



Tenure track -professori Heikki Liimatainen

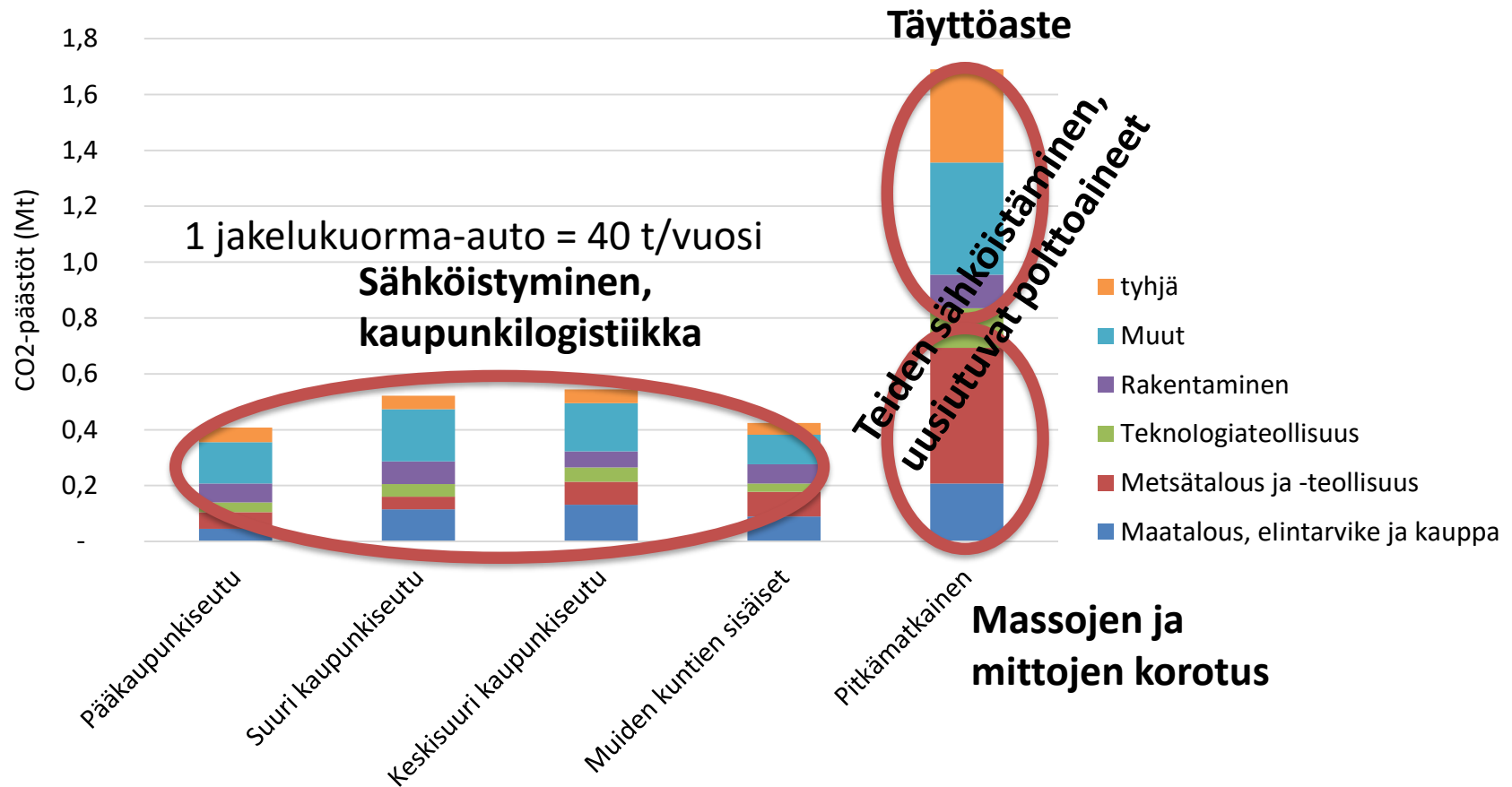
KULJETUSTEN ENERGIAATEHOKKUUS

24.4.2020

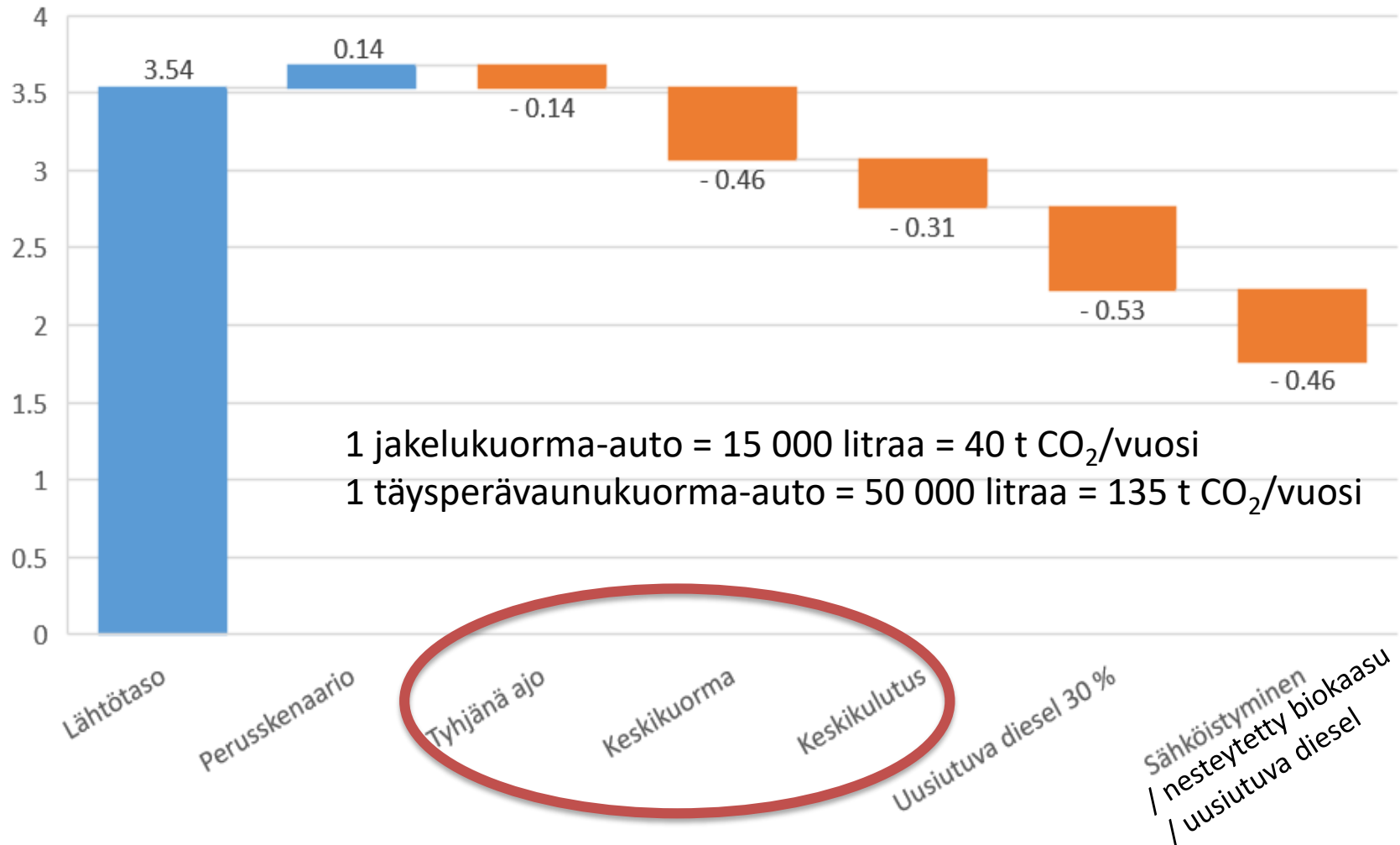


Kuorma-autokuljetusten päästöt alueittain ja toimialoittain

1 täysperävaunukuorma-auto = 135 t/vuosi

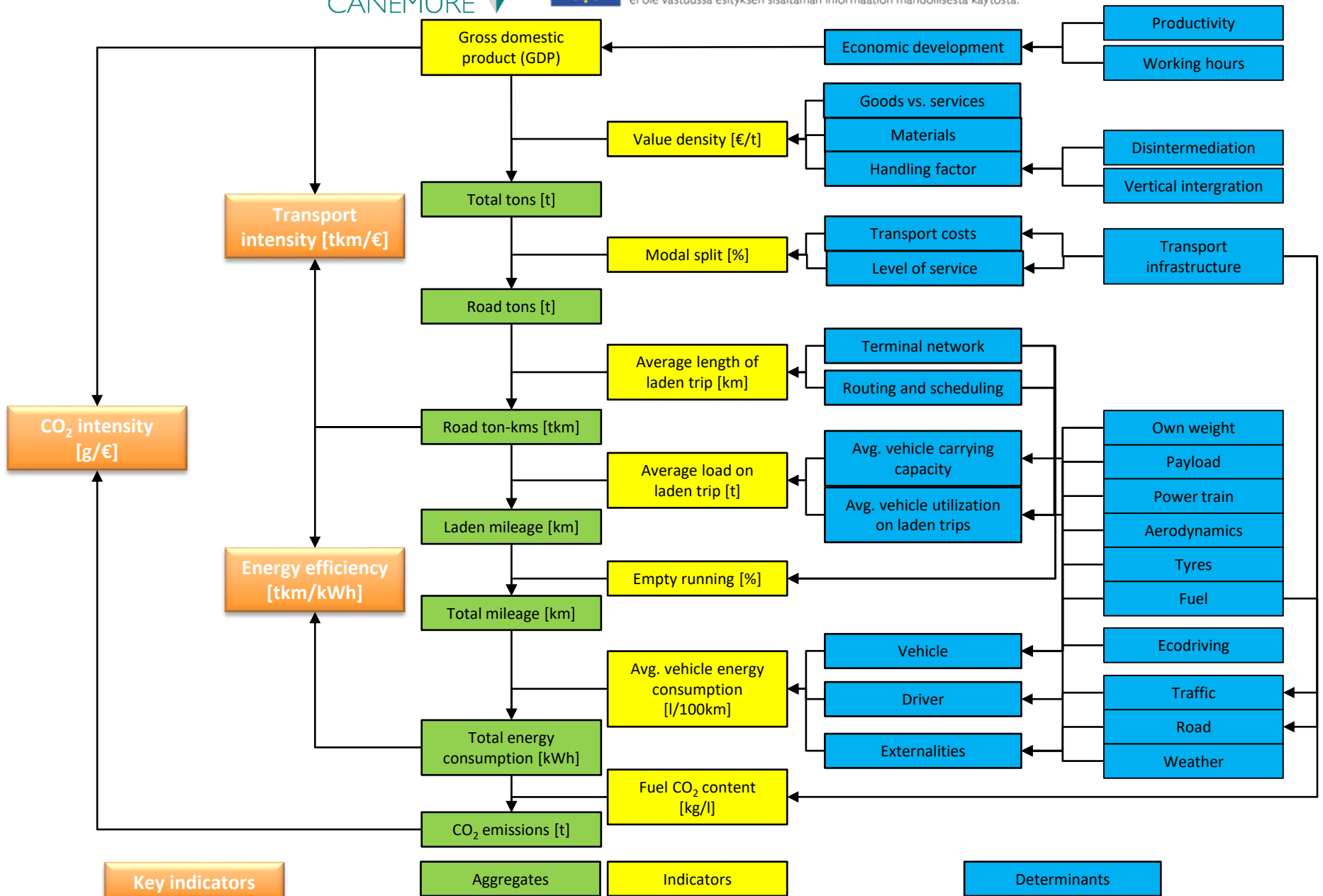


Tavoitepolku kuorma-autokuljetuksille



Energiatehokkuus

- energiatehokkuus on suoritteen ja energiapanoksen välinen suhde
- kuljetuksissa siis kuljetussuoritteen ja energiapanoksen välinen suhde: tonnikipometriä/kilowattitunti tkm/kWh
- energian yksikkönä voi olla myös MJ, toe, l tai suhde voidaan kääntää kWh/tkm (energiaintensiteetti)



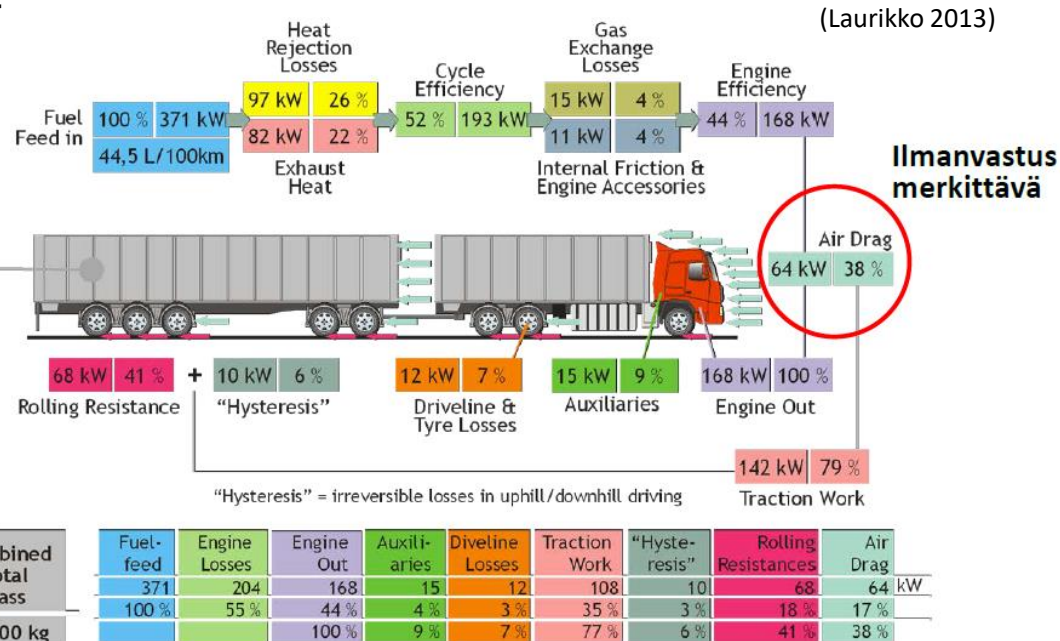
Tiekuljetusten energiatehokkuus Pohjoismaissa 2010 (tkm/kWh)

Sector	Denmark	Finland	Norway	Sweden
Agriculture and forestry	2.75	4.29	3.15	5.03
Food industry	3.14	3.26	3.63	4.54
Chemical industry	3.58	5.28	5.04	5.82
Mining and construction	3.09	4.51	3.28	4.24
Technology industry	2.28	2.78	2.96	3.82
Wood and paper industry	2.73	5.63	3.42	5.73
Total (includes energy used in empty runs)	2.44	3.10	2.75	3.80
Empty running (share of total km run empty)	14.5%	27.4%	24.8%	19.1%

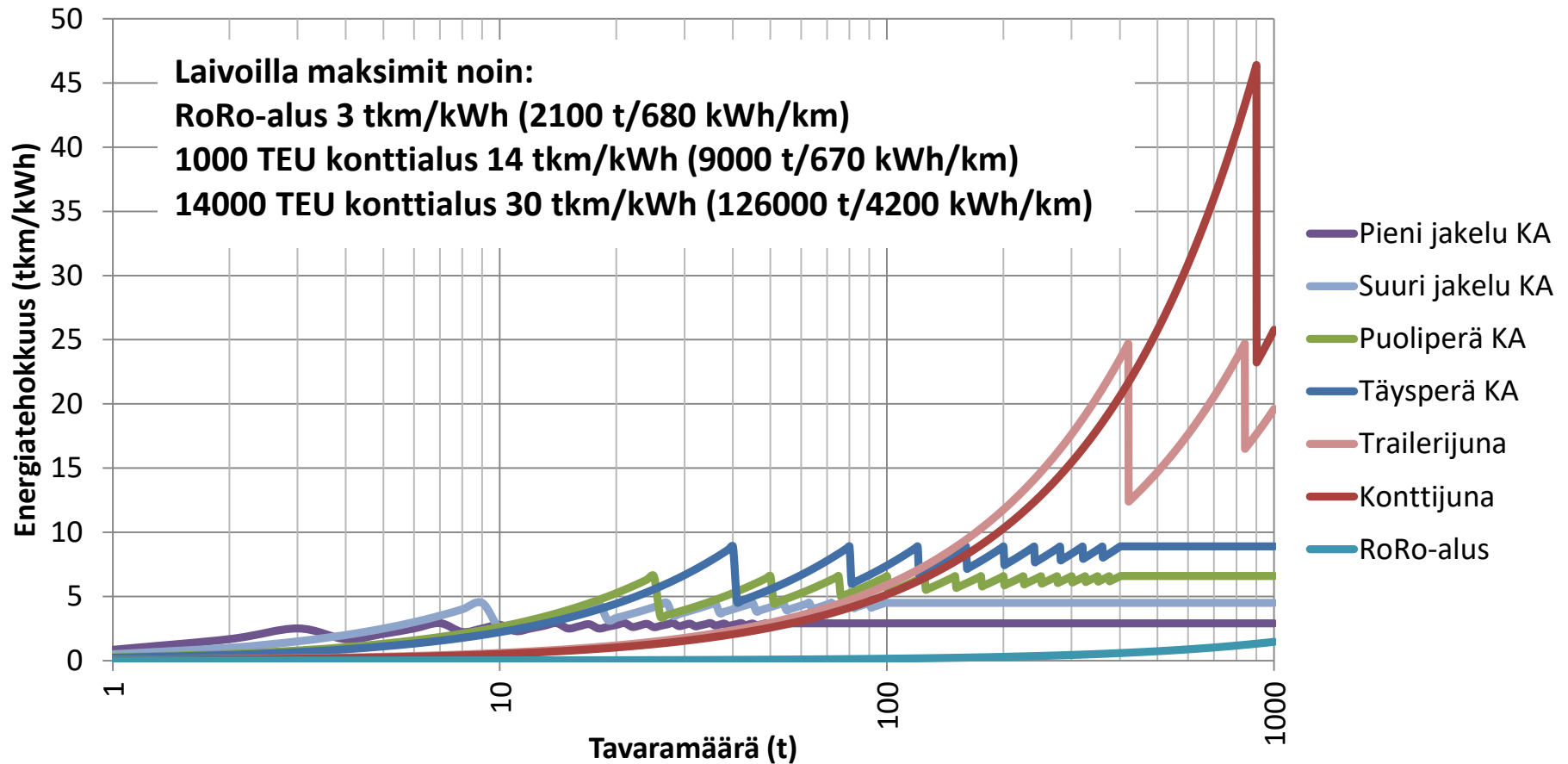
Energiatehokkuutta voidaan parantaa

- valitsemalla energiatehokkaan kuljetusmuodon
- valitsemalla sopivan kokoisen ajoneuvon
- kasvattamalla keskikuormaa
- vähentämällä tyhjänä ajoa
- pienentämällä keskikulutusta

- liikenneympäristö
 - nopeuden vaihtelut
 - geometria
- ajoneuvo
 - moottori ja voimansiirto
 - aerodynamikka
 - vierinvastus
 - omamassa
- kuljettaja
 - ajotapa

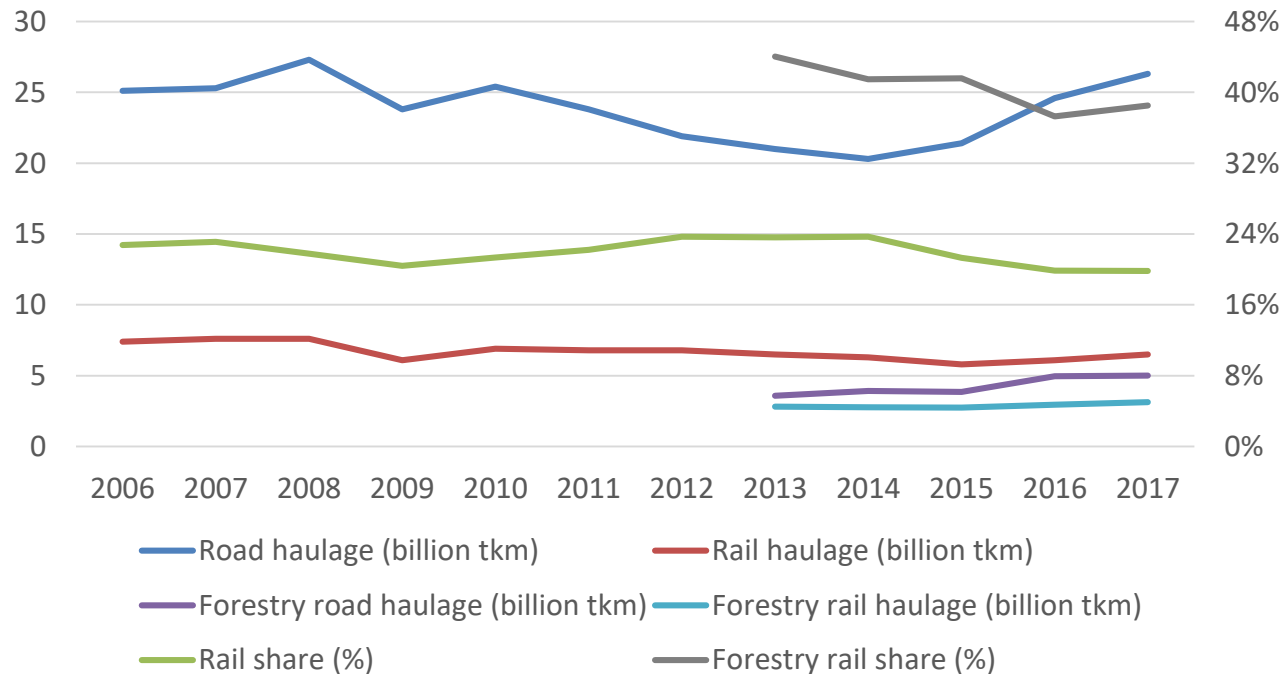


Energiatehokkuus eri kuljetusvälineillä



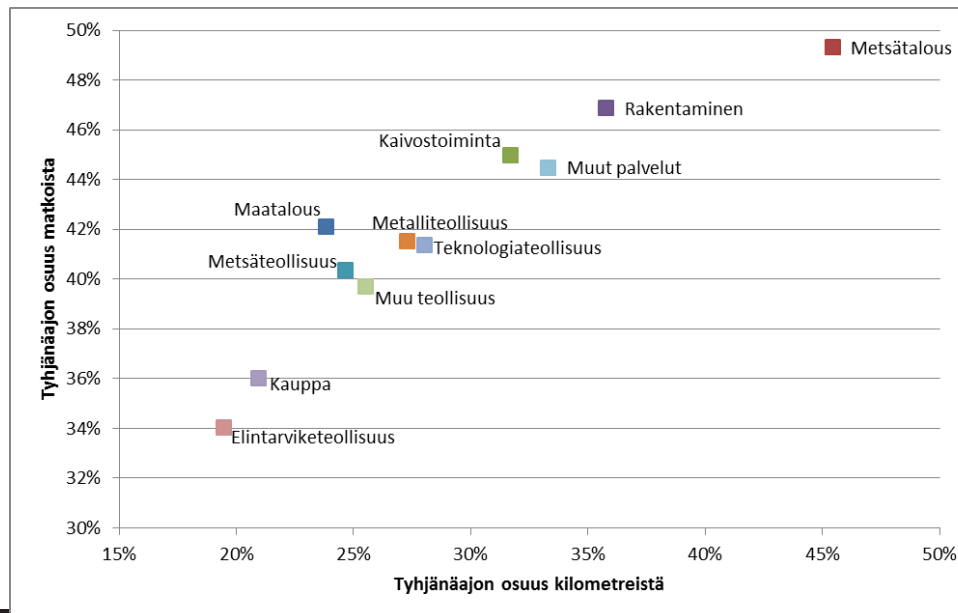
Kuljetusmuodon vaihtaminen

- Ei laskettu päästövähennystä skenaariossa, koska tiekuljetusten mittojen ja massojen korotukset parantaneet tiekuljetusten kilpailuasemaa**



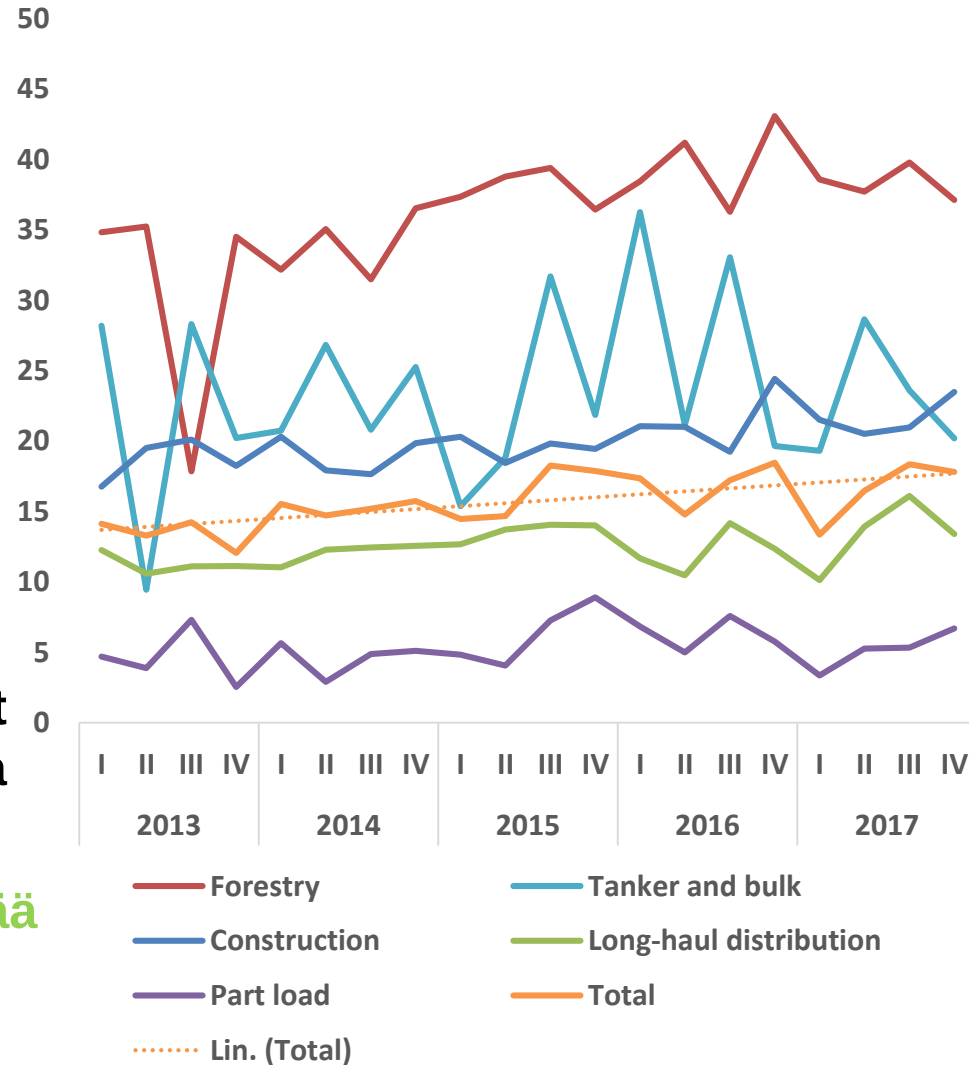
Tyhjänä ajo

- Tyhjänä ajon vähentämisellä 18 % liikennesuoritteesta nykyisestä 23 %:sta saataisiin päästöt takaisin 2016 tasolle.
- Melko epätodennäköistä, edellyttää laajamittaista kuljetusten välityspalvelujen käyttöä ja kaupunkien yhteisjakelua



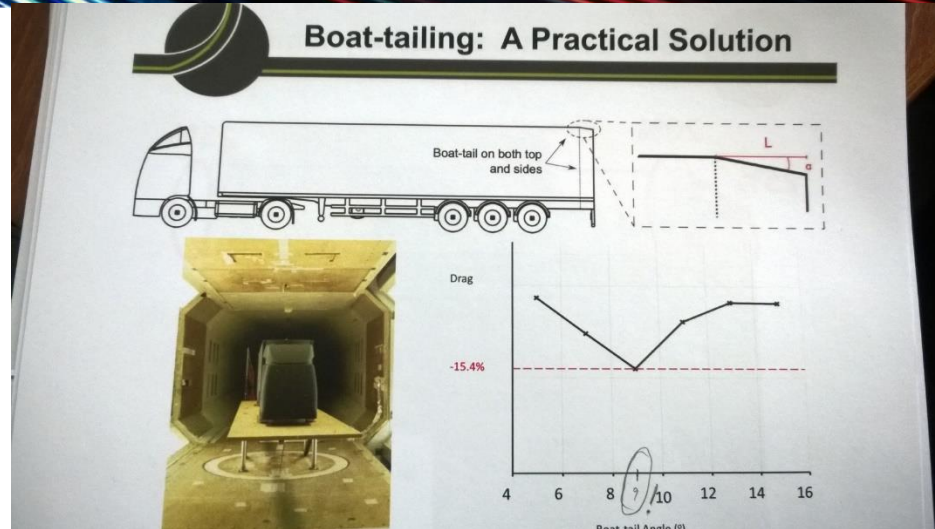
Keskikuorma

- 76 tonnisten yhdistelmien käyttöönotto nosti selvästi kuljetusten keskikuormia
- yhdistelmien suurimman sallitun pituuden (ja mahdollisesti edelleen myös massan) kasvattaminen voivat edelleen nostaa keskikuormaa n. 15 %
- Melko todennäköistä, edellyttää uusien 34,5m yhdistelmien laajaa käyttöönottoa



Keskikulutus

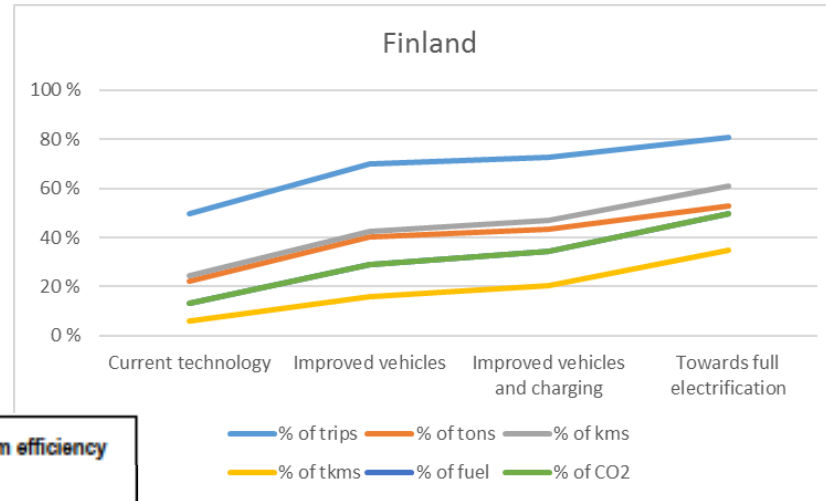
- EU on asettanut myös kuorma-autoille sitovia rajoja polttoaineenkulutukselle, 30 % parannus 2019→2030.
- Näiden myötä kuorma-autokuljetusten keskikulutus saattaisi laskea myös Suomessa suurempien yhdistelmien käyttöönotosta huolimatta n. 10 %
- Melko todennäköistä, paljon potentiaalia aerodynamiikassa, hybridiratkaisuissa ja ajotavoissa



Sähkökuorma-autot

(<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.12.017>)

- Akkusähköön w2w energiatehokkuus korkea, potentiaali vähäinen



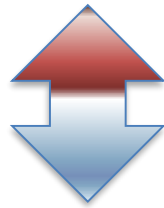
Vehicle architecture	Author	Grid-to-Wheel (System efficiency broken down)	Total system efficiency
Fuel Cell Vehicle	(Salahuddin et al., 2018)	Electrolysis efficiency – 75% Compression efficiency – 90% Transportation efficiency – 80% H ₂ to Fuel Cell to energy output – 50% Electric powertrain – 88.5%	23.9%
Electric Vehicle	(Salahuddin, Ejaz, & Iqbal, 2018)	Grid efficiency – 95.0% Charger efficiency(AC/DC) - 92.0% Charging efficiency – 90.0% Electric powertrain – 88.5%	67.2%

- Erittäin epätodennäköistä, edellyttää suuria investointeja terminaalien latausverkkoon tai pääteiden sähköistämistä

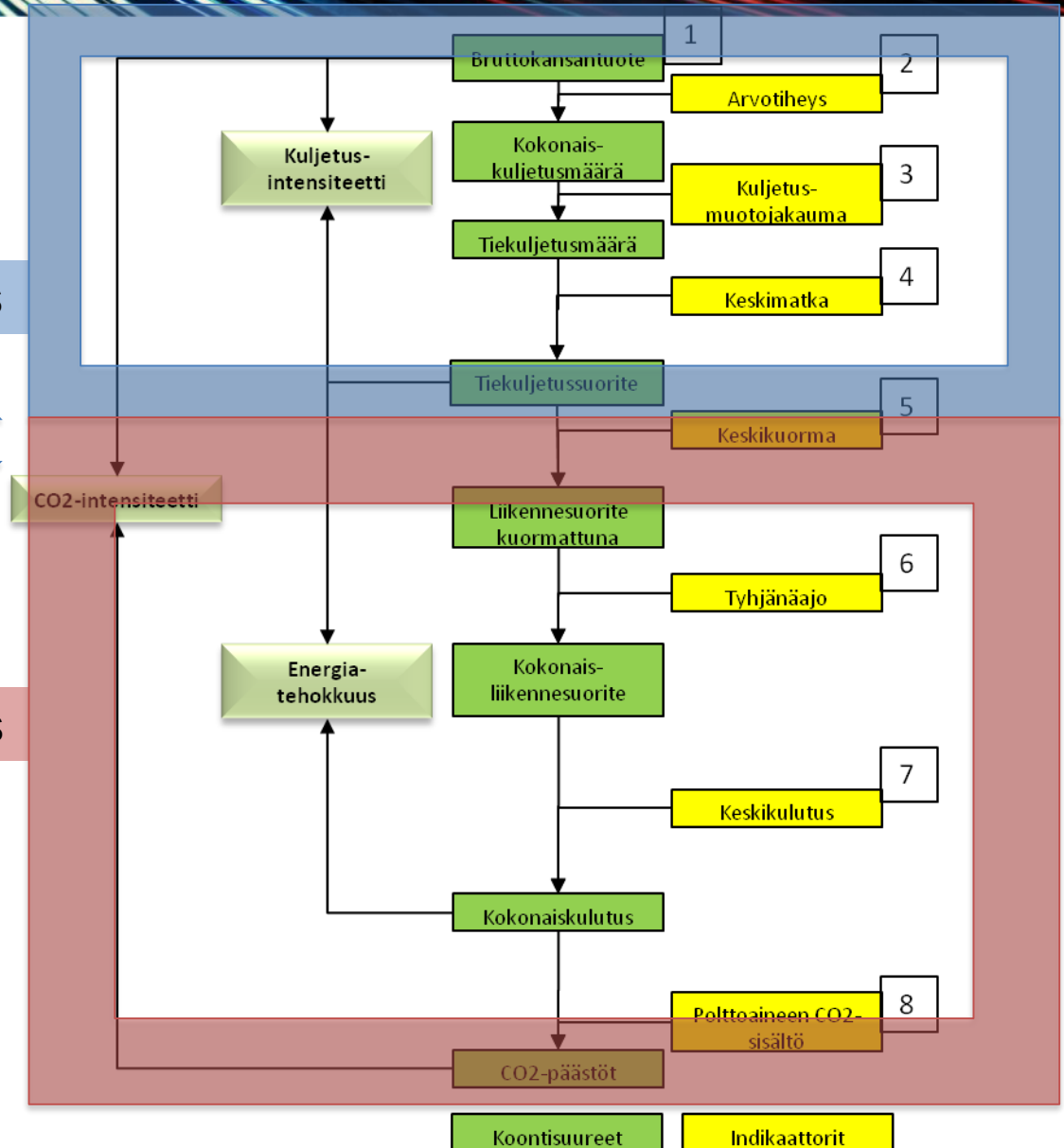


Yritysten päätösvalta?

Teollisuusyritys/kuljetusasiakas



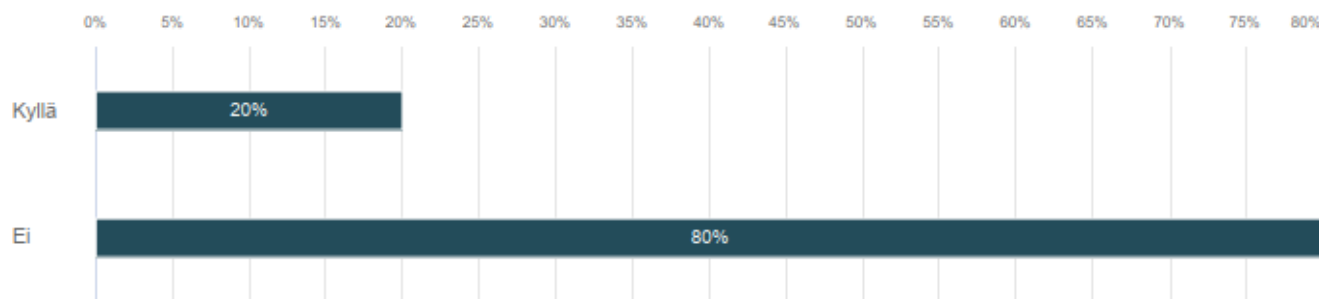
Logistiikka-/kuljetusyritys



Kysely SKAL-jäsenille syksy 2019

18. Onko yksi tai useampi kuljetusasiakkaistanne ollut kiinnostunut yrityksenne energiatehokkuustoimenpiteistä tai yrityksenne liittymisestä energiatehokkuussopimukseen?

Vastaajien määrä: 254



- Vastaava kysely kevät 2011: Kyllä: 18 %

Table 9

Energy efficiency index and customer interest.

Customer interest	Mean	N	Std. deviation
Yes	45.5	58	18.4
No	35.2	117	17.2
Total	38.6	175	18.3

ANOVA: $F=13.27$, $\text{sig.}=0.00$.

Energy efficiency index.

Area	Points	Maximum points
Monitoring		36
Target set for decreasing fuel consumption	Yes: 5p No: 0p	5
Certified environmental management system	Yes: 5p No: 0p	5
	No regular monitoring: 0p Manual: 1p Manual with data on computer: 3p	
Current monitoring	Automatic when filling the tank: 5p Continuous with telematics: 7p	7
	No regular monitoring: 0p Company: 1p	
Level of detail	Lorry: 2p Customer: 3p Driver: 4p	4
	No regular monitoring: 0p Yearly: 1p	
Level of frequency	Quarterly: 2p Monthly: 3p Weekly: 4p Daily: 5p	5
Reporting to stakeholders	Yes: 5p No: 0p Yes: 5p	5
Monitoring tonne-kilometres	Yes with another indicator: 1p No: 0p	5
Energy efficiency actions		48
	Not implemented: 0p/action Implemented in less than 33% of lorries: 0.5p/action	
Level of usage of the 16 actions	Implemented in 33-66% of lorries: 1p/action Implemented in more than 67% of lorries: 2p/action Implemented in 100% lorries: 3p/action	
Future prospects		16
Likelihood of 8 statements which are in haulier's control	Not likely: 0p/statement Likely: 1p/statement Very likely: 2p/statement	
Total		100

Mitä päästötavoitteiden saavuttamiseksi ihan oikeasti pitää tehdä?

- tarvitaan kaikki toimet, täysimääräisinä ja heti
- tuettava raidekuljetuksia, sähköistys
- lisättävä tilaajan vastuuta
- Investointituki/-laina (käyttövoima- ja energiatehokkuusinvestoinnit) vain Traficomien vastuullisuusmallissa aktiivisille kuljetusyrityksille
- kiellettävä dieselin käyttö kaupunkijakelussa
- rakennettava kaupunkijakelun lastauspaikat latausmahdollisuudella
- tuettava nesteytetyn biokaasun jakeluverkostoa
- varauduttava EU:n sanktioihin, kun taakanjakosektorin päästötavoitteeseen ei päästä

Ihan oikeasti ymmärrettävä, että mikään ei muutu, jos mitään ei muuteta!

Lisätietoja:

Heikki Liimatainen

Tenure track -professori, TKT

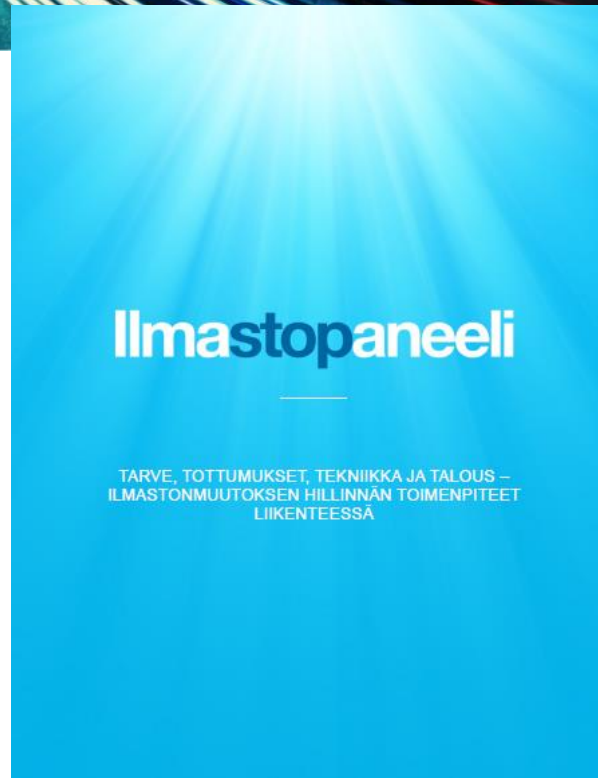
Liikenteen tutkimuskeskus Verne

Tampereen yliopisto

Puh. +358408490320

Twitter: @liikenneproffa

heikki.liimatainen@tuni.fi



**Tiekuljetusalan
energiatehokkuuden
ja hiilidioksidipäästöjen
tulevaisuus**

Julkaisu 1/2012

Liimatainen et al. 2015, Tarve, tottumukset, tekniikka ja talous – Ilmastomuutoksen hillinnän toimenpiteet liikenteessä: <https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2018/10/TARVE-TOTTUMUKSET-TEKNIikka-JA-TALOUS-%e2%80%93-ILMASTONMUUTOKSEN-HILLINNAN-TOIMENPITEET-LIIKENTEESSA.pdf>

Liimatainen et al. 2012, Tiekuljetusalan energiatehokkuuden ja hiilidioksidipäästöjen tulevaisuus, LVM:n julkaisu 1/2012: <http://www.lvm.fi/web/fi/julkaisu/-/view/1410718>

[Energy efficiency of road freight hauliers—A Nordic comparison, https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.11.074](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.11.074)

Road freight energy efficiency and CO₂ emissions in the Nordic countries, <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2014.08.001>

Perusskenaario (jakeluvelvoitteen osalta vanhentunut)

- **Valtakunnallisen tieliikenne-ennusteen mukaisesti kuljetussuorite kasvaa 11 % ja liikennesuorite 6 %**
 - Mahdollista myös siirtää kuljetuksia rautateille, mutta tiekuljetusten massojen ja mittojen korotukset johtavat päinvastaiseen kehitykseen
- **Uusiutuvan dieselin osuus kasvaa jakeluvelvoitteen mukaisesti 13,5 % dieselin kulutuksesta vuoteen 2020 mennessä ja pysyy tällä tasolla vuoteen 2030 saakka**
- **Päästöjen kasvu vuoteen 2030 mennessä on 4 %**

Uusiutuva diesel

- Jakeluvelvoitteen mukainen 30 % uusiutuvan dieselin osuus kuorma-autokuljetusten polttoaineesta ei riitä päästöjen puolittamiseen, vaikka kaikki edellä mainittu toteutuisi.
- Uusiutuvan dieselin osuuden tulisi olla 45 %, jotta 50 % päästövähennystavoite saavutetaan.
- Vaihtoehtona (nesteytetty) biokaasu, jonka tuotannon potentiaali 9,3 TWh lähes täsmälleen Suomen täysperävaunuyhdistelmien nykyinen energiankulutus