

Paavo Nieminen

AJONEUVON NOPEUDEN ALENTAMISEN VAIKUTUS
POLTTOAINEENKULUTUKSEEN KULJETUSYRITYKSESSÄ

Logistiikan koulutusohjelma
2015

AJONEUVON NOPEUDEN ALENTAMISEN VAIKUTUS POLTTOAINEEN KULUTUKSEEN KULJETUSYRITYKSESSÄ

Nieminen, Paavo
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Logistiikan koulutusohjelma
Toukokuu 2015
Ohjaaja: Heikkinen, Harri
Sivumäärä: 30
Liitteitä: 0

Asiasanat: kuljetus, taloudellisuus, kustannustehokkuus, seuranta

Opinnäytetyön tutkimuksen kohteena oli ajoneuvojen nopeuden alentamisen vaikutus polttoaineen kulutukseen, tutkimuksen tilaajana toimi Keski-Suomessa, Jyväskylässä toimiva kuljetusalan yritys.

Työn tavoitteena oli todeta ajonopeuden todellinen vaikutus polttoaineen kulutukseen ja sitä kautta saavuttaa yritykselle kustannussäästöjä polttoainekuluissa.

Tilajaana toiminut kuljetusyritys antoi tutkimukseen mukaan kaksi täysiperävaunuyhdistelmää, joissa molemmissa oli asennettuna Volvo-Dynafleet ajoneuvonseurantajärjestelmä. Dynafleet-järjestelmästä saatiin kaikki tutkimuksessa tarvittava tieto.

Tutkimustuloksia verrattiin vanhoihin ajoneuvojärjestelmän tuottamiin raportteihin. Tutkimuksen yhteydessä ajoneuvoyhdistelmien nopeudenrajoittimia laskettiin alkupe- räisestä nopeudenrajoittimen asetuksesta 90km/h kahteen eri nopeuteen 85/km ja 83km/h ja seurattiin kuinka huippunopeuden muutokset vaikuttivat polttoaineen kulu- tuksiin. Dynafleet-järjestelmän tuottamien raporttien avulla saatiin tietoa, minkä avulla pystyi tekemään taulukkoja, joita oli helppo vertailla. Taulukoiden tietojen avulla näki konkreettisesti mitä mikäkin nopeudenrajoittimen asetus vaikutti tässä tut- kimuksessa.

Yrityksen ajoneuvojen ajonopeuksia muokattiin alhaisemmiksi säännöllisin väliajoin, jolloin tavoite saavutettiin ja polttoainekuluja saatiin pienennettyä.

EFFECT OF LOWERING VEHICLE SPEED ON FUEL CONSUMPTION IN TRANSPORTATION COMPANY

Nieminen, Paavo

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Logistics

May 2015

Supervisor: Heikkinen, Harri

Number of pages: 30

Appendices: 0

Keywords: transportation, economic, cost-efficiency, tracking

The objective of this research thesis was to study what the effect of lowering vehicles' speed has on fuel consumption. The client was a transport company operating in Jyväskylä, Central Finland.

The aim of this endeavour was to assess the real world effects on fuel consumption, and thereby achieve fuel cost savings for the company.

For this research, the client provided two trucks with A-frame drawbar (full) trailers, both of which were fitted with Volvo-Dynafleet fleet management systems. The Dynafleet fleet management systems provided all the information required for this research.

The resultant research data was compared to earlier reports generated by the vehicle system. During the course of this research, the speed governors of the articulated vehicles were adjusted downwards from the original 90 km/h, to two differing speeds, 85 km/h and 83 km/h, and the resultant fuel consumption readings due to the changes in top speed were monitored. Using the reports generated by the Dynafleet system, the acquired information was formulated into tables that were easy to compare. The information contained in the tables showed in concrete terms, what effect each speed governor setting had in this study.

The company's vehicle speeds were lowered at regular intervals, allowing the goals to be met and fuel costs were reduced.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Tutkimuksen tausta	5
1.2	Työn tavoitteet ja rajaus	5
1.3	Tutkimusmenetelmät.....	6
2	TUTKIMUKSEN TOIMEKSIANTAJA	7
2.1	Yritysesittely	7
2.2	Seurattavat ajoneuvoyhdistelmät	8
2.2.1	Volvo FH16	8
2.2.2	Volvo FH12	9
3	TEORIA	10
3.1	Polttoaineen kulutus.....	10
3.2	Ajoneuvoon vaikuttavat vastukset	11
3.2.1	Ilmanvastus	11
3.2.2	Vierintävastus	12
3.2.3	Kiihdytysvastus	13
3.2.4	Nousuvastus	14
3.2.5	Kitka	15
3.3	Taloudellinen ajotapa.....	16
3.4	Nopeudenrajoitin.....	17
3.5	Älykäs nopeudenrajoitin	18
3.6	Kuljetusyrittäjän kustannusrakenne	18
4	VOLVO DYNAFLEET	20
4.1	Seurantajärjestelmän esittely	20
4.2	Raportointi	22
5	SEURANTAJÄRJESTELMÄN TULOSTEN VERTAILU	23
5.1	Nopeudenrajoittimen asetus 90 km/h.....	23
5.2	Nopeudenrajoittimen asetus 85 km/h.....	24
5.3	Nopeudenrajoittimen asetus 83 km/h.....	25
6	TULOSTEN ARVIOINTI.....	26
7	YHTEENVETO	28
	LÄHTEET.....	30

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Kuljetusliike AY Jyrki & Petri Nieminen Jyväskylästä haluaa saavuttaa kustannussäästöjä kuljetustoiminnassaan, kovasta kilpailusta johtuvan kuljetustaksojen pienene-
misen sekä muiden kustannusten nousun vuoksi. Yrityksen kuljetukset ovat pääasiassa
metsäteollisuuden sivutuotteiden kuljetusta ja kuljetusreitit ovat pääasiassa säännöllisiä.
Yrityksen kanssa sovittiin yhdessä tutkittavaksi säästökohteeksi ajoneuvojen huip-
punopeuden rajoittimen alentamisesta vaiheittain, sekä tämän vaikutuksesta suoraan
polttoaineenkulutukseen.

1.2 Työn tavoitteet ja rajaus

Työn tavoitteena on saavuttaa kuljetusyritykselle kustannussäästöjä polttoaineku-
luissa, sekä parantaa kuljettajien tietämystä taloudellisesta ajotavasta ja sen merkityk-
sestä yrityksen kustannuksiin. Työssä rajataan pois keliolosuhteiden sekä kuljettajien
ajotavan vaikutus polttoaineen kulutukseen. Volvon Dynafleet-järjestelmästä saata-
villa tiedoilla yrityksen on helppo jatkaa kustannussäästöjen etsimistä esimerkiksi kul-
jettajien ajotavoista, mutta työn laajuuden pitämiseksi kohtuullisena rajattiin kyseiset
seikat pois tutkimuksesta.

1.3 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksessa valitsin tutkimusstrategiaksi kokeellisen, eli eksperimentaalisen tutkimuksen. Kyseessä on siis kvantitatiivinen tutkimus, jossa tutkitaan polttoaineen kulu-
tukseen vaikuttavia tekijöitä. Kokeellisella tutkimuksella etsitään vastauksia kysy-
mykseen miksi, kyseisessä tutkimuksessa miksi polttoaineen kulutus kasvaa nopeuden
kasvaessa ja miten nopeuden alentaminen vaikuttaa siihen. Kokeellinen asetelma on
yleensä luotettava, koska muuttujia on vähän ja ne ovat säädeltävissä. Koe on toistet-
tavissa, kun koejärjestelyt on tehty tarkasti ja huolellisesti, jolloin myös objektiivisuus
on hyvä. (Kamk www-sivut 2015)

2 TUTKIMUKSEN TOIMEKSIANTAJA

2.1 Yritysesittely

Kuljetusliike Nieminen Jyrki & Petri Ay on vuonna 1959 Saakoskella perustettu perheyritys. Saakoski sijaitsee Keski-Suomessa, Korpilahdella. Kuntaliitosten myötä Korpilahti kuuluu Jyväskylään, joten Saakoski on tänä päivänä osa Jyväskylää.

Yrityksen perusti nykyisten omistajien, Petri ja Jyrki Niemisen isä, Pertti Nieminen. Yritys aloitti toimintansa aikoinaan UPM-Kymmenen puutavaran ajolla, mutta vuonna 1972 siirryttiin pääsääntöisesti hakkeen, sahanpurun ja paperirullien kuljettamiseen.

Nykyisin Kuljetusliike Nieminen työllistää kahden omistajansa lisäksi kuusi kuljettajaa ja yhden huoltomiehen. Yrityksellä on kolme varsinaista ajoneuvoyhdistelmää, jotka huolletaan ja korjataan itse Korpilahdella sijaitsevilla korjaamotiloissa.

Yrityksen ajoneuvot liikennöivät ympäri vuorokauden kuutena päivänä viikossa pääosin Keski-Suomen alueella. Kuljetukset kohdistuvat UPM- Kymmenen ja HB-betoniteollisuuden ajoihin. Joskus osa autoista ajaa Combitrans OY:n ajoja. (Henkilökohtainen tiedonanto, P.Nieminen)

2.2 Seurattavat ajoneuvoyhdistelmät

Kuljetusliike J&P Niemisen kahdessa ajoneuvoyhdistelmässä (Kuva 1. ja 2.) on Volvo Dynafleet- ajoneuvoseurantajärjestelmä. Tämän seurantajärjestelmän avulla pystytään tekemään havaintoja näissä autoissa.

2.2.1 Volvo FH16

- Vuosimalli: 2014
- Moottorin teho:750 hv
- Moottorin tilavuus:16 l
- Akseleiden lukumäärä: yhdeksän kpl
- Yhdistelmän tyhjä paino: 28200 kg
- Suurin sallittu kokonaispaino: 76000 kg
- Korirakenne: sivuaukeava hakekori, ketjupurku



Kuva 1. Volvo FH16 (Paavo Nieminen)

2.2.2 Volvo FH12

- Vuosimalli: 2013
- Moottorin teho:550 hv
- Moottorin tilavuus:12 l
- Akseleiden lukumäärä: kahdeksan kpl
- Yhdistelmän tyhjä paino: 25000 kg
- Suurin sallittu kokonaispaino: 64000 kg
- Korirakenne: kiinteä hakekori, ketjupurku



Kuva 2. Volvo FH12 (Paavo Nieminen)

3 TEORIA

Tässä teoriaosiossa käsitellään kattavasti seikkoja, jotka vaikuttavat oleellisesti ajoneuvoyhdistelmän polttoaineenkulutukseen.

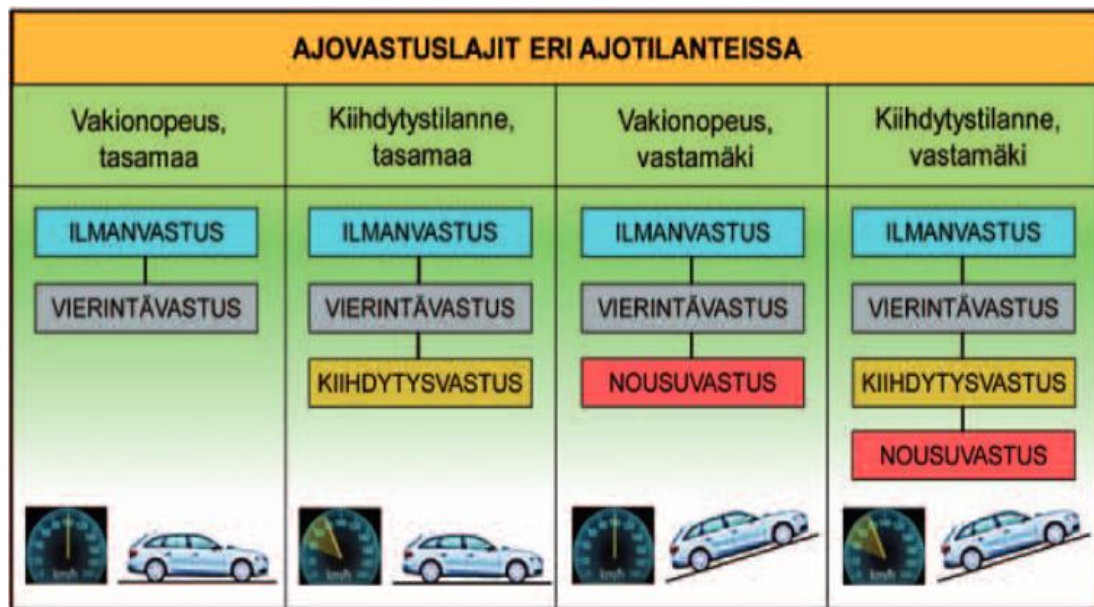
3.1 Polttoaineen kulutus

Ajoneuvon polttoaineenkulutuksella tarkoitetaan sitä määrää polttoainetta, joka vaaditaan liikuttamaan ajoneuvoa. Polttomoottorikäyttöisessä ajoneuvossa energia kuljetaan mukana polttoaineen kemiallisena energiana. Moottorissa tapahtuvassa energian muunnosprosessissa polttoaine-energia muunnetaan mekaaniseksi energiaksi (työksi). Mekaaninen energia puolestaan muunnetaan voimansiirtolaitteiden ja pyörien avulla ajoneuvon liike-energiaksi. (Ikonen 2013, 22.)

Polttoaineenkulutus on mahdollista selvittää laskennallisella kaavalla, mikäli tiedossa on tiettyjä arvoja kuten käytettävän polttoaineen energiasisältö, voimansiirron ja moottorin häviöt sekä tarvittava teho.

3.2 Ajoneuvoon vaikuttavat vastukset

Polttoaineesta otettavasta energiasta iso osa kuluu erilaisiin vastuksiin. Erilaiset vastukset vaikuttavat ajoneuvoon, riippuen minkälaisista ajotilanteista on kyse. Erilaisissa ajotilanteissa ajoneuvoon vaikuttavat vastukset on esitelty kuvassa 3.



Kuva 3. Ajovastuslajit eri ajotilanteissa (Turkuamk www-sivut 2015)

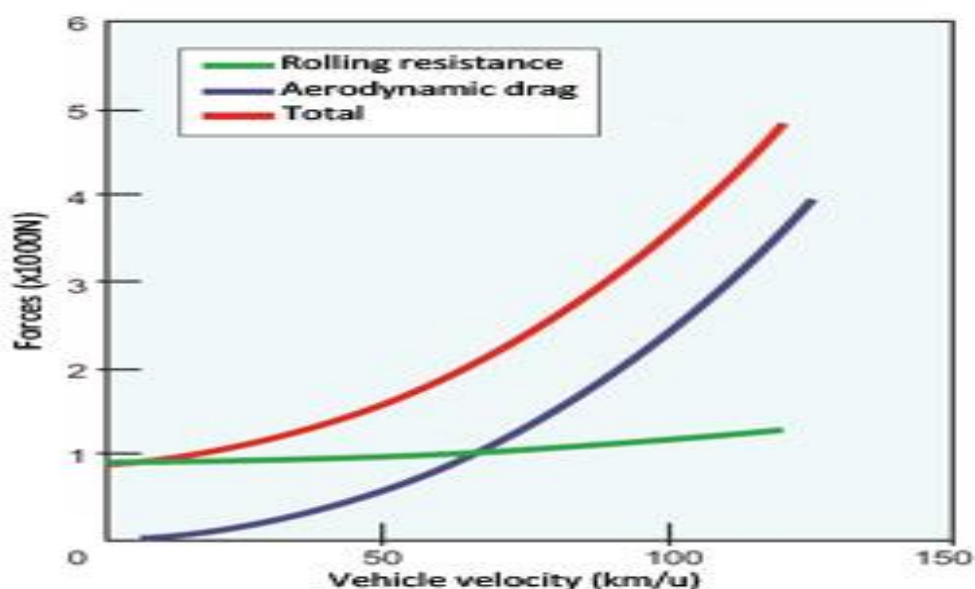
3.2.1 Ilmanvastus

Pienissä nopeuksissa ilmanvastuksen osuus ajovastuksista on vähäinen. Tämän takia hitaasti kulkevia ajoneuvoja ei yleensä suunnitella ilmanvastuksen ehdoilla. Maantienopeuksilla tilanne on toinen, sillä kun nopeus kaksinkertaistuu, kasvaa ilmanvastus nelinkertaiseksi. (kuva 4.). Tämän voi päätellä ilmanvastusvoiman laskukaavasta $F = \frac{1}{2} \rho v^2 A C_v$, (ρ on ilman tiheys, v on ilmavirran nopeus, A on kappaleen poikkileikkauksen pinta-ala ja C_v on ilmanvastuskerroin). (Motiva www-sivut 2015)

Helpoin tapa vähentää ilmanvastuksen vaikutuksia ajoneuvoissa on alentaa ajonopeutta.

Tutkimuksen aiheena oleva kuljetusmuoto maantiekuljetukset aiheuttaa omat haasteensa ajoneuvojen ilmanvastuksen pienentämiseksi. Muotoilun kannalta suuria muutoksia ei ole mahdollista toteuttaa, koska kuormatilojen kokoja ei voi pienentää menettämättä kuljetuskapasiteettia. Toisaalta kuormatilojen koko ja muoto asettavat omat haasteensa suunnittelulle.

3.2.2 Vierintävastus



Kuva 4. Vierintä- ja ilmanvastuksen kuvaaja suhteessa nopeuteen (Part20 www-sivut 2015)

Vierintävastus tarkoittaa sellaista voimaa, mikä vastustaa nimensä mukaan vierivää esineen liikehdintää. Tässä työssä esineellä viitataan kuljetuskaluston renkaisiin. Kuvasssa 4. esiintyvistä kuvaajasta voidaan todeta vierintävastuksen olevan lähes vakio alhaisissa nopeuksissa.

Vierintävastus vaikuttaa oleellisesti polttoaineen kulutukseen, sillä renkaita valmistetaan erilaatuisia ja erihintaisia. Erilaatuisilla renkailla saavutetaan suuriakin eroja mm. jarrutusmatkoissa, märkäpidossa, kestävyudessa, rengasmelussa ja ennen kaikkea

tässä tapauksessa tärkeintä, polttoaineen kulutuksessa. Jos ostaa laadukkaat A-luokan renkaat verrattuna halvempiin versioihin, saavutetaan alhaisempi polttoaineen kulutus. Tämä tarkoittaa, että paremmilla renkailla voidaan saavuttaa useamman kymmenen litran säästöjä jokaista 10000km kohden. Polttoainelitrojen säästöjen määrä vaihtelee riippuen siitä millainen tien pinta on (hiekkä, asfaltti jne.), matkan tyyppin ja ajotavan mukaan. (Euromaster www-sivut 2015)

Huolelliset rengastyöt ja huollot pitävät polttoainekustannuksia hallinnassa. Renkaiden ilmanpaine on hyvä tarkistaa säännöllisesti ja tarvittaessa lisätä ilmaa, sillä alhaiset rengaspaineet voivat vaikuttaa polttoaineenkulutukseen lisäämällä sitä jopa 20 %. Pyöränkulman virheelliset säädöt voivat lisätä polttoaineenkulutusta jopa 10 % (Euromaster www-sivut 2015). Myös renkaat kuluvat nopeammin tästä syystä. Sillä pyöränkulmat olisi hyvä tarkistuttaa ainakin kerran vuodessa tai aina silloin, jos rengas joutuu alttiiksi kovalle iskuille esimerkiksi auton ajettua teräviin kuoppiin tai osuessaan jalkakäytävien reunoihin. Korkea ajonopeus lämmittää rengasta enemmän mikä taas vaikuttaa myös renkaan kulumiseen, koska ajonopeuden pudottaminen säästää renkaiden kulutus pintaa.-

3.2.3 Kiihdytysvastus

$$F_a = \left(M + \frac{\sum J_{rot}}{r_{dm}^2} \right) \frac{dV}{dt}$$

where

$M = \text{mass of vehicle [kg]}$

$J_{rot} = \text{inertia of rotational components [kg} \times \text{m}^2 \text{]}$

$V = \text{speed of the vehicle [km/h]}$

$r_{dm} = \text{dynamic radius of the tyre [m]}$

Kuva 5. Kiihdytysvastuksen kaava (Nptel.ac.in www-sivut 2015)

Kiihdytysvastuksella tarkoitetaan sellaista vastusta, mikä estää auton eteenpäin vievää voimaa. Jos eteenpäin vievä voima on suurempi kuin vastus, auto alkaa kiihtyä.

Taloudellinen, polttoainetta säästävä ajotapa on hyvin oleellinen säästöjä haettaessa. Mikäli ajotapa on jarruttaa ja sitten uudelleen kiihdyttää mitä tapahtuu usein taajama-ajossa, on kuluttavampaa kuin esimerkiksi matka-ajo missä ajovauhti pysyy tasaisempana eikä ylimääräisiä kiihdytyksiä tarvita, jolloin kiihdytysvastusta ei tarvitse voittaa. (Ikonen 2013, 36)

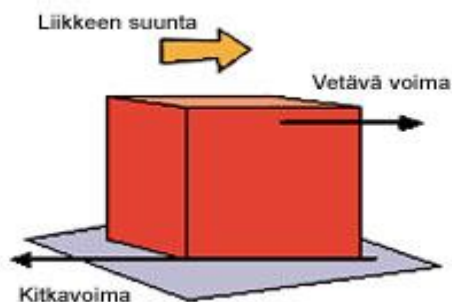
Kiihdytysvastuksen määrä kasvaa massan mukana. Mikäli auto on kevyempi eli ajoneuvossa ei ole kuljetettavaa kuormaa, on kiihdytysvastus pienempi. Jos vastaavasti ajoneuvon massa on suurempi, myös kiihdytysvastus on suurempi, mikä on taas suoraan verrannollinen polttoaineen kulutukseen (kuva 5.).

3.2.4 Nousuvastus

Nousuvastuksella tarkoitetaan mäen nousussa aiheutuvaa vastusta. Nousuvastuksen suuruus riippuu mäen nousukulmasta. Ajoneuvossa vain kokonaismassa vaikuttaa ajoneuvoon, joten nousuvastus on sama riippumatta ajoneuvotyypistä. (Ylönen 2015, 9)

Suomen teillä pyritään pitämään teiden kaltevuudet matalina, ettei nousuvastus pääse liian suureksi. Sekateillä tavoitteena on pitää nousukulmat maksimissaan 5-6 % ja moottoriteillä 4-5 %. (Ikonen 2013, 38) Kaikkialla tämä ei kuitenkaan ole mahdollista, sillä kustannukset nousisivat erityisen suuriksi jos kaltevuuseroja lähdetäisiin pienentämään täyttämällä laaksoja tai mataloittamalla mäkiä alueita. Erilaiset kaltevuudet vaikuttavat kuitenkin polttoaineenkulutukseen esimerkkinä mäkiä alueet. Tasamaa-alueisiin verrattuna polttoaineen kulutus kasvaa huomattavasti kun kaltevuus nousee. Kaltevuuden pienentyessä polttoaineen kulutus pienenee, mutta ei kuitenkaan samassa suhteessa kuin se kasvaa kaltevuuden noustessa.

3.2.5 Kitka



Kuva 6. Kitkavoimat (edu.helsinki www-sivut 2015)

Kitka (voima) on kappaleen liikettä vastustava voima. (Hautala & Peltonen 2009, 32) Kitka luokitellaan kahteen eri kitka-lajiin, lepokitkaan sekä liikekitkaan. Nimensä mukaan lepokitka vaikuttaa erinäisiin kappaleisiin niin etteivät kappaleet pääse liikkeelle. Liikekitka puolestaan vaikuttaa kappaleisiin, jotka ovat liikkeessä. Lisäksi lepokitka on liikekitkaa isompi voima. Vaaditaan paljon enemmän voimaa siihen, että saadaan kappale liikkeelle kuin se, että ylläpidettäisiin jo olemassa olevaa liikettä.

Kitkan aiheuttamia ilmiöitä ovat erilaiset liikkeenmuutoksen kuten ajoneuvon liikkeelle lähtö, kääntyminen ja pysähtyminen. Ajoneuvoissa tämä kitkan voima tulee ilmi esimerkiksi risteyksissä. Sillä on suurikin merkitys tarvitseeko ajoneuvon pysähtyä risteykseen vai se, saako matkaa jatkettua tasaista liikettä ylläpitäen. (Pedanet www-sivut 2015)

Kitkan taloudellinen vaikutus on myös merkittävä. Suuri osa käytetyistä energioista ja osa polttoainekulutuksesta kuluu kitkan voittamiseen. Kuljettajan tekemät valinnat ajaessa ovat suuressa osassa siihen kuinka paljon kitka vaikuttaa ajoneuvoon. Kaikkiin liikkuviin osiin ei kuitenkaan ajoneuvon kuljettaja voi vaikuttaa omalla ajotyylillään, sillä minkä verran osat aiheuttavatkaan kitkaa, ei ole kuljettajasta riippuvaisia tapah- tumia mm. laakereihin vaikuttava kitka sekä voimansiirrossa vaikuttava kitka.

3.3 Taloudellinen ajotapa

Taloudellinen ajotapa ja sen omaksuminen on edullinen ja varteenotettava keino vaikuttaa ajoneuvon polttoaineenkulutukseen. Samalla kun autoilun energiankulutukseen sekä päästöihin vaikutetaan tehokkaammalla, taloudellisella ajotavalla myös liikenneturvallisuus nousee. Kustannussäästöt ovat erittäin merkittäviä mitä raskaammasta ajoneuvokalustosta on kyse, mutta vaikka kyse olisikin pienemmistäkin henkilöautoista kannattaa taloudellinen ajotapa silti omaksua omaan ajoonsa. (Motiva www-sivut 2015)

Taloudellinen ajotapa:

- säästää polttoainetta
- vähentää hiilidioksidipäästöjä
- parantaa liikenneturvallisuutta
- vähentää huolto-, korjaus- ja rengaskustannuksia
- vähentää kuljettajan stressin tunnetta liikenteessä
- lisää matkustusmukavuutta
- kohentaa yrityskuvaa erityisesti silloin, kun autossa on yrityksen tunnukset.

(Motiva www-sivut 2015)

Taloudellisen ajotavan omaksumisen lisänä on hyvä kiinnittää huomioita mitkä seikat myös ajamiseen vaikuttavat. Auton valinta vähän polttoainetta kuluttavaan, rengaspaineet sekä niiden säännöllinen tarkistaminen ja polttoainetta säästävät auton lisälaitteet mm. Dynafleet järjestelmä Volvo kuorma-autoissa (Monissa eri yhdistelmäajoneuvoissa merkistä riippuen on tarjolla ajoneuvoseurantalaitteita, jotka valvovat polttoaineen kulutusta).

Taloudellista ajotapaa olisi hyvä harjoittaa jo esim. autokouluissa, mutta paljon järjestetään kursseja myös ajokortillisille. Myös kuljetusalan ammattilaisilla on mahdollisuus parantaa tietämystään taloudellisesta ajotavasta käymällä ammatin ylläpitoon tarkoitetuilla pakollisilla direktiivipäivillä, joista halukas voi yhdeksi osa-alueeksi valita taloudellisen ajotavan. Taloudellinen ajotapa saavutetaan kaikin puolin ennakoivalla ajotavalla, tasaisen ajonopeuden ylläpitämisellä sekä ohittamisien vähentämisellä.

Ajoneuvon nopeudella ja sillä minkälaisilla kierrosluvuilla ajetaan, vaikutetaan myös siihen kuinka taloudellista ajaminen on. Ajoneuvon moottoria käytetään silloin taloudellisimmillaan, mikäli kierrokset pyörivät kierroslukumittarin vihreillä alueilla eikä ajeta koko aikaa rajoitinta vasten. Mahdollisimman tasainen ajonopeus on taloudellisin ja tällä keinoin vältetään polttoaineen turhaa kulutusta. Myös turhia jarrutuksia sekä kaasutuksia tulisi välttää. Ajonopeuden säädin on hyvä apuväline nopeuden pitämisessä tasaisena, sillä tämän avulla ajoneuvon nopeus ei pääse nousemaan määriteltyä nopeutta suuremmaksi. Tämä luo myös turvallisuutta, jos ei tarvitse pelätä vauhdin kiihtyvän liian suureksi ja pitää nopeuden sallituilla rajoilla. Myös reittivalinnoilla voi tehdä vaikutuksen energiasäästöihin. Aina suorin reitti ei ole tehokkain. Huonokuntoisilla sekä ruuhkaisimmilla teillä ajettaessa polttoainettakin kuluu enemmän kuin se jos olisi valinnut reitukseen hyväkuntoiset tiet sekä tasaiset ajonopeudet, jotka saavutettaisiin vähemmän ruuhkaisilla teillä. (Tekniikanmaailma www-sivut 2015)

Taloudellisella ajotavalla on myös ekologinen vaikutus. Hiilidioksidipäästöt vähenevät automaattisesti sen myötä kun polttoaineen kulutus vähenee. Ilmansaasteet sekä kasvihuonekaasujen määrä saadaan laskemaan. Ekologisuuden lisäksi saavutetaan huomattavia säästöjä myös ajoneuvojen korjauksissa sekä huolloissa.

3.4 Nopeudenrajoitin

Nopeudenrajoittimella tarkoitetaan usein ajoneuvon omassa tietokonejärjestelmässä olevaa asetusta, jonka mukaan tietokone ohjaa ajoneuvon polttoaineen tai sytytyksen saantia tai näiden yhdistelmää tietyn ennalta määrätyn nopeuden ylittyessä. (Roadsafetynz www-sivut 2015)

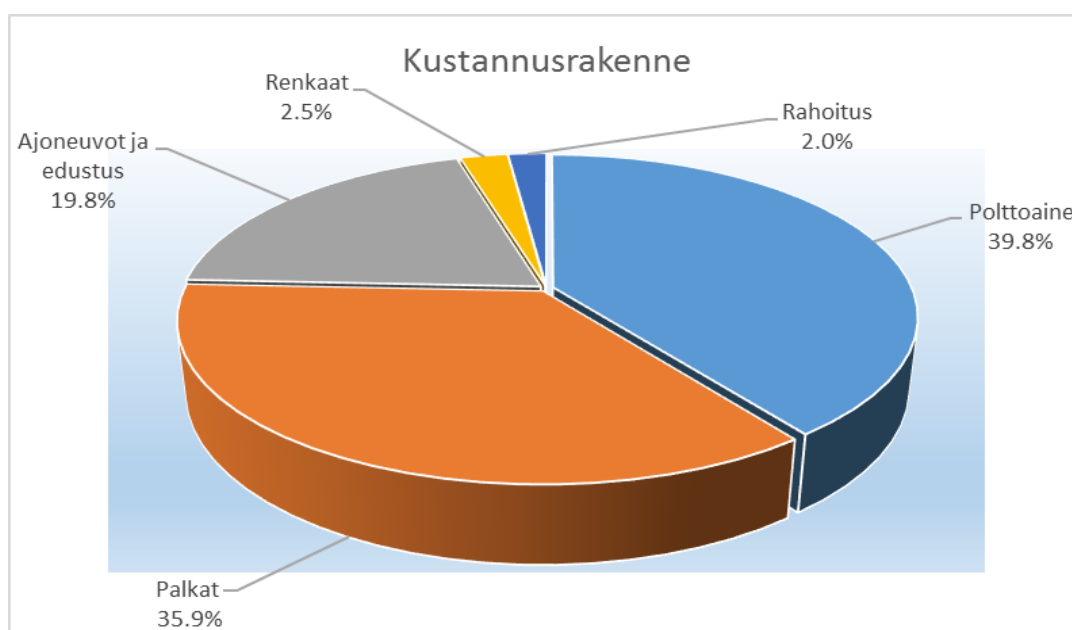
Nopeudenrajoittimen toiminta perustuu vaihdelaatikolta saatuun ajoneuvon nopeus-signaaliin ja tämän signaalin tulkitsemiseen ajoneuvon ajopiirturissa. Signaalin avulla voidaan rajoittaa nopeus tiettyyn arvoon. Vaihdelaatikossa oleva anturi lähettää tietoa ajopiirturille, jonka kautta tieto välitetään moottorinohjainyksikölle. Moottorinohjainyksikkö säätelee polttoaineen suihkutusta. Lisäksi moottorinohjainyksikkö saa nopeustietoa ajoneuvon ABS-antureilta.(Mattila 2015,13)

3.5 Älykäs nopeudenrajoitin

Älykäs nopeudenrajoitin/vakionopeudensäädin säätelee ajoneuvon nopeutta esimerkiksi ennen nousuja ja laskuja tiestössä. Ajoneuvo antaa nopeuden pudota säädettyä arvoa pienemmäksi kun järjestelmä havaitsee tulevan alamäen ja vastaavasti ennen ylämäkiä ajoneuvo kiihdyttää vauhdin säädettyyn huippunopeuteen. Tietokone yhdistettynä gps-paikannukseen tekee ajosta huomattavasti taloudellisempaa, kuitenkin vaikuttamatta paljoa keskinopeuteen. (Scania www-sivut 2015)

3.6 Kuljetusyrityksen kustannusrakenne

Kustannusrakenne yrityksessä on yritys- ja toimialakohtaista. Kuljetusyrityksen kustannukset määrittävät kiinteistä ja muuttuvista kuluista. Kiinteillä kuluilla tarkoitetaan niitä minkä tiedetään toistuvan säännöllisesti. Tässä tapauksessa kiinteiksi kuuluu voidaan luokitella mm. vakuutukset, joita tarvitaan ajoneuvoihin. Muuttuvia kustannuksia yrityksessä ovat sellaiset kulut, jotka toistuvat epäsäännöllisesti tai voivat olla yritykselle yllättäviä menoeriä. Tässä tapauksessa muuttuviksi kustannuksiksi voidaan luokitella mm. yllättävät remontit/huollot ajoneuvoihin.



Kuva 7. Kustannusrakenne (P.Nieminen)

Kustannusrakenne kokonaisuudessaan kuljetusyrityksessä koostuu pääkohdista, joita ovat polttoaine, rengaskulut, palkat, ajoneuvokulut, työterveys, mainos- ja edustuskulut sekä rahoituskulut (kuva 7.). Suurimmassa osassa kustannuksissa ovat polttoaine sekä palkat. Kuljetusyrityksessä luonnollisesti ajoneuvojen polttoaineisiin kuluu suuri osa, kuljetuksia hoidettaessa. Palkat ovat toiseksi suurin osuus, sillä kuljetusyrityksen työntekijöiden palkat kuukaudessa sivukuluineen (eläkemaksut, työnantajamaksut, vakuutukset) ovat iso osa kustannuksia. Näiden kustannusten lisäksi kustannusrakenteeseen myös isona osana kuuluvat ajoneuvoihin liittyvät kustannukset (huollot, uudet varaosat, vakuutukset), työterveys (työntekijöiden työhyvinvointi, terveyskulut), mainoskulut (kotisivu, paikallislehtimarkkinointi, käyntikortit) ja edustuskulut (kiitoslahjat, liikelounaat). Pienin osuus kustannusrakenteesta on rengaskulut ja rahoituskulut. Rengaskuluja tulee säännöllisesti uusien renkaiden hankinnan sekä vuodenaikojen vuoksi talvirenkaiden vaihtojen yhteydessä. Rahoituskulut ovat kuljetusyrityksen lainoja, jotka kuuluvat säännöllisesti kustannusrakenteeseen niin kauan kuin lainoja yrityksellä on. (Henkilökohtainen tiedonanto, P.Nieminen)

Polttoainekulut tutkimuksen toimeksiantajan yrityksessä ovat poikkeuksellisen suuret verrattuna useisiin kuljetussektoreihin, johtuen metsäteollisuuden sivutuotekuljetuksissa usein käytettävistä maksimimitoista ja massoista sekä pitkistä kuljetusmatkoista. Metsäteollisuusyritykset pyrkivät optimoimaan autojen kuljetuskapasiteetin, jonka takia ajoneuvot liikkuvat pääsääntöisesti täyteen kuormattuina. Kuljetusalalla täysin erilaiset polttoainekustannukset ovat esimerkiksi pääsääntöisesti jakeluliikenteessä toimivilla kuljetusyrityksillä, sillä tämän tyyppisessä ajossa autot ovat useasti pienempiä ja kevyempiä sekä ajoneuvoille tulee paljon enemmän seisokkia mm. terminaaleissa lastaus- ja purkutilanteissa. Ajoneuvot liikennöivät useasti kaupunkien läheisyydessä ja taajamissa, missä ajonopeudet ovat hitaampia sekä kuorman lastaus ja purku voivat tapahtua eri pisteissä. (Henkilökohtainen tiedonanto, P.Nieminen)

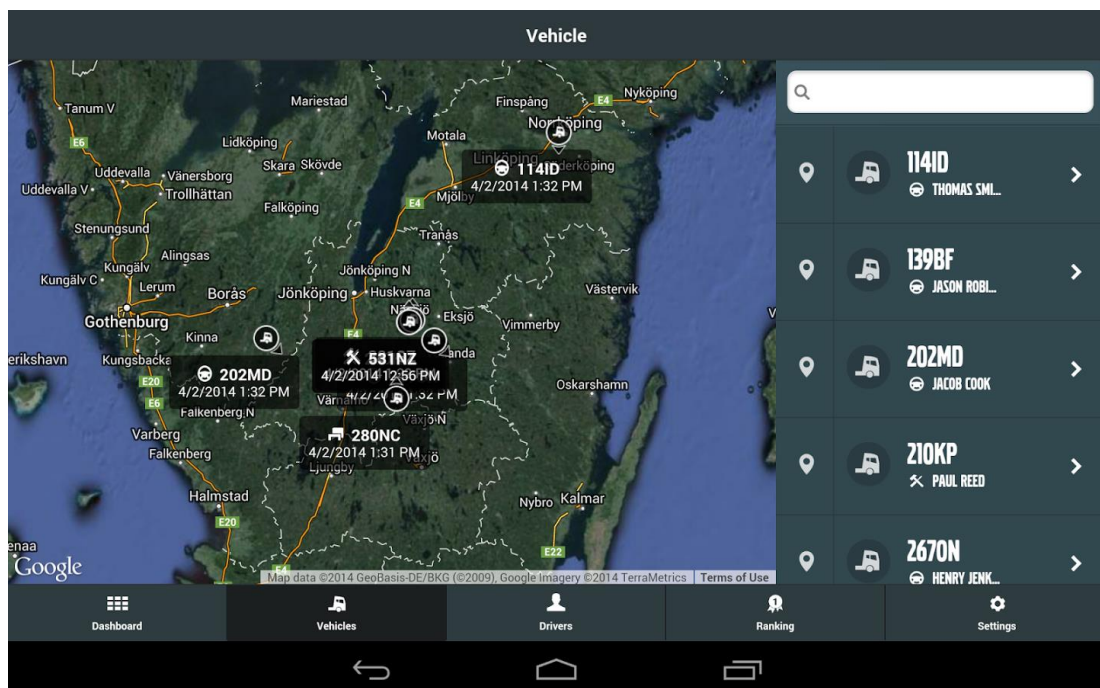
4 VOLVO DYNAFLEET

4.1 Seurantajärjestelmän esittely

Volvo Dynafleet on ajoneuvoseurantajärjestelmä, joka koostuu neljästä päätoiminnosta. Ne ovat polttoaineseuranta, paikannus, työaikaseuranta sekä viestintä.

Polttoaineseuranta ei keskity pelkästään polttoaineenkulutukseen vaan järjestelmä seuraa kuljettajien ennakoitua, jarruttamista, moottorin ja vaihteiden taloudellista käyttöä sekä tyhjäkäynnin määrää. Näistä tiedoista järjestelmä kokoaa selkeän ja helppolukuisen raporttipaketin, josta on helppo vertailla eri kuljettajien ajotapoja.

Paikannus antaa tietoja reaaliaikaisesta ajoneuvon sijainnista käyttäen apunaan google maps – karttapalvelua. (Kuva 8.) Paikannuksen ansiosta järjestelmä laskee arvioidut saapumisajat ajoneuvoille. Dynafleet luetteloi yhdellä napsautuksella automaattisesti lähinnä noutopaikkaa olevat ajoneuvot. Samalla järjestelmä laskee, ketkä kuljettajat ehtivät paikalle työaikansa rajoissa ja ketkä eivät. (Volvo Trucks www-sivut 2015.)



Kuva 8. Dynafleetin paikannustoiminto (Volvotrucks www-sivut 2015)

Työaikaseuranta auttaa suunnittelemaan tehokkaasti kuljettajien työaikaa työaikalainsäädännön puitteissa. (Kuva 9.) Seurannasta saatavia tietoja voidaan käyttää helposti apuna palkanlaskennassa sekä muussa laskutuksessa. Järjestelmä suorittaa automaattisesti etänä digitaalisen ajopiirturin tietojen arkistoinisen, joten asiakkaalla ei ole tarvetta ostaa erillistä digipiirturin lukulaitetta. Arkistoidut tiedot ovat käytettävissä 30.päivän ajalta.



Kuva 9. Näkymä ajoneuvopäätteeltä (Volvotrucks www-sivut 2015)

Viestipalvelu on puolestaan turvallinen ratkaisu kommunikoida toimiston ja ajoneuvojen välillä. Viestit tulevat näkyviin ajoneuvon näyttöön, joten kuljettaja ei voi olla huomaamatta viestiä ja sen lukeminen on huomattavasti turvallisempaa kuin esimerkiksi mobiililaitteen käyttäminen ajon aikana. Sama viesti voidaan tarvittaessa lähettää nopeasti useampaan autoon sekä järjestelmä voidaan integroida omien yhteistyökumppaneiden järjestelmiin. Näin myös yhteistyökumppanit voivat ilmoittaa suoraan ajoneuvoihin mm. muuttuneista kuljetussuunnitelmista tai aikatauluista.

Dynafleet on Volvo Trucksin kehittämä, joten se antaa ainutlaatuisia ja erittäin hyödyllisiä tietoja Volvon kuorma-autoista. Dynafleet voidaan kuitenkin jälkiasentaa minkä tahansa valmistajan kuorma-autoon, joten sen avulla voit helpottaa kaluston hallintaa, vaikka käyttäisit erimerkkisiä kuorma-autoja. (Volvo Trucks www-sivut 2015.) Järjestelmän seuraamia tietoja on helppo käydä lukemassa suorana Dynafleet-

online palvelusta tai järjestelmä lähettää raportteja automaattisesti kerran viikossa sähköpostiin. Saatavilla on myös ilmainen mobiilisovellus, jolla voi seurata reaaliajassa ajoneuvo- sekä kuljettajatietoja. (Kuva 10.)



Kuva 10. Dynafleet mobiilisovellus (Volvotrucks www-sivut 2015)

Dynafleet tarjoaa asiakkailleen Dynafleet Help- palvelun. Palvelun tarkoituksena on neuvoa ja auttaa järjestelmään liittyvissä ongelma- tai häiriötilanteissa. Tuen kautta saa helposti kysytyä mieltä askarruttavia asioita. Myös Dynafleetin ohjekirjat ovat palvelusta saatavilla.

4.2 Raportointi

Dynafleet seurantajärjestelmän raportointipalvelun avulla kuljetusliikkeet saavat reaaliaikaista tietoa. Raporttien kautta saa kaikkia niitä tietoja mitä Dynafleet järjestelmä poimii autoista.

Kuljetusliike J&P Nieminen Ay voi kirjautua henkilökohtaisilla tunnuksilla Volvon Online palveluun, mistä he voivat seurata haluamiaan tietoja. Lisäksi he saavat viikottain raportit sähköpostiin kaikista seurattavista ajoneuvoista ja yrityksen johtohenkilöillä on käytössään mobiilisovellus.

5 SEURANTAJÄRJESTELMÄN TULOSTEN VERTAILU

Tulosten vertailussa tarkkailtiin ajoneuvojen polttoaineen kulutusta erilaisilla nopeuden rajoittimen asetuksilla. Vertailussa oli kolme erilaista rajoittimen asetusta. Taulukoista 1,2 sekä 3 näkyvät mittaustulokset eri nopeudenrajoittimen asetuksilla.

5.1 Nopeudenrajoittimen asetus 90 km/h

Taulukko 1: Tulokset nopeudenrajoittimen asetuksessa 90 km/h

Ajoneuvo	Matka(km)	Polttoaineen kulutus(L/100km)	Adblue(L/100km)	Keskinopeus(km/h)	Jarrutukset(määrä/100km)
Volvo FH16	6073,36	51,4	2,96	73,04	38
Kuljettaja 1	473,21	51,48	2,87	67,37	73
Kuljettaja 2	3420,29	51,74	3,01	75,07	35
Volvo FH12	6825,78	44,73	2,54	73,88	42
Kuljettaja 1	2970	44,98	2,61	77,75	35
Kuljettaja 2	3178,77	44,62	2,47	72,16	43
YHTEENSÄ	12899,14	48,16	2,74	73,21	44

Nopeudenrajoittimen asetuksen ollessa 90 km/h ajettiin kummallakin ajoneuvoyhdistelmällä yhteensä yli 10 000 km. Kilometrimäärän ollessa näin suuri saatiin hyvää dataa tulevien vertailujen pohjaksi. Ajoneuvoyhdistelmissä on perinteisesti käytetty aina tätä rajoittimen asetusta, joten tämä on lähtökohta-asetus näissä vertailuissa.

Polttoaineenkulutus on lähtökohtaisesti suurempi isomassa ajoneuvoyhdistelmässä (FH16) johtuen suuremmasta ajoneuvon massasta ja kuljetuskapasiteetin suuruudesta. Polttoaineen kulutus kuljettajakohtaisesti on tässä asetuksessa eroiltaan hyvinkin pieni, keskikulutus pyörii hyvin paljon samoissa lukemissa kuljettajasta riippumatta. Adbluen kulutus kulkee samassa suhteessa polttoaineenkulutukseen.

Keskinopeudessa ja jarrutusten määrässä näkyy jo kuljettajakohtaiset erot selvästi.

5.2 Nopeudenrajoittimen asetus 85 km/h

Taulukko 2: Tulokset nopeudenrajoittimen asetuksessa 85 km/h

Ajoneuvo	Matka(km)	Polttoaineen kulutus(L/100km)	Adblue(L/100km)	Keskinopeus(km/h)	Jarrutukset(määrä/100km)
Volvo FH16	5599,72	45,49	2,69	71,8	36
Kuljettaja 1	2453,69	46,61	2,66	69,69	50
Kuljettaja 2	3104,25	44,53	2,72	73,39	26
Volvo FH12	4617,57	47,96	2,77	70,74	51
Kuljettaja 1	2284,45	48,19	2,82	72,46	46
Kuljettaja 2	2291,2	47,93	2,74	68,99	56
YHTEENSÄ	10217,29	46,79	2,73	71,18	44

Nopeudenrajoittimen asetuksen ollessa 85 km/h ajettiin kummallakin ajoneuvoyhdistelmällä yhteensä yli 10 000 km. Kuten myös nopeudenrajoittimen ollessa 90 km/h, oli tässäkin asetuksessa kilometrien määrän laajuus hyvä asia vertailujen pohjaksi.

Polttoaineen kulutukseen tämä asetus vaikutti eniten isomassa ajoneuvoyhdistelmässä (FH16). Polttoaineenkulutus laski toisin kuin pienemmässä ajoneuvoyhdistelmässä kulutuksessa ei tullut huomattavaa eroa ainakaan pienenemisen suhteen. Adbluen kulutus kulki polttoaineen kulutuksen kanssa samassa suhteessa.

Keskinopeus laski keskimääräisesti 3 km/h tällä asetuksella. Jarrutusten määrä pysyi lähestulkoon samana.

5.3 Nopeudenrajoittimen asetus 83 km/h

Taulukko 3: Tulokset nopeudenrajoittimen asetuksessa 83 km/h

Ajoneuvo	Matka(km)	Polttoaineen kulutus(L/100km)	Adblue(L/100km)	Keskinopeus(km/h)	Jarrutukset(määrä/100km)
Volvo FH16	5799	42,45	2,2	72,04	25
Kuljettaja 1	1075	39,8	2,01	71,11	16
Kuljettaja 2	3519,44	42,49	2,22	72,97	30
Volvo FH12	7037,87	45,42	2,64	72,24	38
Kuljettaja 1	3143,24	44,73	2,33	72,16	33
Kuljettaja 2	2959,62	42,58	2,38	72,33	26
YHTEENSÄ	12836,87	42,91	2,30	72,14	28

Nopeudenrajoittimen asetuksen ollessa 83 km/h ajettiin kummallakin ajoneuvoyhdistelmällä yhteensä yli 10 000 km. Tämäkin kilometrimäärä on hyvä vertailupohja edellisiin mittaustuloksiin sekä antamaan tälle asetukselle luotettavaa dataa.

Polttoaineen kulutus laski huomattavasti isommassa ajoneuvoyhdistelmässä (FH16) tällä asetuksella. Puolestaan pienemmän ajoneuvoyhdistelmän polttoaineenkulutus joko nousi tai pysyi samana riippuen kuljettajasta, myös osaltaan tätä selittää kyseiseen mittausajankohtaan sattunut useammista paluukuormista johtuva tyhjänä ajon määrän väheneminen. Adblue kulutus kulki polttoaineenkulutuksen kanssa samassa suhteessa eli väheni alkuperäiseen vertailukohtaan nähden.

Kummankin ajoneuvoyhdistelmän keskinopeudet pysyivät suunnilleen muuttumattomina, mutta jarrutusten määrät laskivat kummassakin seurattavassa ajoneuvoyhdistelmässä huomattavasti.

6 TULOSTEN ARVIOINTI

Seurasin Dynafleet seurantajärjestelmän avulla kahta ajoneuvoyhdistelmää. Ajoneuvoyhdistelmät olivat alun perin rajoitettu nopeuksiltaan 90 km/h mikä oli lähtökohtana vertailulle. Tämän jälkeen ajoneuvoyhdistelmien nopeudenrajoittimien asetuksia muutettiin pariin kertaan, joista ensimmäinen asetus oli 85 km/h ja lopuksi 83 km/h.

Dynafleet seurantajärjestelmän avulla saatiin tietoa jokaisesta asetuksesta, joka mahdollisti tiedon luotettavan vertailun. Jokaisesta asetuksesta haettiin samat tiedot, jotka olivat ajatut kilometrit, polttoainekulutus l/100 km, Adblue polttoaineen lisäaineen kulutus l/100 km, ajoneuvojen keskinopeus sekä jarrutusten määrä kpl/100 km.

Kahden seurattavan ajoneuvoyhdistelmän lisäksi seurattiin kummankin ajoneuvon kahta eri kuljettajaa (kuljettaja 1 ja kuljettaja 2). Näin nähtiin myös kuljettajakohtaisia eroja, vaikka kuljettajilla nopeudenrajoittimen asetus olikin sama. Myös ajatut kilometrit olivat kaikissa nopeudenrajoittimen asetuksissa suunnilleen samat (n.10 000 km), joten vertailupohja oli samanlainen kaikissa asetuksissa. Tämä johtui siitä, että ajoneuvoyhdistelmillä on säännöllisesti samoja ajoja ja kilometrejä kertyi tietty määrä. Kuljettaja ja ajoneuvo kohtaisia eroavaisuuksia selittää osaltaan myös kuormien painojen vaihtelut sekä ajoreittien ja tyhjänä ajon määrän muuttuminen.

Alkuperäinen nopeudenrajoittimen asetus oli 90 km/h. Tämän asetuksen aikana suurin eroavaisuus oli isomman (FH16) ja pienemmän (FH12) ajoneuvoyhdistelmän polttoaineen kulutuksen välillä. FH16 vei huomattavasti enemmän polttoainetta kuin FH12. Todennäköisesti suurin syy tälle on huomattavasti suuremmat massat sekä voimakkaasti vääntävän moottorin käyttö kovilla kierroksilla eikä taloudellisesti matalilla kierroksilla. Pienemmässä ajoneuvossa vaikutukset eivät ole niin suuria johtuen pienemmistä massoista sekä pienempi tehoisen moottorin paremmasta polttoainetaloudellisuudesta suuremmilla kierroksilla. Molemmissa seurattavissa ajoneuvoyhdistelmissä kuljettajakohtaiset erot polttoaineen kulutuksessa olivat hyvin pieniä, mutta keskinopeudet ja jarrutusten määrät eroavat huomattavasti kuljettajakohtaisesti. Kuitenkaan ajoneuvo kohtaisesti eroja ei juurikaan ole.

Seuraavaksi nopeudenrajoittimen asetusta muutettiin 85 km/h. Tämän asetuksen suurin eroavaisuus oli isomassa ajoneuvossa erittäin mittava polttoaineen kulutuksen lasku (n.5 l/100 km). Pienemmässä ajoneuvossa polttoaineenkulutus jopa nousi seurannan aikana. Kuljettajakohtaisia eroja pienemmässä ajoneuvoyhdistelmässä ei käytännössä ollut kun taas suuremmassa kuljettajien välillä oli useiden litrojen eroavaisuuksia. Kuljettajakohtaisia eroja tarkasteltaessa on todennäköisesti taloudellinen ajotapa tai sen puute syynä eroihin polttoaineenkulutuksessa. Keskinopeus laski kummasakin ajoneuvoyhdistelmässä joitakin kilometrejä tunnissa. Kuljettajakohtaisissa vertailuissa keskituntinopeudet vaihtelivat huomattavasti, että taloudellisesti jo ajaneilla kuljettajilla nopeuden lasku ei ollut niin suuri kuin epätaloudellisesti ajavilla. Jarrutusten määrä putosi hieman tässä asetuksessa verrattuna alkuperäiseen 90 km/h.

Viimeisenä asetuksena vertailussa oli 83 km/h. Tämän asetuksen suurin eroavaisuus aikaisempiin oli jälleen huomattava polttoaineenkulutuksen lasku isommassa vertailuajoneuvossa. Pienemmässä ajoneuvossa polttoaineenkulutus pysyi samalla tasolla kuin alkuperäisellä nopeudenrajoittimen asetuksella. Keskinopeudet pysyivät suunnilleen samalla tasolla kuin asetuksella 85 km/h. Keskinopeuksien pysyminen suunnilleen samalla tasolla kuin rajoittimen asetuksella 85 km/h selittää se, että usein muusta liikenteestä johtuen matkavauhtia ei voida pitää kovempaa kuin 80 km/h ja kuitenkin kuormattuna yhdistelmäajoneuvot rullaavat alamäessä hieman kovempaa ja se taas osaltaan nostaa keskinopeuksia. Tällä asetuksella jarrutusten määrä 100 km kohden on pienentynyt huomattavan määrän verrattuna alkuperäiseen asetukseen 90 km/h. Jarrutusten pienempi määrä saattaa selittyä tilannenopeuksien pienenemisellä mikä taas antaa kuljettajalle enemmän aikaa ennakoita ja havainnoida muuta liikennettä.

7 YHTEENVETO

Seurantajärjestelmän ja näiden kolmen eri nopeudenrajoittimen asetuksen vertailun avulla saatiin hyvää tietoa ja uusia ajatuksia kuljetusliikettä varten. Alkuperäinen nopeudenrajoittimen asetus 90 km/h poistettiin kokonaan käytöstä ja kaikissa ajoneuvoissa siirryttiin asetukseen 83 km/h. Dynafleet järjestelmä on edelleen käytössä seurattavissa ajoneuvoissa ja järjestelmän tuottamaa dataa seurataan viikoittain, jotta nähdään mm. kuljettajakohtaisia eroja.

Tutkimuksen tuloksena huomattiin eri ajoneuvojen kuljettajissa huomattavia eroja taloudellisen ajotavan suhteen. Siitä johtuen kuljettajia suositellaan ottamaan taloudellisen ajotavan kurssuja osaksi lakisääteistä ammattipätevyyttä. Tästä syystä nopeudenrajoittimen asetukseksi valittiin 83 km/h, sillä se oli kaikista kolmesta asetuksesta kokonaistaloudellisin vaihtoehto vaikka kuljettaja ei omaisikaan taloudellista ajotapaa. Tässä nopeudessa kuljettaja ei pääse niin helposti aiheuttamaan lisäkustannuksia ajotavallaan.

Tärkein syy kuitenkin valinnalle 83 km/h oli se saavutus mitä tutkimuksen alussa lähdeittiinkin tavoittelemaan. Seurattavissa ajoneuvoyhdistelmissä saavutettiin huomattava polttoaineen kulutuksen pieneneminen. Tämä tuo yritykselle suoria säästöjä polttoainekustannuksissa sekä ajoneuvoille mahdollisesti lisää käyttöikä. Tässä nopeudessa polttoainekulutuksen lisäksi jarrutusten määrä väheni alkuperäiseen sekä keskinopeudet putosivat, joten tämä vaikuttaa renkaiden sekä laakereiden kestoikään ja ylipäätään ajoneuvoyhdistelmät ovat pienemmän rasituksen kohteena.

Tutkimuksesta saatiin hyvää tietoa yritykselle tulevaisuuden ajoneuvohankintoja varten, koska tutkimuksesta saatiin kattavaa vertailutietoa kahden eri kokoluokan yhdistelmäajoneuvojen polttoaineen kulutuksista. Tulevaisuuden ajoneuvohankintoihin vaikuttavat myös kuljetettavien tuotteiden painot sekä tilavuudet.

Vaikka tutkimustyö osoitettiin yhdelle kuljetusliikkeelle, saa myös alan muut yritykset työn pohjalta uusia vinkkejä omaan yritystoimintaansa. Tulokset ovat sovellet-

tavissa siitä huolimatta oliko kyseessä täysperävaunuyhdistelmät tai esimerkiksi jake-luautot. Lisäksi Dynafleetin kaltaisia järjestelmiä on markkinoilla myös saatavilla muihinkin ajoneuvoihin merkistä riippumatta, joten jokainen halukas voi saada ajoneuvoonsa vastaavaa dataa tuottavan järjestelmän. Tämän avulla saa vastaavia tietoja ajoneuvostaan mitä tässä työssä Dynafleetin avulla saatiin.

Useissa kuljetusalan yrityksissä on huomattu ajoneuvon nopeuden vaikutuksen alentaminen polttoaineenkulutukseen ajoneuvon kokoon tai kuljetustehtävään katsomatta. Tänä päivänä yritykset ovat tietoisempia ekologisuudesta ja taloudellisesta ajosta sillä asian tiimoilta järjestetään paljon kursseja sekä aihealue on mahdollista ottaa osaksi myös pakollisia direktiivipäiviä, mitä ammattikuljettajien on käytävä säännöllisin väliajoin. Kuljetusliikkeiden kalustojen uusiutuminen nykyaikaiseksi tuo mukanaan automaattisesti ajoneuvoseurantajärjestelmät, minkä avulla polttoaineenkulutuksien seuraaminen on tullut helpommaksi.

Vaikka tutkimuksen tuloksena kuljetusyrittäjä saavutti huomattavia kustannussäästöjä polttoainekuluissa, on jäljellä vielä useita osa-alueita joissa voitaisiin vaikuttaa polttoaineenkulutukseen. Jatkotutkimuksen kohteena voisivat olla esimerkiksi kuljettajien taloudellinen ajotapa sekä keliolosuhteiden vaikutus polttoaineen kulutukseen. Nämäkin jatkotutkimuksen kohteet ovat sovellettavissa jokaiseen kuljetusalalla toimivaan yritykseen riippumatta ajoneuvojen kokoluokista ja kuljetusyrittäjän kuljetussuoritteista.

Tämän työn edetessä pääsin käytännössä hyödyntämään koulutukseni aikana opittua teoriatietoa. Kyseinen tutkimustyö antaa hyvän pohjan ja kokemusta tehdä vastaavanlaisia tutkimustöitä tulevan työuran aikana. Lisäksi oli erittäin mielenkiintoista päästä analysoimaan Dynafleet-järjestelmän tuottamaa dataa tarkemmin.

LÄHTEET

- Edu.helsinki www-sivut. Viitattu 4.10.2015. <http://www.edu.helsinki.fi>
- Euromaster www-sivut. Viitattu 14.9.2015 http://www.euromaster.fi/kuluttajat/renkaat/yleista_tietoa_renkaista/rengasmerkintajarjestelma/vierintavastus
- Hautala, M. & Peltonen, H. 2009. Insinöörin (AMK) fysiikka osa1. Saarijärvi: Saarijärven OFFSET Oy
- Ikonen, M. 2013. Aja taloudellisesti. Saarijärvi: Saarijärven OFFSET Oy
- Kamk www-sivut. 2015. Viitattu 4.10.2015. <http://www.kamk.fi/opari/Opinnaytetyopakki/Teoreettinen-materiaali/Tukimateriaali/Tutkimustyyppit/Selittava>
- Mattila, V.2015. Nopeudenrajoittimen toiminnan tarkastaminen. AMK-Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Viitattu 16.11.2015. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201505168391>
- Motiva www-sivut. Viitattu 24.9.2015 http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/taloudellinen_ajotapa
- Motiva www-sivut. Viitattu 8.9.2015 http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/aerodynamiikka_ja_ajovastukset
- Nptel www-sivut. Viitattu 4.10.2015. <http://www.nptel.ac.in>
- P. Nieminen, Henkilökohtainen tiedonanto. Viitattu 8.10.2015
- P. Nieminen, Henkilökohtainen tiedonanto. Viitattu 21.6.2015
- Part20 www-sivut. Viitattu 4.10.2015. <http://www.part20.eu/>
- Pedanet www-sivut. Viitattu 24.9.2015 <https://peda.net/sastamala/sylvaan-koulu/eopin-oppikirjat/efysiikka-82/1lvv>
- Roadsafetynz www-sivut- Viitattu 3.11.2015. <http://www.roadsafetynz.org/modern-speed-limiters.html>
- Scania www-sivut. Viitattu 3.11.2015. <http://www.scania.fi/trucks/safety-driver-support/driver-support-systems/active-prediction/>
- Tekniikan maailma www-sivut. Viitattu 4.10.2015. <http://tekniikanmaailma.fi/autot/muut/taloudellinen-ajotapa>
- Turkuamk www-sivut. Viitattu 4.10.2015. <http://julkaisut.turkuamk.fi>
- Volvo Trucks www-sivut. Viitattu 31.5.2015. <http://www.volvotrucks.com>
- Ylönen, O.2015. Raskaankaluston ajovastukset. AMK-Opinnäytetyö. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Viitattu 4.10.2015. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201504275191>