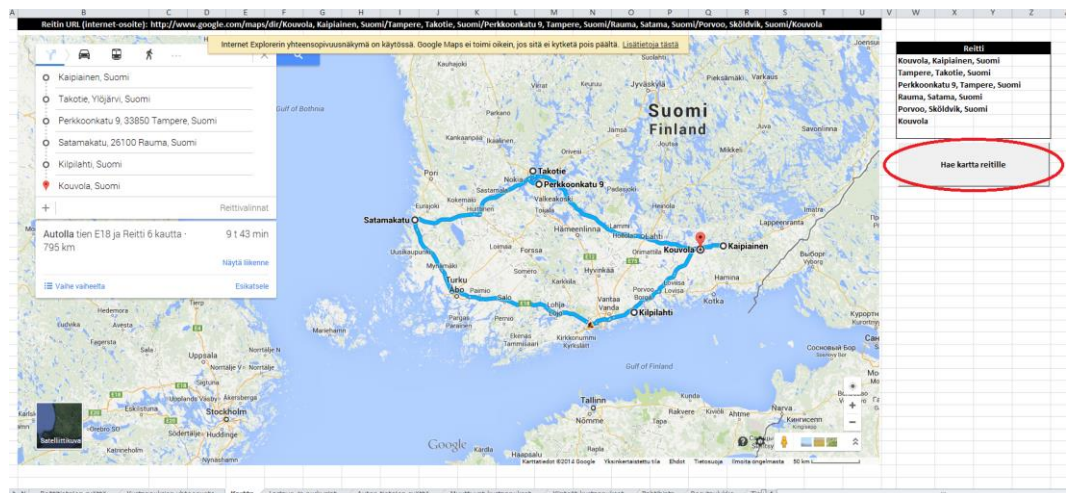
KUVA 31. Reitien yhteenveto.

Lopuksi reitien tietojen syöttö-välilehden oikeaan reunaan tulee yhteenveto reitiltä (kuva 31). Siihen on koottuna kohteiden välimatkat ja kokonaismatka, kuormien suuruudet ja koko reitin kesto ajoneuvo kohtaisten arvojen mukaan. Ohjelma laskee myös kuorma-ajoprosentin, joka kertoo, kuinka suuri osa matkasta on ajettu kuorma päällä. Laskentaohjelman etusivulla on myös kannattavuusvertailu eri yhdistelmien kesken. Yksikkönä kannattavuuksien vertailussa käytetään euroa / tonnikilometri, joka kertoo yhdistelmän tuoton euroina yhtä kuljetettua tonnia kohden kilometrin matkalta. Kannattavuuksien alle piirretty kuvaaja, jossa eri ajoneuvoyhdistelmiä verrataan. Suurin osa laskennasta tapahtuu piilotetuissa taulukoissa tai VBA-ohjelmointiympäristön puolella. Esimerkiksi matkan keston arvio tulee auton tietojen syöttö-välilehdellä määritettyjen keskinopeuksien mukaan ja pumppausajat lastaus- ja purkuajat välilehdellä määritellyn pumppausnopeuden perusteella. Arvio kuljettajan palkkakustannuksista tulee koko reitin keston perusteella. Polttoainekustannukset lasketaan myös aiemmin

syötettyjen kulutuslukemien perusteella erotellen luonnollisesti kuormallisen ja kuormattoman ajon. Laskentaohjelma pyrkii siis ottamaan huomioon kaikki taulukossa tapahtuvat muutokset ja laskee arvot niiden perusteella. Arvojen muokattavuudella pyritään mahdollisimman totuudenmukaisen kustannusarvion laskemiseen.

5.2.7 Kartta

Taulukon kartta-välilehdellä saadaan piirrettyä määritellyn reitin kartta. Kartan piirtäminen onnistuu siten, että luodaan laskentataulukkoon kehitysokalujen kautta Web Browser-objekti, eli selainobjekti. Selain yhdistää reitin tiedot selaimen osoitteeseen (URL:iin) ja välilehdelle luodulla painikkeella (ympyröity punaisella kuvassa 32) haetaan kartta tarkasteltavalle reitille.



KUVA 32. Kartta reitistä.

Kuvassa 32 on kuva kartta-välilehdestä. Ruudussa näkyvä keltapohjainen virheilmoitus tulee joka haulla ja viittaa Excelin selaintyökalun huonoon yhteensopivuuteen Googlen karttapalvelun kanssa. Kartta kuitenkin piirtyy oikein.

5.2.8 Kustannuksien yhteenveto

Viimeisenä esitellään koko laskennan yhteenveto, eli kustannuksien yhteenveto-välilehti. Siinä on eriteltyä tuotot, muuttuvat kulut sekä kiinteät kulut ajoneuvoittain. Arvot ovat muodossa euroa / ajettu kilometri.

KUSTANNUSRAKENNE KILOMETRIÄ KOHDEN MÄÄRITETYLLÄ REITILLÄ						
Ajoneuvo Lasti	64/60		64/68		76/68	
	luokaton	luokallinen	luokaton	luokallinen	luokaton	luokallinen
TUOTOT		2,06 €/km		2,01 €/km		2,27 €/km
MUUTTUVAT KULUT						
polttoainekustannukset	0,529 €/km	0,529 €/km	0,587 €/km	0,587 €/km	0,684 €/km	0,684 €/km
kuljettajan palkkakustannukset	0,712 €/km	0,712 €/km	0,718 €/km	0,718 €/km	0,766 €/km	0,766 €/km
voitelukustannukset	0,032 €/km	0,032 €/km	0,035 €/km	0,035 €/km	0,041 €/km	0,041 €/km
pesukustannukset	0,189 €/km	0,189 €/km	0,189 €/km	0,189 €/km	0,189 €/km	0,189 €/km
rengaskustannukset	0,055 €/km	1,516 €/km	0,070 €/km	1,598 €/km	0,093 €/km	1,772 €/km
KATETUOTTO	0,546 €/km	0,546 €/km	0,408 €/km	0,408 €/km	0,498 €/km	0,498 €/km
KATETUOTTOPROSENTTI	26,47 %	26,47 %	20,35 %	20,35 %	21,94 %	21,94 %
KIINTEÄT KULUT						
arvon alentuminen (poisto)	0,123 €/km	0,123 €/km	0,142 €/km	0,152 €/km	0,163 €/km	0,163 €/km
korkokustannukset	0,035 €/km	0,035 €/km	0,040 €/km	0,043 €/km	0,046 €/km	0,046 €/km
vakuutukset	0,043 €/km	0,043 €/km	0,043 €/km	0,043 €/km	0,043 €/km	0,043 €/km
liikennöimismaksut	0,020 €/km	0,020 €/km	0,020 €/km	0,020 €/km	0,020 €/km	0,020 €/km
korjaus- ja huoltokustannukset	0,051 €/km	0,051 €/km	0,060 €/km	0,063 €/km	0,069 €/km	0,069 €/km
korvaukseton ajo	0,006 €/km	0,006 €/km	0,006 €/km	0,006 €/km	0,007 €/km	0,007 €/km
VOITTO	0,268 €/km	0,268 €/km	0,099 €/km	0,083 €/km	0,152 €/km	0,152 €/km
VOITTOPROSENTTI	13,01 %	13,01 %	4,92 %	4,11 %	6,68 %	6,68 %

KUVA 33. Kustannukset, kannattavuudet ja tulo rakenne kilometriä kohden määritetyllä reitillä.

Kuvan 33 taulukon perusteella voidaan päätellä eroja eri yhdistelmien välillä. Taulukosta voidaan esimerkiksi päätellä, kuinka kuljettajan palkkakustannukset sekä polttoainekustannukset ovat selvästi suurimmat menoerät määritetyllä reitillä. On myös huomattavaa, että rengaskustannukset melkein kaksinkertaistuvat 64/60 tonnin ja 76/68 tonnin välillä. Toisaalta myös renkaiden määrä lähestulkoon kaksinkertaistuu. Arvon alentuminen on suurin menoerä kiinteissä kustannuksissa ja sekin kasvaa huomattavasti suuremman kokonaispainon yhdistelmillä. Varsinaisesti tietoja alamme analysoimaan vasta itse casessa luvussa 6.

Myös valitsemamme kannattavuuden tunnusluvut ovat esillä kuvan 33 taulukossa. On kuitenkin otettava huomioon, että tässä luvussa esitelty demoreitti ei perustu todellisuuteen ja esimerkiksi kuvan 33 yhteenvedosta ei vielä pystytä tekemään mitään johtopäätöksiä eri yhdistelmien kannattavuuksien suhteen.

6 CASE: HAANPAA OY

6.1 Haanpaa Oy

Haanpaa Oy on Haanpaa Groupin itäinen liiketoimintayksikkö. Haanpaa Group on johtava nestemäisiin, vaarallisiin ja vaarattomiin kemikaalikuljetuksiin erikoistunut yritys Pohjois-Euroopassa. Moni- ja yksiosastoisten säiliöyhdistelmien sekä intermodaalikuljetusten ansioista Haanpaa pystyy tarjoamaan yhteistyökumppaneilleen kustannustehokkaita logistiikkapalveluja, jotka voidaan räätälöidä asiakkaan tarpeiden mukaan. Päätoimialueita ovat Pohjoismaat ja Baltian maat, mutta myös Manner-Eurooppa ja Venäjä ovat yrityksen toiminta-alueita. Tärkeimmät Haanpaan asiakkaat ovat kemianteollisuuden yrityksiä, jotka sijaitsevat Pohjois-Euroopassa sekä Venäjällä. Haanpaalla on käytössä modernia viestintäteknologia, jolla taataan korkeatasoinen laadunvalvonta kuljetusten turvallisuudessa sekä lakien noudattamisessa. Haanpaa Groupin toiminta-ajatuksena on tarjota kokonaisvaltaista logistiikkapalvelua, johon sisältyy kuljetukset, varastointi, tekninen asiantuntemus sekä asiakkaiden konsultointi (Haanpaa Group 2014).

6.2 Tutkimuksen toteuttaminen

Tutkimuksemme on pääasiassa laadullista tutkimusta. Käsittelemästämme massa- ja mittamuutoksesta on olemassa hyvin rajoitettu määrä informaatiota. Kävimme läpi todella paljon lehtiartikkeleita ja yritimme etsiä kirjallisuutta tai tutkimuksia asian tiimoilta, mutta valtaosa löytämistämme tuloksista perustuvat puhtaasti arvailuihin sekä liian suppeisiin otoksiin ajoneuvojen käytöstä. Tästä johtuen aloitimme tutkimuksemme perehtymällä tarkasti lainsäädännön muutokseen. Tämän jälkeen aloimme rakentaa yhdessä keskustelemalla pohjaa tutkimuksellemme. Kävimme aktiivista vuoropuhelua Case-yrityksemme Haanpaa Oy:n kanssa. Sieltä saimme haastatteluilla ja keskusteluilla ajantasaista tietoa uusien säiliöyhdistelmien kulutuksista ja muuta tutkimuksemme kannalta hyödyllistä tietoa. Olimme myös Haanpaan tiloissa Haminassa seuraamassa kuljetussuunnittelijan työtehtäviä ja samalla kävimme läpi keskeisiä ongelma-kohtia säiliökuljetuksissa. Keskusteluja käytiin muun muassa Ari Kurvin,

Erik Kuulan, Matti Puhakan sekä Ville Lehtisen kanssa. Teimme aktiivisesti muistiinpanoja saamistamme tiedoista sekä yhdistimme uutta saatua tietoa aiempaan tietämykseen alasta. Näiden pohjalta aloimme kehittää aiemmin esiteltyä Excel-pohjaista laskentaohjelmaa uusien yhdistelmien kannattavuuksien selvittämiseksi. Excelin ja varsinkin VBA-ympäristön opiskelu oli erittäin aikaa vievä projekti, koska aiempi ohjelmointikokemuksemme oli hyvin pientä. Ohjelmointikielen lisäksi perehdyimme kustannuslaskennan perusteisiin kuljetusyrittäjän näkökulmasta ja meidän täytyi tehdä kompromisseja ja rajoituksia Excelillä laskettavien arvojen suhteen. Kaiken kaikkiaan koko tutkimukseen käytettyä aikaa on erittäin hankala lähteä arvioimaan.

TAULUKKO 8. Tutkimuksen aikataulu.

Kuukausi / vuosi	Tutkimuksen vaiheet
Marraskuu 2013	<ul style="list-style-type: none"> • Massa- ja mittamuutokseen tutustuminen • Kontakti Haanpaa Oy:seen toisen kurssin kautta • Alustava päätös tutkimuksen suoritustavoista
Joulukuu 2013	<ul style="list-style-type: none"> • Excelin esiasteen kehittäminen • Kustannusrakenteen selvittelyä • Tiedon hankkimista säiliökuljetuksista • Vierailuja, keskusteluja ja haastatteluja Haanpaa Oy:ssä • Sopimus opinnäytetyön suorittamisesta Haanpaa Oy:lle
Tammikuu 2014	<ul style="list-style-type: none"> • VBA-ohjelmoinnin opettelu • Kustannusrakenteen hahmottelua • Opinnäytetyön pohjan kasaamista
Helmikuu 2014	<ul style="list-style-type: none"> • Lopullisen kustannuslaskentaohjelman tekoa • Opinnäytetyön rakenteesta sopiminen • Teorian tutkimista ja kirjoittamista • Aktiivista tiedonhakuja massa- ja mittamuutoksiin liittyen (artikkelit, julkaisut) • Aktiivinen vuoropuhelu Haanpaa Oy:n kanssa
Maaliskuu 2014	<ul style="list-style-type: none"> • Excelin esittely Haanpaa Oy:ssä • Kannattavuuksien tutkimista laskentaohjelmaa apuna käyttäen • Excelin virheiden havainnointia ja korjausta • Teorian hankkimista ja kirjoittamista
Huhtikuu 2014	<ul style="list-style-type: none"> • Opinnäytetyön ensimmäisen version valmistuminen • Kannattavuuslaskelmien rakenteen selvittely ja niiden toteuttaminen • Kieliasun tarkastus
Toukokuu 2014	<ul style="list-style-type: none"> • Opinnäytetyön viimeistellyn version esittely Haanpaa Oy:lle • Lopullisen kieliasun tarkastus ja työn viimeistely

Taulukko 8 kertoo tutkimuksen etenemisestä. Alun perin tutkimuksemme lähti liikkeelle toisen kurssin seurauksena. Teimme toista tutkimusta nykyisten

siltarajoitusten vaikutuksesta uusien kokonaispainoltaan suurempien ajoneuvoyhdistelmien käyttöön. Teimme listan painorajoitetuista silloista Excel-pohjalle ja tästä lähtikin idea Excelin kehittämiseksi vertaamaan uusien yhdistelmien kannattavuutta.

6.3 Uuteen kalustoon investoiminen

Alunperäisten kannattavuuslaskelmien perusteella uuteen kalustoon investoiminen ei ole pelkästään hyödyllistä vaan pakollista kilpailuedun säilyttämiseksi. Kilpailu säiliökuljetusmarkkinoilla on kovaa ja yritysten on kyettävä reagoimaan muutoksiin nopealla aikataululla. Varsinkin suuremmilla yrityksillä on tältä osin etu puolellaan, koska puhuttaessa uusiin ajoneuvoihin investoinneista puhutaan suurista summista. Pienillä kuljetusyrittäjillä, joilla on vain muutama tai pelkästään yksi ajoneuvo, uuteen ajoneuvoyhdistelmään vaihtaminen voi olla investoinnin suuruuden takia mahdoton tehtävä. Varsinkin siinä tapauksessa, jos yrittäjä on lähiaikoina joutunut uusimaan kalustoaan vanhojen kokonaispainojen mukaan. Kuten luvussa 3.1 on mainittu, vanhan 60 tonnisen ja 7-akselisen säiliöyhdistelmän modifioiminen vastaamaan uusia kokonaispainorajoja on erittäin vaikeaa, ellei jopa mahdotonta. Tämä sen takia, koska säiliöiden kokoa on erittäin hankala lähteä muuttamaan suuremmiksi, ja akselien lisääminen sekä vetoautoon että perävaunuun 76 tonnin kokonaispainon saavuttamiseksi on ajoneuvon rakenteen takia kannattamatonta. Vanhojen 4-akselisten ja yksikköpyöräisten perävaunujen käyttö uuden 4-akselisen vetoauton kanssa on mahdollista, mutta luokattomissa kuljetuksissa yhdistelmän kokonaispaino voisi olla vain 64 tonnia, joka vastaa siirtymäajan vanhaa muutoskatsastettua 3-akselisella vetoautolla varustettua 7-akselista yhdistelmää. Luokallisilla aineilla 8-akselisen kokonaispaino on kuitenkin 68 tonnia 7-akselisen 60 tonnin sijaan. Se kuitenkin edellyttäisi perävaunulta oikeaa rakennetta luokallisten aineiden kuljettamiseen.

Yrityksillä on käytössään hyvin vähän dataa uusia kokonaismassoja koskien. Esimerkiksi muissa Euroopan maissa kuorma-autoyhdistelmien painorajat olivat jo ennen 1.10.2013 tullutta lainsäädännön muutosta huomattavasti Suomea pienemmät, joten esimerkiksi kulutustietojen saaminen muualtakaan ei onnistu.

Laskelmia on jokaisessa yrityksessä varmasti tehty, muttei niissä ole voinut mitenkään ottaa huomioon kaikkiin kuluihin liittyviä muutoksia. Säiliökuljetukset sinällään myös eroavat kohtuullisen paljon kappaletavarakuljetuksesta.

Kappaletavarakuljetuksessa reiteillä ajetaan välillä vajailla kuormilla (esimerkiksi jakelukuljetukset) ja muun muassa yhdistelmän keskikulutus muuttuu tätä kautta.

Säiliökuljetuksissa, varsinkin kemikaalipuolella, ajetaan kuitenkin yleensä joko täyttä kuormaa tai tyhjällä autolla. Yhdessä säiliössä pystytään kuljettamaan luonnollisesti vain yhtä ainetta kerrallaan. Tästä syystä säiliöautoliikenteessä kuorma-ajoprosentilla on suuri merkitys kuljetuksien kannattavuuteen.

Ajoneuvoyhdistelmien kulutus luonnollisesti nousee niiden painojen noustessa, mutta suhde eri ajoneuvoyhdistelmien välillä on ollut vaikeasti arvioitavissa.

Säiliökuljetuspuolella esimerkiksi kulutustietojen saannin ongelmana on siis myös se, ettei kappaletavarakuljetuksien kulutustiedoista ole suoraan hyötyä polttoainekustannuksien arviointiin.

Haanpaalla itsellään on käytössä omia autoja ja osan kuljetuspalveluista hoitavat alihankkijat. Vanha kalusto sekä Haanpaalla että alihankkijoilla on pääosin 60 tonnin 7-akselisia säiliöyhdistelmiä. Loogisia investointikohteita ovat siis 68-tonninen ja 8-akselinen yhdistelmä sekä 9-akselinen 76-tonninen yhdistelmä. On myös merkitystä, onko kyseessä yhden suunnan yhdistelmä vai niin sanottu meno-paluu-yhdistelmä. Niiden erot on selvitetty kappaleessa 2.2 taulukossa 1. Meno-paluu-yhdistelmässä säiliöiden sisäinen rakenne lisää ajoneuvon omamassaa pienentäen kuljetettavan materiaalin osuutta kokonaispainosta. Emme kuitenkaan suorita vertailua meno-paluu-yhdistelmien suhteen siksi, että laskentaohjelmalla pystyy autojen painotietoja muuttelemalla laskemaan halutut yhdistelmät ja mepa-yhdistelmien tuominen tämän työn laskelmiin monimutkaistaisi ja vaikeuttaisi tulosten tulkintaa. Haanpaa Oy:llä on käytössään kopio laskentaohjelmastamme ja he voivat sen avulla vertailla yhdistelmien kannattavuutta omilla arvoillaan. Tästä syystä vertailemme vain niin sanottuja yhden suunnan autoja keskenään ja valitsemamme 3 autoa on esitelty luvun 5 alussa.

Selvitämme vielä hieman tarkemmin laskelmia. Oletusarvoisesti siis kuormakoon kasvaessa kokonaispainon muutoksen myötä kuljetuksen kannattavuus kasvaa merkittävästi. Kuitenkin säiliökuljetuksissa kuljetettavan materiaalmäärän kasvaessa myös pumppausajat, eli lastaus- ja purkuajat, kasvavat. Tämä lisää

reitin kestoja ajallisesti ja tätä kautta kuljettajan palkkakustannukset nousevat. Polttoaineenkulutus lisääntyy kuorman kasvaessa ja kokonaispainoltaan painavampien yhdistelmien lain määrittelemät tehovaatimukset kasvavat ja lisääntynyt tehon tarve lisää kulutusta entisestään. Polttoaineen kulutuksen lisääntyessä voitelukustannukset lisääntyvät myös. Suuri tekijä on myös rengaskustannukset. Vanha 7-akselisessa 60 tonnin yhdistelmässä renkaita on 16 kappaletta. 9-akselisessa renkaiden määrä on 32 kappaletta, eli renkaiden määrä käytännössä kaksinkertaistuu. Renkaiden lisääntyminen lisää vierintävastusta ja lisää osaltaan polttoaineenkulutusta. Myös ajoneuvon renkaaton hankintahinta suuremmassa yhdistelmässä on suurempi lisäen poisto- ja korkokustannuksia. Toisaalta uusilla yhdistelmillä ajontarve pienenee, koska yhdellä kuljetuksella voidaan kuljettaa enemmän tuotteita. Tämä taas vähentää vuosittaista ajoa suuremman kokonaispainon yhdistelmillä ja lisää ajoneuvojen käyttöaika. Lähtökohtaisesti tilanne ei kuitenkaan näytä kovin hyvältä 76 tonnin yhdistelmän puolesta.

6.4 Yhdistelmiin investoinnin kannattavuuksien vertailu

Tekemissämme investointivertailuissa on käytetty lähtökohtana ajoneuvoilla 1 000 000 kilometrin käyttöikä ja perävaunuilla sekä säiliöillä 3 000 000 kilometrin käyttöikä. Laskennassa on käytetty pohjana vuosittaista kuljetussopimusta asiakkaan kanssa, jonka tonniperusteisen kokonaismäärän toteuttamiseksi 7-akselilla 60 tonnisella yhdistelmällä tulee vuosittaiseksi ajomääräksi noin 200 000 km. Muille yhdistelmille toteutuvat kilometrit saadaan jakamalla sopimuksen vuosittainen kiinteä tonnimäärä ajoneuvon kantavuudella eli hyötykuormalla. Hyötykuormalla tai kantavuudella tarkoitetaan suurinta mahdollista tonnimäärää, mitä kullakin yhdistelmällä pystyy kerrallaan kuljettamaan. Säiliöajoneuvoyhdistelmän kokonaismassan kasvaessa myös yhdistelmän kantavuus kasvaa ja toteutuvien kilometrien perusteella saadaan vetoautolle, perävaunulle ja säiliöille määriteltyä käyttöiät vuosissa. Vetoauton sekä perävaunun ja säiliöiden käyttöiät eroavat toisistaan merkittävästi ja tästä syystä säiliöiden käyttöikä on määritelty 3 000 000 kilometriin.

Vertailemme laskuissamme kolmea erilaista säiliöyhdistelmää. Niistä on kuitenkin otettu huomioon 5 erilaista variaatiota. 7-akselisesta yhdistelmästä on laskelmiin otettu sekä muutokatsastettu että muutokatsastamaton yhdistelmä. 8-akselisesta yhdistelmästä laskuihin on otettu tällä hetkellä lainsäädännön ulkopuolinen yhdistelmä taulukon 9 mukaisesti.

TAULUKKO 9. Laskelmissa huomioidut säiliöajoneuvoyhdistelmät.

Yhdistelmän lyhenne	Akselien määrä	Luokaton kantavuus / kokonais-paino	Luokallinen kantavuus / kokonais-paino	Määritelmä
60/60	7-akselia	41/60	41/60	Muutokatsastamaton, vanhan lainsäädännön määrittelemä säiliöyhdistelmä. Otettu mukaan vertailuun, koska kaikkia ajoneuvoja ei saa muutokatsastettua ja siirtymäajan jälkeen kaikkien 7-akselisten ajoneuvojen kokonaispaino laskee takaisin 60 tonniin.
64/60	7-akselia	45/64	41/60	Muutokatsastettu säiliöyhdistelmä. Luokaton kantavuus nousee, mutta luokallinen pysyy samana.
64/68	8-akselia	42,5/64	46,5/68	Lainsäädännön mukainen 8-akselinen yhdistelmä yksikköpyöräkärjällä. Luokallinen kokonaispaino ja kantavuus suurempi mitä luokaton.
68/68	8-akselia	46,5/68	46,5/68	Lainsäädännön perusteella laiton yhdistelmä. Otettu kuitenkin mukaan vertailuun sen takia, että olisiko myös 8-akselisen yksikköpyörällisen yhdistelmän luokattoman kokonaispainon nostamisella merkitystä investoinnin kannattavuuteen.
76/68	9-akselia	51,5/76	43,5/68	Suurin lainsäädännön mukainen ajoneuvoyhdistelmä, perävaunu paripyörillä. Luokallinen kokonaispaino vain 68 tonnia.

Taulukon 9 säiliöajoneuvoyhdistelmien kannattavuuksia on laskelmissamme verrattu toisiinsa vuosittaisen katetuottoprosentin sekä voittoprosentin avulla. On otettava huomioon, että olemme laskelmissamme olettaneet yhden ajoneuvoyhdistelmän kilometrien laskevan vuositasolla siten, että vuosittainen kuljetettu hyötykuorma pysyy samana. Laskelmamme perustuvat yksittäisiin kuljetussopimuksiin asiakkaiden kanssa, jossa on määritelty vuosittainen

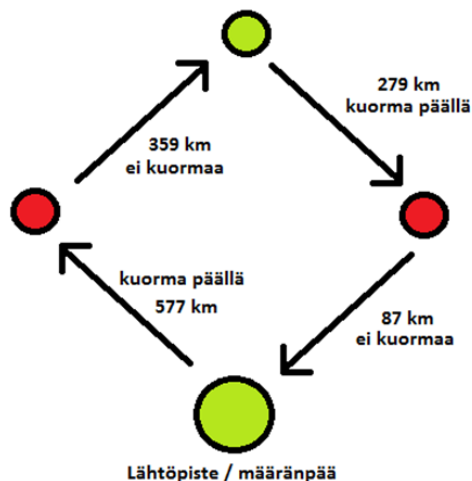
kuljetettava tonnimäärä. Näin on tehty sen takia, että jos esimerkiksi vain yhden ajoneuvoyhdistelmän omistava kuljetusyrittäjä vaihtaa autonsa uudempaan ja kantavuudeltaan suurempaan yhdistelmään, pitäisi sen saada uusia kuljetussopimuksia vuosittaisten kilometriensä kasvattamiseksi. Emme voi laskelmissa kuitenkaan olettaa näin tapahtuvan. Vähenevä ajon tarve luonnollisesti laskee jonkin verran kuljetuksiin käytettävää aikaa ja muuttuvia kustannuksia, mutta toisaalta esimerkiksi kiinteiden kulujen osuus ajettua kilometriä kohden voi nousta, koska osa niistä määräytyy vuosiperusteisesti.

Emme julkaise reittitietoja laskelmissamme, koska vertailut reitit perustuvat case-yrityksen oikeisiin reitteihin. Reittien kuvat kuitenkin näyttävät kriittisiä tietoja reitiltä, kuten kuormapäälläajon osuudet, etäisyydet sekä etappien määrä.

6.4.1 Reitti 1

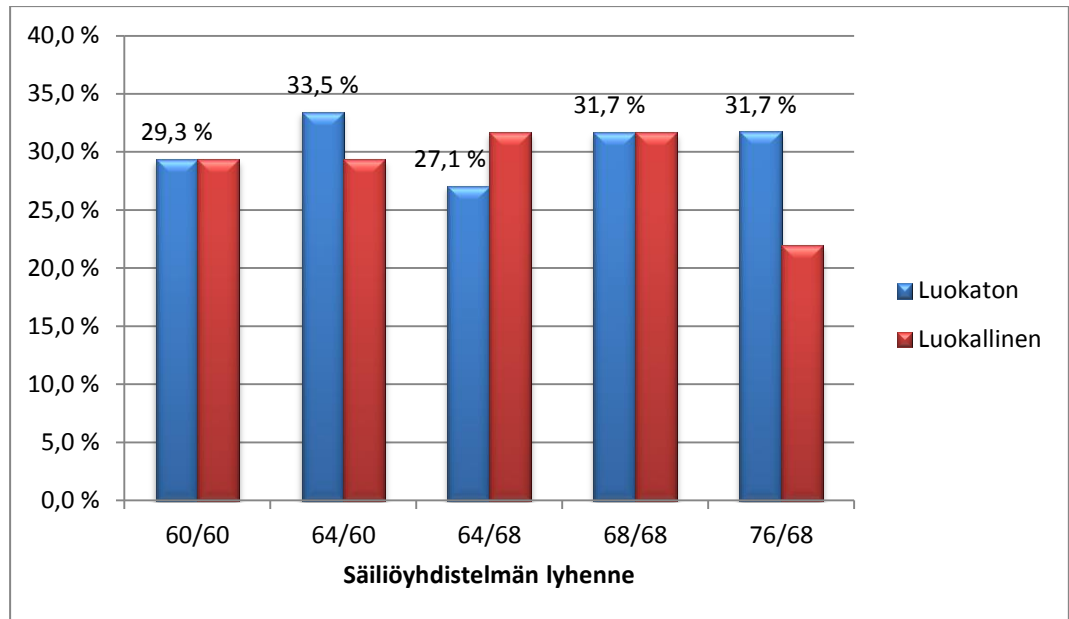
Ensimmäinen tarkastelemamme reitti on tarkasteltu kokonaan luokallisena tai luokattomana kuljetuksena. Reitin pituus on noin 1302 kilometriä.

Kuormapäälläajo-prosentti reitillä on 59,7 %, eli reitin matkasta 59,7 % on ajettu täydellä kuormalla. Vuosittainen kuljetussopimus asiakkaan kanssa on 12 590 tonnia toimitettua materiaalia vuosittain.



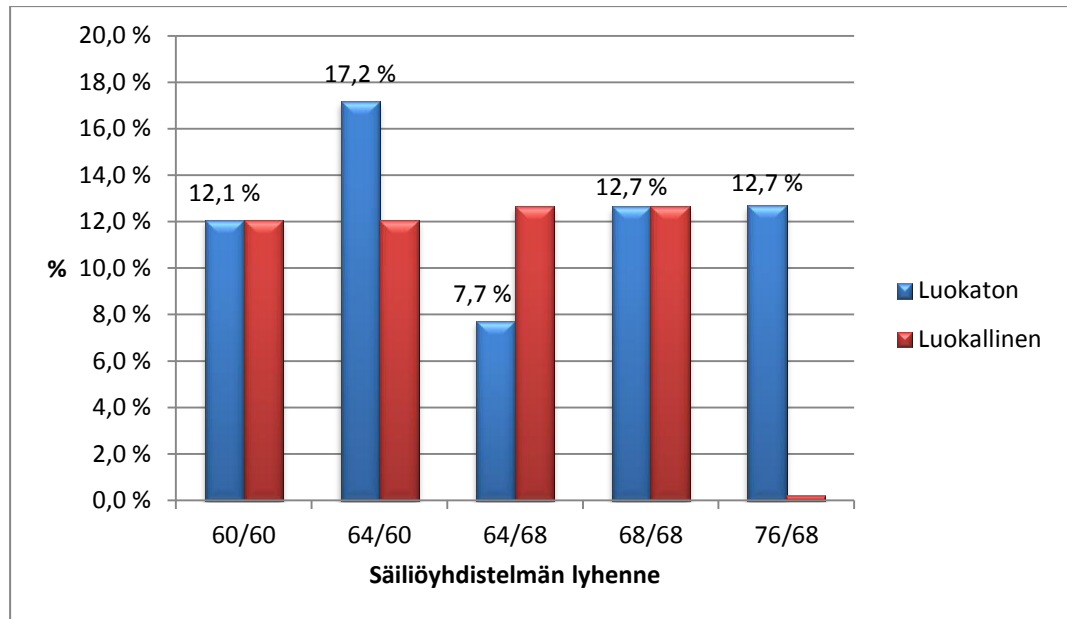
KUVIO 10. Reitti 1.

Reitti 1 on kuvion 10 mukainen. Ensimmäisen reitin eri säiliöajoneuvoyhdistelmien katetuotto prosentteja on vertailtu kuviossa 11.



KUVIO 11. Säiliöajoneuvoyhdistelmien katetuotto prosenttien vertailu reitillä 1.

Kuvaajista voidaan päätellä, että ajettaessa suhteellisen pienellä kuormajoprocentilla 64 tonniseksi muutoksastastettu 7-akselinen yhdistelmä on selvästi kannattavin katetuotto prosentilla verrattuna. 76-tonninen yhdistelmä luokattomassa ajossa muutaman prosentin 60 tonnin yhdistelmää kannattavampi. Jos 8-akselisella yhdistelmällä saisi ajaa myös luokattomia aineita 68 tonnin kokonaispainolla, olisi se 76-tonnisen tonnin yhdistelmän kanssa yhtä kannattava. Kuitenkin tämänhetkisellä lainsäädännöllä 8-akselinen saa kuljettaa vain 64 tonnia luokattomia aineita ja se jää selvästi jopa vanhasta 60-tonnisesta 7-akselisesta yhdistelmästä. Luokallisissa kuljetuksissa 8-akselinen 68-tonninen yhdistelmä on selvästi kannattavin katetuotto prosentilla mitattuna ja 76-tonnisella yhdistelmällä luokallisen materiaalin kuljettaminen on vähiten kannattavaa, koska luokallinen kokonaispaino sillä on vain 68 tonnia. Katetuotto prosentti ottaa huomioon kuitenkin vain muuttuvien kulujen suhteen ajoneuvoyhdistelmän tuottoon. Kuviossa 12 vertaillaan yhdistelmiä niiden voitto prosenttien perusteella, joka määrittelee kokonaiskustannusten suhteen ajoneuvoyhdistelmän tuottoon.



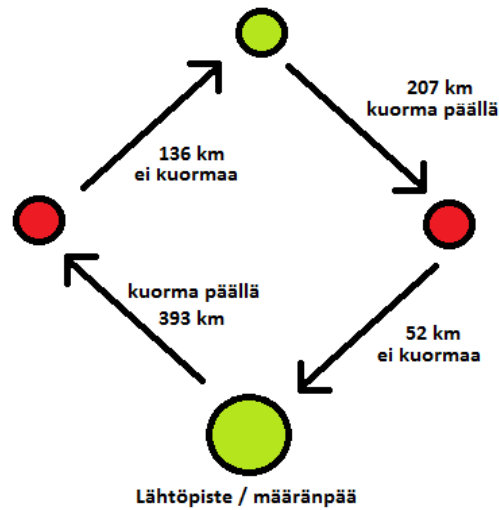
KUVIO 12. Säiliöajoneuvoyhdistelmien voittoprosentin vertailu reitillä 1.

Kuviosta 12 voidaan todeta, että luokallisissa kuljetuksissa muutoskatsastettu 64 tonnin kokonaispainon yhdistelmä on ehdottomasti kannattavin usean prosenttiyksikön marginaalilla. 76-tonninen on vain noin prosenttiyksikön verran kannattavampi mitä vanha 60-tonninen yhdistelmä voittoprosentilla mitattuna. 8-akselinen lainsäädännön mukainen yhdistelmä on jälleen kannattavuudeltaan heikoin, mutta jos se voisi kuljettaa myös luokattomia aineita 68 tonnin kokonaispainolla, olisi se jälleen 76-tonnisen yhdistelmän tasoa kannattavuudessa. Luokallisissa kuljetuksissa 8-akselinen 68-tonnin yhdistelmä on kannattavin pienellä marginaalilla 60-tonniseen yhdistelmään verrattuna. 76-tonninen ei tällä reitillä tuottaisi käytännössä ollenkaan.

On kuitenkin huomioitava, että tässä esimerkissä kuormapäälläajoa oli vain 59,7 % ja se vaikuttaa osaltaan kannattavuuksiin. Seuraavalla reitillä kuormajoprocentti on merkittävästi suurempi.

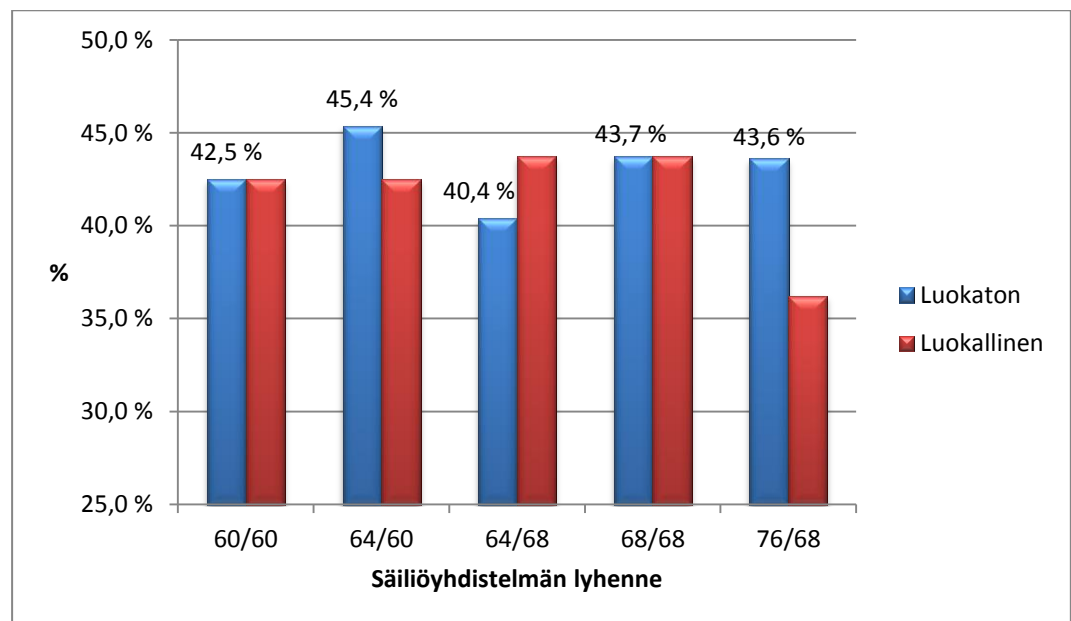
6.4.2 Reitti 2

Toisen tarkastelemamme reitin pituus on noin 788 kilometriä. Reitin kuormapäälläajo-prosentti on 76,2 %. Vuosittainen kuljetussopimus on 15 000 tonnia.



KUVIO 13. Reitti 2.

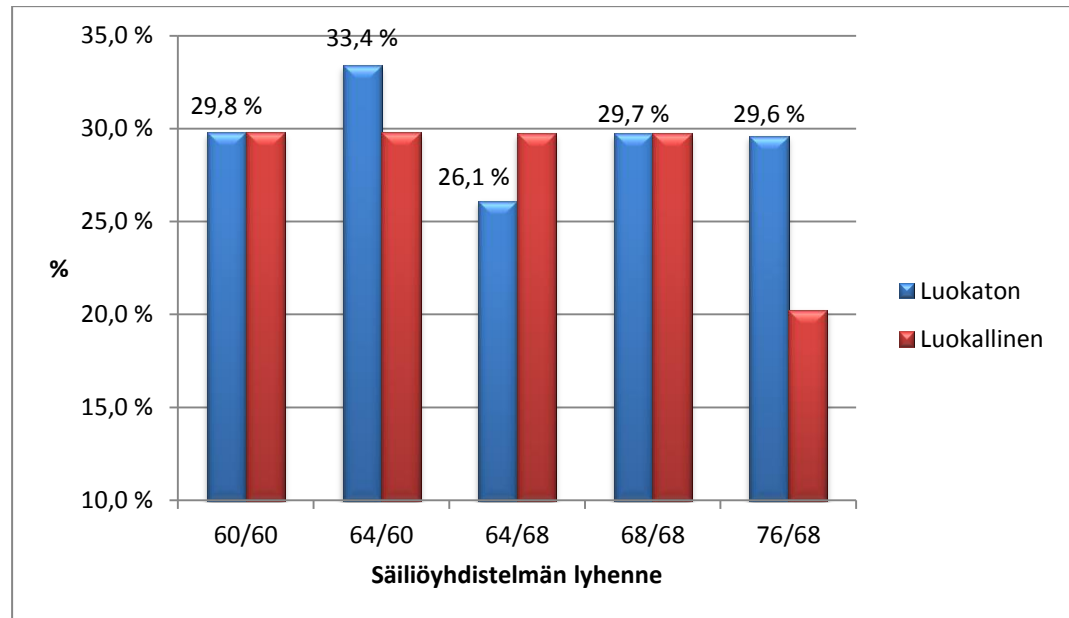
Reitin 2 etäisyydet ja kuormalliset osuudet ovat esitetty kuviossa 13. Reitin katetuotto prosentit ovat kuvion 14 mukaiset.



KUVIO 14. Säiliöajoneuvoyhdistelmien katetuotto prosenttien vertailu reitillä 2.

Reitillä 2 kannattavuuksien vertailussa katetuotto prosenttien perusteella luokattomia aineita kuljettaessa 64-tonnin säiliöajoneuvoyhdistelmä on jälleen kannattavin. 9-akselinen 76-tonninen yhdistelmä sekä lainsäädännön vastainen 8-akselinen 68 tonnin yhdistelmä ovat kannattavuudeltaan samoissa lukemissa. Lainsäädännön mukaan 64 tonnin kokonaispainolla 8-akselinen yhdistelmä jää

selvästi jopa 60-tonnisesta muutoskatsastamattomasta yhdistelmästä. Luokallisia aineita kuljettaessa katetuottoprosentin perusteella 8-akselinen yhdistelmä on selvästi 60-tonnista yhdistelmää edellä noin 1,2 prosenttiyksikköä. 9-akselinen yhdistelmä jää jälleen selvästi muista 68 tonnin kokonaispainollaan luokallisissa kuljetuksissa.

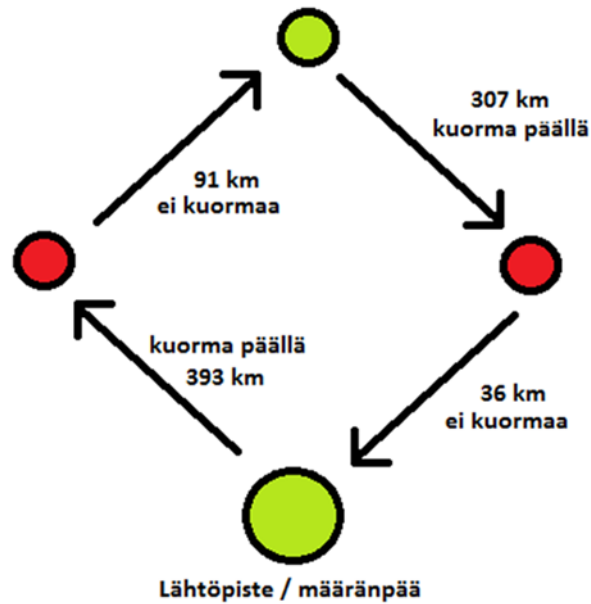


KUVIO 15. Säiliöajoneuvoyhdistelmien voittoprosentin vertailu reitillä 2.

Kannattavuuksien vertailu reitillä 2 voittoprosenttien perusteella tasoittaa yhdistelmien eroja merkittävästi. Luokattomia aineita kuljettaessa 7-akselinen muutoskatsastamaton 60-tonnin yhdistelmä, 8-akselinen lainsäädännön vastainen yhdistelmä sekä 9-akselinen 76 tonnin kokonaispainon yhdistelmä ovat käytännössä yhtä kannattavia n. 29,7 % voittoprosentilla. 64-tonninen yhdistelmä on selvästi kannattavin ja 8-akselinen lainsäädännön mukainen yhdistelmä kannattamattomin. Luokallisissa kuljetuksissa 8-akselinen 68 tonnin luokallisten aineiden sekä 7-akselinen 60-tonnin luokallisten aineiden kokonaispainoiset yhdistelmät ovat kannattavuudeltaan samanvertaiset. 9-akselinen yhdistelmä jää taas merkittävästi kannattavuudessa.

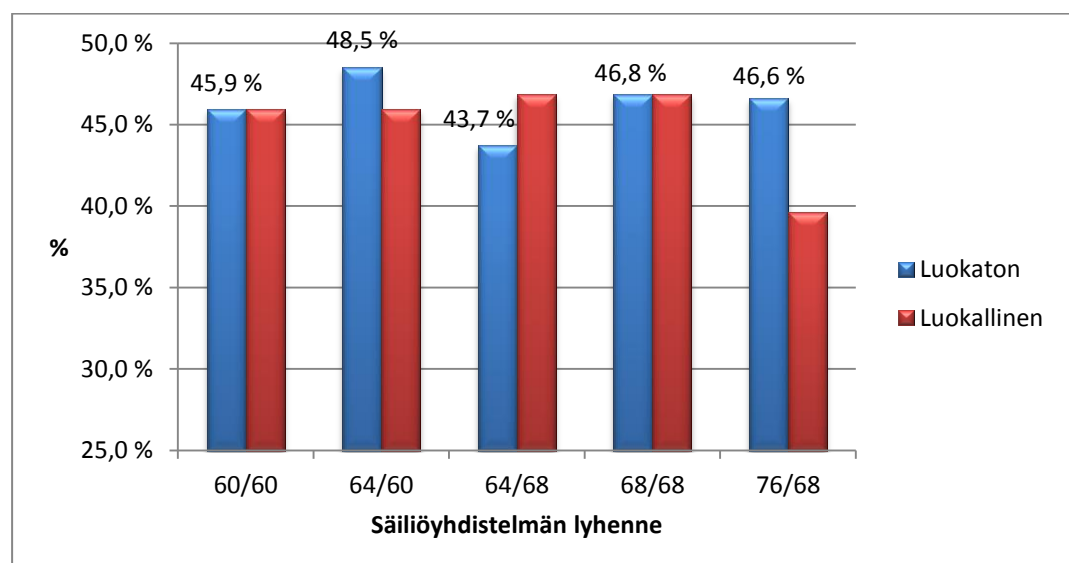
6.4.3 Reitti 3

Kolmas tarkastelemamme reitti on noin 827 kilometriä pitkä. Reitin kuormajoprocentti on 84,7 % ja vuosittaisen kuljetussopimuksen määrä on 19 826 tonnia.



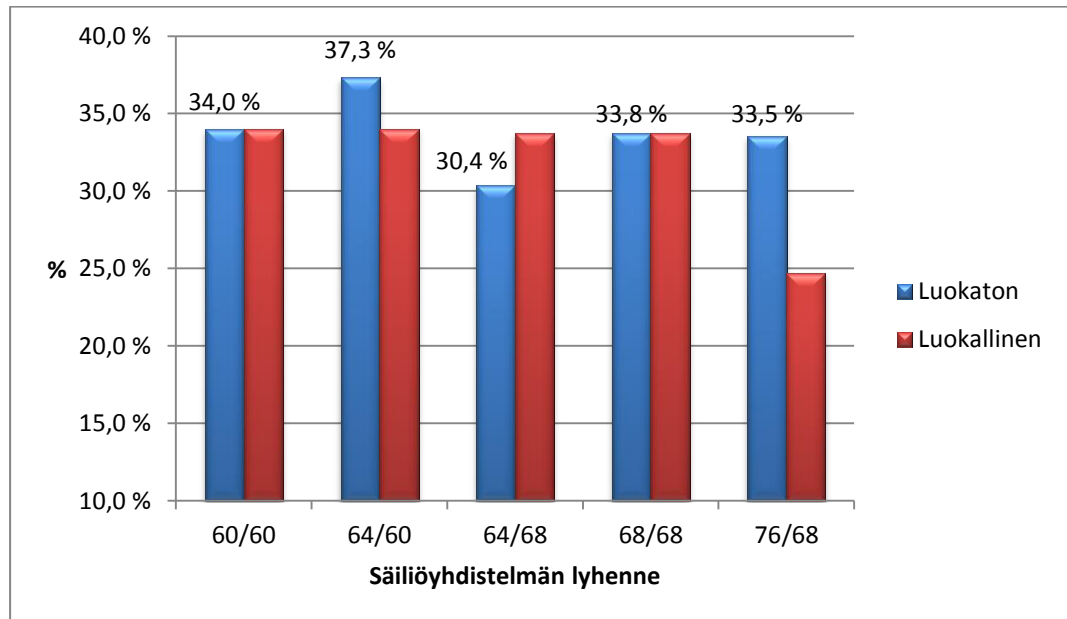
KUVIO16. Reitti 3.

Reitin etäisyydet ja kuormalliset välit ovat esitelty kuviossa 16. Reitin katetuottoprosentteja vertaillaan kuviossa 17.



KUVIO 17. Säiliöajoneuvoyhdistelmien katetuotto prosenttien vertailu reitillä 3.

Suuremmalla kuormapäälläajo-prosentilla edellisiin esimerkkeihin verrattuna katetuotto prosentti on kasvanut jonkin verran. Yhdistelmien kannattavuudet tällä tunnusluvulla mitattuna ovat kuitenkin hyvin pitkälti samassa suhteessa edellisiin tutkittuihin reitteihin verrattuna. 64-tonninen muutoskatsastettu yhdistelmä on luokattomia aineita kuljettaessa selvästi kannattavin ja 76-tonninen yhdistelmä luokallisia aineita kuljettaessa selvästi kannattamattomin katetuotto prosentilla mitattuna.



KUVIO 18. Säiliöajoneuvoyhdistelmien voittoprosentin vertailu reitillä 3.

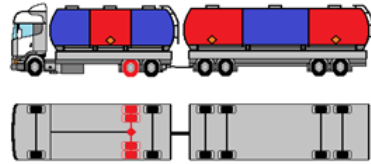



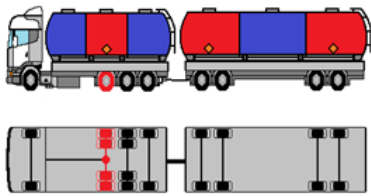



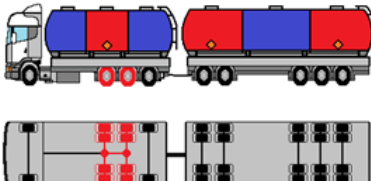



Reitin 3 voittoprosentteja tarkasteltaessa voidaan todeta, että luokattomia aineita kuljettaessa 64-tonniseksi muutoskatsastettu yhdistelmä on edelleen kannattavin. 60-tonninen, eli muutoskatsastamaton yhdistelmä on toiseksi kannattavin jättäen taakseen sekä 76-tonnisen, että 68-tonnisen lainsäädännön vastaisen 8-akselisen yhdistelmän. 64-tonninen 8-akselinen yhdistelmä on jälleen selvästi kannattamattomin. Luokallisissa kuljetuksissa 60-tonninen yhdistelmä on kannattavin pienellä marginaalilla 68-tonniseen yhdistelmään ja 9-akselinen yhdistelmä jää jälleen kerran paljon pienempien yhdistelmien kannattavuuksista.

6.5 Johtopäätökset kannattavuuksista

On selvästi huomattavissa, että 60 tonninen muutoskatsastettu yhdistelmä on luokattomassa ajossa selvästi kannattavin kaikissa laskelmissa. On kuitenkin

otettava huomioon, että siirtymäaika on voimassa vain 30.4.2018 saakka. Tämän jälkeen suuremman painoluokan yhdistelmät ovat hyvin samoissa lukemissa 7-akselisen yhdistelmän kanssa kannattavuudeltaan. Tämä kuitenkin siten, että luokattomassa ajossa 9-akselinen 76 tonnin kokonaispainon yhdistelmä on kannattavin ja luokallisessa ajossa vastaavasti 8-akselinen 68 tonnin kokonaispainon yhdistelmä on laskelmiemme perusteella kannattavin. Toisaalta 8-akselinen soveltuu erittäin huonosti luokattomaan ajoon samoin kuin 9-akselinen luokalliseen ajoon. Näin ollen esimerkiksi sekakuormia, eli luokallisia ja luokattomia ajaessa oikean ajoneuvon valinta voi olla hyvin ongelmallista. Näiden laskelmien perusteella voisi helposti tulla sellaisen johtopäätöksen, että niihin kannattaisi edelleen käyttää vanhaa 7-akselista 60 tonnin yhdistelmää. On kuitenkin otettava huomioon, että kannattavuuslaskelmiimme vaikuttaa merkittävästi kaikki laskelmiin syötetyt arvot. Esimerkiksi polttoaineen todellinen kulutus, todelliset ajonopeudet, todelliset renkaan hankintakustannukset jne. vaikuttavat laskelmiin merkittävästi ja saattaa tehdä eroja yhdistelmien välille. Kuorma-ajoprosentti vaikuttaa luonnollisesti kannattavuuteen merkittävästi ja myös reitin etappien pituuksilla on merkitystä kannattavuuteen ja samalla myös ne voivat vaikuttaa yhdistelmien kannattavuuksiin.

TAULUKKO 10. Yhteenveto ajoneuvoyhdistelmien kannattavuuksista.

Kuvaus	Luokaton kuljetus	Luokallinen kuljetus	Yhdistetty kuljetus
 <p>7-akselia 60/60 (64/60)</p>			
 <p>8-akselia 64/68 (68/68)</p>			
 <p>9-akselia 76/68</p>			

Taulukossa 10 on yhteenveto tarkasteluun otettujen ajoneuvoyhdistelmien kannattavuuksista case-yrityksessä. Taulukon sisältöä tarkennamme seuraavissa alakappaleissa. Tutkimme valitsemiamme säiliöajoneuvoyhdistelmiä luokattomien aineiden kuljetuksissa, luokallisten aineiden kuljetuksissa sekä myös ns. yhdistetyissä kuljetuksissa, joissa luokallisia ja luokattomia aineita kuljetetaan samalla ajoneuvoyhdistelmällä samalla reitillä.

6.5.1 Luokattomien aineiden kuljetukset

Luokittelemattomiin kuljetuksiin voidaan soveltaa kaikkia uudella asetuksella määriteltyjä kokonaispainoja. Laskelmiemme perusteella luokallisessa kuljetuksessa kaksi säiliöajoneuvoyhdistelmää erottuu selkeästi edukseen. Nämä ovat 60 tonnin 7-akselinen yhdistelmä sekä 9-akselinen 76 tonnin kokonaispainoinen yhdistelmä. Kannattavuuslaskelmiemme perusteella kannattavuuden muutos siirryttäessä 7- akselisesta yhdistelmästä 9- akseliseen ei vaikuta valituilla reiteillä ja syötetyillä arvoilla juuri ollenkaan. Näiden laskelmien perusteella investointia suuremman kokonaispainon ajoneuvoyhdistelmiin on hankala perustella, jos vuosittainen kuljetusmäärä ei selvästi nouse. 76-tonnisella yhdistelmällä on selvästi pidempi käyttöaika, mitä 60-tonnisella yhdistelmällä. Pidempi käyttöaika suhteessa kuljetettuun määrään muodostuu, kun voidaan kuljettaa noin 20 % enemmän tonneja yhdellä kuljetuskerralla vuosittaisen kuljetusmäärän pysyessä samassa. Luokittelemattomiin kuljetuksiin sovelletaan siirtymäaika, jolloin 60 tonnin yhdistelmäajoneuvon voi katsastaa 64 tonniseksi lainsäädännön määrittelemien teknisten edellytyksien täytyessä. Säiliökuljetuksissa siirtymäaikasäädösten hyödyntäminen edellyttää myös ajoneuvon säiliöiltä riittävää kapasiteettia kasvaneen kokonaispainon hyödyntämiseksi. Silloin, kun kasvanut 4 tonnin kokonaispaino voidaan hyödyntää täysimääräisesti, tulee 64 tonnisen 7- akselisesta yhdistelmästä ehdottomasti kannattavin kuljetusyksikkö luokattomissa kuljetuksissa. 8-akselinen yksikköpyörillä varustettu 64 tonnin kokonaispainon yhdistelmä ei missään tapauksessa ole kannattava valinta luokattomiin kuljetuksiin nykyisellä lainsäädännöllä.

6.5.2 Luokallisten aineiden kuljetukset

Luokallisia, eli vaarallisten aineiden kuljetuksia koskevat määräykset eroavat merkittävästi luokittelemattomien tuotteiden kuljettamiseen käytettävistä määräyksistä massa- ja mittamuutoksen osalta. Vaarallisten aineiden kuljettamisessa suurin sallittu kokonaispaino on 68 tonnia. Myöskään siirtymäajan säädökset eivät koske vaarallisten aineiden kuljetuksia. Verrattaessa 68 tonnin 8-akselisen ja 60 tonnin 7-akselisen ajoneuvoyhdistelmän tuottoa voidaan kannattavuuslaskelmiemme perusteella todeta, ettei siirtyminen suuremman kokonaispainon ajoneuvoyhdistelmään ole kannattavaa, jos vanhassa 60-tonnisessa yhdistelmässä on vielä käyttöikää jäljellä. Käyttöiän tullessa täyteen investointia suuremman kokonaispainon säiliöajoneuvoyhdistelmään on harkittava siihen mennessä saatujen tarkempien tietojen (kulutus, rengaskulutus jne.) perusteella. Siirtymistä 68 tonniseen ajoneuvoyhdistelmään helpottaa omalta osaltaan vanhan asetuksen mukaisten perävaunujen soveltuminen uusille kokonaispainoille. Toisena merkittävänä seikkana voidaan pitää muuttuvien kulujen huomattavasti pienempää kohoamista kuljetettua tonnia kohden 76 tonniseen ajoneuvoyhdistelmään verrattuna. Erot 8- ja 9-akselisten yhdistelmien välille tulee muun muassa suuremmasta rengasmäärästä sekä suuremman tehontarpeen aiheuttamasta kulutuksen kasvamisesta. Luokallisissa kuljetuksissa 9-akselinen yhdistelmä 68 tonnin kokonaispainolla ei missään tapauksessa ole kannattava valinta.

6.5.3 Yhdistetyt kuljetukset

Ajosuoritteet, joissa täytyy kuljettaa kumpaakin tuotetta, luokittelematonta ja vaarallista ainetta samalla ajoneuvolla, asettaa kustannuslaskennalle omat haasteensa. Ajoneuvoille asetetut erilaiset kokonaispainot, jotka lisäksi vaihtelevat epäloogisesti eri ajoneuvoilla, tekevät kannattavuuslaskennasta erittäin moniulotteisen. Vaikka yhdistettyjä kuljetuksia ei casen laskelmissamme suoranaisesti vertailtukaan, voidaan pelkästään luokallisten ja luokattomien aineiden kannattavuuksista vetää johtopäätöksiä yhdistettyihin kuljetuksiin. Kannattavuuslaskelmien perusteella voidaan todeta, että kuljettaessa samalla reitillä suhteessa paljon enemmän luokallisia aineita, on 8-akselinen 68 tonnin

yhdistelmä kannattavin. Kuitenkin vaarallisen aineen osuuden laskiessa aiemmin käytössä olleen asetuksen mukainen 60 tonnin ajoneuvoyhdistelmä on kannattavin. 60 tonnin yhdistelmän kannattavuus korostuu, jos ajoneuvon luokaton kokonaispaino on muutokatsastettu 64 tonniin. Selvästi voidaan todeta 9-akselisen ajoneuvoyhdistelmän olevan huono vaihtoehto luokallisten kuljetusten lisäksi myös yhdistelmäkuljetuksiin sen pienen vaarallisten aineiden kantavuuden takia.

6.6 Tutkimuksen luotettavuus ja kehittämissuhteet

Tekemämme kannattavuuslaskelmat ovat kehittämämme laskentaohjelman ansioista helposti toistettavissa ja näin tieto on reliabilia. Reliabiliudella tarkoitetaan mittauksen tai tutkimuksen ominaisuutta antaa ei-sattumanvaraisia tuloksia (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 231). Toisaalta niiden validiuteen vaikuttaa monet erilaiset tekijät. Validiudella tarkoitetaan tutkimusmenetelmän kykyä mitata juuri sitä, mitä halutaankin mitata (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 231). Validiuteen vaikuttaa työssämme monet tekijät. Olemme käyttäneet kustannusten arviointiin paljon yleistettyjä arvoja, kuten korjaus- ja huoltokustannusprosentin määrittämiseen (luku 4.4.2). Myös käyttämämme arvot, kuten rahtihinta, renkaiden hankintahinnat, ajoneuvojen kulutukset, ajoneuvoyhdistelmien kantavuudet, ajoneuvojen keskituntinopeudet jne., ovat enemmän tai vähemmän keskiarvoja todellisista lukemista. Pienetkin heitot esimerkiksi polttoaineen hinnassa ja kulutuksessa (esimerkiksi eri reittien ja kuljettajien kesken) voi vaikuttaa laskelmiin ja vertailuihin merkittävästi. Olemme vertailleet laskelmissamme säiliöajoneuvoyhdistelmien kannattavuutta vuotuisten alenevien kilometrien perusteella kertakuljetuksen kuljetuskapasiteetin kasvaessa. Laskelmissa ei ole pystytty ottamaan huomioon esimerkiksi tonnimääräisen kuljetuksen vuosittaisesta lisääntymisestä ajoneuvojen pystyessä yhdellä kerralla kuljettamaan suurempia kuormia. Samoin esimerkiksi vähenevää kuljettajien tarvetta kuljetusyrityksessä kaluston määrän mahdollisesti pienentyessä on erittäin vaikeaa ottaa huomioon. Näin ollen laskelmista on todettava, että ne ovat tässä tapauksessa ja näillä arvoilla suuntaa antavia, muttei niiden perusteella pystytä tekemään kaikenkattavia analyysejä lainsäädännön muutoksen vaikutuksista kaikissa tapauksissa esimerkiksi eri kuljetusliikkeiden välillä. Tutkimuksen

laskukaavat ja arvot perustuvat pitkälti yksittäiseen yritykseen ja osaltaan myös tutkijoiden arvioihin.

Edelliseen kappaleeseen liittyen kehittämissideoita tulee mieleemme useita. Laskelmiemme perusteella lainsäädännössä olisi kehitettävää ainakin 8-akselisen säiliöajoneuvoyhdistelmän kohdalta. Myös yhdistelmäkuljetuksia, eli luokallisia ja luokattomia aineita samoilla säiliöajoneuvoilla kuljettaville täytyisi saada järkevä vaihtoehto suuremman kokonaispainon ajoneuvoyhdistelmistä. Säiliöiden rakenne kuitenkin syö kantavuutta ja tämäkin vaikuttaa osaltaan suurempien säiliöajoneuvoyhdistelmien kannattavuuteen. Lainsäädännön muutos kuitenkin asettaa säiliöliikenneyrittäjät vaikeaan tilanteeseen, koska muutoksen yhteydessä on julkisesti lupailtu parempaa kannattavuutta ja tätä kautta alenevia kuljetusten hintoja. Laskelmiemme perusteella varaa hinnan alentamiselle ei kuitenkaan ole nykysäädöksillä. Omalta osaltamme meillä olisi paljon kehitettävää kehittämämme laskentaohjelman suhteen. Sitä muokkaamalla ja täsmällisillä arvoilla sitä voitaisiin käyttää paljon luotettavammin kannattavuuksien vertailuun ja se olisi mielestämme hyvä jatkotutkimuksen aihe. Se kuitenkin vaatisi tiiviistä yhteistyötä ja tiedon molemminpuolista jakamista kuljetusyrityksen tai -organisaation kanssa.

7 YHTEENVETO

Työmme ensisijainen tavoite oli tutkia massa- ja mittamuutosten vaikutuksia case-yrityksemme Haanpaa Oy:n säiliökuljetusten kannattavuuteen. Lähestyimme tutkimusongelmaa laadullisella tutkimuksella tarkastellen aluksi mm. säiliöajoneuvojen tyyppejä, kuormaamista, vaarallisten aineiden kuljetusten erityispiirteitä ja työaikalakia. Rajasimme tutkimuksen käsittelemään vain täysperävaunuyhdistelmiä. Perehdyimme myös lainsäädännön muutokseen ja perehdyimme esimerkiksi suurempien kokonaispainojen yhdistelmien vaatimukseen mm. tehon, vetävien akselien, akselimäärien sekä ääriakselivälien suhteen. Pyrimme myös jatkuvasti etsimään uusia tutkimustuloksia lainsäädännön muutoksen vaikutuksiin liittyen alan julkaisuista. Lakimuutoksen jälkeen tutustuimme kustannus- ja kannattavuuslaskentaan. Valitsimme kannattavuuden mittareiksi katetuottoprosentin sekä voittoprosentin. Teorian perusteella teimme oman Excel-pohjaisen laskentaohjelman, jolla vertailimme valitsemiemme säiliöyhdistelmien kannattavuuksia toisiinsa case-yrityksen avulla määrittelemiemme alku-arvojen perusteella. Tämä tutkimuksen osa oli enemmän kvantitatiivista tutkimusta ja sisälsi paljon saamiemme arvojen käsittelyä ja muokkaamista laskentaohjelmassa hyödynnettävään muotoon.

Tekemiemme kannattavuuslaskelmien perusteella voidaan todeta massa- ja mittamuutoksen olevan ainakin säiliökuljetusten kannalta huonosti valmisteltu. Vaikkakin saimme hieman parempia kannattavuuksia suurempien kokonaispainojen yhdistelmille, pelkästään joko luokallisia tai luokattomia aineita kuljettaessa sopii vanha 60-tonnin yhdistelmä silti vielä parhaiten yhdistelmäkuljetuksiin. Siirtymäajan muutostarkastuksella saavutettava kokonaispainon nousu parantaa vanhan 7-akselisen yhdistelmän kannattavuutta entisestään. Eniten ihmetystä herättää 8-akselisen yhdistelmän kokonaispainon nosto vaarallista aineita kuljettaessa 68 tonniin yksikköpyöräisellä perävaunulla varustettuna, kun samalla yhdistelmällä luokattomia aineita (kuten vettä) kuljettaessa kokonaispaino on vain 64 tonnia. Onko lainsäädännön muutosta valmisteltaessa otettu tältä osin huomioon vain vaarallisia aineita kuljettavat säiliöajoneuvoyhdistelmät, kuten polttoainekuljetukset ja jätetty huomiotta yhdistelmäkuljetukset. Herää kysymys, onko tiettyjen alojen tämänhetkinen kuljetuskalusto vaikuttanut säädöksen valmistelussa ja onko lainsäädännön

muutoksessa peräti suosittu joitain kuljetusaloja. Pelkästään 8-akselisen yksikköpyöräisellä karrilla varustetun yhdistelmän luokattoman kokonaispainon yhdenmukaistaminen luokallisen kokonaispainon kanssa antaisi mm. case-yrityksellemme yhden kannattavan ja suuremmalla kokonaispainolla olevan vaihtoehdon yhdistelmäkuljetuksiin vanhaan 7-akseliseen 60-tonniseen yhdistelmään verrattuna. Näiltä osin lainsäädännön muutos on mielestämme epälooginen ja sen muuttaminen juuri 8-akselisen yhdistelmän osalta olisi järkevää. Case-yrityksellemme emme tekemiemme laskelmien perusteella suosittele investointeja uusiin ja suuremman kokonaispainon säiliöajoneuvoyhdistelmiin ainakaan, jos vanhassa yhdistelmässä on vielä käyttöaikaa jäljellä. Toisaalta vaikkakin laskentaohjelman ansiosta kaikki tekemämme laskelmat ovat helposti toistettavissa (reliaabelius), ei tuloksia voida pitää täysin luotettavina pienestä otoskoosta johtuvien mahdollisesti epätarkkojen arvojen tai laskumenetelmien takia (validius). Luonnollisena jatkotutkimusaiheena työllemme olisikin laskentaohjelman kehittäminen jollekin kuljetusyritykselle tiiviin yhteistyön avulla.

Lainsäädännön muutosta tehtäessä peräänkuulutettiin muutoksen vaikutusta Suomen kilpailukykyä parantavaksi ja toisaalta päästöjä alentavaksi. Laskelmiamme perusteella kuitenkin näyttää, ettei ainakaan säiliöajoneuvokuljetuksissa sen lupauksia pystytä lunastamaan. Päästöjen muodostumista ei työssämme ole vertailtu, mutta kannattavuuden kannalta lainsäädännön muutoksen aiheuttamat kustannukset isompien kokonaispainojen yhdistelmissä syövät käytännössä kokonaan suuremman kuljetuskapasiteetin tuomat lisätuotot. Asetusmuutos laittaakin mielestämme kuljetusyrittäjät vaikeaan tilanteeseen: Asiakaskunta odottaa suurempia yhdistelmiä sekä alenevia kuljetushintoja ja samalla ”pakottaa” kuljetusyrityksiä tekemään suuria investointeja kuljetuskalustoon. Kuljetusyrityksien todellista kannattavuuden kasvua uusilla yhdistelmien kokonaispainoilla ei mielestämme ole tutkittu tarpeeksi tai oikeilla keinoilla. Onko lainsäädännön muutoksessa myöskään otettu huomioon, että kuljettamisen tarpeen vähentyessä suurempien kertakuljetusten ansiosta myös kuljettajien tarve kuljetusalalla vähenee. Sitä kautta myös työpaikkojen määrä vähenee, ellei kokonaiskuljetustarve kasva kertakuljetusten vähenemisen kanssa samassa suhteessa.

LÄHTEET

Painetut lähteet

Blomberg, O. 1996. Suomen kuorma-autoliikenteen historia 1. Forssa: Forssan Kirjapaino Oy.

Blomberg, O. 2000. Suomen kuorma-autoliikenteen historia 3. Jyväskylä: Gummerus.

Blomberg, O. 2002. Suomen kuorma-autoliikenteen historia 4. Jyväskylä: Gummerus.

Ek, J., Eriksson, U. & Isanovic, S. 2000. VBA-ohjelmointi Office 2000:ssa. Vantaa: Tummavuoren kirjapaino Oy.

Halvorson, M. 2008. Visual Basic 2008. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. painos. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.

Heiskanen, E. 2012. ADR-kuljettajan käsikirja. 2. painos. Saarijärvi: Suomen kuljetusturva Ky.

Hokkanen, P., Inkinen, M. & Käenmäki, J. 2011. Tavaraliikenneyrittäjä. 36. painos. Jyväskylä: Kopijyvä Oy.

Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2011. Johdatus logistiseen ajatteluun. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.

Huru, E. 1999. Visual Basic 6 – ohjelmoijan käsikirja. Helsinki: IT Press.

Jyrkkiö, E. & Riistama, V. 2008. Laskentatoimi päätöksenteon apuna. 18.-20. painos. Porvoo: WSOY.

Kananen, J. 2011. Kvantti: Kvantitatiivisen opinnäytetyön kirjoittamisen käytännön opas. Tampere: Tampereen Yliopistopaino Oy – Juvenes Print.

Keskikiikonen, M. 2000. Microsoft Excel Taulukkolaskenta. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

- Merensalmi, J. 2007. Excel VBA yrityskäytössä. Porvoo: WS Bookwell.
- Miettinen-Bellervegue, S., Häkkinen, A. & Suominen, M. 2011. Vaarallisten aineiden kuljetus tiellä. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Mikkonen, P. 2009. Vaarallisten aineiden maantiekuljetukset. Jyväskylä: Grafitatu Oy.
- Neilamo, K. & Uusi-Rauva, E. 2012. Johdon laskentatoimi. Helsinki: Edita.
- Oksanen, R. 2004. Kuljetustuotannon toimintolaskenta. Hyvinkää: Ekondata Oy.
- Perry, G. 1998. Teach Yourself Visual Basic 6 in 21 days. Indianapolis, Indiana, United States of America: Macmillan Computer Publishing.
- Vehmanen, P. & Koskinen, K. 1997. Tehokas kustannushallinta. Porvoo: WSOY.
- Walkenbach, J. 2010. Microsoft Excel 2010 Bible. Indianapolis, Indiana, United States of America: Wiley Publishing, Inc.
- Walkenbach, J. 2010. Microsoft Excel 2010 Power Programming with VBA. Indianapolis, Indiana, United States of America: Wiley Publishing, Inc.

Elektroniset lähteet:

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

Haanpaa Group. 2014. About us [viitattu 14.2.2014]. Saatavissa:
http://www.haanpaa.com/about_us/en_GB/about_us/.

Jokela, A. 2008. Säiliökuljettaja ei ota turhia riskejä. AKT – Auto- ja Kuljetusalan Työntekijäliitto AKT ry:n jäsenlehti 3/2008, 8-9. Saatavissa:
<http://www.digipaper.fi/akt/9294/index.php?pgnumb=8>.

Koskinen, H. 2014. Massamuutokset tuntuvat kuljetusliikkeen kukkarossa. Kauppalehti Logistiikka Extra 7.4.2014 [viitattu 15.4.2014]. Saatavissa:
<http://www.digipaper.fi/extra/120941/>.

Laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta 719/1994. Saatavissa:
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940719#L3P7a>.

Liikenne- ja viestintäministeriön asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta tiellä 171/2009. Saatavissa:
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090171#Pidp1719024>.

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2012. Logistiikkaselvitys 2012 [viitattu 4.3.2014]. Saatavissa: https://www.lvm.fi/docs/fi/1986562_DLFE-15768.pdf.

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2012. Selvitystyö Suomen ulkomaankaupan logistiikan kehittämistarpeista valmistunut [viitattu 4.3.2014]. Saatavissa:
<http://www.lvm.fi/tiedote/3787702/selvitysmiestyo-suomen-ulkomaankaupan-logistiikan-kehittamistarpeista-valmistunut>.

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2013. Kilpailukykyä parannetaan raskaan liikenteen uusilla mitoilla ja massoilla [viitattu 15.4.2014]. Saatavissa:
<http://www.lvm.fi/tiedote/4150293/kilpailukyky-parannetaan-raskaan-liikenteen-uusilla-mitoilla-ja-massoilla>.

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2014. Liikenneturvallisuus – Ajo ja lepoajat [viitattu 14.2.2014]. Saatavissa:
http://www.lvm.fi/liikenneturvallisuus#ajo_ja_lepoajat.

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi. 2014. ADR-koulutus [viitattu 13.2.2014]. Saatavissa: http://www.trafi.fi/tieliikenne/vaaralliset_aineet/adr/adr-koulutus.

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi. 2011. ADR/VAK-ajoneuvojen vaatimukseen liittyviä tulkintoja [viitattu 18.3.2014]. Saatavissa:
http://www.trafi.fi/filebank/a/1325147177/0b5f082a0dec4345f670abe0b5ecab19/4703-ADR_VAK-ajoneuvojen_vaatimukseen_liittyvia_tulkintoja.pdf.

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi. 2014. Digitaalinen piirturikortti [viitattu 14.2.2014]. Saatavissa:
http://www.trafi.fi/tieliikenne/ammattiliikenne/digitaalinen_piirturikortti.

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi. 2014. Kuorma- ja linja-autonkuljettajan ammattipätevyys [viitattu 13.2.2014]. Saatavissa:
http://www.trafi.fi/tieliikenne/ammattiliikenne/kuorma-_ja_linja-autonkuljettajien_ammattipatevyys/kuljettaja#Ammattipatevyydenperustason.

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi. 2014. Mitat ja massat muutoskatsastuksessa [viitattu 29.3.2014]. Saatavissa:
http://www.trafi.fi/tieliikenne/katsastukset/mitat_ja_massat_muutoskatsastuksessa

Murto, P. 2013. Ajankohtaispäivä aikuiskoulutuskeskuksille ja ammattioppilaitoksille [viitattu 2.2.2014]. Saatavissa
http://www.skal.fi/files/13350/Oppilaitospaiva_Murto_Petri.pdf.

National Truck Center. 2013. Straddle Tank [viitattu 15.4.2014]. Saatavissa:
<http://nationaltruckcenter.com/straddle-tank.htm>.

Nyman, R. 2013. Vaarallisten aineiden kuljetukset [viitattu 20.3.2014]. SKAL Suoritealat ry. Saatavissa: <http://www.ely-keskus.fi/documents/10191/1815644/Vaarallisten+aineiden+kuljetus/35d5e056-03b8-46b0-9254-9e615030b331>.

Suomalais-Venäläinen kauppakamari. 2013. Pietarin kaupunki [viitattu 15.4.2014]. Saatavissa:
http://www.svkk.fi/tietoa_venajasta/venajan_alueet/luoteinen_federaatiopiiri/pietarin_kaupunki.

Suomen kuljetusopas. 2014. Tavarankäsittely yksiköinti ja käsittely-yksiköt [viitattu 25.4.2014]. Saatavissa: <http://www.kuljetusopas.com/varastointi/yksikointi/>.

Säiliö- ja öljytuotealaa sekä niihin liittyviä toimintoja koskeva työehtosopimus 1.2.2014 – 31.1.2017 [viitattu 16.2.2014]. Saatavissa:
http://www.akt.fi/easydata/customers/akt/files/1_Tessit_ja_palkkatau/tes_2014/sailio_tes_2014-2016.pdf.

Tilastokeskus. 2012. Vaarallisten aineiden kuljetukset kotimaan liikenteessä 2012 [viitattu 7.2.2014]. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/kttav/2012/kttav_2012_2013-05-08_tau_015_fi.html.

Tulli. 2012. Kuljetustilastoja – Ulkomaankaupan kuljetukset [viitattu 17.3.2014]. Saatavissa: http://www.tulli.fi/fi/suomen_tulli/ulkomaankauppatilastot/tilastoja/kuljetukset/index.jsp.

Tulli. 2013. Kuvioita Suomen ulkomaankaupasta 2013 [viitattu 17.3.2014]. Saatavissa: http://www.tulli.fi/fi/suomen_tulli/ulkomaankauppatilastot/grafiikkaa/liitteet/Kuviot_2013FI.pdf.

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes. 2014. VAK-säiliön kapasiteetin nostaminen edellyttää uutta tyyppihyväksyntää koko säiliölle [viitattu 20.3.2014]. Saatavissa <http://www.tukes.fi/fi/Ajankohtaista/Tiedotteet/Vaarallisten-aineiden-kuljetus---VAK/VAK-sailion-kapasiteetin-nostaminen-edellyttaa-uutta-tyyppihyvaksyntaa-koko-sailiolle/>.

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes. 2014. VAK – Vaarallisten aineiden kuljetus [viitattu 20.3.2014]. Saatavissa: <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kemikaalit-ja-kaasu/Vaarallisten-aineiden-kuljetus/>.

Työaikalaki 605/1996. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19960605#L3P8>.

Työsuojeluhallinto. 2013. Ajopiirturi [viitattu 8.4.2014]. Saatavissa: <http://www.tyosuojelu.fi/fi/ajopiirturi>.

Työsuojeluhallinto. 2013. Autonkuljettajan ajo- ja lepoajat [viitattu 5.3.2014]. Saatavissa: <http://www.tyosuojelu.fi/fi/ajolepo>.

Työsuojeluhallinto. 2014. Ajoaika, tauot ja lepoajat [viitattu 5.3.2014]. Saatavissa: <http://www.tyosuojelu.fi/fi/ajoajat>.

Työterveyslaitos 2012. OVA-ohjeet: Käyttäjän opas [viitattu 15.4.2014].
Saatavissa: <http://www.ttl.fi/ova/kaytop.html>.

Valtioneuvoston asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä annetun asetuksen
muuttamisesta 407/2013. Saatavissa:
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130407>.

Valtioneuvoston asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta tiellä 194/2002.
Saatavissa:
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020194?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=t%C3%A4ytt%C3%B6aste>.