



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - YLEMPI AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

HCT-RATKAISUIDEN HYÖDYNTÄMINEN JA EDUT STORA ENSON TULEVAISUU- DEN KULJETUKSISSA

TEKIJÄ:

Petri Nevalainen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Teknologiaosaamisen johtamisen tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Petri Nevalainen	
Työn nimi HCT-ratkaisuiden hyödyntäminen ja edut Stora Enson tulevaisuuden kuljetuksissa	
Päiväys 9.6.2021	Sivumäärä/Liitteet 63/66
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Stora Enso Oyj	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyö sisälsi HCT-ratkaisujen hyödyntämistä Stora Enson tuotekuljetuksissa ja siitä saavutettavaa ekologista, toiminnallista ja taloudellista hyötyä yhtiössä. Työssä selvitettiin HCT-ajoneuvojen vaihtoehtoja ja toimintamahdollisuuksia sekä kestäväen kehityksen entistä parempaa huomioimista uusien kalustomittojen ja vaihtoehtoisten polttoaineiden myötä. Selvityksessä kartoitettiin myös tulevaisuuden vaihtoehtoiset polttoaineet sekä niiden hyödyt ja haitat. Työssä tarkastellaan myös saavutettavia hyötyjä, jos ajoneuvon kokonaispainot olisivat nykyisiä suuremmat. Samalla kartoitetaan HCT-käytävät, jotka olisivat Stora Ensolle tärkeitä kuljetustehokkuuden parantamiseksi. Opinnäytetyö tehtiin tutkimusmenetelmänä ja se rajattiin koskemaan Stora Enson Suomen tehtaita ja niiden tuotekuljetuksia maantieliikenteessä Suomessa. Tietoja olen kerännyt Stora Enson eri tietojärjestelmistä. Teoriatietoja olen hakenut kirjoista, netistä, ajankohtaisista webseminaareista sekä lehtiartikkeleista.</p> <p>Tuloksina HCT-kuljetuksissa saadaan pienempiä CO₂-päästöjä sekä taloudellista hyötyä alempina kuljetuskustannuksina kuljetettua tonnia kohden. Osa kehitystoiminnoista on nyt toteutettu, mutta päästäksemme edelleen alempiin CO₂-päästöihin ja varmistaaksemme kilpailukykyiset hinnat, kehitystyön on jatkuttava. Myös kuljetuspalveluiden tilaajan on tärkeä ymmärtää kuljetusten hintarakenne ja kuinka niihin voidaan vaikuttaa.</p> <p>Stora Enso Oyj:n logistiikkatoimintojen tehtävänä on kehittää ja toteuttaa Stora Enson tarvitsemia logistisia toimintoja, sekä varmistaa kilpailukykyinen hinta. Tavoitteisiin kuuluu myös kestäväen kehityksen huomioiminen logistissa toiminnoissa, joka onkin lisääntynyt viime vuosina merkittävästi. Tulevaisuudessa siihen tul- laan varmasti kiinnittämään vieläkin suurempaa huomiota.</p>	
Avainsanat HCT, kestävä kehitys, päästöt, taloudellisuus	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Master's Degree Programme in Engineering Knowledge Management	
Author Petri Nevalainen	
Title of Thesis The utilizing and benefits of HCT-solutions in Stora Enso's future transportation	
Date 9 th of June 2021	Pages/Appendices 63/66
Client Organisation /Partners Stora Enso Oyj	
<p>Abstract</p> <p>The thesis included the utilization of HCT solutions in Stora Enso's product transportation and the ecological, operational and economic benefits to be achieved in the company. The study investigated the alternatives and operating possibilities of HCT trucks, as well as the better consideration of sustainable development with new vehicle dimensions and alternative fuels. The study also mapped out future alternative fuels and their benefits and drawbacks. The work also examines the benefits that would be achieved if the total weights of the vehicle were higher than at present. At the same time, HCT routes are being identified that would be important to Stora Enso to improve transport efficiency. The thesis was done as a research method and was limited to Stora Enso's Finnish mills and their product transportation in road traffic in Finland. I have collected information from Stora Enso's various information systems. I have searched for theoretical information from books, the Internet, current webinars and magazine articles.</p> <p>HCT transports provide lower CO₂ emissions as well as economic benefits at lower transport costs. Some of the development activities have now been carried out, but in order to continue to achieve lower CO₂ emissions and to ensure competitive prices, development work must continue. It is also important for the customer to understand the price structure of the transports and how they can be influenced.</p> <p>The task of Stora Enso logistics operations is to develop and implement the logistics functions required by Stora Enso and to ensure competitive price. The goals also include taking sustainable development into account in logistics operations. Its importance has increased in recent years and it will receive even more attention in the future.</p>	
<p>Keywords HCT (High Capacity Transport), sustainable development, emissions, economy</p>	

Aloitin joulukuussa 2019 Kuopion Savoniassa avoimen ammattikorkeakoulun puolella suorittamaan opintojaksoja. Sysäyksen tämän urakan aloittamiseen antoi vanhan tekuaikaisen ystäväni kanssa käydyt keskustelut. Vielä tänä päivänäkin emme taida olla aivan varmoja kumpi alkoi kumpaakin tähän urakkaan kannustamaan, mutta yhteisenä päätöksenä sitten aloitimme tämän projektin. Projektina tätä koulutusta omalta osaltani voidaan pitääkin. Aikaisemmalta koulutukseltani olen logistiikkainsinööri ja tavoitteeni oli päivittää tutkintoni nykyiseen YAMK-insinööri tutkintoon. Suunnitelmani oli aloittaa käymään avoimen AMK:n puolella polkuopiskelijana teknologiaosaamisen johtaminen-kursseja ja hakeutua sitten myöhemmin tutkinto-opiskelijaksi samaan koulutusohjelmaan. Näin sitten tapahtuikin elokuussa 2020. Koulutukseen liittyvät tarvittavat kurssit sain suoritettua joulukuun 2020 mennessä. Tämän jälkeen alkoi virallisesti tämän opinnäytetyön tekeminen.

Aikaisemmista opinnoistani olikin vierähtänyt reilu parikymmentä vuotta, joten oli mukava alkaa päivittämään omia tietojaan. Opiskelu on kyllä muuttunut hieman tässä vuosien saatossa enemmän omatoimiseen suuntaan ja olikin mukava hieman haastaa itseään opinnoissa. Tietysti myös koronan aiheuttamat rajoitukset ohjasivat koulutusta tapahtuvaksi paljon enemmän erilaisissa verkkokoulutuksissa. Myös aikataulun sovittaminen perheen, työn ja opiskelun välillä oli aina tietynlainen kompromissi. Opintojen suurimman hyödyn itselleni tunnen saaneeni entistä laajempialaisena näkökantana eri asioihin. Työelämässä on asioita tottunut tekemään tietyn kaavan mukaan, mutta tämän koulutuksen jälkeen tunnen olevana hieman avarakatseisempi ja omaavani laajempaa näkökulmaa eri asioita katsottaessa.

Kiitänkin työnantajaani Stora Ensoa mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö omalle työpaikalleni. Tämä aihe vastaa minun työtehtäviäni, josta koenkin saatavan hyötyä yhtiölle ja minun omiin päivittäisiin työtehtäviini. Tämän työn aihe valikoitui alustavasti jo vuonna 2020 esimieheni Timo Hatan kanssa käydyssä kehityskeskustelussa. Tuolloin Timo esitti minulle, että minun tulisi tehdä aiheen mukainen selvitys Stora Ensossa. Asiasta hieman lisää keskustellessamme totesin tuossa olevan erittäin hyvän ja mielenkiintoisen aiheen myös opinnäytetyöksi. Tällöin jo alustavasti sovittiin, että näin voimme tehdä. Siitä asia on hieman kehittynyt ja jalostunut matkan varrella. Joitakin asioita on jo suunniteltu ja toteutettu ns. päivittäisissä työtehtävissäni, mutta nyt ne kaikki on tarkoitus koota yhteen tämän opinnäytetyön muodossa.

Kiitän myös omaa perhettäni, vaimoani ja lapsiani saamastani tuesta ja kannustuksesta opinnoistani. Samalla kannustan molempia lapsiani myös heidän omissa opinnoissaan ja toivonkin olleeni heille jonkinlainen esimerkki, että opiskelu kannattaa ja sitä voi tehdä myös työelämän yhteydessä sekä vielä jo hieman varttuneemmalla iällä. Vierivä kivi ei sammaloidu.

Kuopiossa 6.6.2021

Petri Nevalainen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	9
1.1	Euroopan vihreän kehityksen ohjelma	10
1.2	Raskaankaluston päästönormit	10
1.3	Ilmasto- ja energiapoliittiset 2030 tavoitteet	11
1.4	Liikenteen päästöt nollaan vuoteen 2045 mennessä	11
1.5	Opinnäytetyön taustaorganisaatio	12
1.6	Työn tavoitteet, tutkimusongelma ja työn rajausta	13
1.7	Tutkimusmenetelmät ja työn toteutus	14
2	HCT-MITAT JA SÄÄDÖKSET, LIIKENTEEN PÄÄSTÖT JA KESTÄVÄ LOGISTIikka	15
2.1	HCT-mitat ja säädökset	15
2.2	Teiden kunnossapito ja Stora Ensolle merkittävät tieväylät	17
2.2.1	Kuljetusreitti Uimaharju – Kotka/Hamina	17
2.2.2	Kuljetusreitti Varkaus – Kotka/Hamina	19
2.2.3	Kuljetusreitti Heinola – Kotka/Hamina	19
2.2.4	Kuljetusreitti Kemi – Oulu	20
2.3	Liikenteen päästöt	20
2.3.1	Hiilidioksidi (CO ₂)	22
2.3.2	Hiilimonoksidi (CO)	22
2.3.3	Typhen oksidit (NO _x)	22
2.3.4	Rikkidioksidi (SO ₂)	23
2.3.5	Hiukkaspäästöt (PM)	23
2.3.6	Hiilivety (HC)	23
2.3.7	Kasvihuonekaasut (CO ₂ ekv.)	23
2.4	Kestävä logistiikka	24
2.5	Kuljetusyrityksien näkemys päästövähennyskeinoista ja tavoitteista	27
2.6	Ajoneuvojen vaihtoehtoiset polttoaineet	28
2.6.1	Uusiutuva diesel	29
2.6.2	Maa- ja biokaasu	30
2.6.3	Sähkö	31
2.6.4	Vety ja synteettiset polttoaineet	32
2.6.5	Kuorma-autojen käyttövoimaennuste	33

2.7	Kustannuslaskenta	34
2.7.1	Kustannuksiin vaikuttavat tekijät	34
2.7.2	Kuljetusyrityksen vastuullisuusmalli	36
3	HCT-KULJETUKSIEN HYÖDYNTÄMINEN STORA ENSOSSA	37
3.1	Stora Enso Oyj.....	38
3.2	Stora Enson tuotantolaitokset Suomessa	39
4	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	40
5	YHTEENVETO.....	40
	LÄHTEET	41
	LIITE 1: KUORMA-AUTO LIIKENTEEN MUKAINEN KUSTANNUSLASKENTAMALLI	44
	LIITE 2: KULJETUSYRITYSTEN VASTUULLISUUSMALLI	45

KUVALUETTELO

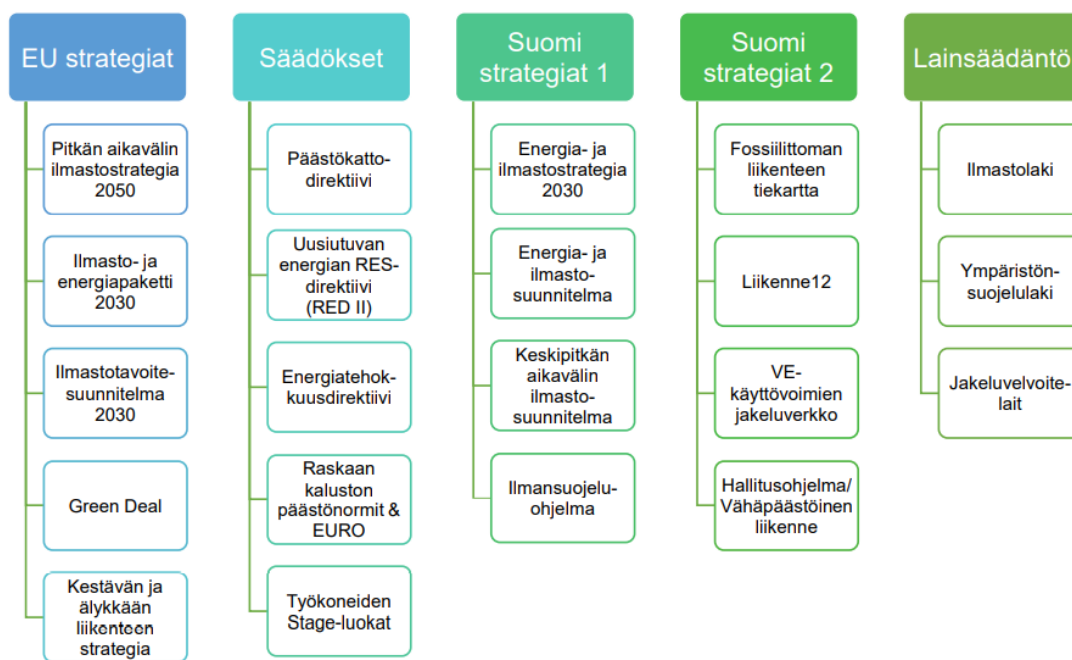
KUVA 1. Päästöjä koskevia tavoitteita ja säädöksiä (Metsätehon tulosalvosarja 2/2021).....	9
KUVA 2. HCT-ajoneuvojen ratkaisumalleja (SKAL, Uudet yhdistelmät käyttöön)	16
KUVA 3. HCT ajoneuvon ohitusmatka maantieliikenteessä (Traficom).....	16
KUVA 4. Kartta; Uimaharju – Kotka maantiet	18
KUVA 5. Kartta; Honkalahti – Hamina maantiet.....	18
KUVA 6. Kartta; Varkaus – Kotka maantiet.....	19
KUVA 7. Kartta; Heinola – Kotka maantiet	20
KUVA 8. Suomen liikenteen kasvihuonepäästöt (CO2 ekv.) 2000-2050 (Webseminaari 27.1.2021 Heikki Liimatainen)	24
KUVA 9. Kestävän logistiikan vaikutukset (Sustainable Logistics, 14. Alkuperäinen Green Logistics).....	25
KUVA 10. Kestävän logistiikan toimenpiteiden valitseminen (Sustainable Logistics, 15)	26
KUVA 11. Kuljetusyrittäjien energiatehokkuutta ja ympäristöystävällisyyttä koskeva näkemys tieliikenteen tavarankuljetusten päästövähennyskeinoista ja -tavoitteista. (Suomalaisten tiekuljetusyri- tysten näkemyksiä liikenteen automaatiosta, kuljetusten energiatehokkuudesta ja ympäristöystävällisyydestä)	27
KUVA 12. Uusiutuva diesel – edut ja haitat (Webseminaari 27.1.2021 Hanna Kalenoja, muokattu versio) ...	30
KUVA 13. Maa- ja biokaasut – edut ja haitat (Webseminaari 27.1.2021 Hanna Kalenoja, muokattu versio) .	31
KUVA 14. Sähkö – edut ja haitat (Webseminaari 27.1.2021 Hanna Kalenoja, muokattu versio)	32
KUVA 15. Vety ja synteettiset polttoaineet – edut ja haitat (Webseminaari 27.1.2021 Hanna Kalenoja, muokattu versio).....	32
KUVA 16. Kuorma-autojen käyttövoimaennuste (Webseminaari 27.1.2021 Hanna Kalenoja)	33
KUVA 17. Kuljetuskustannusten jakauma 76 tn (tuotekuljetus)	35
KUVA 18. Kustannusjakauman vertailu yleisiin indekseihin	36
KUVA 19. Kemi-Oulu HCT-kuljetuksen CO ₂ - päästöt 2019	37
KUVA 20. Stora Enson tuotantoyksiköt ja satamaterminaalit Suomessa. (STORA ENSO OYJ 2020. Stora Enso Finland Mills and Production Units with Ports and Terminals)	39
KUVA 21. Stora Enso tuotantokapasiteetit Suomessa.....	40

1 JOHDANTO

Ajoneuvojen pituutta koskevat muutokset tulivat Suomessa voimaan tammikuussa 2019, jolloin tieliikenteessä sallittujen ajoneuvoyhdistelmien pituus nousi 34,5 metriin. Suurin sallittu kokonaispaino säilyi kuitenkin edelleen 76 tonnissa, jolloin yhdistelmää ei pidetä erikoiskuljetuksena. Näistä uusista pitkistä ajoneuvoyhdistelmistä käytetään nimitystä HCT (High Capacity Transport). Lyhenne on myös kansainvälisesti käytetty termi. Tavoitteena on suurentaa kuljetuskapasiteettia ja hyötykuormaa sekä pienentää energiankulutusta. Näillä kaikilla on suora vaikutus myös kuljetuksien ympäristöpäästöihin sekä kuljetuskustannuksiin. Myös tiestön rasitukset pienenevät, kun hyötykuorman suhde kokonaisuudessaan saadaan paremmaksi. Samalla myös liikenneturvallisuus paranee, kun saman tavaramäärän kuljettamiseen lähtökohtaisesti riittää pienempi kuljetuskalustomäärä. (Traficom.)

Euroopan Unionissa ja Suomessa on tehty useita eri ympäristöohjelmia, joiden tavoitteena on päästä toiminnoissa ympäristöystävällisempiin ratkaisuihin. Liikenteen päästötavoitteiden saavuttamisesta Suomessa on olemassa tavoitteet ja niissä usein puhutaan uusiutuvista ja biopolttoaineista sekä vaihtoehtoisista käyttövoimista. Päästöjen vähentämistavoitteiden saavuttamisen keskusteluissa ovat olleet tehokkaammat kuljetusmuodot, HCT-ajoneuvoyhdistelmät, infran kunnossapidon taso sekä logistiikan digitalisaation ja tekoälyn parempi hyödyntäminen. Sallittua pidempiä tai raskaampia HCT-kuljetuksia on Suomessa kokeiltu jo vuodesta 2013 lähtien poikkeusluvilla. Tässä opinnäytetyössä ei kuitenkaan nyt tarkastella poikkeuslupien mahdollistamia kuljetuksia, vaan keskitytään tarkastelemaan normaalisäädösten mukaisia HCT-kuljetuksia.

Seuraavassa kuvassa havainnollistetaan Euroopan Unionin ja Suomen eri ohjelmia päästövähennystavoitteiden saavuttamiseksi. Eri ohjelmat on lohkottu EU-strategioihin, säädöksiin, Suomen strategioihin sekä lakisäädöksiin.



KUVA 1. Päästöjä koskevia tavoitteita ja säädöksiä (Metsätehon tulosalvosarja 2/2021)

Liikenteen osalta keskeisempiä tavoitteita Euroopan Unionissa on liikenteen päästöjen vähentäminen Green Deal-strategialla vuoteen 2050 mennessä. Suomessa tavoitteena on liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen puolittaminen vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 päästötasosta. Lisäksi Suomessa tavoitellaan raskaan liikenteen kuljetusten energiatehokkuuden parantamista (Ministry of Economic Affairs and Employment 2018). Konkreettisia keinoja liikenteen ja työkoneiden päästöjen vähentämiseksi Suomessa ovat mm. biopolttoaineiden jakeluvaihtoehtojen kasvattaminen, kuorma-autojen EURO-normit ja työkoneiden Stage-päästöstandardit. Lisäksi Euroopan Unionissa ja Suomessa on asetettu tavoitteita mm. vaihtoehtoisten käyttövoimien käytön edistämisestä, rautatie- ja vesiliikenteen lisäämisestä kuljetuksissa, liikenteen infrastruktuurin kehittäminen vähäpäästöisen liikenteen tueksi ja työkoneiden päästöjen vähentämispotentiaalin selvittäminen. (Metsätehon tuloskalvosarja 2/2021.)

1.1 Euroopan vihreän kehityksen ohjelma

Liikenteen päästöjä tulee vähentää 90% Euroopan vihreän kehityksen ohjelmassa (Green Deal) vuoteen 2050 mennessä, jossa vuoden 2030 tavoitteena on vähentää kasvihuonepäästöjä 55% vuoden 1990 vertailuvuodesta. Ohjelman mukaisena tavoitteena on viedä Euroopan Unionia kestävä taloutta kohti. Ohjelman mukaan tämän on saavutettavissa, kun kaikki ilmasto- ja ympäristöhaasteet käännetään uusiksi mahdollisuuksiksi ja muutokset tehdään kaikkien osapuolten kannalta tasa-arvoisesti ja oikeudenmukaisesti. Ohjelmasta on tehty toimintasuunnitelma, jossa edistetään siirtymistä puhtaaseen kiertotalouteen, vähennetään saastuttamista ja huomioidaan biologinen monimuotoisuus. Tavoitteena on päästä EU:ssa ilmastoneutraaliksi 2050 mennessä. Ohjelman mukaisena tavoitteena on

- ympäristöystävällisemmät investoinnit
- teollisuuden innovoinnin tukeminen kohti ympäristöystävällisempiä ratkaisuja
- puhtaammat ja viisaammat liikennemuodot
- hiilen käytön lopettaminen energiamuotona
- rakennusten parempi energiatehokkuus
- parantaa ympäristönormeja maailmanlaajuisesti.

(Euroopan komissio - Euroopan vihreän kehityksen ohjelma)

1.2 Raskaankaluston päästönormit

Raskaiden ajoneuvojen EURO-päästoluokat (tyyppi hyväksyntädirektiivi) otettiin käyttöön jo vuonna 1992. Tuolloin käytössä oli EURO I-luokitus. Tällä hetkellä viimeisin (EURO VI) tuli käyttöön vuonna 2013. EURO VI:n D-vaihe tuli voimaan 2018/2019 ja E vuonna 2020/2021. EURO VI-luokan ajoneuvoissa CO₂-päästöt ovat noin 30%, HC-päästöt noin 10% ja NOX- ja PM-päästöt muutaman prosentin pienemmät kuin EURO I-luokan ajoneuvoissa. Luokitus ei koske CO₂-päästöjä, joihin on tullut erillinen asetus. Tämän Euroopan parlamentin ja neuvoston hiilidioksidinormiasetuksen EU 2019/1242 mukaan uusien raskaiden ajoneuvojen CO₂-päästöjä on vähennettävä keskimäärin 15% vuodesta

2025 lähtien ja 30% vuodesta 2030 lähtien. Vertailukautena on 7/2019 – 7/2020. (Metsätehon tu-
loskalvosarja 2/2021)

1.3 Ilmasto- ja energiapoliittiset 2030 tavoitteet

Yrityksiä ja logistisia toimintoja ohjaavat kiristynvä ympäristölainsäädäntö sekä kuluttajien ja kuljetus-
palveluiden tilaajien entisestään kasvavat vaatimukset kestävän logistiikan huomioimiseen ja kehi-
tykseen toiminnoissa. Tiukentuvat ekologisuusvaatimukset ohjaavat kuljetusyriityksiä investoimaan
entistä energiatehokkaampaan ja ympäristöystävällisempään kuljetuskalustoon. Euroopan komission
vuoden 2030 ilmasto- ja energiapoliittisten tavoitteiden mukaisesti liikenteen kasvihuonekaasupääs-
töjä tulee vähentää 50% vuoteen 2030 mennessä. Vertailutasona pidetään vuoden 2005 päästöar-
voja. (EU:n 2030 -ilmasto- ja energiapaketin vaikutukset Suomen energiajärjestelmään ja kansanta-
louteen, 3-4). Tästä edelleen tavoitteena on jatkaa fossiilittomaan tieliikenteeseen vuoteen 2045
mennessä. Fossiilittoman liikenteen tiekartassa hyödynnetään täysmääräisesti Suomessa sallitut suu-
ret mitat ja massat. Raskaankaluston energia- ja kustannustehokkuutta on mahdollista parantaa
HCT kuljetuksilla. (Sadasta nollaan ajankohtainen webseminaari 15.1.2021). Suomen strategiassa on
myös Liikenne 12-suunnitelma vuosille 2021-2032. Siinä mm. kuntien on huolehdittava yhdessä Väy-
läviraston kanssa katuverkoston kunto niin, ettei se muodostu esteeksi HCT-kuljetuksissa.

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy on tehnyt tutkimuksia ja ennusteita nykyisten päästöjen vähen-
tämiseen tehtyjen toimenpiteiden vaikutuksesta. Niiden vaikutuksen todetaan olevan noin 37% vuo-
teen 2030 mennessä. (Antti Autio, artikkeli Savon Sanomat 7.10.2020).

Tällä kehitysvauhdilla tavoitteisiin ei siis vielä päästä, vaan tarvitaan lisää kehitystä ja innovatiivi-
suutta. Päästövähennystarve liikenteen osalta on merkittävin. Päästöjen vähentämisen mahdolli-
suuksia kuljetuksissa on mm. tehokkaampien ja ympäristöystävällisempien kuljetusmuotojen valinta,
ajoneuvojen energiatehokkuuden parantaminen, ajoneuvokaluston nykyistä nopeampi uusiminen,
sähköistäminen sekä biopolttoaineiden tehokkaampi hyödyntäminen ja käyttöönottoaminen. (Liiken-
teen päästötavoitteiden saavuttaminen 2030 – politiikkatoimenpiteiden tarkastelu).

1.4 Liikenteen päästöt nollaan vuoteen 2045 mennessä

Liikenteen tuottamat kasvihuonekaasupäästöt Suomessa ovat noin 20%. Liikenne- ja viestintäminis-
teriö on valmistellut toimenpideohjelman, jonka mukaan vuoteen 2045 mennessä voidaan liikenteen
kasvihuonekaasupäästöt poistaa Suomessa. Hiilettömään liikenteeseen ratkaisuksi esitetään nolla- ja
vähäpäästöisiä autoja, uusiutuvia polttoaineita, kestäviä kulkumuotoja ja henkilöautojen ajokilomet-
rien vähentämistä. Toimenpideohjelmassa on esitetty 28 keinoa, joilla hiilettömään liikenteeseen
päästään. Toimenpiteet on jaettu neljään osakokonaisuuteen.

1. Ihmisten tapa liikkua tulee olla kestävä

- henkilöautojen ajoneuvokilometrien vähentäminen
- raide- ja linja-autoliikenteen lisääminen

- pyöräilyn ja kävelyn lisääminen.

2. Tavarakuljetuksien tehostaminen

- kuorma-autojen tavarakuljetusten ajosuorite ei nouse
- raide- ja vesikuljetuksien lisääminen.

3. Ajoneuvokannan uudistaminen nolla- ja vähäpäästöisillä ajoneuvoilla

Henkilöautot:

- vuonna 2020 Suomessa oli 9 676 sähköautoa, 45 650 ladattavaa hybridiä (Autoalan Tiedotuskeskus) ja 12 357 kaasuautoa (Kaasuautoilijat Ry)
- tavoite 2030, että Suomessa on 670 000 sähköautoa ja 130 000 kaasuautoa
- tavoite 2045, että Suomessa on 2 000 000 sähköautoa ja 250 000 kaasuautoa

Raskaskalusto:

- vuonna 2020 Suomessa oli 7 sähkökuorma-autoa, 87 sähkölinja-autoa (Autotie.fi) ja 1 226 kaasuautoa (pakettiauto, kuorma-auto, linja-auto) (Kaasuautoilijat Ry)
- tavoite 2030, että Suomessa on 7 000 sähköautoa ja 6 000 kaasuautoa
- tavoite 2045, että Suomessa on 42 000 sähköautoa ja 22 000 kaasuautoa

4. Uusiutuvien polttoaineiden käyttö

- nestemäisten biopolttoaineiden osuuden kasvattaminen kotimaisessa liikenteessä
 - 30% vuonna 2030 ja 100% vuonna 2045
- nestemäisten biopolttoaineiden absoluuttinen määrä ei kasva vuoden 2030 jälkeen
- Suomessa tuotetun biokaasun käyttöä kasvatetaan voimakkaasti
- fossiilisten liikennepolttoaineiden myynnin kieltäminen vuonna 2045

Toimenpideohjelman mukaan liikenteen päästöjä vähennettäisiin kiristämällä verotusta ja maksuja päästöjä tuottavissa polttoaineratkaisuissa. Eli perusajatuksena toimenpideohjelmassa on, että saastuttaja maksaa. Fossiilisia polttoaineita ja suuripäästöisiä ajoneuvoja verotettaisiin enemmän ja vastaavasti kestäviä liikkumistapoja ja päästöttömiä teknologioita taas tuettaisiin. Liikenteen verotus pysyisi toimenpideohjelman mukaan kokonaisuutena samana. (Liikenne- ja viestintäministeriö: Liikenteen päästöt nollaan vuoteen 2045 mennessä.)

1.5 Opinnäytetyön taustaorganisaatio

Toimeksiantajana opinnäytetyölle toimii Stora Enso Oyj. Stora Enson Sourcing & Logistics on matriisiorganisaatio, joka vastaa konsernissa käytettävien materiaalien, tarvikkeiden ja erilaisten palveluiden hankinnan toteuttamisesta ja valvonnasta divisioonien, tehtaiden ja toimintojen liiketoimintatarpeiden perusteella. Opinnäytetyöntekijä työskentelee Stora Enso Logistics Land Category Finland

and North East Europe organisaatiossa Procurement Manager työtehtävissä. Pääasiallisena vastuualueena on Suomen tehtaiden tuotteiden maantiekuljetussopimukset kotimaassa sekä kemikaalikuljetussopimukset kemikaalitoimittajilta tehtaille.

Stora Enso Oyj on maailmanlaajuinen metsäteollisuusyhtiö, joka tuotti vuonna 2020 yhteensä 9,7 miljoonaa tonnia kartonkia, markkinasellua ja paperituotteita sekä 5,3 miljoonaa kuutiometriä erilaisia puutuotteita. Liikevaihto oli 8,6 Meuroa. Stora Enso on maksanut vuonna 2020 eri toimittajille yhteensä 5,8 Meuroa erilaisista raaka-aineista, tuotteista ja palveluista, joten Stora Enso on merkittävä yhteistyökumppani useille toimittajille. (Stora Enso Annual Report 2020.)

Stora Enso Oyj:n logistiikkatoimintojen tehtävänä on kehittää ja toteuttaa Stora Enson tarvitsemia logistisia toimintoja. Sen tavoitteisiin kuuluu myös kestävän kehityksen huomioiminen logistissa toiminnossa. Kestävän kehityksen huomioiminen kuljetuksissa onkin lisääntynyt viime vuosina merkittävästi ja tulevaisuudessa siihen tullaan kiinnittämään entistä suurempaa huomiota.

Tästä opinnäytetyöstä on tehty kaksi eri versiota. Toinen on julkinen versio ja toinen on annettu vain toimeksiantajan käyttöön. Julkisesta versiosta on poistettu kappaleet 4-5, jossa on esitetty työntutkimukseen liittyvät tulokset.

1.6 Työn tavoitteet, tutkimusongelma ja työn rajaus

Tässä opinnäytetyössä selvitetään, kuinka uusia HCT-ratkaisumalleja voidaan paremmin hyödyntää Stora Ensossa ja tätä kautta saavuttaa ekologista, toiminnallista ja taloudellista hyötyä yhtiössä. Kestävän kehityksen entistä parempi huomioiminen uusien kalustomittojen ja vaihtoehtoisten polttoaineiden myötä sisältyy selvitystyöhön. Työn tavoitteena on selvittää:

- Kuinka HCT-ratkaisumalleja voidaan paremmin hyödyntää Stora Ensossa ja kuinka paljon on saavutettavissa ekologista (päästöjen alenema), toiminnallista ja taloudellista hyötyä yhtiössä?
- Millaisia tarpeita ja mahdollisuuksia Stora Enson Suomen tehtailla on olemassa HCT-kuljetuksiin, ja mitkä ovat mahdolliset esteet ja kuinka niitä voidaan poistaa?
- Mitkä tuotteet soveltuvat parhaiten HCT-kuljetuksiin?
- Mitä hyötyjä olisi saavutettavissa, jos ajoneuvon kokonaispainot olisivat suuremmat kuin nykyinen maksimikokonaispaino 76 tn?
- Mitkä HCT-käytävät olisivat Stora Ensolle tärkeitä kuljetustehokkuuden parantamiseksi?

Työ rajattiin koskemaan Stora Enson Suomen tehtaita ja niiden tuotekuljetuksia maantieliikenteessä kotimaassa.

1.7 Tutkimusmenetelmät ja työn toteutus

Työn tutkimusmenetelmänä on toimintatutkimus. Työni jaoin teoria- ja käytäntöosuuteen. Teoriaosiossa selvitin HCT-ajoneuvojen vaihtoehtoja, toimintamahdollisuuksia ja lainsäädäntöä sekä kestävä logistiikan huomioimista kuljetustoiminnoissa ja kuljetusmuotoja valittaessa. Tähän sisältyvät myös vaihtoehtoiset polttoaineet. Selvitän myös kuljetuskustannuksiin vaikuttavat osa-alueet.

Käytäntöosiossa selvitin tuotekuljetusvirtoja Stora Enson eri tehtailta ja selvitin mahdollisuutta hyödyntää uusia HCT-ajoneuvoja mahdollisimman hyvin ja tehokkaasti tuotteen ominaisuudet huomioiden. Kuljetusmäärät ja -reitit saadaan kerättyä tietojärjestelmistä. Selvitin myös eri tehdaspaikkakuntien ja tuoteryhmien lastaus- ja kuljetusmahdollisuuksia uusissa HCT-mittaisissa ajoneuvoissa. Samalla selvitin mahdolliset rajoitukset ja kuinka niitä voitaisiin poistaa toiminnoissa. Työssäni kartoitin myös mitkä HCT-käytävät olisivat Stora Ensolle tärkeitä kuljetustehokkuuden parantamiseksi.

Tarkoituksena on, ettei junakuljetuksia vähennetä, vaan olemassa olevia autokuljetuksia pyrittäisiin kehittämään ja tehostamaan HCT-mittojen antamin mahdollisuuksin. Junakuljetukset ovat yleisesti kustannustehokkaita ja ekologisia pienillä ympäristöpäästöillä kuljetettua tonnia kohden. Autokuljetuksia kuitenkin aina käytetään tasaamaan kuljetusvaihteluita. Autokuljetukset ovat joustavia, nopeita ja niillä saadaan nopeasti reagoitua kysyntävaihteluihin. Tietyillä reiteillä auto- ja junakuljetushinnoittelut toimivat toistensa hinnoittelujen vertailuarvoina. Työssäni teen laskelmat HCT-kuljetusten vaikutuksista päästöihin ja kustannuksiin. Tuloksissa esitän HCT-kuljetusratkaisuilla saatavat ekologiset (alemmat päästöt) ja taloudellisuusvaikutukset Stora Enson eri tuotesegmenteillä ja tehtailta.

Opinnäytetyön aihe on erittäin ajankohtainen ja sen merkitys edelleen kiristyvien ympäristöpäästöjen, kasvavien asiakasvaatimusten sekä kustannustehokkaiden kuljetusratkaisuiden hakemisessa on tulevaisuuden kilpailukyvyn kannalta tärkeää. Tulevaisuudessa on huomioitava entistä tarkemmin päästöt kuljetuksissa ja varmistettava kustannustehokkaat kuljetustavat ja -muodot. Näillä asioilla on entistä suurempi merkitys puhtaammassa ja kilpailukykyisemmässä tulevaisuudessa, joka antaa toiminnasta myös imagollista hyötyä. Työn aihe ja sen tekeminen vastaa myös työtehtäviäni yhtiössä. Uskon saavani siitä hyötyä omiin sekä toivottavasti myös oman teamin päivittäisiin työtehtäviin.

2 HCT-MITAT JA SÄÄDÖKSET, LIIKENTEEN PÄÄSTÖT JA KESTÄVÄ LOGISTIIKKA

HCT-ratkaisumallien hyödyntämisellä voidaan päästä kestävässä logistiikassa parempiin saavutuksiin, jonka tuloksena ovat kustannussäästöt ja ympäristön pienempi kuormitus. Voidaankin todeta, että kuljetustehokkuus lisää ympäristöystävällisyyttä. Kun ajoneuvoyhdistelmien hyötykuormia saadaan suuremmiksi, myös maanteihin kohdistuva rasitus vähenee, joka puolestaan helpottaa infran kunnossapitokustannuksia. Pienemmällä ajoneuvomäärällä on myös positiivista vaikutusta liikenteen turvallisuuteen. (Liikenne- ja viestintävirasto Traficom.)

Tämänhetkisen säädöksen mukaan uudet mitat antavat lisää tilavuutta, mutta kokonaispainot säilyvät kuitenkin enimmillään 76 tonnissa. Tilavuuden lisääminen hyödyntää eniten kevyiden tuotteiden, kuten mm. elintarviketuotteiden, kappaletavara- ja merikonttien kuljetuksessa. Painavampien massatuotteiden kuljetukseen uudistuksella olisi suurempi merkitys, jos kokonaispainoissa päästäisiin yli 76 tn. Tällöin myös painavampien tuotteiden, kuten esim. metsäteollisuuden hyötykuormia saataisiin kasvatettua. Keskusteluja onkin käyty, olisiko tulevaisuudessa mahdollista päästä myös suurempiin kokonaispainoihin ja saavuttaa siten suurempia hyötyjä myös metsäteollisuuden kuljetuksissa. Suomessa voisi olla käytössä esimerkiksi HCT-käytävät, jolloin erikseen määritellyillä tieosuuksilla voisi kuljettaa HCT-kuljetuksia tulevaisuudessa suuremmalla kokonaismassalla, ilman että se katsottaisiin erikoiskuljetukseksi. HCT-käytävä asiassa tulee edetä tiestön ehdoilla. HCT-käytävät tulee mitoittaa nykyisen tiestön kunnan ja kantavuuden mukaan. Painorajoituksissa olisi selkein ottaa huomioon nykyiset yhdistelmäajoneuvojen akselikohtaiset kokonaispainot. Tuotekuljetuksissa esimerkiksi 84 tn kokonaispainoiset ajoneuvot antaisivat hyötypainoa lähes 10%. Akselisäännösten mukaan yhdistelmissä tulisi silloin olla yksi akselisto nykyistä enemmän, eli yhteensä 10-akselia.

HCT-käytävät voisi tulla niille päätteille ja niihin liittyville tieosuuksille, joissa jo nyt on mahdollista ottaa suuremmat painoluokat käyttöön. Suomen tiestössä ainakin ns. pääväylät ovat jo nyt pääosin siinä kunnossa, että suuremmat kokonaispainot olisivat mahdollisia. Vähäliikenteisimmillä tieosuuksilla painorajat tulee tutkia ja selvittää tarkemmin.

2.1 HCT-mitat ja säädökset

HCT-mitointi uudistuksessa kuorma-auton ja yhden tai useamman perävaunun kokonaispituus kasvoi 34,5 metriin. Aikaisempi sallittu kokonaispituus oli 25,25 metriä. Kuormatilojen pituus kasvoi 21,42 metristä 29,24 metriin, eli kasvua kuormatilojen pituuteen tuli parhaimmillaan 36,5%. Myös asetusmuutokset uudistuivat HCT-ajoneuvoyhdistelmille. Säädöksiin tuli uusia vaatimuksia mm. liikenneturvallisuuteen, jarru- ja kaistavahtijärjestelmään, näkyvyyteen, merkitsemiseen sekä kuljettajan epäsuoran näkemiseen parantamiseen liittyviä vaatimuksia, kääntyvyys- ja vakausvaatimuksia sekä yhdistelmille määritellyjä telimassoja tien kantavuuden mukaisesti. Turvallisuusvaatimuksissa on huomioitu myös liukkaat keliolosuhteet paremmin. Erilaisia sallittuja yhdistelmätyyppejä on nyt useita ja HCT-ajoneuvoja kehitetäänkin nyt parempien hyötykuormien saavuttamiseksi. Mittamuutoksen mahdollisuutena on Liikenne- ja viestintäviraston mukaan parantaa kuljetustehokkuutta ja

vähentää raskaan liikenteen ajosuoritetta noin 120 miljoonaa kilometriä, säästää polttoainekustannuksia 5-15% sekä vähentää CO₂-päästöjä jopa 66 miljoonaa kiloa. (HCT-Foorum, Aino Still 17.1.2019.)

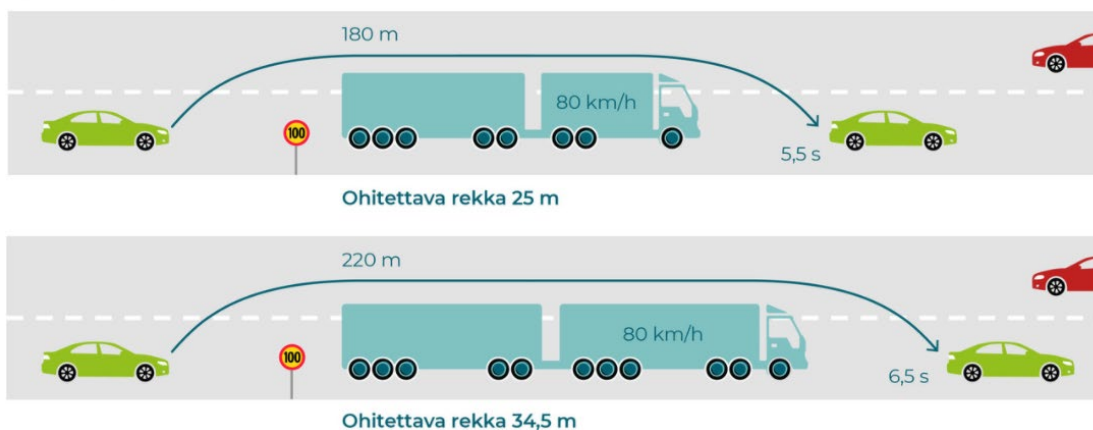


KUVA 2. HCT-ajoneuvojen ratkaisumalleja (SKAL, Uudet yhdistelmät käyttöön)

Kuvassa 2 on havainnollistettu yleisempiä HCT-ratkaisumalleja. Keskiakseliperävaunuyhdistelmissä (kolminiveliset yhdistelmät) on oltava säännösten mukainen vakausjärjestelmä käytössä ja sen osoittamiseksi on ajoneuvossa oltava mukana tarvittavat tekniset dokumentit. (HCT-Foorum, Aino Still 17.1.2019).

Liikenneturvallisuus huomioiden henkilöauton ohittaessa HCT-ajoneuvoa maantieliikenteessä on kuljettajan huomioitava pidempi ohitusmatka. Laskennallisesti 20 km/h oleva ajoneuvojen nopeusero aiheuttaa noin yhden sekunnin pidemmän ohitusajan, joka vastaa noin 40 metriä pidempää ajomatkaa vastaantulevan liikenteen kaistalla. HCT-ajoneuvot ovat varustettu huomiokyltillä PITKÄ, ilmoittamaan ajoneuvon pituudesta takana tuleville. Seuraavassa kuvassa on havainnollistettu pidennettyä ohitusmatkaa. (Traficom.)

Ajoneuvojen nopeusero 20 km/h



KUVA 3. HCT ajoneuvon ohitusmatka maantieliikenteessä (Traficom)

HCT-ajoneuvot kiinnostavat myös muualla Euroopassa. Paikalliset viranomaiset ja yritykset ovat olleet kiinnostuneita Suomen kokemuksista ja lainsäädännöstä mm. Ruotsissa ja Hollannissa. Pidemmällä yhdistelmillä kuitenkin saadaan pienennettyä CO₂-päästöjä tavaraliikenteessä. Esimerkiksi elintarvikekuljetuksien CO₂-päästöt lasketaan olevan noin 30% pienemmät Suomessa kuin vastaavat kuljetukset Euroopassa. (Traficom).

Ruotsissa ja muualla Euroopassa Stora Enso ei ole pystyneet toteuttamaan HCT-kuljetuksia vielä kovin kattavasti. Ruotsissa rajoitteena on ollut tieinfrastruktuuri, joka ei ole vielä riittävä yli 74 tonnille yhdistelmille. Suomen ja Ruotsin maksimikokonaispainojen ero aiheuttaa toiminnassa omat haasteensa mm. Pohjois-Suomen ja Ruotsin välisessä rajaliikenteessä. Tällä hetkellä HCT-kokeilua on ollut Ruotsissa vain rajoitetusti. Tavoitteena on, että varsinkin puukuljetuksissa HCT-kuljetuksia voidaan tulevaisuudessa hyödyntää paremmin.

2.2 Teiden kunnossapito ja Stora Ensolle merkittävät tieväylät

Suomessa Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY) huolehtii teiden kunnossapidosta ja parantamisesta sekä teiden kesä- ja talvihoidosta. Kunnossapito sisältää mm. päällysteiden uusimista, rakenteiden kunnostamista, siltojen korjausta ja kelirikkoiteiden kunnostusta. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.)

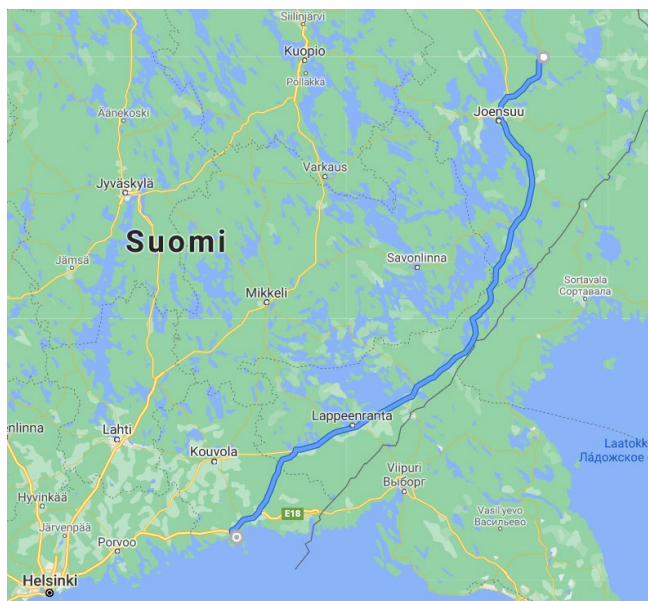
Suurin tuotekuljetusvirta tehtailta satamiin hoidetaan rautatiekuljetuksina, mutta myös maantiekuljetuksia käytetään laajasti. Raskaalle maantiekuljetukselle on tärkeää, että teiden kunto pysyy hyvässä ja asianmukaisessa kunnossa. Stora Enso pitää omalta osaltaan yhteyttä Väylän ja ELY-keskusten kanssa teiden kehityksestä ja kunnossapidosta. Stora Enson tuotekuljetuksissa maanteillä suurimmat kuljetusvirrat ja siten tärkeimmät kunnossapidettävät tiet ovat tehtailta satamiin. Itä- ja Etelä-Suomessa sijaitsevien tehtaiden satamakuljetukset ovat pääosin Kotkan ja Haminan satamiin, sekä Pohjoisen tehtailta Oulun satamaan. Yhteenvetokappaleessa olen taulukoinut myös kuljetusreiteittäin maantiekuljettavat tuotemäärät eri toimipisteiltä.

2.2.1 Kuljetusreitti Uimaharju – Kotka/Hamina

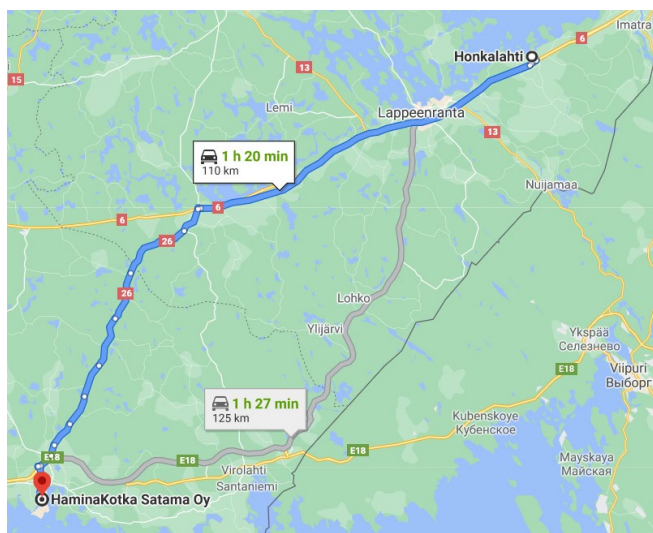
Stora Ensolla kulkee suuria tuotekuljetusvirtoja maanteitse VT6 pitkin. Tälle tieosuudella kulkee Uimaharjusta tulevia sellu- ja sahatavarakuljetuksia, Imatran tehtaalta lähteviä kartonki- ja sellukuljetuksia sekä Honkalahden sahalla lähteviä sahatavarakuljetuksia. Tällä tieväylällä liikkuu pelkästään Stora Enson tuotekuljetuksia paljon, joten tämän tiestön hyvä kunnossapito yhtiöllemme on erittäin tärkeää.

Kuljetusreitillä olevat tienumerot ovat VT73, VT6, VT26 ja VT7. Lisäksi Kotkassa satamaan menevä väylä (Hyväntuulentie ja 355) ovat suuressa merkityksessä maantiekuljetuksien sujuvuudessa. Myös

Haminan satamaan menevä väylä on tuotekuljetuksille tärkeä. Tässä edellisten tienumeroiden lisäksi suuressa merkityksessä ovat tienumeroiden 3711 ja 372 kunto.



KUVA 4. Kartta; Uimaharju – Kotka maantiet



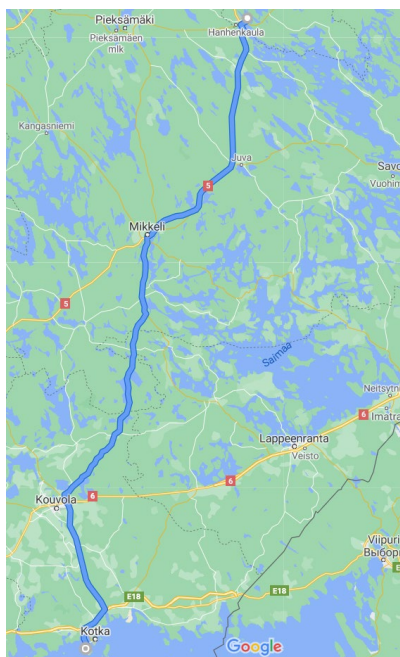
KUVA 5. Kartta; Honkalahti – Hamina maantiet

Jos Suomeen saadaan perustettua mahdollisia HCT-käytäviä, niin Uimaharju-Kotka välinen tieosuus olisi Stora Ensolle erittäin merkittävä. Samalle tieosuudelle tulee paljon myös muita metsäteollisuuden tehtaita, joille asialla olisi myös paljon etua. Tämä vähentäisi ympäristökuormitusta kuljetettua tonnia kohden, tehostaisi toimintaa ja antaisi säästöjä kuljetuskustannuksissa.

Uimaharjasta vuonna 2022 toimitettavat sellutoimitukset ja kuljetusreitit tulee tarkastella tarkemmin niiden selvittyä vuoden 2021 loppupuoliskolla. Merkittävät eri kuljetusreitit tulevat todennäköisesti lisääntymään Suomessa. Alustavat volyymiennusteet ja kuljetusreitit on kerrottu kappaleessa 5.

2.2.2 Kuljetusreitti Varkaus – Kotka/Hamina

Myös Varkauden tehtaalta toimitetaan säännöllisesti maanteitse kartonkia ja sahatavaraa Kotkan ja Haminan satamiin. Kuljetusreitti Varkaudesta kulkee VT5, VT15 ja VT7 pitkin. Anjalankoskelta toimitetaan kartonkia ja paperia maanteitse samaa loppureittiä pitkin.

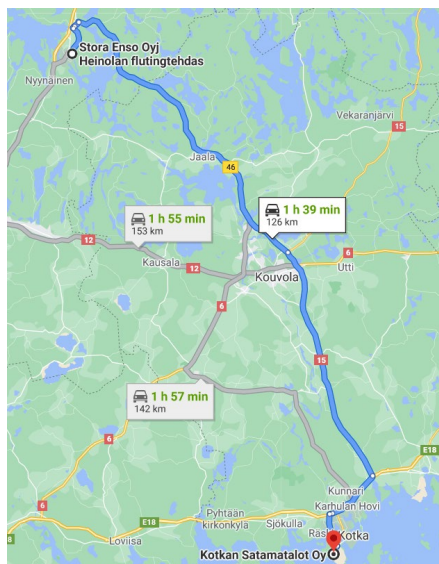


KUVA 6. Kartta; Varkaus – Kotka maantiet

Myös tämä kuljetusreitti olisi Stora Ensolle tärkeä HCT-käytävä. Tämä vähentäisi ympäristökuormitusta kuljetettua tonnia kohden, tehostaisi toimintaa ja antaisi säästöjä kuljetuskustannuksissa.

2.2.3 Kuljetusreitti Heinola – Kotka/Hamina

Kuljetusreitti Heinolasta Kotkan Satamaan kulkee Heinolan Tampellantie, Reumantie, Mustanportinkatu, 140, 46, VT15, VT7, Hyväntuulentie VT15 ja 355 teitä pitkin. Ennen HCT-kuljetuksien käynnistämistä Heinolasta, tulee reitti tarkasti tutkia ja selvittää. Varsinkin Tampellantien nousut ja mutkat tehtaalta lähdettäessä on selvitettävä ja kuinka HCT-ajoneuvot kulkisivat turvallisesti myös liukkaissa talviolosuhteissa.



KUVA 7. Kartta; Heinola – Kotka maantiet

2.2.4 Kuljetusreitti Kemi – Oulu

Tällä reitillä Stora Ensolla on ollut poikkeusluvalla käytössä erikoispainoinen HCT-kuljetus. Tällä reitillä liikkuu huomattava määrä paperi- ja sahatavarakuljetuksia. Nyt Oulun tehtaan tuotantolinjan muutokset sekä Veitsiluodon tehtaan lopettamispäätökseen liittyvät kuljetusmäärien muutokset tulee huomioida tulevissa kuljetussuunnitelmissa. Nykyisen Kemi-Oulu välillä toimivan erikoispainoisen HCT-kuljetuskaluston hyödyntämismahdollisuus jatkossa on selvitettävä ja tutkittava tarkemmin. Veitsiluodon sahan toiminta ja kuljetukset kuitenkin vielä jatkuvat.

2.3 Liikenteen päästöt

Liikenteen päästöt tarkoittavat yleensä pakokaasu- ja hiilidioksidipäästöjä, jotka syntyvät polttoaineiden palamisessa. Esitetyissä päästölaskelmissa yleensä ilmoitetaan seuraavat päästöarvot:

- Hiilidioksidi	CO ₂	g/km	
- Hiilimonoksidi (häkä)	CO	g/km	
- Typen oksidit	NO _x	g/km	
- Rikkidioksidi	SO ₂	g/km	
- Hiukkaspäästöt	PM	g/km	
- Hiilivety	HC	g/km	(sisältää metaanin CH ₄)
- Kasviuonekaasut	CO ₂ ekv.		

Näistä päästöistä hiilimonoksidi- (CO), typenoksidit- (NO_x), hiukkaspäästöt (PM) ja hiilivety- (HC) pakokaasupäästöt ovat säännelty ajoneuvovalmistajille lainsäädännöllä. Lainsäädännössä ei ole enimmäisrajaa hiilidioksidipäästöille (CO₂), mutta Euroopassa ajoneuvojen valmistajille asetetaan säännöksiä päästötavoitteilla. Kasviuonekaasupäästöistä hiilidioksidipäästöt ovat merkittävimmät. Euroopan hiilidioksidipäästövaatimukset ovat muita maanosia tiukemmat. Ajoneuvojen käyttövoima

tulee lähivuosina laajenemaan energiätehokkaampiin ja vaihtoehtoihin polttoaineisiin. Polttoaineissa kehitys etenee kohti uusiutuvia polttoaineita, kuten mm. biopohjainen diesel. (Autoalan tiedotuskeskus.)

Euroopassa on käytössä ns. Euro- päästöluokitukset (EURO I-EURO VI). Teknologian kehityksen avulla pyritään polttoaineen kulutusta ja samalla päästöjä saamaan mahdollisimman alas, joka viime vuosina onkin kehittynyt hyvin. Teknologian haasteeksi onkin nyt tullut, että kun päästöjä koetetaan saada mahdollisimman pieniksi, niin moottorin tehoalue ei ole optimaalinen, joka taas kasvattaa hiilidioksidipäästöjä. (Autoalan tiedotuskeskus.)

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n ylläpitämissä tilastoissa esitetään Suomen tieliikenteessä päästömäärät sekä energian kulutus eri ajoneuvotyypeille g/km ja tonnikipometrille. Tonnikipometrillä tarkoitetaan yhden tavaratonnin kulkemaa kilometrin pituista liikennesuoritetta. Yksikköpäästötaulukoissa on ilmoitettu päästökertoimet tieliikenteelle, raideliikenteelle, vesiliikenteelle, ilmaliikenteelle ja muille maasto- ja työkoneille. Tieliikenteessä on eritelty henkilö- ja tavaraliikenne. Tavaraliikenteessä päästömäärät ja energiankulutus on laskettu pakettiautoille, jakelukuorma-autoille, puoliperävaunuyhdistelmille sekä täysperävaunuyhdistelmille 60 tn ja 76 tn. Laskelmissa on eritelty myös maantie- ja katuajo. Myöhemmissä päästölaskelmissani käytän lukuarvoina näitä VTT:n päästökertoimia. Tilastoista voidaan nähdä päästökertoimet myös eri Euro-moottoriluokille sekä ajoneuvojen päästöjä tyhjänä, osakuormassa (70%) ja täytenä ajettaessa. (Lipasto, tiekuljetuksen yksikköpäästöt).

Taulukossa 1 on vertailu täys- ja puoliperävaunuyhdistelmien sekä junan (diesel ja sähkö) keskimääräisestä energiankulutuksesta ja CO₂-päästöistä kuljetetulle tonnikipometrille.

KULJETUSMUOTO	ENERGIAKULUTUS (MJ/tonnikilometri)	CO₂-PÄÄSTÖT (gCO₂/tonnikilometri)
Täysperävaunuyhdistelmä (massa 60 tn, kantavuus 40 tn, maantieajo, täysi kuorma)	0,46	30
Täysperävaunuyhdistelmä (massa 76 tn, kantavuus 51 tn, maantieajo, täysi kuorma)	0,42	28
Puoliperävaunu (massa 40 tn, kantavuus 25 tn, maantieajo, täysi kuorma)	0,58	38
Dieseljuna (tavaramäärät keskimäärin)	0,34	25,3
Sähköjuna (tavaramäärät keskimäärin)	0,13	9,2

TAULUKKO 1. Eri kuljetusmuotojen energiankulutus ja CO₂-kertoimet vertailu (VTT Lipasto, Tavaraliikenteen yksikköpäästöt)

Taulukosta 1 selviää, että 76 tn täysperävaunuyhdistelmän energiakulutus kuljetettua tonnikilometriä kohden on 8,7% pienempi ja CO₂-päästöt 6,7% pienemmät kuin vastaavat 60 tn täysperävaunuyhdistelmän arvot. Vastaavasti sähköjunan energiakulutus kuljetettua tonnikilometriä kohden on 69% pienempi ja CO₂-päästöt 67% pienemmät kuin vastaavat 76 tn täysperävaunuyhdistelmän arvot. Eli tästä voimme päätellä, että päästöt pienenevät suhteessa kuljetetulle tonnikilometrille, kun hyötykuormaa saadaan suuremmaksi. Sähköjunan päästöt kuljetetulle tonnikilometrille on selkeästi alhaisemmat kuin dieselkäyttöisten täysperävaunujen.

Liikenteen päästöjen laskemiseen ja raportoimiseen on tehty yhteiseurooppalainen yhtenäinen standardi SFS-EN 16258:2012. Standardissa määritellään laskennan rajaukset ja laskentaperiaatteet. Taulukoista löytyy myös liikennepolttoaineiden energia- ja kasvuhuonekaasupäästöjen kertoimet. (VTT Lipasto.)

2.3.1 Hiilidioksidi (CO₂)

Hiilidioksidipäästöt riippuvat polttoaineen laadusta ja määrästä. Tällä hetkellä ei ole olemassa olevaa tekniikkaa hiilidioksidipäästöjen poistamiseksi ajoneuvoissa. Päästöihin voidaan vaikuttaa polttoaineita kehittämällä, kuten esimerkiksi biopolttoaineet ja uusiutuva diesel. Hiilidioksidipäästöihin voidaan vaikuttaa myös kehittämällä vähempi päästöisiä ajoneuvoja ja sekä ajotapakoulutuksella. Näillä kaikilla toimenpiteillä on myös suora vaikutus yrityksen kustannuksiin ja sitä kautta kilpailukykyyn kiristyvillä markkinoilla. (Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, Liikennefakta.)

2.3.2 Hiilimonoksidi (CO)

Hiilipitoisten aineiden epäpuhtaassa palamisessa syntyy hiilimonoksidia eli häkää. Kun palamisprosessissa on riittävästi happea, hiilimonoksidi palaa hiilidioksidiksi. Eli häkää syntyy liian alhaisen lämpötilan palamisessa, kun happea ei ole riittävästi tai moottorin polttokammiossa käytettävä aika on liian lyhyt. (Ympäristöministeriö, Suomen ympäristökeskus SYKE.)

2.3.3 Typen oksidit (NO_x)

Typen oksidien päästöt ilmoitetaan typpidioksidina (NO₂). Liikenteen typen oksideja syntyy, kun typpi yhdistyy dieselmootoreissa hapen kanssa korkeassa lämpötilassa ja kovassa paineessa. (Ympäristöministeriö, Suomen ympäristökeskus SYKE). Typen oksidipäästöjä voidaan diesel autoissa vähentää erilaisilla pelkistävillä katalysaattoreilla, kuten esimerkiksi SCR-järjestelmällä (Selective Catalytic Reduction). (Autoalan tiedotuskeskus). Tällöin katalysaattorin toiminta edellyttää pakokaasun sekaan ennen katalysaattoria ruiskutettavaa AdBlue-liuosta.

2.3.4 Rikkidioksidi (SO₂)

Rikkipäästöt ilmoitetaan rikkidioksidina (SO₂), joka on hapan kaasu. Rikkiyhdisteiden päästöjä syntyy eniten fossiilisista polttoaineista kuten kivihiilen, raskaan polttoöljyn ja turpeen poltosta sekä joistakin teollisista prosesseista. (Ympäristöministeriö, Suomen ympäristökeskus SYKE.)

Tieliikenteen osuus rikkidioksidin kokonaispäästöistä on nykyisin varsin pieni, noin 2%. Pakokaasujen rikkidioksidi SO₂ syntyy polttoaineessa olevan rikin palamisessa. Rikkidioksidia syntyy polttoaineen kulutuksen suhteessa, joten rikin määrää polttoaineissa onkin vähennetty. Rikki vähentää myös ajoneuvoissa olevan katalysaattorin toimintatehoa. Palamistapahtumassa polttoaineen sisältämästä rikistä lähes 100% muuttuu oksideiksi (SO, SO₂ ja SO₃). (Lipasto, liikenteen päästöt.)

2.3.5 Hiukkaspäästöt (PM)

Hiukkaspäästöistä (PM, particulated matter) noin 17% syntyy tieliikenteestä. Monimutkaiseksi hiukkaspäästöongelmat tulevat hiukkasten monimuotoisuudesta, kun niihin yhdistyy useampi orgaaninen aines. Suurin hiukkasten päästölähde liikenteessä on autojen renkaiden ja hiekoitushiekan aiheuttaman tienpinnan hiertyminen. Keväisin leijuva katupöly onkin jo noin 20% Suomen kokonaishiukkaspäästöistä, joten katujen pesu ja harjaus onkin tehokas keino vähentää hiukkaspäästöjä. (Lipasto, liikenteen päästöt.)

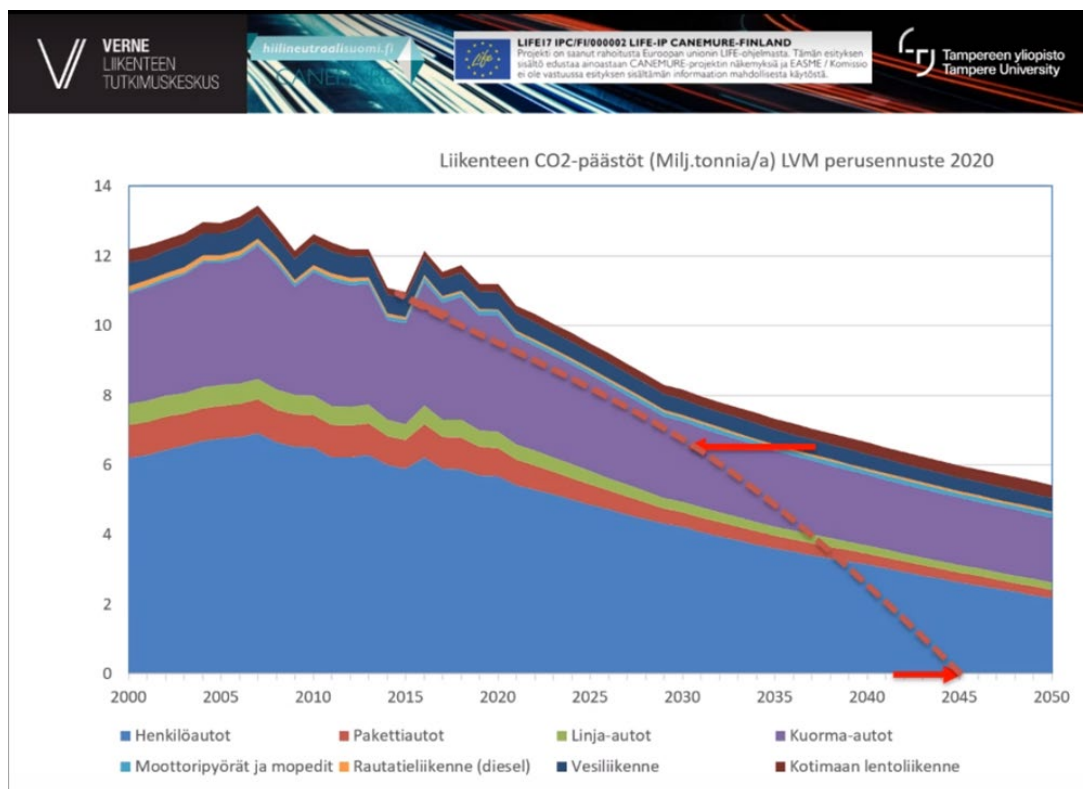
2.3.6 Hiilivety (HC)

Hiilivety-yhdisteitä syntyy epätäydellisessä palamisessa ja ne sisältävät myös metaanin CH₄. Osa polttoaineesta kulkeutuu palamattomana moottorin läpi, jolloin syntyy hiilivetyypäästöjä (HC). Eli hiilivetyypäästöt ovat suurimmalta osin palamatonta polttoainetta. (Motiva, Autojen pakokaasupäästöt.)

Hiilivetyypäästöjen osuus tieliikenteessä on noin 47%. (Lipasto, liikenteen päästöt.)

2.3.7 Kasviuonekaasut (CO₂ekv.)

Suomen kasviuonekaasupäästöistä tieliikenteestä syntyy noin 20%. Kasviuonepäästöjä mitataan hiilidioksidiekvivalenttina (CO₂ekv). Päästöt ovat laskeneet mm. autojen energiatehokkuuden paranemisen ja biopolttoaineiden käytön sekä taantuman vaikutuksesta. Biopolttoaineiden osuuden muutokseen liikenteen polttoaineissa tulee vaikuttamaan myös Suomen biopolttoainelainsäädäntö. (Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, Liikennefakta.)



KUVA 8. Suomen liikenteen kasvihuonepäästöt (CO₂ ekv.) 2000-2050 (Webseminaari 27.1.2021 Heikki Liimatainen)

Kuvassa 8 on kuvattu Suomen liikenteen kasvihuonekaasupäästöt vuodesta 2000 alkaen ajoneuvotyypeittäin, sekä laskennallinen ennuste vuoteen 2030 ja 2045 saakka. Päästöt ovat hienokseltaan laskeneet huippuvuodesta 2007 alkaen, mutta päästäksemme asetettuihin tavoitteisiin, on liikenteen päästöissä tehtävä uusia ratkaisuita ja toimintamalleja useilla sektoreilla.

2.4 Kestävä logistiikka

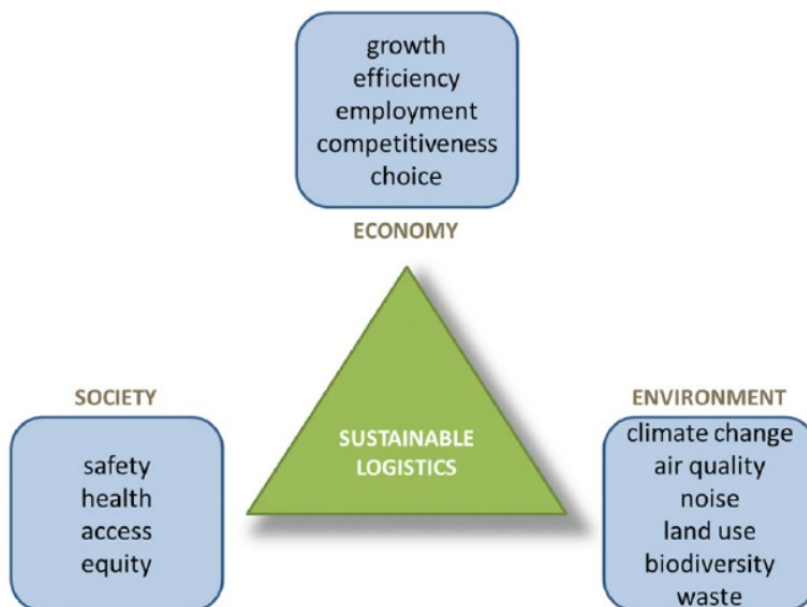
Kestävä logistiikka on taloudellisesti, sosiaalisesti ja ympäristö huomioiden kestävä liiketoimintaa. Siinä yrityksen toimintaympäristöön kohdistuvia vaikutuksia tarkastellaan laajemmin kuin mitä pelkät lain edellyttämät asiat vaativat. Vastuullisuus näkyy yrityksissä entistä tehokkaampana, taloudellisesti kannattavampana, turvallisempänä ja ympäristöystävällisempänä toimintana.

Suurimmat vaikutukset logistiikan ympäristökuormitukseen tulevat kuljetusten energian kulutuksesta ja niiden päästöistä. Myös varastointi, pakkaukset, pakkausjäte, melu ja onnettomuudet aiheuttavat ympäristökuormitusta. Logistiikan ympäristökuormitusta voidaan vähentää käyttämällä raidekuljetuksia mahdollisimman paljon ja tehokkaasti. Tietenkin tähän vaikuttaa myös toimiva infrastruktuuri, kapasiteetti, tuotteen laatu ja aikataulut. (Yritysvastuu ja menestyvä liiketoiminta, 193-196.)

Kestävällä logistiikalla on useita hyötyjä yrityksille. Vastuullisuus on aina myös imagotekijä, jolla kuljetuspalveluiden tuottaja sekä kuljetuspalveluiden tilaaja voivat saavuttaa paremman yrityskuvan,

siirryttäessä vähäpäästöisiin kuljetusmuotoihin. Kestävällä logistiikalla yritykset voivat parantaa brändikuvaansa, erottua kilpailijoista, tyydyttää asiakkaiden kasvavat ympäristövaatimukset paremmin vähentämällä yrityksen päästöjä. (Browne M, McKinnon A & Whiteing A, 18.)

Green Logistics – Improving the Environmental Sustainability of Logistics (2012) kirjan mukaan yrityksen imagon parantamisen hyöty on suuri yrityksen toteuttaessa paremmin kestävä logistiikkaa. Yleinen ympäristöasioiden tiedostaminen ja huomioiminen on lisääntynyt yritysten päivittäisessä toiminnassa, joten kestävä logistiikan huomioiminen ja parantaminen kuuluu vastuullisten yritysten normaaliin päivittäiseen toimintaan.



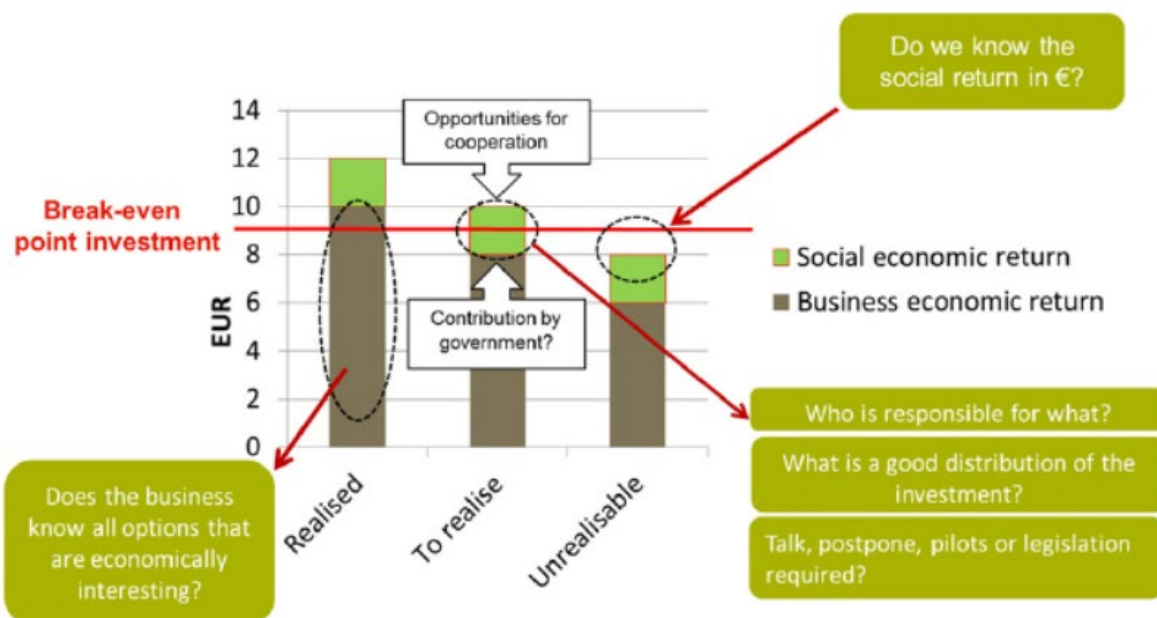
KUVA 9. Kestävän logistiikan vaikutukset (Sustainable Logistics, 14. Alkuperäinen Green Logistics)

Kestävän logistiikan tavoitteena onkin löytää keinoja saavuttaa kestävämpi tasapaino taloudellisten, ekologisten ja sosiaalisten tavoitteiden välillä. Kuvassa 9 on kuvattu kuinka kestävä logistiikkaan vaikuttavat taloudelliset, sosiaaliset ja ympäristöasiat. Taloudellisissa asioissa huomioidaan mm. kasvu, tehokkuus, työllisyys, kilpailukyky ja valinnat. Vastuullisen yritystoiminnan on tehtävä tulosta, sillä muuten sillä ei ole mahdollisuutta hoitaa ekologisia ja sosiaalisia velvoitteitaan. Sosiaalisella vastuulla tarkoitetaan ihmisten hyvinvointia, joka sisältää vastuun omasta henkilökunnasta, alihankkijoista ja muista yhteistyökumppaneista. Näihin vaikuttavia asioita ovat mm. turvallisuus, terveys ja oikeudenmukaisuus näkökannat. Ekologisissa eli ympäristöasioissa huomioidaan mm. ilmastonmuutos, ilmanlaatu, melu, maankäyttö, luonnon monimuotoisuus ja syntyvät jätteet. Ympäristövastuulla tarkoitetaan jätteiden ja ympäristöpäästöjen minimointia sekä luonnonvarojen kestävä ja säästävää käyttöä. (Sustainable Logistics, 14.)

Kestävällä logistiikalla on luonnollisesti useita vaikutuksia yritysten talouteen sekä kansantalouteen. Hyvin usein yrityksissä toteutuu säästöjä, kun ympäristökuormitusta pienennetään. Tämä toteutuu mm. polttoaineen kulutusta pienentämällä, renkaiden kulutusta vähentämällä ja kuljetuskaluston

korjauskustannuksissa vähentämällä onnettomuuksia. Ekologinen ajotapakoulutus onkin yksi tehokas tapa säästää kustannuksia ja pienentää ympäristökuormitusta. Ekologisessa ajotapakoulutuksessa pyritään ennakoimaan liikenteen äkillisiä muutoksia ja ennakoimaan tilanteita, jolloin vältytään turhilta energialta kuluttavilta ajo- ja vaaratilanteilta. Myös ajoneuvojen nykyiset automaatiojärjestelmät antavat mahdollisuuden kustannusten ja ympäristökuormitusten pienentämiseen. Yhteiskunnan näkökulmasta kestävä logistiikka parantaa ihmisten terveyttä ja turvallisuutta sekä oikeudenmukaisuutta. Ekologiset kuljetukset hillitsevät ilmastonmuutosta, ilmanlaatu paranee, melumäärä vähenee ja jätemäärä pienenee.

Logistiikan laajentaminen puhtaasti taloudellisesta käsitteestä ekologisiin ja yhteiskunnan sosiaalisiin ulottuvuuksiin vaatii yleensä toimia. Usein yritykset siirtyvät kestävämpään ratkaisumalliin vain, jos taloudellinen hyöty on saavutettavissa. Usein tämä ajatus on olemassa, vaikka kestävämpään ratkaisumalliin olisi pakko mennä pitkällä aikavälillä. (Sustainable Logistics, 14.)



KUVA 10. Kestävän logistiikan toimenpiteiden valitseminen (Sustainable Logistics, 15)

Kuvassa 10 tarkastellaan hieman tarkemmin positiivista tuotto prosenttia logistiikan muuttamisesta kestäväan suuntaan. Helpoimmat hankkeet (vasemmanpuoleinen pylväs) ovat niitä, joissa yritykset ennakoivat liiketoiminnan taloudellisen tuoton olevan selvästi korkeammat kuin kustannukset, jotka liittyvät siirtymiseen uuteen toimintamalliin. Tämän lisäksi muutoksesta hyötyy myös yhteiskunta. Nämä ovat yleensä jo toteutettuja kehityshankkeita tai toimintamallimuutoksia, koska yrityksillä on ollut näissä myös omat taloudelliset intressit. (Sustainable Logistics, 15.)

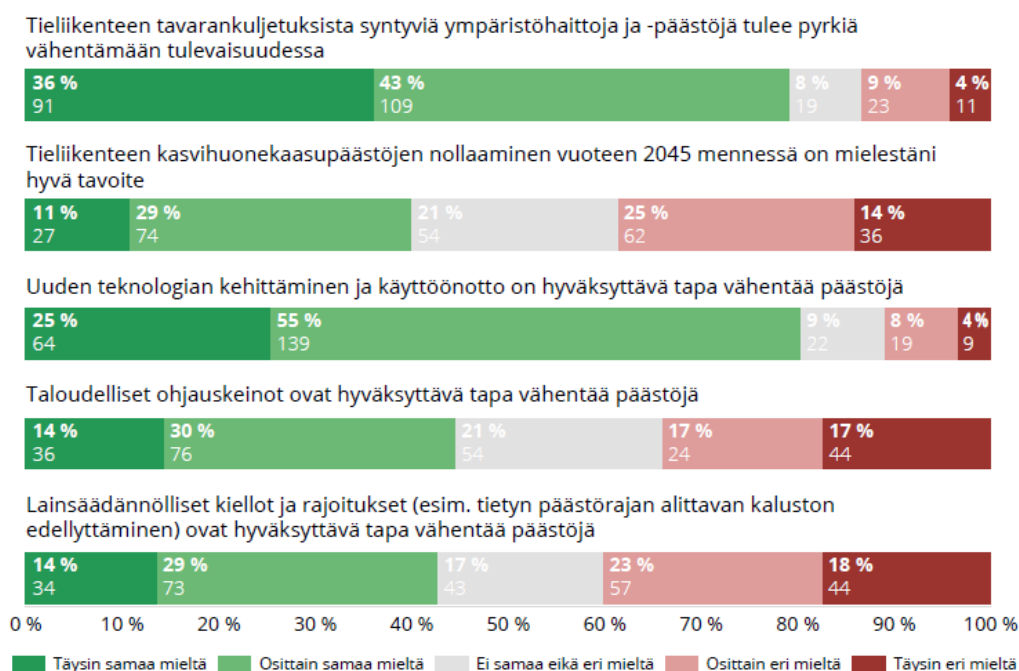
Toinen hanketyyppi (keskimmäinen pylväs) kuvaa sellaisia hankkeita, jossa yritykset eivät yksin saa positiivista tuottoa muutoksesta tai projekteista, vaikka niistä yhteiskunta kyllä hyötyisikin. Tässä

hanketyypissä onkin kysymys siitä, kuinka tämä yhteiskunnallinen hyöty voitaisiin kuitenkin saavuttaa. Julkisen sektorin investoinnit ja käynnistystuet voivat olla mahdollisia vastauksia. (Sustainable Logistics, 15.) Esimerkkinä voidaan mainita vaikkapa kuljetusyrittäjille myönnetty hankintatuki kaasuauton hankintaan vuoden 2021 alussa, joka helpottaa kuljetusyritysten alkuinvestointia.

Kolmannessa hanketyypissä kannattavuusrajaa ei voida saavuttaa edes ottamalla huomioon sosiaalinen tuotto. Tällöin kyse on ei toteutettavista hankkeista. Näissä hankkeissa voikin olla vielä paljon tieteellistä selvitys- ja kehitystyötä, ennen kuin niitä voidaan alkaa työstämään tarkemmin käyttöön. (Sustainable Logistics, 15.)

2.5 Kuljetusyrityksien näkemys päästövähennyskeinoista ja tavoitteista

Tampereen yliopisto teki syksyllä 2019 kyselytutkimuksen SKAL ry:n jäsenyrityksille, johon vastasi yhteensä 256 kuljetusyritystä. Seuraavassa kuvassa on esitetty yhteenveto tuloksista. Vastauksista saatujen tuloksien pohjalta voidaan todeta, että vastaajista suurin osa suhtautuu ympäristöhaittojen ja -päästöjen vähentämistarpeeseen positiivisesti. Vastaajista noin 80% on vähintään osittain samaa mieltä, että ympäristöhaittoja ja -päästöjä tulee tulevaisuudessa vähentää. Samoin myös 80% vastaajista suhtautuu positiivisesti uuden teknologian kehittämiseen ja käyttöönottamiseen.



KUVA 11. Kuljetusyrittäjien energiatehokkuutta ja ympäristöystävällisyyttä koskeva näkemys tieliikenteen tavarankuljetusten päästövähennyskeinoista ja -tavoitteista. (Suomalaisten tiekuljetusyritysten näkemyksiä liikenteen automaatiosta, kuljetusten energiatehokkuudesta ja ympäristöystävällisyydestä)

Sen sijaan kyselytutkimuksen mukaan taloudellisiin ohjauskeinoihin ja lainsäädännön kieltoihin ja rajoituksiin vain reilu 40% vastaajista suhtautuu positiivisesti. Tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen nollaamiseen vuoteen 2045 mennessä uskoo 40% vastaajista. Päästövähennyskeinoista voidaan todeta, että pelkät taloudellisuusohjauskeinot, polttoaineveronkorotukset ja lainsäädännölliset rajoitukset eivät ole hyväksyttävien ja järkevien ratkaisumalli. Uusien ja ympäristöystävällisempien energiamuotojen ja tekniikoiden kehittäminen ohjaa parempaan ja hyväksyttävämpään kestäväan kehitykseen ja kansantaloudellisesti parempaan lopputulokseen. (Suomalaisten tiekuljetusyri-tysten näkemyksiä liikenteen automaatiosta, kuljetusten energiatehokkuudesta ja ympäristöystävällisyydestä, 6.)

Polttoainekulutuksen pienentämiseen mm. taloudellisella ajotavalla ja kuljettajakoulutuksella voidaan vaikuttaa merkittävästi. Kuljettajakohtaisella polttoainekulutusseurannalla on myös positiivisia vaikutuksia. Ylinopeuksien vähentämisellä ja yleisien nopeuksien laskemisella esim. 83 km/h saavutetaan myös merkittävää polttoainekulutuksen pienentämistä. Kaluston uusimisella energiatehokkaampiin moottoreihin saavutetaan myös polttoaineen kulutuksen vähenemää. (Suomalaisten tiekuljetusyri-tysten näkemyksiä liikenteen automaatiosta, kuljetusten energiatehokkuudesta ja ympäristöystävällisyydestä, 6).

2.6 Ajoneuvojen vaihtoehtoiset polttoaineet

Puhtaammat biopolttoaineet ja vety ovat raskaanliikenteen tulevaisuuden mahdollisuuksia. Myös sähkön käyttäminen polttoaineena tulee tulevaisuudessa kehittymään. Henkilöliikenne ja jakeluliikenne sähköistyy ja raskaammassa tavaraliikenteessä biopolttoaineet, vety sekä kaasu ovat mahdollisuuksia. Biopolttoaineet toteuttavat myös kiertotaloutta. (Liikenne- ja viestintäministeri Timo Harakka, Sadasta nollaan ajankohtainen webseminaari 15.1.2021.)

Liikenne- ja viestintäministeri Timo Harakka luennoi webseminaarissa 15.1.2021 fossiilittoman liikenteen tiekartasta. Siinä yhtenä osa-alueena on ollut huomioida uudet polttoaineet ja mahdollisuudet tieliikenteessä. Tähän on otettu huomioon myös kuljetusalan kilpailukyvyn huomioiminen ja ylläpitäminen. Yhtenä esimerkkinä mainitaan kaasuautojen hankintatuki, jota Suomessa on myönnetty kaasuautojen hankintaan raskaalle kalustolle vuoden 2021 alusta. (Sadasta nollaan ajankohtainen webseminaari 15.1.2021.)

Samassa webseminaarissa myös johtaja Petri Murto Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL ry:stä piti tärkeänä Suomen valtiohallan verotuspäätöksiä liikennepolttoaineille. Diesel tulee olemaan raskaan tieliikenteen tärkein polttoaine vielä lähivuodet ja nyt onkin tärkeää, että sen hintataso saadaan pidettyä myös kuljetusalalle kilpailukykyisenä. Esimerkiksi biopolttoaineiden kehittämistä raskaalle kuljetuskalustolle tulee kehittää ja varmistaa sen kilpailukykyinen hintataso. Tällä saadaan myös päästöjä vähenemään. Yhtenä keinona hän mainitsee mm. Ruotsin mallin, jossa jakeluvuorituksen yli myytävä diesel on vapautettu valmisteverosta, jolloin sen hinta on edullisempaa. Tästä on saatu hyvät kokemukset Ruotsissa. Valmisteverotonta uusiutuvaa dieseliä käytettäessä vähenisivät päästöt jopa 90% (SKAL, Raskaan liikenteen päästöt nopeasti alas Ruotsin mallilla).

Vedyn käyttö tulevaisuuden raskaassa liikenteessä on suuri mahdollisuus. Vety on kevyttä suhteessa sen energiamäärään, joten se soveltuu hyvin raskaalle kuljetuskalustolle, jossa kokonaispaino on merkittävä tekijä. Sähköautojen raskaat akut sopivat selkeästi huonommin energialähteeksi raskaalle kalustolle, koska itse akut syövät paljon kuljetuskapasiteetista. Vedyn tuotannossa vesimolekyylit hajotetaan elektrolyysissä vedyksi ja hapeksi. Vety ohjataan polttokennon tai kaasuturbiinin läpi, jonka tuloksena syntyy energiaa. Vety itsessään on täysin päästötöntä ja sen tuotantoprosessissa syntyy vain vettä. Lisäksi raaka-ainetta on saatavilla käytännössä lähes rajattomasti. Tuotannossa elektrolyysi tarvitsee paljon sähköä, joten täysin päästöttömään vedyn tuotantoon vaikuttaa kuinka tuotantoon tarvittava sähkö on tuotettu. (Antti Autio, Artikkelit Savon Sanomat 9.3.2021.)

Kuljetusten päästöjen vähentäminen – tavoitteet ja keinot – webseminaarissa 27.1.2021 Heikki Liimatainen totesi, että puoliperävaunuun saakka sähköiset ajoneuvot ovat tulevaisuudessa mahdollisuus. Samoin myös lyhyen kuljetusmatkan ajoon sähkö on mahdollinen energiamuoto. Myös hänen ennusteensa mukaan raskaassa liikenteessä ja pitkillä kuljetusmatkoilla diesel tulee olemaan hallitseva energiamuoto myös lähitulevaisuudessa. Siirryttäessä kokonaispainoissa 76 tonniin, nosti se kuljetuksien hyötykeskikuormaa 2-3 tn/kuorma. Nyt yhdistelmien suurimman sallitun pituuden (ja mahdollisesti edelleen myös massan) kasvattaminen voivat edelleen mahdollistaa n. 15% nousun keskikuormiin. Tämä vaatisi laajasti uusien 34,5 metrin yhdistelmien käyttöönottamista.

Seuraavassa verrataan eri vaihtoehtoisten polttoaineiden ominaisuuksia sekä niiden etuja ja haittoja. Jokaisella uudella energiamuodolla on olemassa vielä omia rajoitteita, mm. ajoneuvojen tehot, jakeluasemat ja kuljetusetäisyydet. Tulevaisuudessa näitä rajoitteita tullaan varmasti poistamaan ja uusia polttoaineita kehittämään. Lähitulevaisuudessa myös näitä kaikkia eri energiamuotoja ja käyttövoimavaihtoehtoja tarvitaan. Tulevaisuuden energiamuodoissa myös yhteiskunnan ja valtion tekemillä toimenpiteillä luonnollisesti on suuri vaikutus. Koska kuljetustarpeita ja keskimatkoja on yleisesti vaikea muuttaa, halutaan kehittää ajoneuvojen tekniikkaa, tehostaa toimintaa ja luoda uusia energiamuotoja. Näillä kaikilla toimenpiteillä tavoitellaan pienempiä CO₂ päästöjä kuljetettua tonnia kohti sekä alhaisempia kuljetuskustannuksia.

2.6.1 Uusiutuva diesel

Tämänhetkisen jakeluvaihtoiteen 30% mukainen uusiutuvan dieselin osuus kuorma-autokuljetusten polttoaineista ei vielä riitä 2030 vuoden päästöjen puolittamistavoitteiden saavuttamiseen. Jotta tavoitteisiin päästäisiin, tulisi uusiutuvan dieselin osuuden olla noin 45%. Biodieselin riittävyys Suomen tarpeisiin on riittävä. (Webseminaari 27.1.2021 Heikki Liimatainen.)

Toisin kuin edellisten biodieselin sukupolvet, hydrokäsitelty kasviöljy HVO:n (Hydro-treated Vegetable Oil) tuotanto ei vaikuta elintarviketuotantoon. Se valmistetaan hydraamalla kasvipohjaisia öljyjä ja jätteitä. Koska tässä prosessissa käytetään vetyä metanolin sijaan, se tekee HVO:sta ympäristöystävällisemmän dieselvaihtoehdon. Nykyiset kuorma-autot voi toimia HVO:lla ilman teknisiä muutoksia tai ajoneuvon suorituskyvyn heikkenemistä. HVO päästään jopa 90% vähentymiseen hiilidioksidipäästöissä.



KUVA 12. Uusiutuva diesel – edut ja haitat (Webseminaari 27.1.2021 Hanna Kalenoja, muokattu versio)

2.6.2 Maa- ja biokaasu

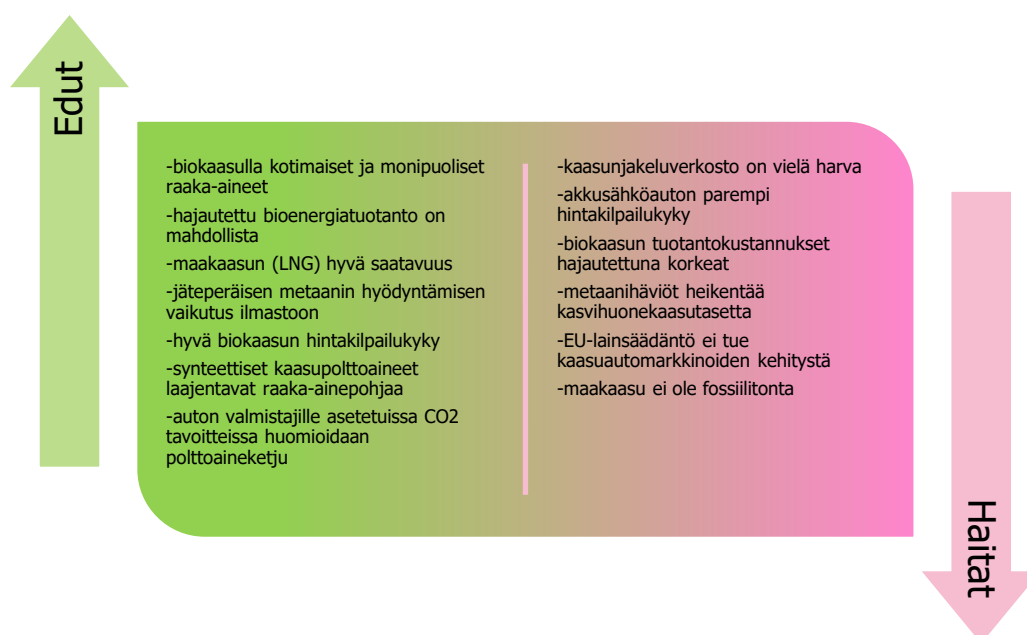
Ajoneuvoissa käytettäviä eri kaasuvaihtoehtoja ovat:

- nesteytetty maakaasu (LNG, engl. Liquefied Natural Gas) ja nesteytetty biokaasu (LBG, engl. Liquefied BioGas)
 - o toimintamatka noin 1600 km
- paineistettu maakaasu (CNG, engl. Compressed Natural Gas) ja paineistettu biokaasu (CBG, engl. Compressed BioGas)
 - o toimintamatka noin 600 km

Maakaasulla CO₂ – päästöt ovat noin 20% ja biokaasulla elinkaarenaikaiset päästöt (sis. biojätteiden keräily, tuotanto, jakelu ja biokaasun käyttö) jopa 90% pienemmät kuin perinteisellä fossiilisella diesel moottorilla. Maakaasulla polttoainekustannukset ovat noin 25-30% pienemmät kuin fossiilisella dieselillä. Biokaasun polttoainekustannus on noin 5% korkeampi kuin vastaavan maakaasun kustannukset. Maakaasua ja biokaasua voidaan käyttää samoissa ajoneuvoissa. Koska biokaasun valmistuksen raaka-aineena käytetään mm. biojätteitä, jätevettä, jätevesilietettä, teollisuuden sivutuotteita, lantaa ja kasvibiomassaa, on sillä myös positiivisia välillisiä vaikutuksia jätehuoltoon. Nesteytetty kaasu (maakaasu ja biokaasu) soveltuvat pitkän toimintamatkansa puolesta hyvin pitkän matkan kuljetuksiin. Paineistettu kaasu on vaihtoehto esimerkiksi paikallisjakeluun, jätekuljetuksiin ja bussiliikenteeseen. Kaasuajoneuvon tankkaamisaika on suunnilleen sama kuin vastaavalla diesel ajoneuvolla. (Gasum.) Paineistettua maakaasua käyttävä kuorma-auto soveltuu kaupunkiajoon myös paremmin sen pienempien polttoainesäiliöiden mahdollistaman lyhyemmän akselipituuden takia.

Biokaasun tuotantopotentiaali Suomessa on 9,3 TWh, joka vastaa Suomen täysperävaunuyhdistelmien nykyistä energiankulutusta (Webseminaari 27.1.2021 Heikki Liimatainen). Suomen biokaasun tuotantopotentiaalista on hyödynnetty vain noin 4%, joten suuri tuotantopotentiaali on vielä hyödyntämättä (Gasum).

Kaasuauton investointikustannus on dieselajoneuvoa suurempi. Sen takaisinmaksuajan lasketaan olevan 3–4 vuotta, kun ajoneuvolla ajetaan noin 150 000 km vuodessa. Tehojensa puolesta kaasuautot rajoittuvat 460 hp (hevosvoimaa), joten ne sopivat Suomessa kevyemmän tuotteen kuljetukseen ja esimerkiksi vientitrailereiden vetoon, sekä kevyempään kaupunkiajoon. Kaasutankkausverkosto Suomessa on vielä kehitysvaiheessa. (Kaasukuorma-auto saapui Suomeen – lupaa huimaa säästöä raskaan liikenteen polttoainekuluihin.)

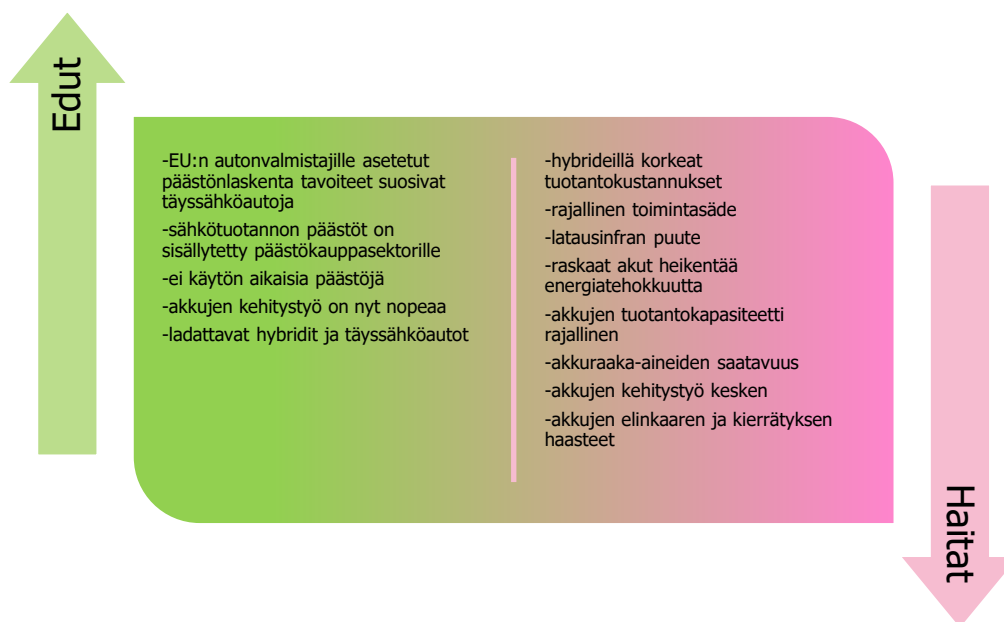


KUVA 13. Maa- ja biokaasut – edut ja haitat (Webseminaari 27.1.2021 Hanna Kalenoja, muokattu versio)

2.6.3 Sähkö

Akkusähköön energiatehokkuus on korkea, mutta sen käyttöpotentiaali kuorma-autoliikenteessä on vähäinen. Sähköisten kuorma-autojen laajempi käyttöönotto onkin erittäin epätodennäköistä. Se edellyttäisi suuria investointeja terminaalien latausverkostoon ja pääteiden varteen. Esimerkiksi kevyemmässä kaupunkijakelussa ja lähiliikenteen linja-autoissa se kuitenkin on toimiva ja vaihtoehtoinen energiamuoto. (Webseminaari 27.1.2021 Heikki Liimatainen.)

Suurempien kaupunkien lähiliikenteen linja-autoissa sähköenergia on yleistynyt. Pääkaupunkiseudulla on vuoden 2021 aikana käytössä jo 168 kpl, Turun seudulla 53 kpl, Lahdessa 17 kpl, Kuopiossa 13 kpl ja Tampereella 4 kpl täyssähkölinja-autoja. (Savon Sanomat 8.6.2021).



KUVA 14. Sähkö – edut ja haitat (Webseminaari 27.1.2021 Hanna Kalenoja, muokattu versio)

2.6.4 Vety ja synteettiset polttoaineet

Raskaassa kuorma-autoliikenteessä vedyllä on hyvin suuri potentiaali ja se tulee olemaan tulevaisuudessa hyvin varteenotettava energiavaihtoehto. Vety on käytännössä hiilineutraali energiamuoto. Polttokennot poistavat tarpeen raskaisiin akkuihin ja suureen latausinfrastruktuuriin. Vedyn yleistyksen perustana tietenkin on myös, että sen jakelukanava kehittyy nopeasti ja kattavasti. Haittana on vedyn korkeat tuotantokustannukset ja sen suuri energian tarve. Ollakseen teknistaloudellisesti kannattava, sen edellytyksenä on edullisen uusiutuvan sähkön saatavuus. Järjestelmissä on kiinnitettävä myös erityishuomiota vedyn käyttöön liittyviin turvallisuusnäkökohtiin.



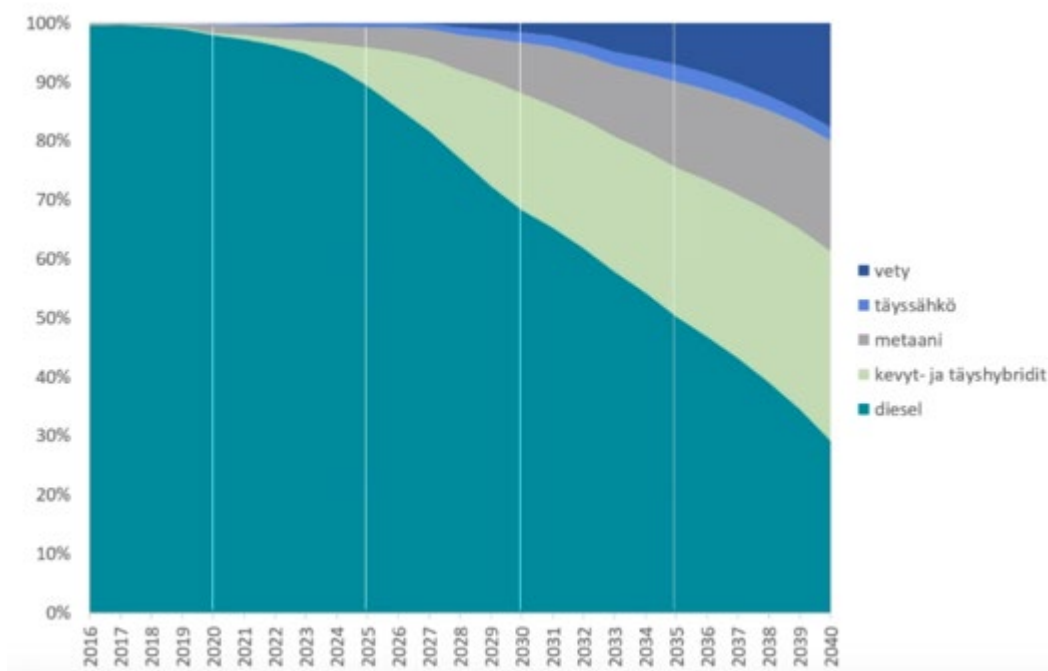
KUVA 15. Vety ja synteettiset polttoaineet – edut ja haitat (Webseminaari 27.1.2021 Hanna Kalenoja, muokattu versio)

2.6.5 Kuorma-autojen käyttövoimaennuste

Kokonaismassaltaan yli 16 tn kuorma-autoilla uusiutuvan dieselin merkitys päästöjen vähentämisessä on lähitulevaisuudessa merkittävä. Sähkö- ja kaasukäyttöiset ajoneuvot yleistyvät varsin hitaasti niiden kalliimman hankintahinnan sekä rajallisen toimintasäteen ja jakeluinfrakstruktuurin takia. Kaasussa myös autojen nykyiset tehot eivät riitä raskaaseen liikenteeseen. Maa- ja biokaasu kuitenkin yleistyvät kevyissä kuorma-autoissa sähköä nopeammin. Nesteytetyt bio- ja maakaasut (LNG/LBG) ovat kuitenkin potentiaalisia vaihtoehtoja dieselille, sillä nesteytetyllä kaasulla voidaan ajaa yhdellä tankkauksella vastaavia matkoja kuin dieselautolla. Kaasun jakeluinfran kuitenkin on vielä kehityttävä. (Webseminaari 27.1.2021 Hanna Kalenoja.)

Kaasuautoissa matalat moottoritehot rajoittavat vielä niiden käyttöä raskaassa liikenteessä. Kevyemmän tuotteen kuljetuksissa se kuitenkin on varteenotettava vaihtoehto, mutta käytössä on huomiotava ajoneuvojen tankkausmahdollisuus.

Dieselajoneuvoihin yhdistetty sähköhybridi vähentää dieselkuorma-autojen päästöjä ja parantaa ajoneuvojen energiatehokkuutta. Näillä ajoneuvoilla kuitenkin valmistuskustannukset ovat korkeammat ja akut syövät kaluston hyötykuormaa. Vedyn on arvioitu yleistyvän raskaan liikenteen polttoaineena 2030-luvulla. (Webseminaari 27.1.2021 Hanna Kalenoja.)



KUVA 16. Kuorma-autojen käyttövoimaennuste (Webseminaari 27.1.2021 Hanna Kalenoja)

Kuvan 16 mukaisesti olemme tällä hetkellä ajoneuvojen uusien polttoaineiden muutoksen alkuvaiheilla. Dieselajoneuvojen osuuden ennustetaan kuorma-autoliikenteessä supistuvan noin 30%:iin vuoteen 2040 mennessä. Tilalle tulee nousemaan vety-, kaasu- sekä kevyt- ja täyshybridiajoneuvot.

Kevyt- ja täyshybridiajoneuvojen osuuden ennustetaan olevan noin 35% ja kaasuajoneuvojen noin 15% vuonna 2040. Sähkökuorma-autojen osuuden uskotaan olevan hyvin pieni. Vetyautojen osuuden taas ennustetaan kasvavan 2030-luvulla ja olevan yli 15% vuonna 2040.

2.7 Kustannuslaskenta

Kustannustietoisuus kuljetusyritykselle sekä kuljetuksen tilaajalle ovat erittäin tärkeitä. Kuljetusyrityksen kilpailukyvyyn varmistamiseksi on olennaista tietää ja ymmärtää mistä eri asioista kustannukset koostuvat ja kuinka niihin voidaan vaikuttaa. Kuljetuspalvelun tilaajan on pystyttävä ennustamaan toteutuvat kuljetuskustannukset ennalta ja siten pystyttävä ottamaan ne huomioon tuotelaskennassa. Kilpailukyvyyn ylläpitäminen markkinoilla on yhtiön tulevaisuuden kannalta olennaista.

Stora Enso käyttää yleisesti kartonki-, sellu- ja paperituotekuljetuksissa rahtihintaa €/tn ja sahatavaraalla rahtihintaa €/m³. Kuljetusyrityksen tehdessä tarjousta kuljetuksista on ymmärrettävä oman yrityksensä ja kuljetuksesta aiheutuva kulurakenne. Myös kuljetuspalvelun tilaajan on ymmärrettävä tarvitsemiensa kuljetuskustannusten rakenne ja niihin vaikuttavat eri osa-alueet.

2.7.1 Kustannuksiin vaikuttavat tekijät

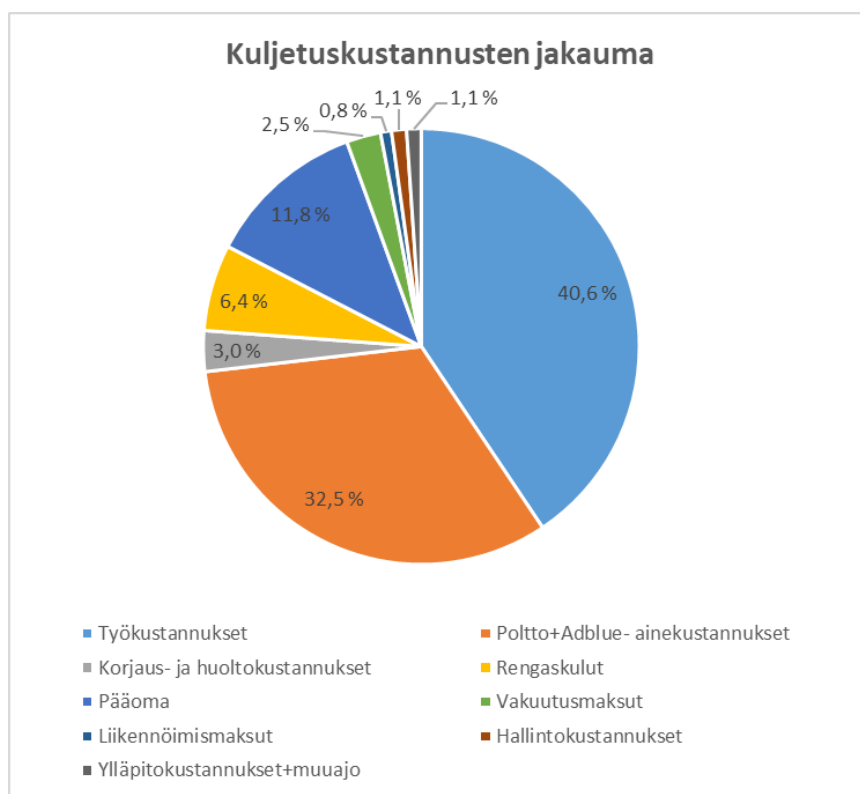
Kuljetusyrityksen on pystyttävä määrittämään kuljetuspalvelun tilaajan kuljetukselle yksikköhinta. Yksikköhintaa määritettäessä on selvitettävä vuotuiset kokonaiskustannukset. Lähtötietoina käytetään todellisia arvonlisäverottomia kustannuksia. Kustannusosatekijöitä ovat:

- Kuljetuskaluston hankintahinta
- Vuodessa ajettavat ajokilometrit
- Kuljetuskaluston käyttöikä ja pitoaika
- Polttoaineen kulutus (l/100 km)
- Lisäaineen (AdBlue) kulutus
- Renkaiden kestoikä
- Käyttötunnit kuljetuskalustolle
- Palkkatunnit kuljettajille

(SKAL 2018, Kuljetusyrityksen perustaminen ja talous, 210-212)

Tavaraliikenneryittäjäkurssin ohjeistuksen mukaisen kustannuslaskennan kuorma-autoliikenteelle reitillä Vantaa-Varkaus-Kotka-Tervakoski-Vantaa on esitetty liitteessä 1. Laskelmassa on pyritty huomioimaan kaikki todelliset kustannukset 76 tn täysperävaunun kuljetukselle, jossa hyötykuormaksi olen laskenut 50 tn. Tällaisella laskentamallilla myös kuljetuspalveluiden tilaajan on hyvä tarkastaa tai laskea toteutuvien kustannusten mukainen rahtihinta. Tietenkin laskenta on ohjeellinen tarkkojen arvojen puuttuessa, mutta saatujen arvojen perusteella voidaan päästä melko lähelle oikeaa rahtihintaa. Rahtihintaan vaikuttaa tietenkin myös markkinoiden kilpailutilanne, sekä kuljetusliikkeiden

muut rahtikuljetukset. Kuljetuspalveluiden tilaajan onkin aina hyvä saada hyödynnettyä kuljetusliik-
keiden vapaita kuljetusvolyymeja eri reiteille. Kuljetuksien yhdistämisellä on aina hyötyä sekä kulje-
tusliikkeelle tyhjänä ajon minimoimiseksi sekä kuljetuspalveluiden tilaajalle kilpailukykyisempänä
rahtihintana. Tehokkaammilla kuljetuksilla on luonnollisesti vaikutusta myös ekologisuuteen pienem-
pinä päästöinä kuljetettua tonnia kohden. (SKAL 2018, Kuljetusyrityksen perustaminen ja talous,
218-223, 244.)



KUVA 17. Kuljetuskustannusten jakauma 76 tn (tuotekuljetus)

Laskelmasta saadaan selville, että työkustannukset ovat kuljetuksissa suurin yksittäinen kuluerä. Näiden osuus on hieman yli 40% kokonaiskustannuksista. Toiseksi suurin yksittäinen kustannuserä on polttoainekulut, jotka laskelmassa osoittivat olevan noin 32,5%. Seuraavassa taulukossa on vertailtu saatuja arvoja yleiseen kuljetuskustannusindeksiin perävaunuyhdistelmällä (Tilastokeskus 4/2021). Laskelmat ovat melko lähellä vertailuarvoja. Suurin poikkeama syntyy polttoainekustannuk-
sien osuudessa. Kuljetuskustannusindeksin mukaan polttoaineiden osuus olisi 26,7%.

LASKELMA			VERTAILU (Tilastokeskus 4/2021)
			Kuljetuskustannusindeksi
	Laskettu		Perävaunuyhdistelmät
	€	%	%
Työkustannukset	135462	40,6	40,9
Poltto+Adblue- ainekustannukset	108578	32,5	26,7
Korjaus- ja huoltokustannukset	10080	3,0	4,9
Rengaskulut	21420	6,4	3,2
Pääoma	39526	11,8	13,1
Vakuutusmaksut	8500	2,5	6,9
Liikennöimismaksut	2700	0,8	0,8
Hallintokustannukset	3700	1,1	1,9
Ylläpitokustannukset+muuajo	3634	1,1	1,5

KUVA 18. Kustannusjakauman vertailu yleisiin indekseihin

2.7.2 Kuljetusyrityksen vastuullisuusmalli

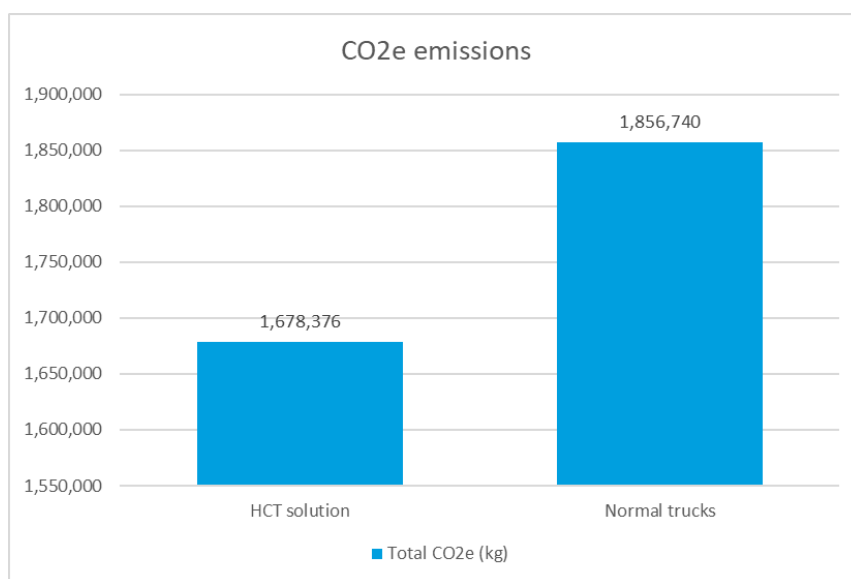
Kuljetusyrityksen vastuullisuus näkyy yrityksissä tehokkaampana, taloudellisesti kannattavampana, turvallisempaan ja ympäristöystävällisempään toimintana. On tärkeää, että yritys tunnistaa omassa toiminnassaan, toimintaympäristössään ja markkinoilla tapahtuvat muutokset ja muutostarpeet. Monesti sanotaan, että vastuullisuus on yritykselle myös imagotekijä, joka hyödyttää kuljetusyrittäjää sekä kuljetuspalveluiden tilaajaa. Yrityksissä onkin tänä päivänä mahdollista saavuttaa entistä parempaa imagoa siirtymällä vähäpäästöisiin kuljetusmuotoihin ja ympäristöystävällisempiin polttoaineisiin. (Traficom).

Traficom on tehnyt kuljetusyritysten vastuullisuusmallin, jossa oman yrityksen energiatehokkuutta voi itsearvioida. Vastuullisuusmallissa on esitelty useita erilaisia aihealueita, jotka logistiikassa vaikuttavat päästöjen ja kustannusten vähentämiseen. Vastuullisuusmallin säästöpotentiaalit ovat mallissa osoitettu olevan 3-15% välillä. Suurimmat säästöpotentiaalit saadaan aikaan hyvällä yhteistyöllä tilaajan kanssa, tietoliikennettä parantamalla ja kuormien tehokkaammalla yhdistämisellä. Reittioptimoinnit pienentävät tyhjänä ajoa, alentavat huomattavasti ympäristön kuormittamista ja antavat kustannussäästöjä toimintaan. Myös taloudellisen ajon kannustinpalkkiojärjestelmällä todetaan olevan positiivisia tulosvaikutuksia. Kuljetusyrityksen mukainen vastuullisuusmalli on liitteenä 2. (Traficom.)

Uusilla mahdollisilla energia- ja kuljetusmuodoilla ja toiminnoilla tavoitellaan matalampia CO₂-päästöjä kuljetettua tonnia kohden. Lisäksi uusista energiamuodoista luonnollisesti odotetaan saavutettavan myös kustannus- ja kilpailuhyötyä ennestään kiristyvillä markkinoilla. Myös uusilla ajoneuvomitoituksilla voidaan hyödyntää suurempaa kuormatilaa ja kuljetusvolyymin varsinkin kevyiden tuotteiden kuljetuksessa. Kuljettajakoulutuksella (taloudellinen ajotapakoulutus) voidaan vähentää polttoaineen kulutusta ja sitä kautta ympäristön kuormittavuutta. Tämä antaa yritykselle myös merkittäviä kustannussäästöjä.

3 HCT-KULJETUKSIEN HYÖDYNTÄMINEN STORA ENSOSSA

HCT-kuljetuksien hyödyntämistä on Stora Enson tuotekuljetuksissa tehty Kemi-Oulu linjalla jo vuodesta 2017 poikkeusluvalla. Näissä kuljetuksissa painot ovat olleet yli normaalin maksimikokonaispainon. Poikkeusluvalla on kuljetuksien kokonaispainot olleet jopa 98 tn, jolloin hyötykuormaksi olemme saaneet noin 64 tn/kuorma. Sahatavaraa on saatu kuljetettua jopa 113 m³ yhdessä HCT-kuljetuksessa. Vertailuna normaalissa täysperävaunukuljetuksessa saadaan kuljetettua noin 68 m³. HCT-kuljetuksista on saatu CO₂-päästöjen alenemista normaaliin täysperävaunuun verrattuna lähes -10%. Myös raakapuukuljetuksissa on ollut käytössä poikkeusluvalla normaalia pidempiä ja painavampia yhdistelmiä, joista saadaan sekä ekologista ja taloudellista hyötyä.



KUVA 19. Kemi-Oulu HCT-kuljetuksen CO₂- päästöt 2019

Tuotekuljetuksissa normaalipainoisia HCT-kuljetuksia voidaan hyödyntää lähinnä kahden 40' merikontin kuljetuksissa sellaisilta tehtailla, jotka sijaitsevat noin kahdensadan kilometrin sisällä määräsatamasta. Tätä pidemmissä kuljetusmatkoissa saavutettu taloudellinen hyöty menetetään konttien tyhjänä ajoon satamasta tehtaalle. Normaaileilla pitkillä uusilla ajoneuvoyhdistelmillä kyllä saavutetaan lisää tilaa, mutta ajoneuvojen kokonaispainot tulevat vastaan nopeasti. Nykyisissä uusissa pidemmissä yhdistelmissä on paljon 68 tn kokonaispainon ajoneuvoyhdistelmiä, joka ei tuo lisäarvoa raskaan metsäteollisuustuotteen kuljetukseen. Eli painavaa hyötykuormaa ei ajoneuvoihin saada lastattua normaalia täysperävaunuyhdistelmää enempää. Kuljetusliikkeet ovat investoineet kevyempään ja vähemmän akseleita oleviin yhdistelmiin pienemmän hankintahinnan sekä pienemmän polttoainekustannuksen takia. Varsinkin kevyemmissä kuljetuksissa, kuten esimerkiksi elintarvikkeet, nämä uudet mitat ja kevyemmät ajoneuvot antavat taloudellisen ja ekologisen hyödyn.

Painavampien metsäteollisuustuotteiden kuljettamiseen uusilla kevyemmillä HCT-ajoneuvoilla voi mahdollisesti olla jopa negatiivinen vaikutus. Ajoneuvojen määrä vähenee, koska uusilla pitkillä ajo-

neuvoilla saadaan kuljetettua sama määrä elintarvikkeita vähemmällä ajoneuvomäärällä. Tämä vähentää kuljetuskapasiteettia raskaamman metsäteollisuustuotteen kuljetuksesta. Tämä kuljetuskapasiteetin vähenemä tulee huomioida riskinä maantiekuljetuksissa. Tämän riskin pienentämiseen vaihtaisi mahdolliset HCT-käytävät ja ajoneuvojen kokonaispainojen kasvattaminen.

3.1 Stora Enso Oyj

Stora Enso Oyj on pakkaus-, biomateriaali-, puutuote- ja paperiteollisuuden uusiutuvien tuotteiden maailmanlaajuinen toimittaja. Kuitupohjaiset materiaalit ovat uusiutuvia, kierrätettäviä ja fossiilittomia. Stora Enson tuoteratkaisut ovat vähähiilisiä vaihtoehtoja rajallisiin luonnonvaroihin perustuville tuotteille. Stora Ensossa uskotaan, että kaikki, mikä tänään valmistetaan uusiutumattomista materiaaleista, voidaan huomenna valmistaa puusta. (STORA ENSO OYJ 2021 Company Profile). Stora Ensossa on kuusi eri divisioonaa ja Stora Enson logistiikka palvelee näitä kaikkia divisioonia.

Packaging Materials – divisioona tuottaa uusiutuvia ja kierrätettäviä pakkausmateriaaleja, joiden valmistamisessa käytetään ensi- ja kierrätyskuituja. Tuotteita käytetään mm. elintarvike-, lääke-, juoma- ja kuljetuspakkauksissa. Tuotteet korvaavat fossiilisista materiaaleista valmistettuja pakkauksia ja ne soveltuvat monenlaisiin vaativiin käyttökohteisiin.

Packaging Solutions – divisioona valmistaa ympäristöystävällisiä kuitupohjaisia pakkaustuotteita ja -palveluja. Tuotteisiin kuuluvat mm. aaltopahvipakkaukset ja muu jatkojalostus, suunnittelupalvelut, automaattioratkaisut sekä muotoon puristetut kuitutuotteet ja biokomposiitit.

Biomaterials – divisioona valmistaa laajan valikoiman erilaisia sellulaatuja paperin, kartongin, pehmopapereiden sekä tekstiilien ja hygieniatuotteiden valmistukseen. Lisäksi prosessissa saadaan valmistettua mm. mäntyöljyä, tärpättiä ja ligniiniä. Tuotekehittelyssä haetaan uusiutumattomille materiaaleille korvaavia tuotteita, kuten esimerkiksi energian varastointiin soveltuvaa hiiltä, biopohjaisia sidosaineita sekä hiilikuituja.

Wood Products – divisioona tuottaa sahattuja puutuotteita ja puurakentamisen eriosa-alueilla tarvittavia puutuoteratkaisuja, kuten massiivipuulementtejä ja puukomponentteja. Digitaalisia työkaluja kehitetään helpottamaan puurakentamisen suunnittelua. Tuotteisiin kuuluvat myös laaja sahatavara-valikoima ja pellettejä vastuulliseen lämmittämiseen.

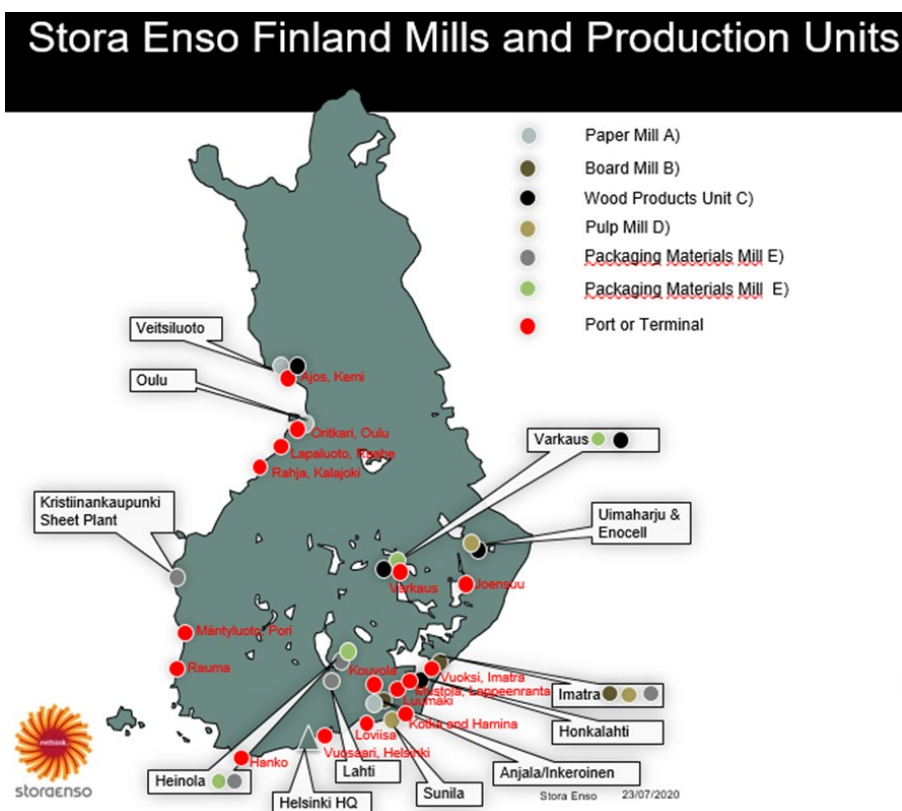
Paper – divisioona valmistaa laajan tuotevalikoiman kierrätys- ja ensikuidusta tuotettuja erilaisia paperilaatuja painotuotteisiin ja toimistokäyttöön.

Forest – divisioona luo lisäarvoa vastuullisella metsänhoidolla, puunhankinnalla ja uusilla innovaatioilla. Divisioonaan kuuluu Stora Enson metsäomaisuus Ruotsissa ja 41% osuus Tornator Oy:stä, jonka metsäomaisuus sijaitsee pääosin Suomessa. Puunhankintatoiminnot Suomessa, Ruotsissa, Venäjällä sekä Baltian maissa kuuluvat divisioonan vastuulle.

(STORA ENSO OYJ 2021 Company Profile).

3.2 Stora Enson tuotantolaitokset Suomessa

Stora Enson Suomen tehtaiden ja käytettävien satamaterminaalien sijainti näkyy seuraavassa kuvassa. Maantieteellisesti tehtaat sijaitsevat pääasiassa Itä-Suomen, Kymenlaakson sekä Oulu-Kemi alueella. Suurimmat tavaravirrat liikkuvat tehtailta satamiin, mutta käytössä on myös suoria autokuljetuksia tehtailta eripaikkakunnille Suomeen. Käytössä on myös suoria vientiautokuljetuksia Pohjoismaihin, Keski-Eurooppaan, Venäjälle sekä Baltian maihin. Itä- ja Etelä-Suomessa tehtaiden satamakuljetukset ovat pääosin Kotkan ja Haminan satamiin, sekä Pohjoisen tehtailta Oulun ja Ajoksen satamiin. Suurimmat kuljetusvolyymit ovat tehtailta satamiin, joihin HCT:n hyödyntämistä voidaan toteuttaa.



KUVA 20. Stora Enson tuotantoyksiköt ja satamaterminaalit Suomessa. (STORA ENSO OYJ 2020. Stora Enso Finland Mills and Production Units with Ports and Terminals)

Mill	Division	Product	Location	Capacity 1 000 t	
Imatra	Packaging Materials	Consumer board	FIN	1195	
Imatra	Packaging Materials	Polymer coating	FIN	435	
Imatra	Packaging Materials	Pulp	FIN	1300	integratio, part of the market pulp
Ingerois	Packaging Materials	Consumer board	FIN	295	
Heinola	Packaging Materials	Containerboard	FIN	300	
Heinola	Packaging Materials	Chemical pulp	FIN	285	integratio
Varkaus	Packaging Materials	Containerboard	FIN	390	
Varkaus	Packaging Materials	Pulp	FIN	310	integratio, part of the market pulp
Oulu	Packaging Materials	Pulp	FIN	550	integratio, part of the market pulp
Oulu	Packaging Materials	Containerboards	FIN	450	
Enocell	Biomaterials	Pulp	FIN	490	
Sunila	Biomaterials	Pulp	FIN	375	
Sunila	Biomaterials	Lignin	FIN	50	
Veitsiluoto	Paper	Paper	FIN	850	
Veitsiluoto	Paper	Pulp	FIN	380	intergratio
Anjala	Paper	Paper	FIN	435	
Total				8090	

	Divion	Product	Location	Capacity million m2	
Lahti	Packaging Solutions	Corrugated packaging	FIN	150	
Kristiinankaupunki	Packaging Solutions	Corrugated packaging	FIN		
Total				150	

Mill			Location	Capacity 1 000 m3	
Honkalahti	Wood Products	Saw	FIN	310	
Uimaharju	Wood Products	Saw	FIN	240	
Varkaus	Wood Products	Saw	FIN	210	
Veitsiluoto	Wood Products	Saw	FIN	200	
Total				960	

KUVA 21. Stora Enso tuotantokapasiteetit Suomessa

Stora Enson erilaisia sellu-, kartonki- ja paperituotekuljetuksia Suomessa on yli 5 000 000 tn vuodessa. Lisäksi sahatavaraa tuotetaan ja kuljetetaan lähes 1 000 000 m³ vuodessa. Suurimmat kuljetusvolyymit Suomessa tehdään rautatiekuljetuksena, mutta myös maantiekuljetukset ovat merkittävässä asemassa. Tuotteiden kuljettamiseen tarvitaan suunnitelmallisuutta sekä hyviä, laadukkaita ja tehokkaita yhteistyökumppaneita.

4 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Luovutettu vain työntilajan käyttöön.

5 YHTEENVETO

Luovutettu vain työntilajan käyttöön.

LÄHTEET

- AUTIO, Antti 2020. Bensan kallistuminen edellytys päästöjen puolittamiseksi. Artikkel: Savon Sanomat 7.10.2020
- AUTIO, Antti 2021. Vedyllä on käyttöä etenkin teollisuudessa. Artikkel: Savon Sanomat 9.3.2021
- AUTOALAN TIEDOTUSKESKUS 2020. Autoliikenteen päästöt. [Viitattu 2021-02-08, klo 13:37.] Saatavissa: http://www.aut.fi/etusivu_vanha/ymparisto/autojen_paastot_ja_niiden_mittaus
- AUTOALAN TIEDOTUSKESKUS 2021. Liikennekäytössä olevien ladattavien henkilöautojen määrä. [Viitattu 2021-03-02, klo 16:45.] Saatavissa: https://www.aut.fi/tilastot/autokannan_kehitys/sahkoautojen_maaran_kehitys
- AUTOTIE 19.1.2021. Sähköautojen nousun vuosi 2020. [Viitattu 2021-03-08, klo 08:30.] Saatavissa: <https://www.autotie.fi/tien-sivusta/sahkoautoileva-motoristi/sahkoautojen-nousun-vuosi-2020>
- BRACKEN, Alan 2020. Green Logistics. [Viitattu 2021-02-25, klo 10:15.] Saatavissa: <https://www.abtslogistics.co.uk/green-logistics/>
- BROWNE, M, McKinnon, A, WHITEING, A. 2012. Green Logistics; Improving the Environmental Sustainability of Logistics. Kogan Page Limited Second Edition. London.
- EUROOPAN KOMISSIO 2021. Euroopan vihreän kehityksen ohjelma. [Viitattu 2021-04-17, klo 9:45.] Saatavissa: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_fi
- FINLEX 2021. Viranomaisten määräskokoelmat: Tieliikenne. [Viitattu 2021-03-21, klo 12:25.] Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/454001/>
- GASUM OY 2021. Kaasu markkinat. [Viitattu 2021-04-05, klo 10:45.] Saatavissa: <https://www.gasum.com/kaasusta/>
- HONKATUKIA, Juha, KOLJONEN, Tiina, LEHTILÄ, Antti, LINDROOS, Tomi J, NYLUND, Nils-Olof, PURSIHEIMO, Esa, SIPILÄ, Kai 2014. Taustaraportti. EU:n 2030 -ilmasto- ja energiapaketin vaikutukset Suomen energijärjestelmään ja kansantalouteen. Espoo: VTT. [Viitattu 2021-02-03, klo 17:54.] Saatavissa: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2014/T170.pdf>
- HANNULA, Ilkka, HONKATUKIA, Juha, KURKELA, Esa, LAURIKKO, Juhani, NYLUND, Nils-Olof, SIPILÄ, Kai, SOLANTAUSTA, Yrjö 2016. Tutkimusraportti. Tieliikenteen 40 %:n hiilidioksidipäästöjen vähentäminen vuoteen 2030: Vuoden 2016 päivitys. Espoo: VTT. [Viitattu 2021-02-03, klo 17:56.] Saatavissa: https://energiayrittajyys.fi/sites/energiatehokkaasti/files/tieliikenteen_40_hiilidioksidipaastojen_vahentaminen_vuoteen_2030_vuoden_2016_paivitys_vtt-r-00741-17.pdf
- HARMAALA, Minna-Maari, JALLINOJA, Niina 2012. Yritysvastuu ja menestyvä liiketoiminta. Sanoma Pro Oy. 1. painos. Helsinki.
- JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU 2018. Tavaraliikenneyrittäjä. 53.painos. Jyväskylä: Grano Oy.
- KAASUAUTOILIJAT RY 2021. Kaasuautojen markkinat Suomessa ja Euroopassa. [Viitattu 2021-03-02, klo 16:55.] Saatavissa: <https://kaasuautoilijat.fi/2019/07/24/kaasuautomarkkinoiden-kehitys/>
- KÄÄRIÄINEN, Juuso 2021. Linja-autot liikkuvat ladattuina. Artikkel: Savon Sanomat 8.6.2021
- LIIKENNE- JA VIESTINTÄMINISTERIÖ 17.1.2019. Esitysaineisto HCT-Foorum, Aino Still. Ajoneuvojen käytöstä tiellä annetun asetuksen muutos – aiempaa pidemmät ja uudentyypiset ajoneuvoyhdistelmät. [Viitattu 2021-03-20, klo 07:50.] Saatavissa: <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/LVM%20HCT%20Forum.pdf>

LIIKENNE- JA VIESTINTÄMINISTERIÖ 12.12.2018. Tiedote. Liikenteen päästöt nollaan vuoteen 2045 mennessä. [Viitattu 2021-02-10, klo 09:30.] Saatavissa: <https://www.lvm.fi/-/liikenteen-paastot-nollaan-vuoteen-2045-menessa-990321#:~:text=%20Liikenteen%20p%C3%A4%C3%A4st%C3%B6t%20nollaan%20vuoteen%202045%20menness%C3%A4%20,k%C3%A4ytt%C3%B6%20on%20lis%C3%A4tt%C3%A4v%C3%A4%20vuoteen%202030%20asti.%20More>

LIIKENNE- JA VIESTINTÄVIRASTO Traficom 2020, Liikennefakta. [Viitattu 2021-02-04, klo 15:30.] Saatavissa: <https://www.liikennefakta.fi/ymparisto> ja https://www.liikennefakta.fi/ymparisto/paketti_ja_kuorma-autot/kayttovoimat ja <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/tieliikenne/pidemmat-ja-raskaammat-hct-rekat>

LIIKENNE- JA VIESTINTÄVIRASTO Traficom 2021, Ajoneuvoyhdistelmien tekniset vaatimukset. Määräys TRAFICOM/304841/03.04.03.00/2019. [Viitattu 2021-03-21, klo 10:10.] Saatavissa: https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/HCT%20perustelumuiatio_FI.pdf

LIIKENNE- JA VIESTINTÄVIRASTO Traficom 2021, HCT- eli pitkät rekat osa yleistä liikennettä jo vuoden- Suomen kokemukset kiinnostavat myös kansainvälisesti. [Viitattu 2021-05-26, klo 9:00.] Saatavissa: <https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/hct-eli-pitkat-rekat-osa-yleista-liikennetta-jo-vuoden-suomen-kokemukset-kiinnostavat>

LILJAMO, Timo, KAMPPURI, Sara-Leena 2019. Kyselytutkimus. Suomalaisten tiekuljetusyritysten näkemyksiä liikenteen automaatiosta, kuljetusten energiatehokkuudesta ja ympäristöystävällisyydestä. Tampereen Yliopisto. [Viitattu 2021-02-06, klo 09:45.] Saatavissa: <https://research.tuni.fi/uploads/2020/04/477a1370-kysely-kuljetusyrityksille.pdf>

MACHARIS, Cathy, MELO, Sandra, VAN LEIR, Tom, WOXENIUS, Johan 2014. Sustainable Logistics. Emerald Group Publishing Limited. Howard House, Wagon Lane, Bingley. First edition 2014.

METSÄTEHO 2021. Puun korjuun ja kuljetusten päästöjen nykytila ja vähennyskeinot – Päivitys. Metsätehon tulosalvosarja 2/2021 [Viitattu 2021-04-17, klo 11:00.] Saatavissa: <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tulosalvosarja-2021-02-Puun-korjuun-ja-kuljetusten-paastojen.pdf>

Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL ry 2018. Kuljetusyrityksen perustaminen ja talous. Helsinki: SKAL Kustannus Oy.

Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL ry, 21.4.2021. Raskaan liikenteen päästöt nopeasti alas Ruotsin mallilla. [Viitattu 2021-04-21, klo 17:15.] Saatavissa: <https://www.skal.fi/fi/julkaisut/skal-kehysriihen-raskaan-liikenteen-paastot-nopeasti-alas-ruotsin-mallilla>

STORA ENSO OYJ 2021. Annual Report 2020. [Viitattu 2021-02-19, klo 09:05.] Saatavissa: https://www.storaenso.com/-/media/documents/download-center/documents/annual-reports/2020/storaenso_annual_report_2020.pdf

STORA ENSO OYJ 2021. Capacities. [Viitattu 2021-03-03, klo 11:55.] Saatavissa: Intranet, WeShare.

STORA ENSO OYJ 2021. Company Profile. [Viitattu 2021-03-04, klo 16:15.] Saatavissa: Intranet, WeShare.

STORA ENSO OYJ 2020. Sourcing & Logistics. Intranet, WeShare

STORA ENSO OYJ 2021. Stora Enso Logistics Carbon Road map

TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT OY 2021. Lipasto, tavaraliikenteen yksikköpäästöt. [Viitattu 2021-02-25, klo 10:55.] Saatavissa: http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tavaraliikenne/tieliikenne/tavara_tie.htm ja <http://lipasto.vtt.fi/liisa/index.htm>

TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT OY 2021. Lipasto, yksikköpäästöt. [Viitattu 2021-06-07, klo 16:30.] Saatavissa: <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/standardi.htm>

WEBSEMINAARI, 15.1.2021. Sadasta nollaa – ajankohtaiswebinaari. [Viitattu 2021-02-01, klo 18:15.] Saatavissa: <https://sadastanollaan.fi/>

WEBSEMINAARI, 27.1.2021. Kuljetusten päästöjen vähentäminen – tavoitteet ja keinot. Savon kouluskuntayhtymän Ympäristöosaamisesta alueellinen menestystekijä -hanke.

YMPÄRISTÖMINISTERIÖ, Suomen ympäristökeskus SYKE 2020. [Viitattu 2021-02-09, klo 15:05.] Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ilman_epapuhauksien_paastot/Taustatietoa_ilman_epapuhauksien_paasto\(59118\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ilman_epapuhauksien_paastot/Taustatietoa_ilman_epapuhauksien_paasto(59118))

LIITE 1: KUORMA-AUTO LIIKENTEEN MUKAINEN KUSTANNUSLASKENTAMALLI

Kuorma-auto liikenteen kustannuslaskenta				Täytä vain keltaiset kohdat	
Esimerkki laskelma					
Laskelma laskee ohjeellisen omakustannustoni hinnan					
Laskelmalla päästään lopputulokseen kuinka paljon on hiilidioksidipäästöt per kuljetettu tonni.					
					Ajoaika +lastaus / purkaus h
Kuljetehtävä: PFR - Kartonki - Sellu			Vantaa - Varkaus	300 km	6
			Varkaus - Kotka	250 km	6
Ajoneuvon kuvitteellinen reitti: Vantaa-Varkaus-Kotka-Tervakoski-Vantaa			Kotka - Tervakoski	200 km	5
Välimatka:	832 km	tyhjä	Tervakoski - Vantaa	82 km	1
Tyhjänä ajo-%	10 %		Yhteensä	832 km	18
KUSTANNUSLASKELMA 10.4.2021					
Kalusto:	Uushankintahinta			alv = 0 %	
			Auton alusta	€	135 000
			Kuormatila tai vastaava	€	80 000
			Perävaunu	€	100 000
			Lisälaitteet ja varusteet	€	0
Kokonaismassa	76 tonnia	Auton renkaat	12 a-hinta	700	€ -8400
Kantavuus	50 tonnia	P:n renkaat	20 a-hinta	700	€ -14000
		Ajoneuvon hinta renkaita	292 600	€	
Ajosuorite (kuljetehtävien vaatimat ajokilometrit vuodessa)			208 000	km/a	
Korvauksetoman ajon määrä vuodessa (matkat asemapaikalle, huoltoon ym.)				km/a	2 000
Ajokilometrit yhteensä vuodessa			210 000	km/a	
Auton käyttömatka koko pitoaikana			1 470 000	km	
Auton alustan ja kuormatilan pitoaika vuosina				a	7,0
Perävaunun, lisälaitteiden ja varusteiden pitoaika vuosina				a	10,0
Polttoaineen kulutus keskimäärin				l/100 km	46
		Polttoaineen kulutus per vuosi	95 680	l/a	
Renkaiden kestomatka (uusien ja pinnoitettujen keskiarvo)				km	220 000
Ajoneuvon käyttötunnit:	h/pvä	18	ajopäivät/a	250	
Ajoneuvon käyttötunnit kuljetehtävissä			4 500	h/a	
Kuljettajien palkkatunnit	7	%:n apuaikalisällä	4 815	h/a	
Kuljettajien keskipalkka	17,05	€/h (sisältäen ilta- (15%), yö- (20%), HCT- (5%) ym. lisät)	82 096	€/a	
Väilliset palkkakustannukset	60	% (mm. sosiaalikulut ja lomarahat)	49 258	€/a	
Päivärahat ja majoituskulut	4 108	€/vuosi	4 108	€/a	
Työkustannukset yhteensä			135 462	€/a	
Työkustannukset käyttötuntia kohti			30,10	€/h	
Polttoainekustannukset, hinta	1,100	€/litra alv.0%	0,506	€/km	
Adblue	0,800	€/litra 3% polttoaineen kulutuksesta	0,011	€/km	
Korjaus- ja huoltokustannukset	10 000	€/vuosi (pitoaikana keskim.)	0,048	€/km	
Rengaskulut			0,102	€/km	
Muuttuvat kustannukset yhteensä			0,667	€/km	
			140 078	€/a	
Poisto, arvonaleneminen	20	% vuosittain	31 001	€/a	
Pääoman korko (kuluineen)	5	%	7 750	€/a	
Käyttöpääoman korkokulut	10	% edellisestä	775	€/a	
Vakuutusmaksut (liikenne-, auto-, kuljetus- ym. vakuutusmaksut)			8 500	€/a	
Liikennöimismaksut (ajoneuvoverot ja katsastusmaksut)			2 700	€/a	
Hallintokustannukset (kirjanpito, atk, puhelin- ja jäsenmaksut ym.)			3 700	€/a	
Ylläpitokustannukset (säilytys, puhtaanaapito ja pienvarustekulut)			2 300	€/a	
muu ajo			1 334	€/a	
Kiinteät kustannukset yhteensä			58 060	€/a	
			4 838	€/kk	
Kustannukset yhteensä ennen toimintaylijäämän lisäystä			333 600	€/a	
Toimintaylijäämä (yritysjärisä) 8 % kokonaiskustannuksista	8	%	26 688	€/a	
			0,128	€/km	
Kokonaiskustannukset vuodessa yhteensä			360 288	€/a	
Tuntikustannukset käyttötuntia kohti keskimäärin			80,06	€/h	
Kilometrikustannukset ajosuoritetta kohti keskimäärin			1,73	€/km	
Kuljetuksien keskinopeus	44	km/h			
Kuormakustannus	250	reittejä/vuosi	1441,15	€/reitti	
Yksikkökustannus	133	tn/reitti (kolme kuormaa, n. 44 tn/kuorma)	10,84	€/tn	keskiarvo
Yhdistetty kustannus (esimerkki) työkustannukset + kiinteät kustannukset			43,00	€/h	
		muuttuvat kustannukset + toimintaylijäämä	0,80	€/km	
		tai km kustannukset	1,72	€/km	

LIITE 2: KULJETUSYRITYSTEN VASTUULLISUUSMALLI

Kuljetusyritysten vastuullisuusmalli

Energiatehokkuuden itsearviointi ja kehittämismahdollisuuksien löytäminen

Tarkasteltavat osa-alueet: Johtaminen, kuljetusten suunnittelu ja toteutus, kalusto, henkilöstö

Johtaminen

Kehityskohde	Merkitys	Kehitysmahdollisuuksia/-toimenpiteitä
Johtaminen	Lähtökohta toiminnan kehittämiseksi	Johdon sitoutuminen energiatehokkuuden jatkuvaan parantamiseen.
		Energiatehokkuuden edistämisen huomiointi päätöksenteossa.
Strategia	Energiatehokkuutta voidaan hyödyntää kilpailuetuna	Energiatehokkuuden ottaminen osaksi strategiaa.
		Energiatehokkuuden parantamisen (polttoainekulutuksen pienentymisen) tuomien kustannussäästöjen hyödyntäminen kilpailutekijänä.
		Ympäristövastuullisuuden (päästöjen vähentyminen energiatehokkuuden parantuessa) hyödyntäminen kilpailutekijänä.
Tavoitteet, mittaaminen ja seuranta	Energiatehokkuuden jatkuva parantaminen vaatii tavoitteellisuutta ja energiatehokkuutta kuvaavien mittareiden seuranta	Energiatehokkuuteen/polttoainekulutukseen liittyvien tavoitteiden asettaminen ja tavoitteiden saavuttamiseksi tarvittavien toimenpiteiden suunnittelu.
		Energiatehokkuutta kuvaavien mittareiden seuraaminen: kokonaisajokilometrit, tyhjänä ajon osuus, polttoainekulutus, täyttöasteet, kuormat, kuljetussuoritteet, energiatehokkuus, päästöt.
		Säännöllinen kehitystoimenpiteiden toteutus ja niiden vaikutusten ja tavoitteiden täyttymisen seuranta.
Yhteistyö tilaajien, alan muiden yritysten, viranomaisten ja muiden sidosryhmien kanssa	Vaikutusmahdollisuudet energiatehokkuuteen vaikuttaviin tekijöihin, jotka eivät ole suoraan kuljetusyrityksen päätettävissä	Neuvottelut tilaajien kanssa esimerkiksi toimitusten aikaikkunoista tyhjänä ajon vähentämiseksi ja täyttöasteiden parantamiseksi
		Oppiminen alan muilta toimijoilta (benchmarking)
		Toiminnan ja alan käytäntöjen kehittäminen viranomaisten/muiden sidosryhmien kanssa

Kuljetusten suunnittelu ja toteutus

Kehityskohde	Merkitys	Kehitysmahdollisuuksia/-toimenpiteitä	Säästö-potentiaali
Täyttöasteet	Täyttöasteiden nostaminen tuo kustannussäästöjä ja vähentää päästöjä sekä vähentää ajosuoritteiden vähentyessä ruuhkia ja sujuvoittaa liikennettä	Yhteistyö/neuvottelut tilaajien kanssa	15 %
		Tieto- ja viestintätekniikan käyttö	
Tyhjänä ajo	Turhan ajosuoritteiden ja kulutuksen väheneminen	Kuormien yhdistely	15 %
		Reittioptimointi	
Reittien optimointi	Turhan ajosuoritteiden ja kulutuksen väheneminen	Yhteistyö tilaajien kanssa, asiakassuhteiden optimointi	8 %
		Tieto- ja viestintätekniikan käyttö, reittien ja aikataulujen optimointiohjelmisto	
		Ruuhkien välttäminen	
		Muuttuvien olosuhteiden huomiointi (esim. sää, liikennetilanne, tie)	
		Yhteistyö/neuvottelut tilaajien kanssa	

Kalusto

Kehityskohde	Merkitys	Kehitysmahdollisuuksia/-toimenpiteitä	Säästö-potentiaali
Kalustohankinnat	Ajoneuvon ja sen lisävarusteiden ominaisuudet vaikuttavat merkittävästi kulutukseen	Autokeuhkoisten kulutuserojen huomiointi	5 %
		Kevytrakenteiset autot	5 %
		Aerodynaamisesti muotoillut autot	8 %
		Aerodynamiikkaa parantavat lisävarusteet	8 %
		Alhaisen vierintävastuksen renkaat	3 %
		Kaksoisrenkaiden vaihto leveisiin yksikkörenkasiin	1,4 %
		Kuljettajaa avustavat järjestelmät (esim. ajotietokone, ajo-opastinjärjestelmät, start/stop-järjestelmät, vakionopeudensäädin ja rengaspaineen seurantajärjestelmä)	
Autojen kapasiteetti	Ylikapasiteetti aiheuttaa ylimääräistä kulutusta	Auton valinta kuorman tai matkustajamäärän mukaan	10 %
		Kysyntähuippujen täyttäminen vuokraamalla lisäkapasiteettia	

Henkilöstö

Kehityskohde	Merkitys	Kehitysmahdollisuuksia/-toimenpiteitä	Säästö-potentiaali
Koulutus	Kuljettajan ajotavan taloudellisuus vaikuttaa merkittävästi polttoaineenkulutukseen	Taloudellisen ajon teoriakoulutus	2 %
		Taloudellisen ajon kurssit (sisältää ajoharjoittelua)	5 %
		Tyhjäkäynnin välttäminen	2 %
Seuranta ja palaute	Taloudellisen ajon koulutuksen hyödyt pitkittyvät ja lisääntyvät	Kuljettajakohtainen ajotapaseuranta	4 %
		Säännöllinen palautteenanto kuljettajille (palautetta sekä ajotavan kehitystarpeista että hyvästä ajotavasta)	
		Taloudellisen ajon kannustinpalkkiojärjestelmä	8 %
Motivaatio ja ilmapiiri	Koulutukset eivät hyödytä, jos kuljettajat eivät ole motivoituneita ajamaan taloudellisesti	Johdon ja esimiesten esimerkki sitoutumisessa vastuullisuuteen	
		Energiätehokkuuteen ja vastuullisuuteen kannustavan ilmapiirin edistäminen	

Arvioidut tyypilliset polttoaineenkulutuksen säästöpotentiaalit perustuvat lähteisiin:

[Liimatainen, H. \(2010\). Kuljetusalan energiatehokkuuden raportointi ja tehostamistoimenpiteiden vaikutusten arviointi. Tampereen teknillinen yliopisto, Tiedonhallinnan ja logistiikan laitos, Liikenne- ja kuljetusjärjestelmät. Tutkimusraportti 77. 42 s.](#)

[Liimatainen, H., Pöllänen, M., Kallionpää, E., Nykänen, L., Stenholm, P., Tapio, P., McKinnon, A. \(2012\). Tiekuljetusalan energiatehokkuuden ja hiilidioksidipäästöjen tulevaisuus. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 1/2012, <https://www.lvm.fi/documents/20181/812084/julkaisuja+1-2012/b4eb7802-d775-4316-bb8-54de73e51911?version=1.0>](#)