



Tenure track -professori Heikki Liimatainen

PÄÄSTÖVÄHENNYSTAVOITTEET JA KULJETUSYRITYSTEN KEINOT

27.1.2021



VERNE
LIIKENTEEN
TUTKIMUSKESKUS

hiilineutraalisuomi.fi

CANEMURE



LIFE17 IPC/FI/000002 LIFE-IP CANEMURE-FINLAND

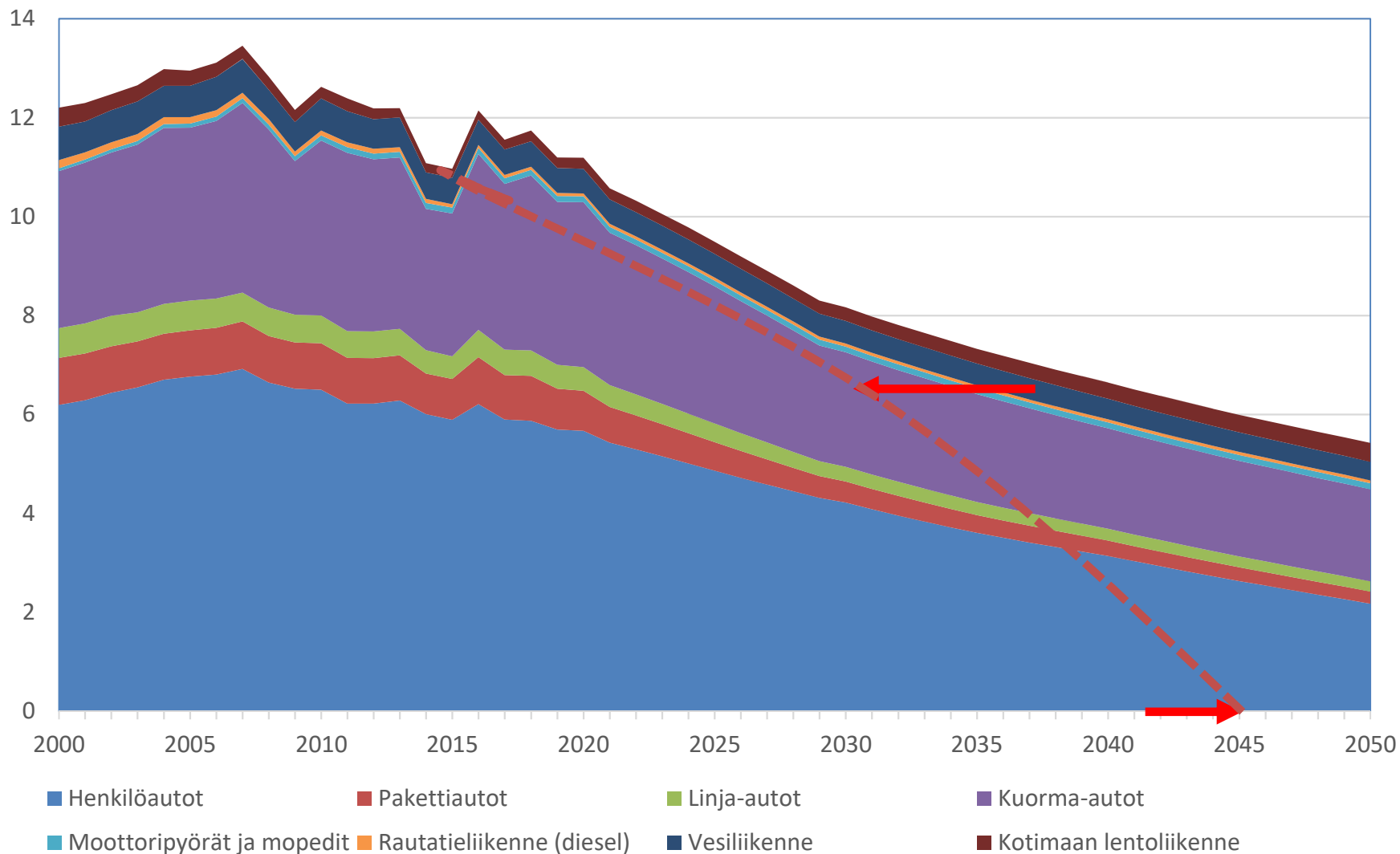
Projekti on saanut rahoitusta Euroopan unionin LIFE-ohjelmasta. Tämän esityksen sisältö edustaa ainoastaan CANEMURE-projektin näkemyksiä ja EASME / Komissio ei ole vastuussa esityksen sisältämän informaation mahdollisesta käytöstä.



Tampereen yliopisto
Tampere University

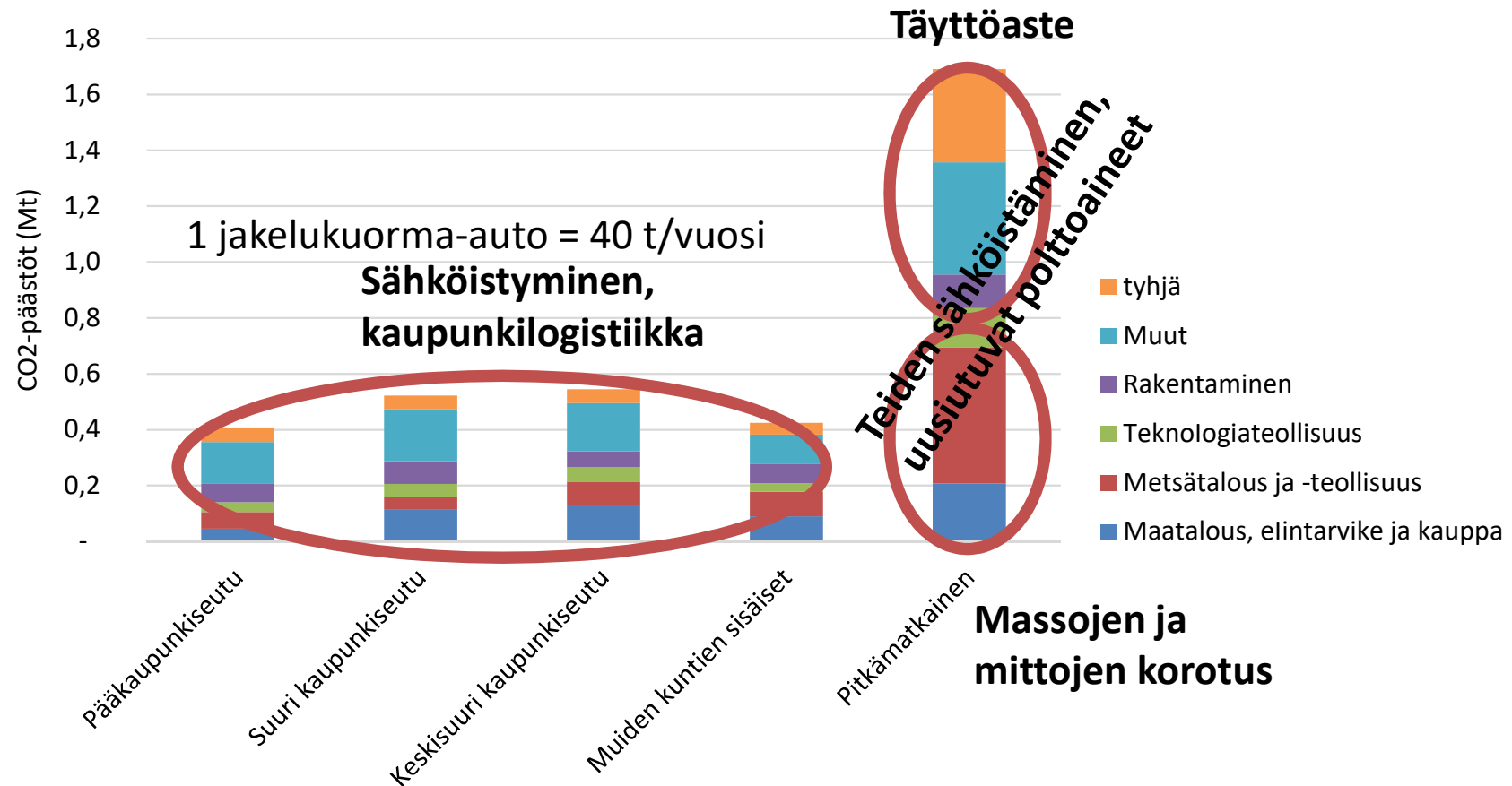
Suomen liikenteen päästövähennystavoitteet ja miten niihin päästään

Liikenteen CO₂-päästöt (Milj.tonnia/a) LVM perusennuste 2020

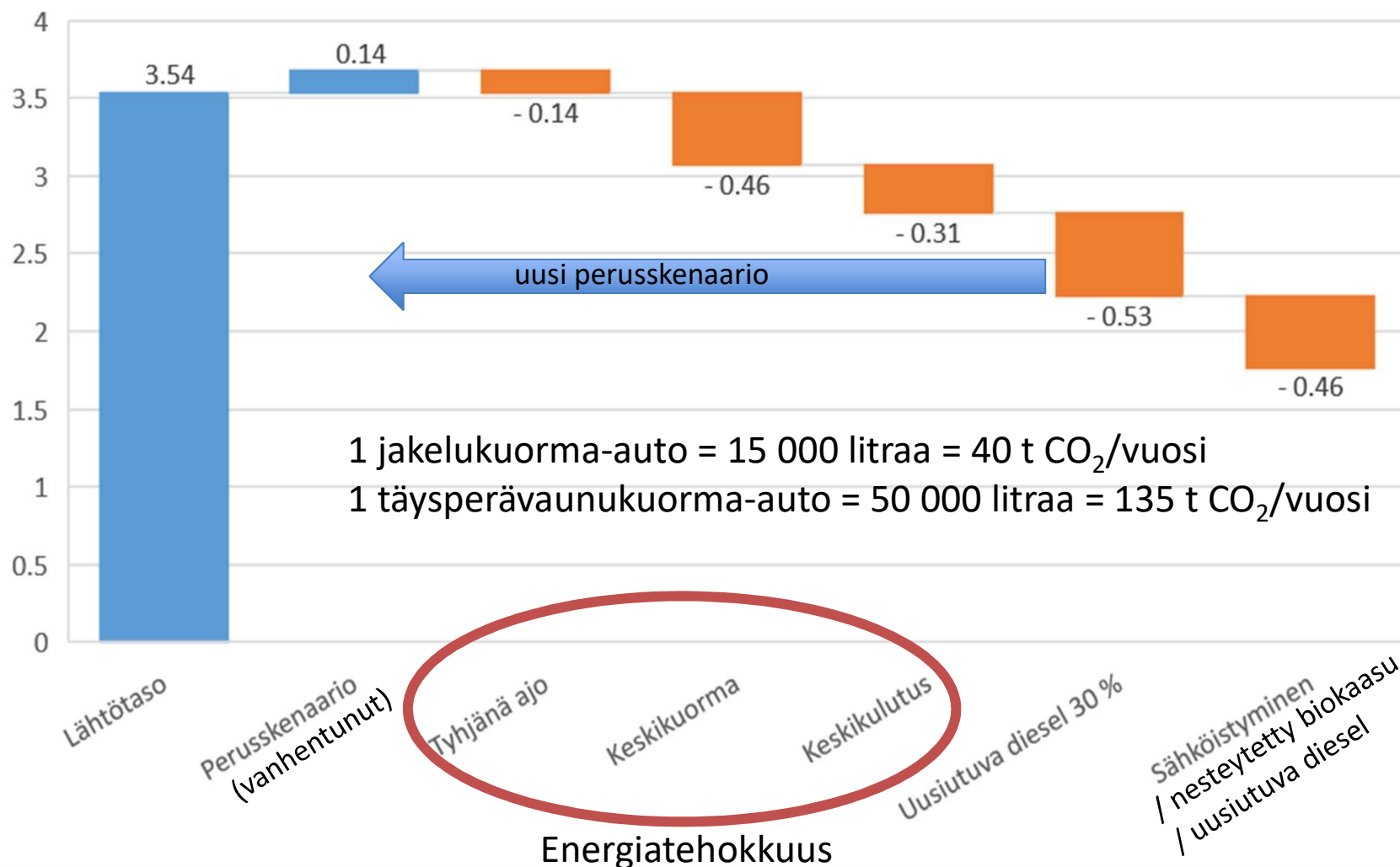


Kuorma-autokuljetusten päästöt alueittain ja toimialoittain

1 täysperävaunukuorma-auto = 135 t/vuosi



Tavoitepolku kuorma-autokuljetuksille



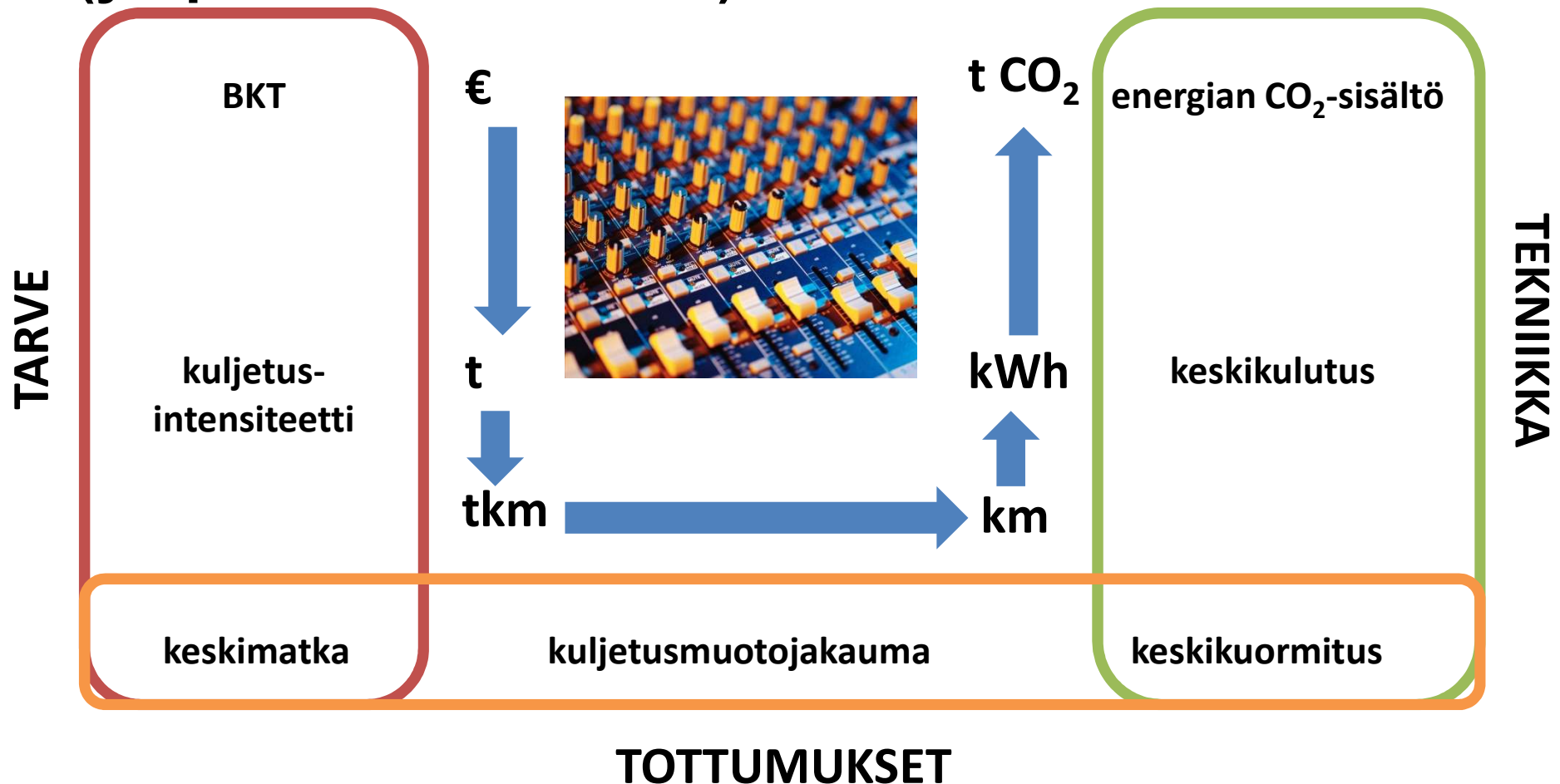
Energiatehokkuus

- 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%

Kuljetusten murroksen miksauspöytä (ympäristönäkökulma)



Vihreä potentiaali

Koskee kaikkia tuotteita

Koskee koko
toimitusketjua

Koskee yksittäistä markkinaa
tai suurta asiakasta

Koskee yksittäistä
toimitusta

**Tuotesuunnitteluun
liittyvä päätöksenteko**

**Logistisiin rakenteisiin ja
organisointimuotoihin liittyvä
pätöksenteko**

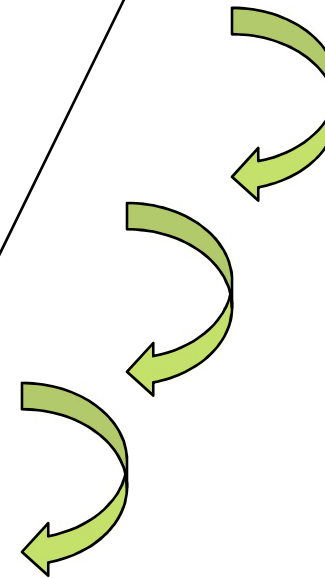
**Suunnittelu- ja
management tason
päättökset**

**Operatiiviseen
toimintaan liittyvät
päättökset**



Ympäristövaikutukset

*Luo mahdollisuuksia ja
asettaa rajoituksia*



(muokattu lähteestä: Aronsson & Huge Brodin 2006)

Jokainen voi tehdä osuutensa...

hankinta:

toimitustiheys ja
eräkoot

tuotesuunnittelija:

kestävät, tilaa säästävät ja
kierrätettävät pakkaukset

myynti: asiakkaan
toimitusvaatimuksiin
vaikuttaminen

**tuotannon-
suunnittelu:**
toimitusaikojen
säätely

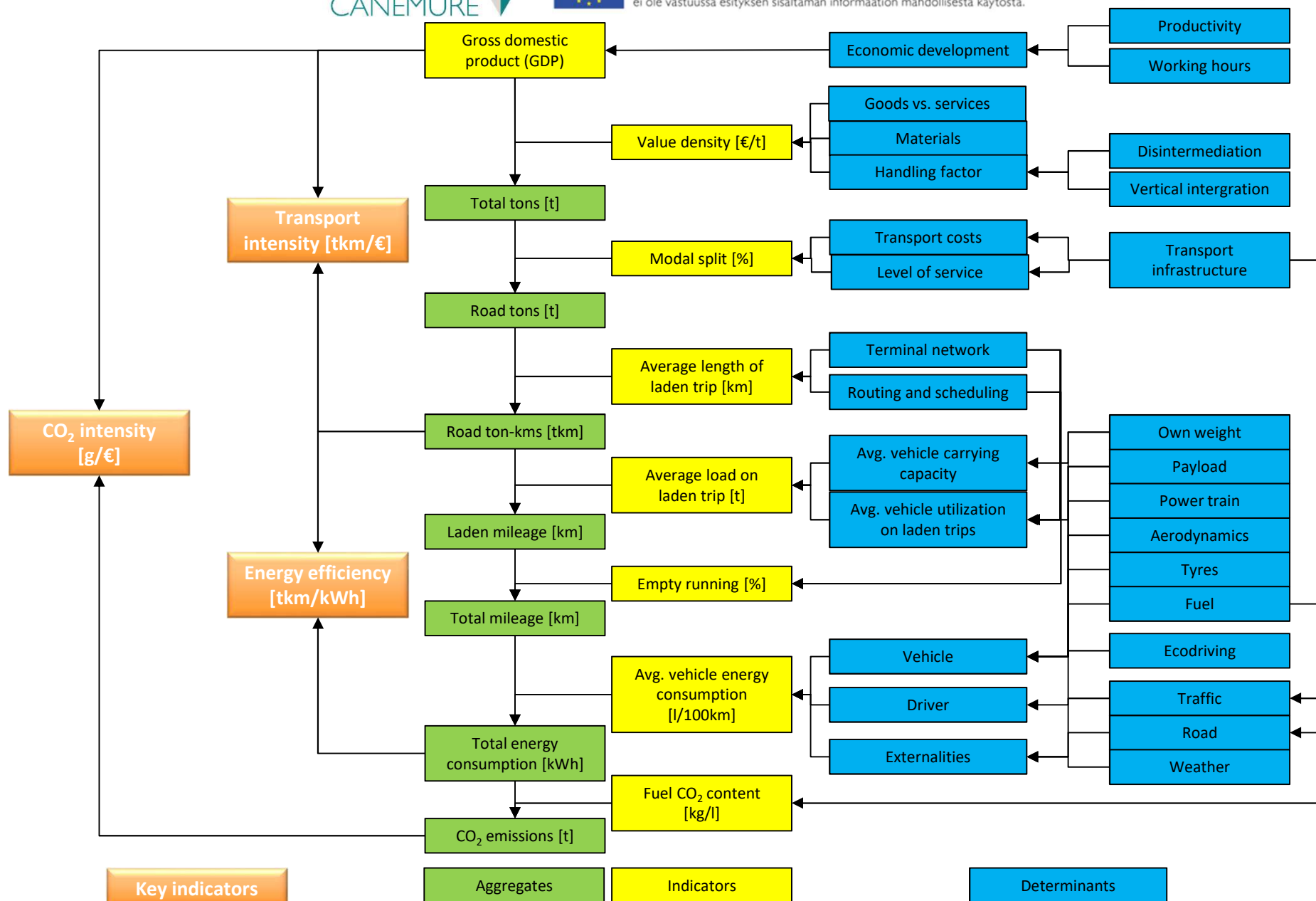
logistiikkasuunnittelija:
yhteiskuljetukset,
varastointi, hankinta- ja
jakelukanavat

**tietojärjestelmä-
asiantuntijat:** tieto-
ja viestintätekniikan
hyödyntäminen

kuljetusten suunnittelija:
kuljetusreitit,
kuljetusmuodon valinta,
kaluston valinta

yritysjohto: pitkän
aikavälin strategia mm.
toimintojen
sijoittumiselle ja
hankintakanaville

(Blinge 2008)





VERNE
LIIKENTEEN
TUTKIMUSKESKUS

hiilineutraalisuomi.fi

CANEMURE



LIFE17 IPC/FI/000002 LIFE-IP CANEMURE-FINLAND

Projekti on saanut rahoitusta Euroopan unionin LIFE-ohjelmasta. Tämän esityksen sisältö edustaa ainoastaan CANEMURE-projektin näkemyksiä ja EASME / Komissio ei ole vastuussa esityksen sisältämän informaation mahdollisesta käytöstä.



Tampereen yliopisto
Tampere University

Keinoja kuljetusten päästöjen vähentämiseen yritystasolla

Long List of 80 Carbon Reduction Measures for Freight Transport

1. Reduce number of links in the supply chain:

Dis-intermediation – bypassing agencies / nodes in the supply chain
Greater vertical integration of processing – reduce intermediate journeys between processing plants

2. Reduce the average length of haul:

More localised sourcing of inbound supplies
Decentralise processing, storage and distribution operations
Move production / storage / distribution facilities into more 'transport efficient' locations
Swap arrangements - to minimise delivery distances
Improve vehicle routing (e.g. use CVRS) / recalibrate routing packages to minimise fuel consumption
Use telematics (possibly in association with CVRS) to determine most fuel efficient route

3. Promote transfer of freight to lower carbon modes

Send greater % of freight by rail
Send greater % of freight by waterborne services
Relocate production facilities / warehousing to be adjacent to alternative transport network
Invest in rail siding and / or rolling stock
Apply for government freight facilities grants
Develop / invest in equipment to facilitate intermodal transfers
Reschedule distribution operations to match timetables of the alternative mode

4. Increase vehicle payloads on laden trips:

Relax just-in-time replenishment schedules to permit greater load consolidation
Increase use of primary consolidation (at expense of adding an extra link to the supply chain)
Give hauliers / transport departments more advanced warning of traffic demands
Promote collaborative initiatives – both vertical and horizontal collaboration
Shift from dedicated contracts with 3PL to shared-user contracts / network services
Suppress the 'bullwhip effect' in supply chains
Adopt 'vendor-managed inventory' (VMI) arrangement with suppliers
Expand the use of 'nominated day' delivery systems
Replace the monthly 'order – invoice' cycle with a system of rolling credit
Use more 'space-efficient' handling equipment
Minimise the amount of secondary and primary packaging
Stack loads to greater height (within warehouse slot height constraints)
Reduce the height of rigid vehicles / trailers to match internal load
Use longer and/or heavier vehicles when justified by load size / weight
Make greater use of double-deck vehicles / drawbar trailer combinations.
Switch from powered- to fixed-double deck trailer
Use compartmentalised vehicles to increase load consolidation opportunities
Increase storage capacity at delivery points – to permit delivery of larger loads
Use of online procurement platforms ('freight exchanges') to increase opportunities for load consolidation
Deploy load optimisation software (including agent-based systems)
Use telematics to improve management of the vehicle fleet

5. Reduce empty running:

Use load matching services (online freight exchanges / web-based procurement)
Promote collaborative initiatives – both vertical and horizontal collaboration
Explore backloading opportunities during purchasing negotiations
Incorporate the planning of backloading into vehicle routing and scheduling software
Use telematics to increase 'visibility' of the fleet and help exploit backloading opportunities
Consolidate return of handling equipment (roll-cages / dollies) in a fewer vehicles
Maximise use of returning shop delivery vehicles for collection of packaging material
Relax delivery schedules to accommodate more backloads
Improve the reliability of loading and off-loading operations to build confidence in backloading schedules
Increase the ratio of trailers to tractors (i.e. the 'articulation ratio') to create more flexibility for backloading

6. Reduce exposure to traffic congestion

Reschedule deliveries to inter-peak periods and evening / night
Extend opening hours of premises for collections and deliveries
Introduce unattended delivery systems for out-of-hours delivery

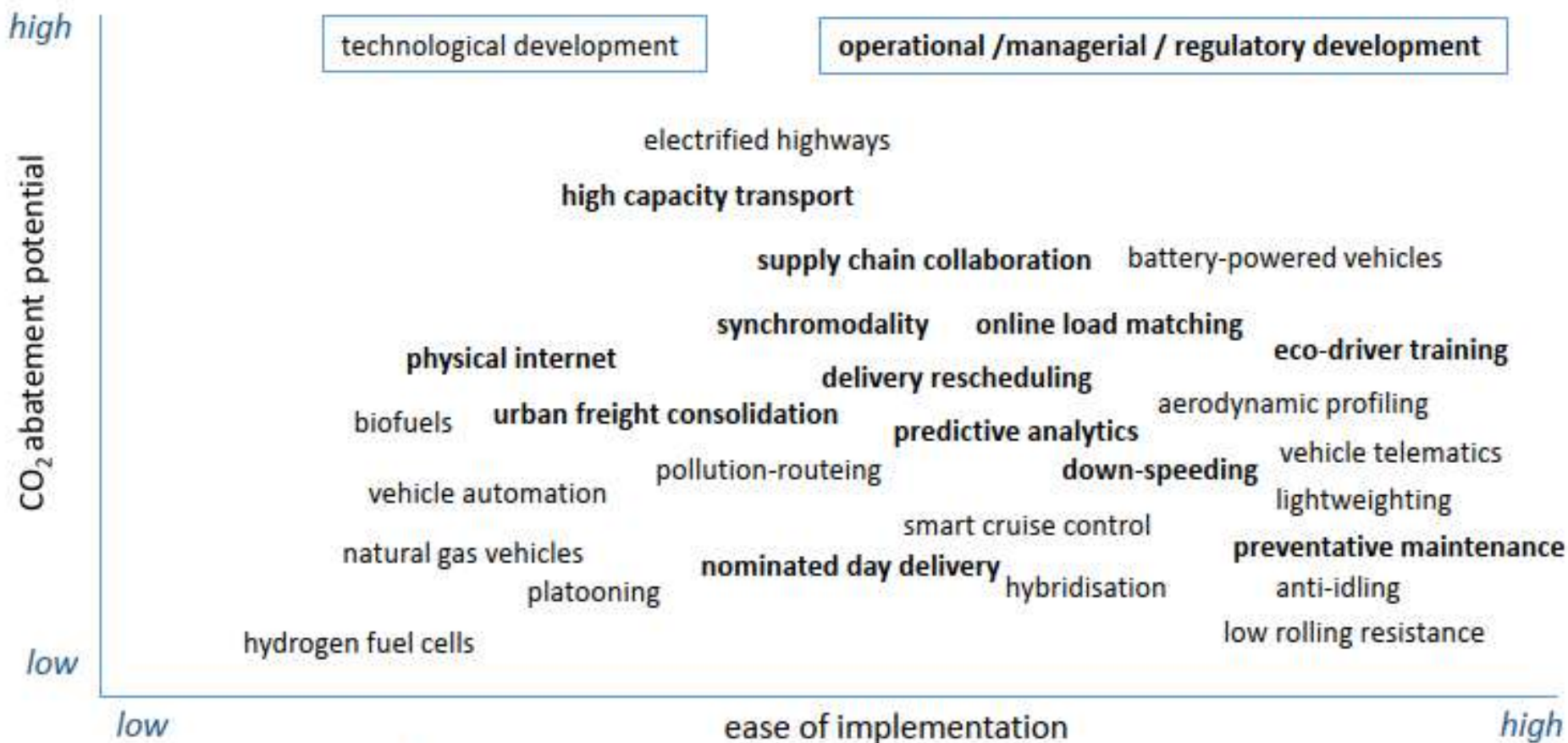
7. Improve fuel efficiency

Development fuel management programme
Appoint fuel champion
Collect and analyse disaggregated fuel consumption data
Train drivers in the techniques of fuel efficient driving (eco-driving)
Use telematics / onboard devices to monitor driving performance
Regularly debrief drivers on fuel performance
Give drivers financial and other incentives to drive more fuel efficiently
Reduce the vehicle replacement cycle to accelerate adoption of more fuel efficient vehicles
Prioritise fuel efficiency as a vehicle purchase criterion
Use vehicle with stop-start system
Use vehicle with turbocharging
Reduce vehicle tare weight
Improve aerodynamic profiling of vehicles
Improve vehicle maintenance, wheel-alignment etc.
Adopt vehicles with automatic transmission
Ensure effective tyre management / inflation of tyres to fuel efficient level
Use supersingle tyres
Use low 'rolling-resistance' tyres
Set vehicle speed limiters at lower speeds
Reduce engine idling
Match vehicle size and weight to the characteristics of the load
Adopt more energy efficient forms of refrigeration
Reduce pre-loading time for refrigerated vehicles
Power tanker pumps externally rather than from vehicle engine

8. Reduce emissions per litre of fuel consumed:

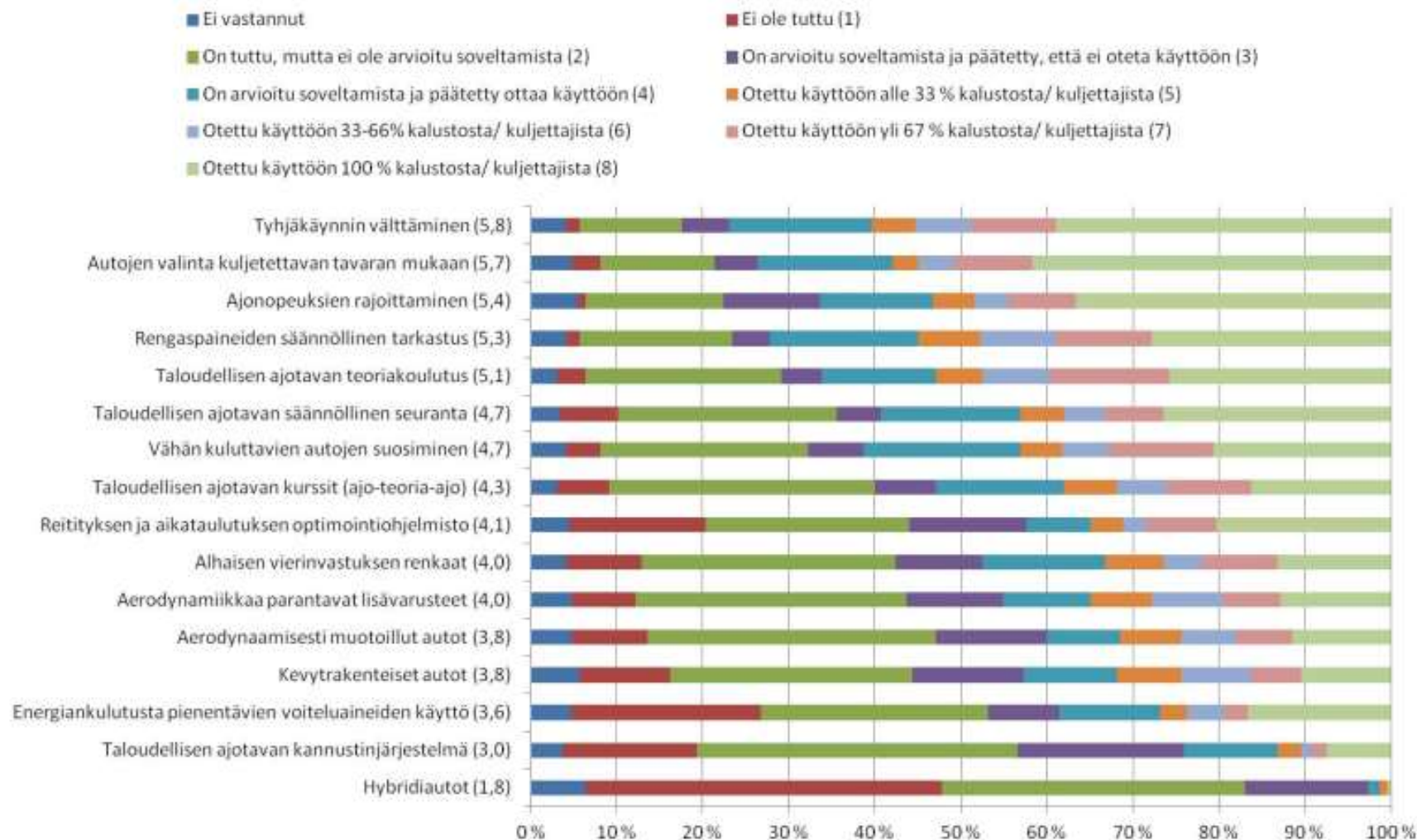
Use hybrid vehicles
Use new electric vehicles
Use new biogas vehicle
Use new CNG vehicle
Use dual-fuel vehicle (biogas or LNG with conventional diesel)
Increase % blend with environmentally-sustainable biofuel
Recharge vehicle batteries with low carbon electricity
Use lower carbon energy in refrigeration equipment
Minimise refrigerant gas leakage from vehicles

core list of 38 measures



Source: McKinnon 2018

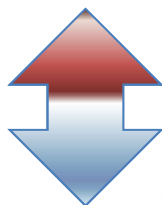
Kuljetusyritysten energiatehokkuustoimet (2011)



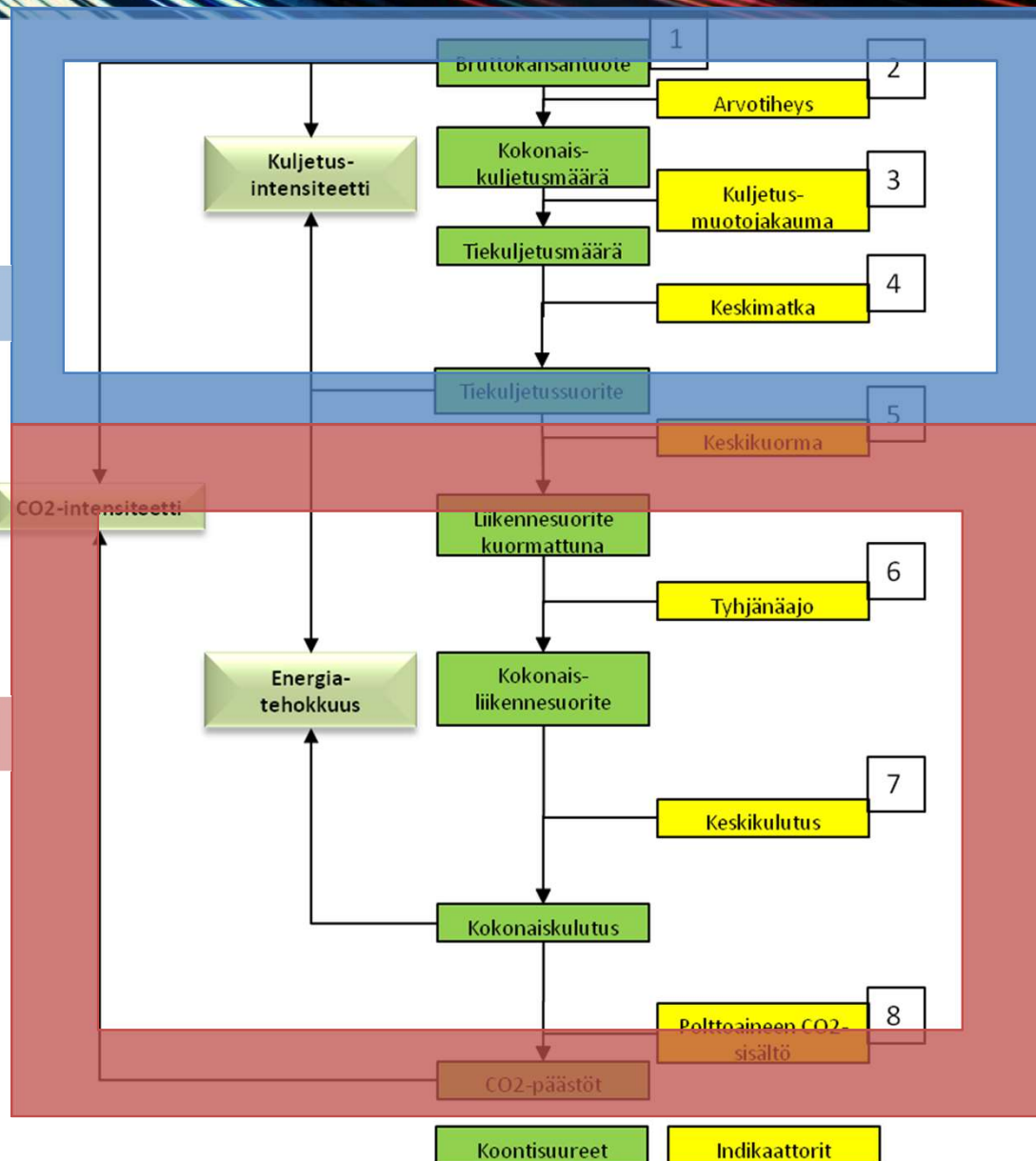
Kuva 5. Energiatehokkuustoimenpiteiden tiedon ja käytön taso. Toimenpiteen perässä esitetty luku kuvaa vastausten keskiarvoa, kun numerointi on asteikolla 1-8 selitteessä kuvatulla tavalla.

Yritysten päätösvalta? Yhteistyö välttämätöntä!

Teollisuusyritys/kuljetusasiakas



Logistiikka-/kuljetusyritys



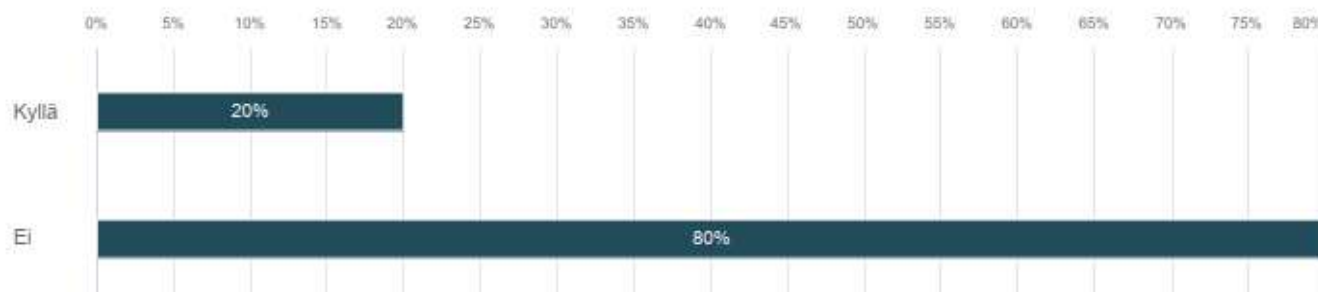
Vaatimukset kuljetusyrityksen ympäristövaikutuksille

- kuljetusten tilaaja voi asettaa vaatimuksia kuljetusyritysten ympäristövaikutuksille
- ympäristöjärjestelmä tai ympäristöjohtamisen käytännöt
- mittaaminen ja raportointi
- ympäristön huomioon ottaminen
 - kalusto
 - esim. tietty EURO-luokka, ilmanohjaimet
 - polttoaine
 - esim. tietty %-osuus biopolttoaineita
 - ajotapa
 - esim. taloudellisen ajon koulutus, maksiminopeus
- Trafin vastuullisuusmalli kuljetusyrityksille: laatu, turvallisuus ja ympäristöjohtamisen apuväline

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

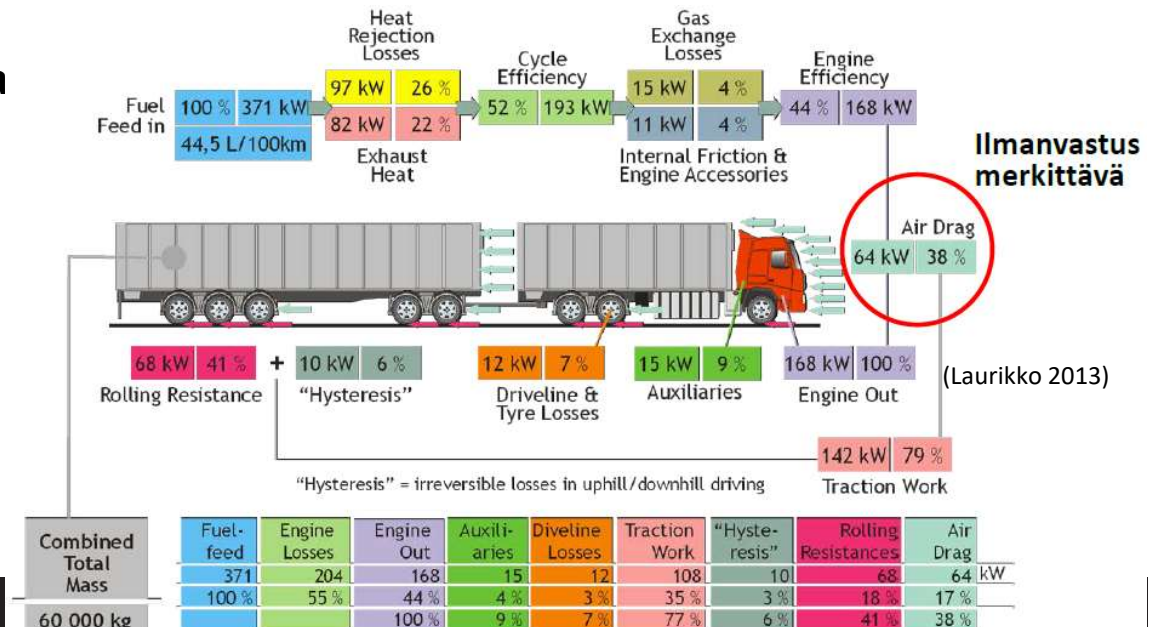
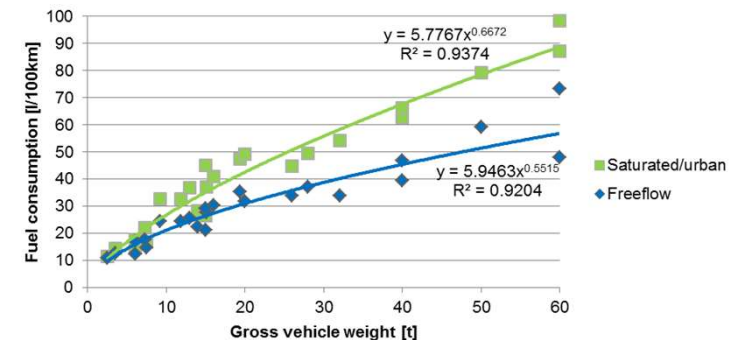
ANOVA: $F=13.27$, $sig.=0.00$.

Energy efficiency index.

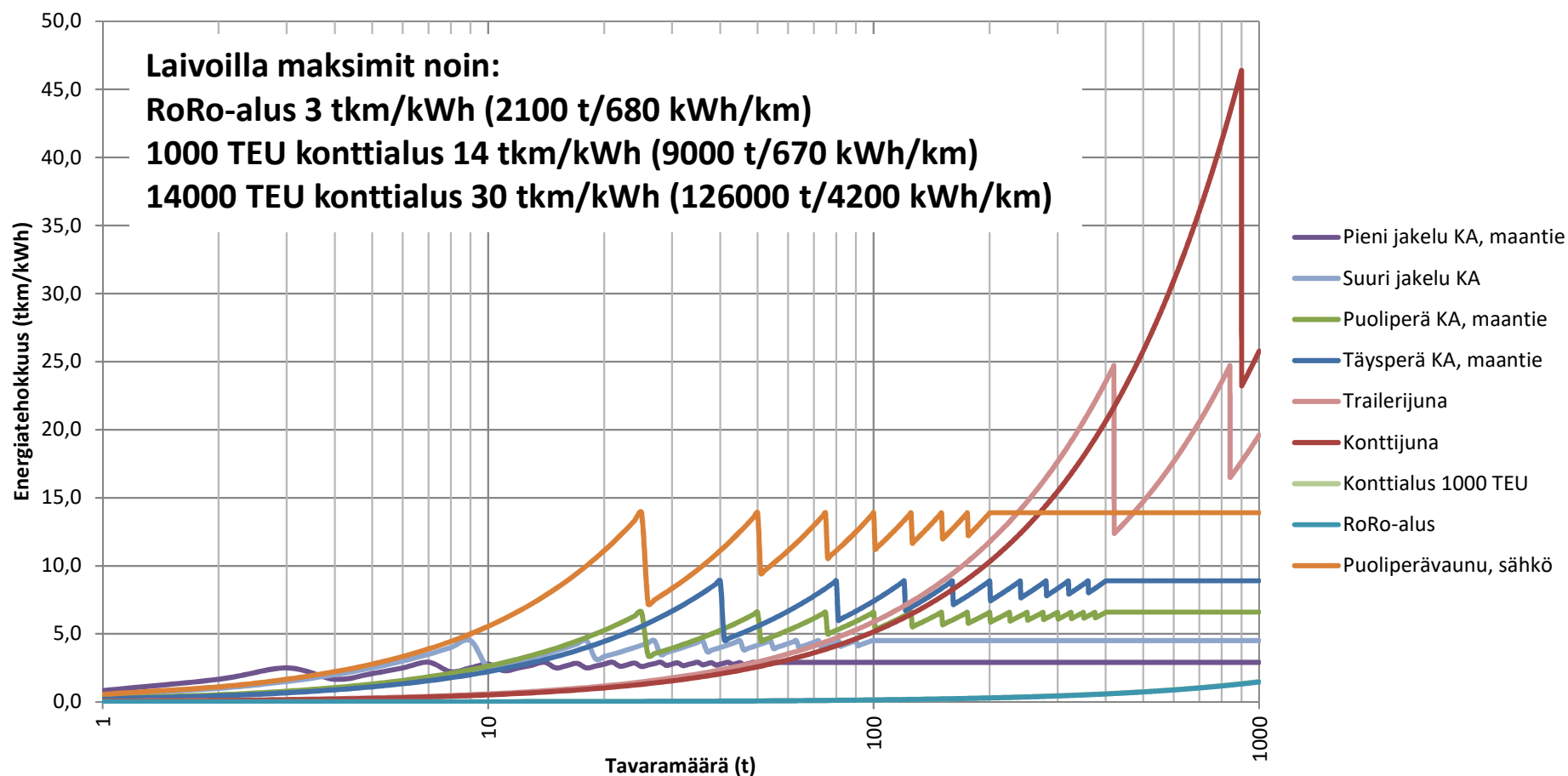
Area	Points	Maximum points
Monitoring		36
Target set for decreasing fuel consumption	Yes: 5p No: 0p	5
Certified environmental management system	Yes: 5p No: 0p	5
Current monitoring	No regular monitoring: 0p Manual: 1p Manual with data on computer: 3p Automatic when filling the tank: 5p Continuous with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

Energiatehokkuutta voidaan parantaa

- valitsemalla energiatehokkaan kuljetusmuodon
- valitsemalla sopivan kokoisen ajoneuvon
- kasvattamalla keskikuormaa
 - kuljetusten yhdistely
 - kaksikerrosratkaisut
 - (mitat ja massat)
- vähentämällä tyhjänä ajoa
- pienentämällä keskikulutusta
 - liikenneympäristö
 - nopeuden vaihtelut
 - geometria
 - ajoneuvo
 - moottori ja voimansiirto
 - aerodynamikka
 - vierinvastus
 - omamassa
 - kuljettaja
 - ajotapa

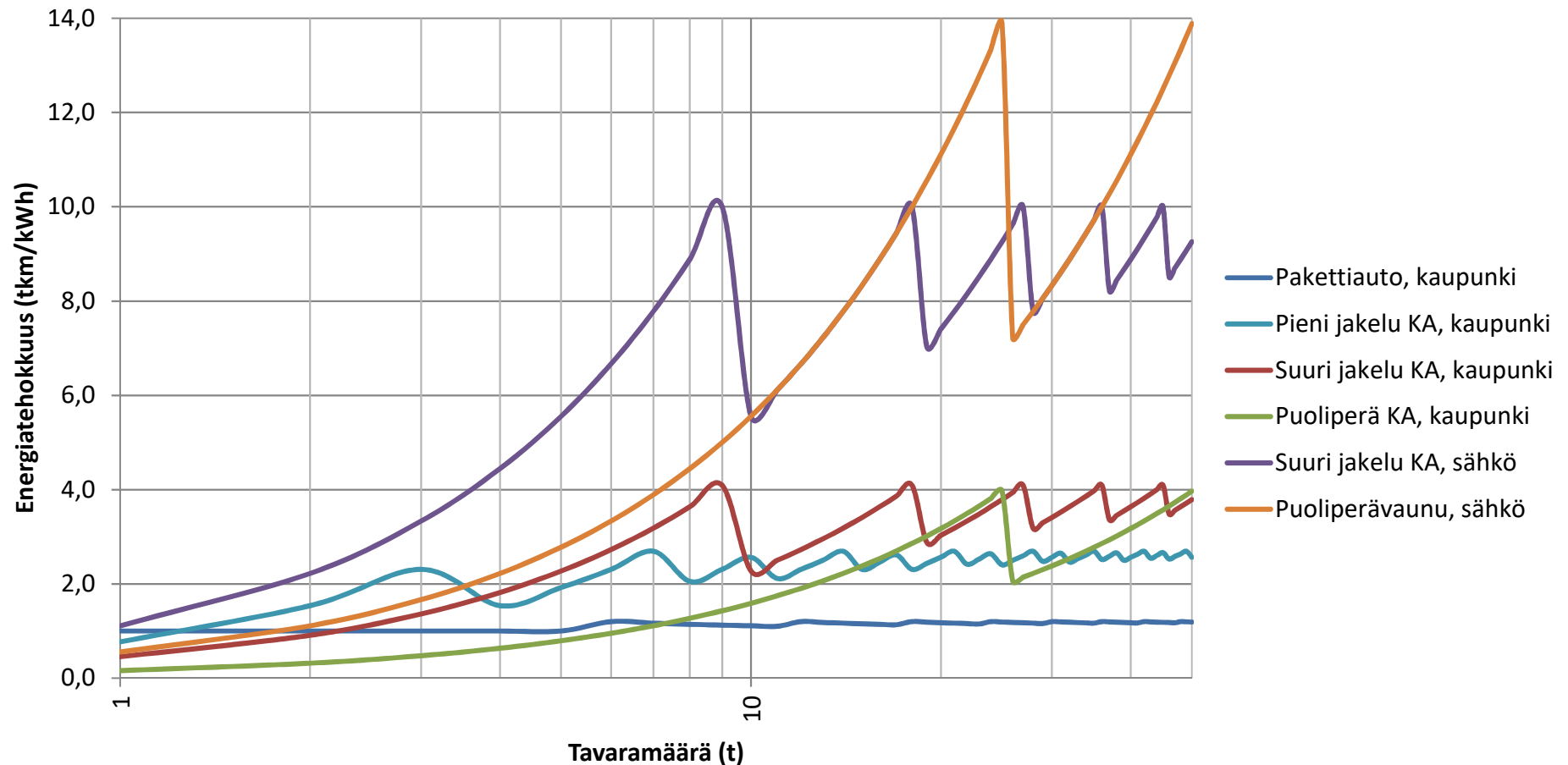


Energiatehokkuus eri kuljetusvälineillä



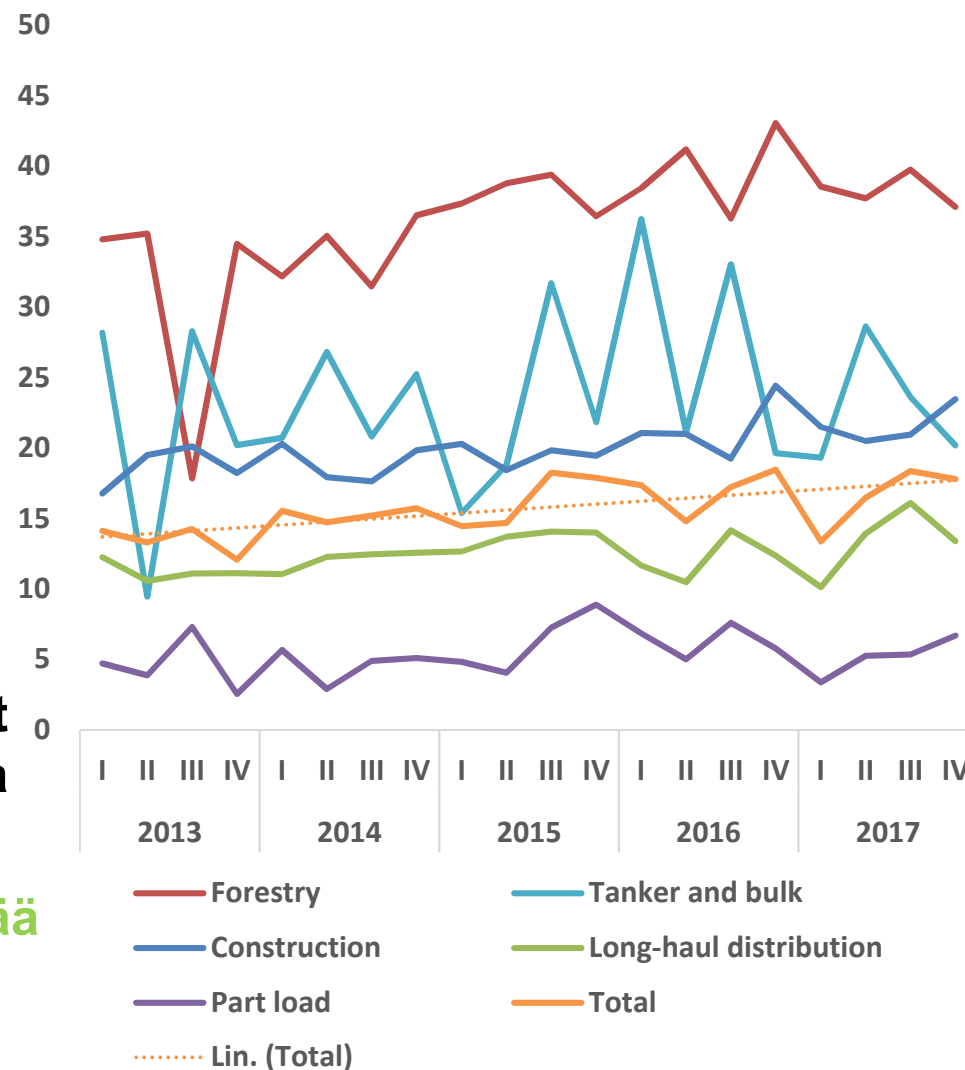


Energiatehokkuus kaupunkijakelussa

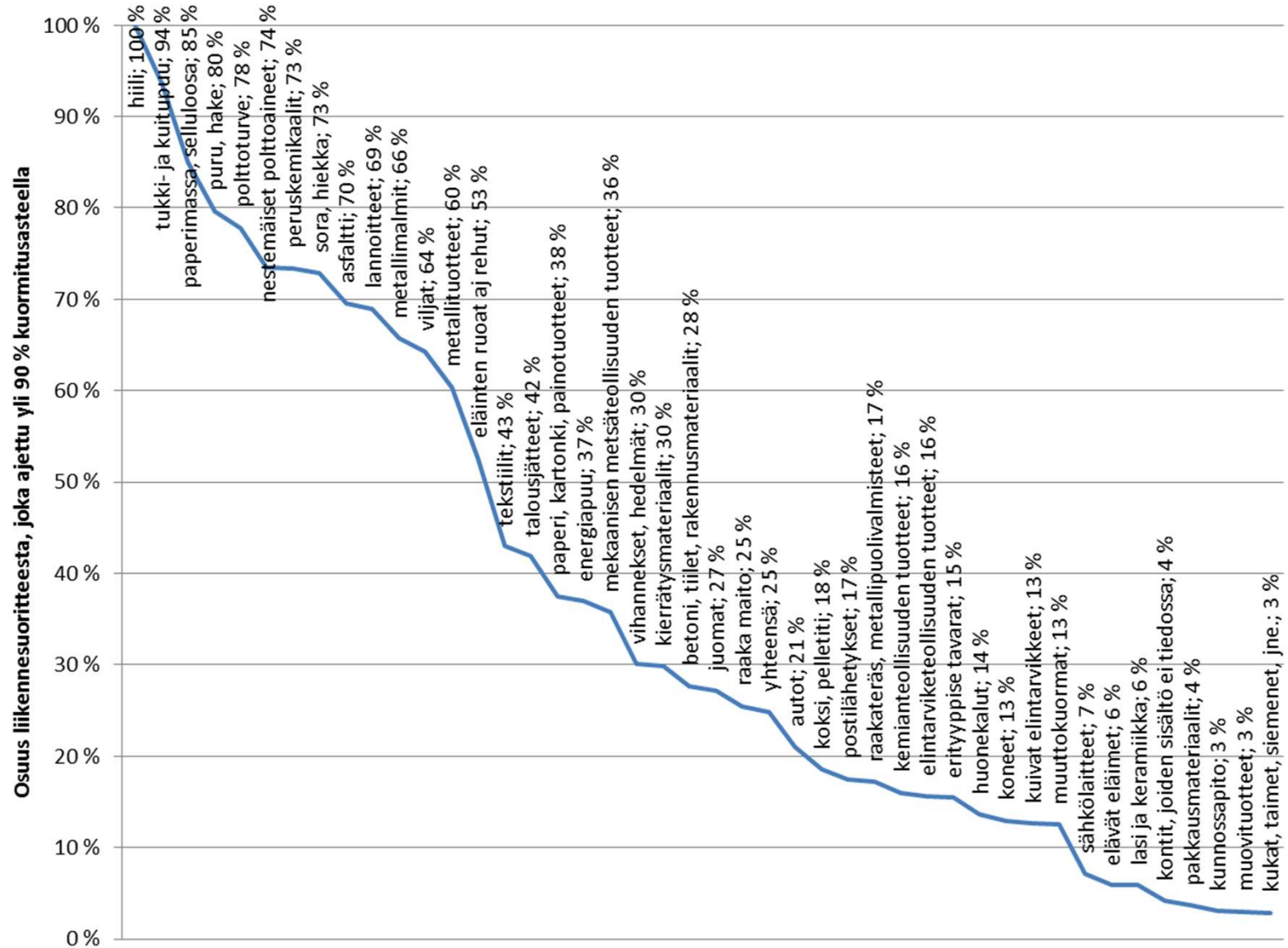


Keskikuorma

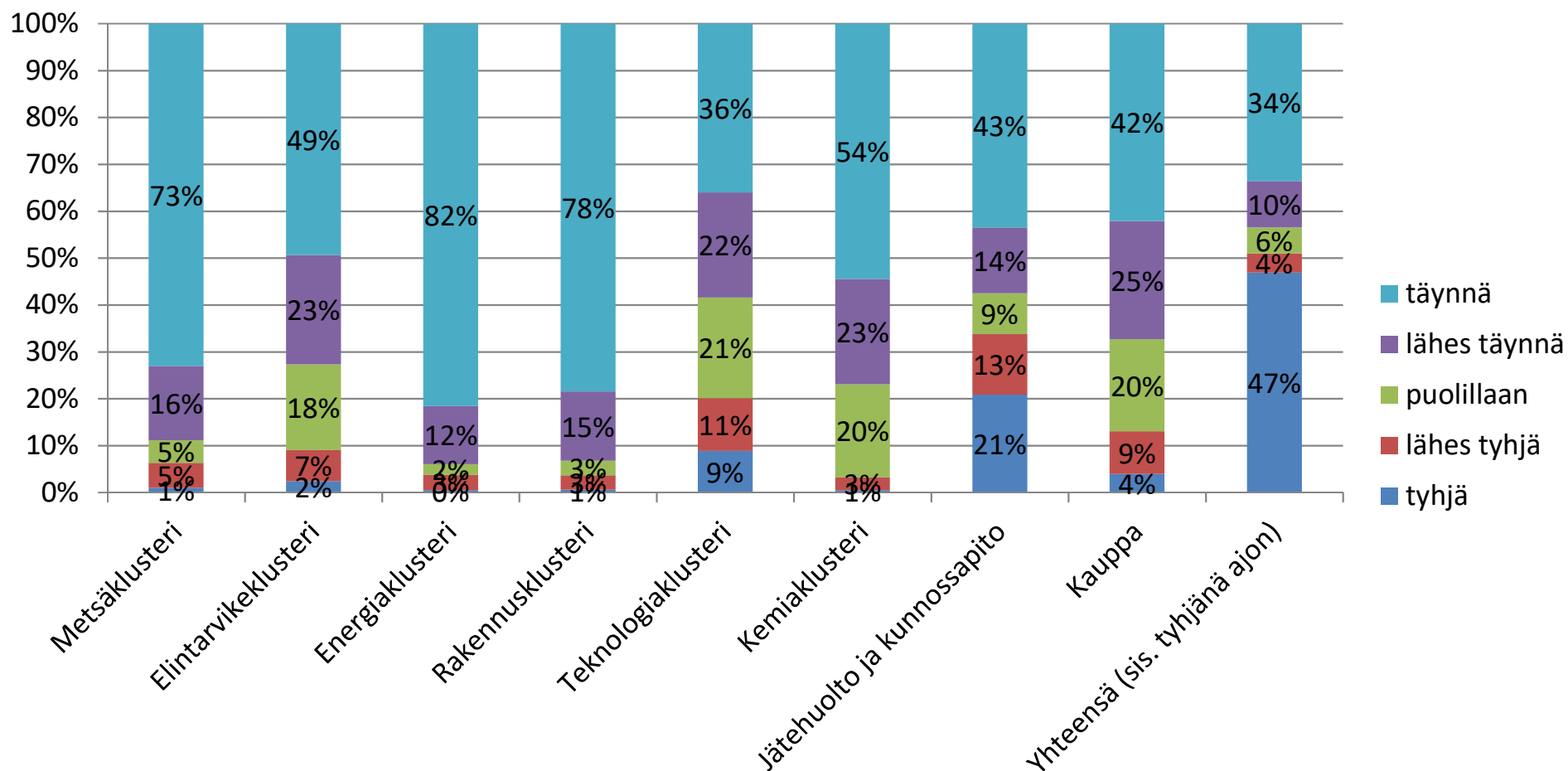
- 76 tonnisten yhdistelmien käyttöönotto nosti selvästi kuljetusten keskikuormia
- yhdistelmien suurimman sallitun pituuden (ja mahdollisesti edelleen myös massan) kasvattaminen voivat edelleen nostaa keskikuormaa n. 15 %
- Melko todennäköistä, edellyttää uusien 34,5m yhdistelmien laajaa käyttöönottoa



Kuormitusaste Suomessa



Tilavuusperusteinen täyttö Suomessa (% lastatuista matkoista)

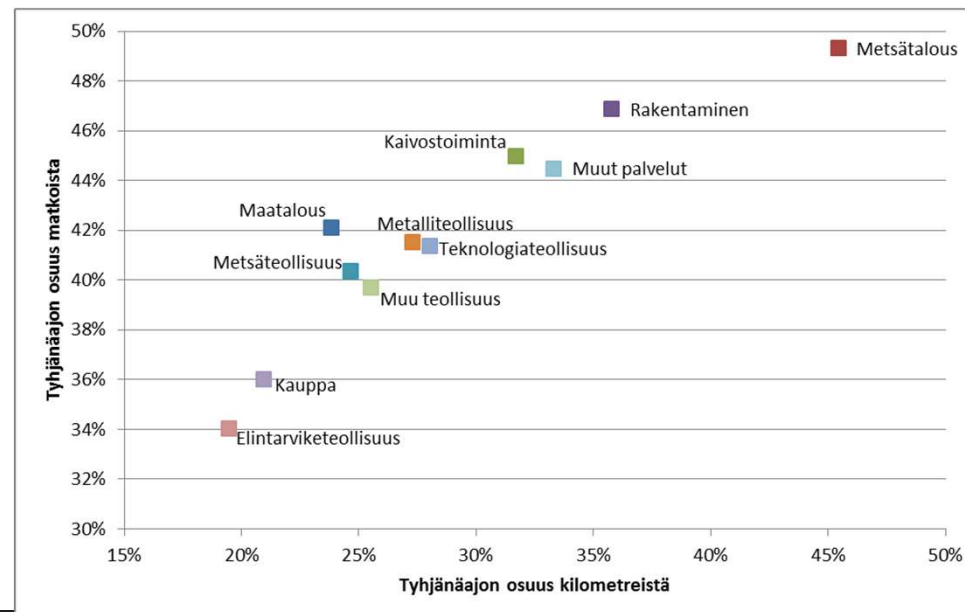


Tyhjänä ajo

- **syynä tavaravirtojen maantieteellinen epätasapaino**
- **vaikuttavia tekijöitä:**
 - kuljetusten ulkoistaminen
 - *luvanvaraisessa liikenteessä tyhjänä ajon osuus n. 7 %-yksikköä alhaisempi kuin yksityisessä (yksityinen ei saa kuljettaa muiden tavaroita)*
 - kuljetusetäisyys
 - kuljetuskustannukset
 - reititys ja aikataulutus
 - *tiukat toimitusikkunat vähentävät mahdollisuuksia tyhjänä ajon vähentämiseen*
 - tieto- ja viestintätekniikka
 - *tietokoneella tehty aikataulutus ja reititys erityisesti suurissa yrityksissä*
 - *reaaliaikainen reitinohjaus*
 - paluulogistiikka
 - *tuotepalautukset, pakkausmateriaalit, tavarankäsittely-yksiköt*
 - kuljetuskaluston erikoistuminen
 - *erikoistunut kalusto kasvattaa keskikuormaa, mutta vähentää mahdollisuuksia paluukuljetuksiin*

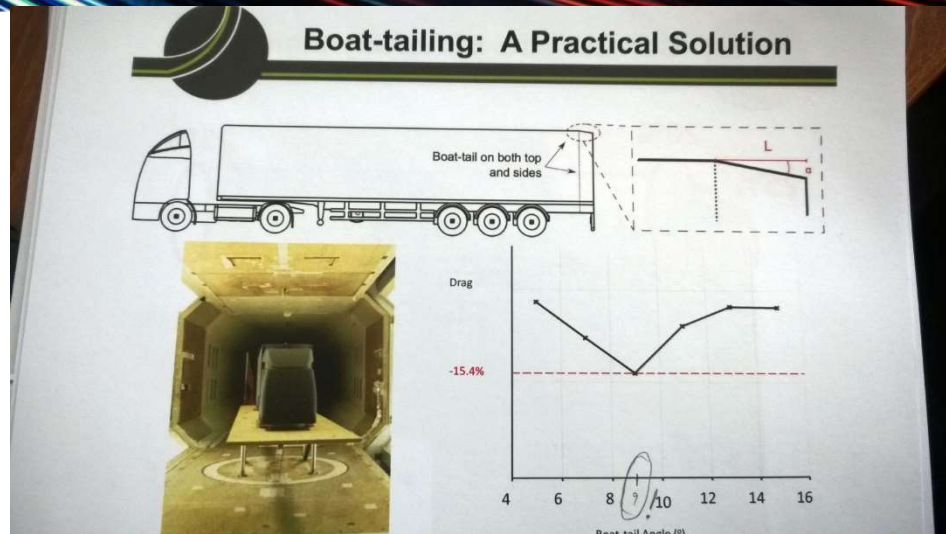
Tyhjänä ajo

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



Keskikulutus

- EU on asettanut myös kuorma-autoille sitovia rajoja polttoaineenkulutukselle, 30 % parannus 2019→2020.
- Näiden myötä kuorma-autokuljetusten keskikulutus saattaisi laskea myös Suomessa suurempien yhdistelmien käyttöönotosta huolimatta n. 10 %
- Melko todennäköistä, paljon potentiaalia aerodynamiikassa, hybridiratkaisuissa ja ajotavoissa

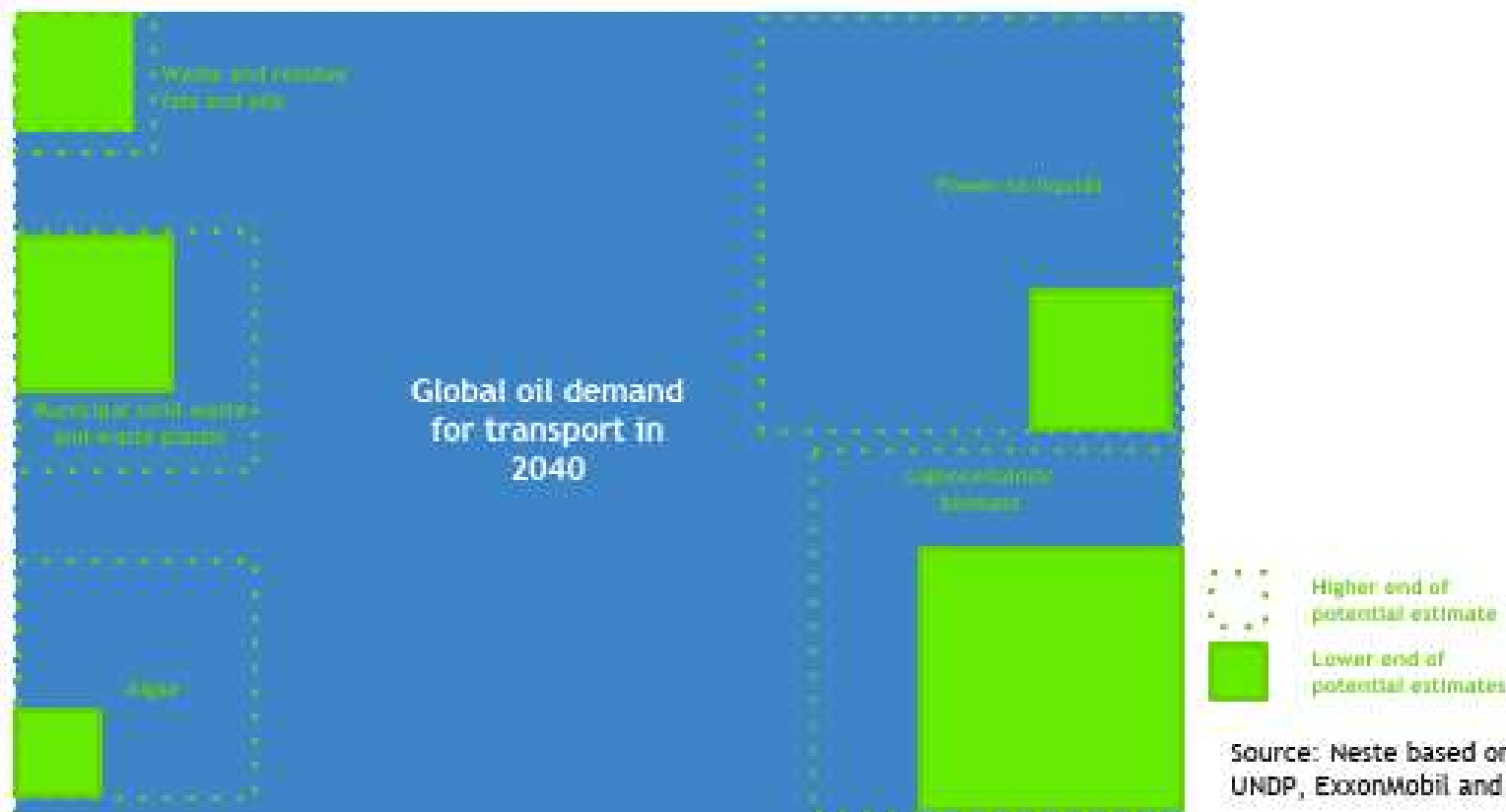


Uusiutuva diesel

- 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
 - 2030 mennessä tuotantopotentiaali noin 2,5 TWh

Uusiutuvien polttoaineiden rajalliset raaka- aineet

Estimated potential for different liquid fuel feedstocks beyond 2040 (Mt fuel equivalent)



Automobiles

[+ Add to myFT](#)

European truckmakers to phase out diesel sales decade earlier than planned

Heads of seven businesses sign joint pledge to ditch traditional combustion engines by 2040



An alliance of European truckmakers — Daimler, Scania, Man, Volvo, Daf, Iveco and Ford — plan to focus on hydrogen, battery technology and clean fuels © Alex Kraus/Bloomberg

Peter Campbell, Motor Industry Correspondent DECEMBER 14 2020

22 

Europe's largest truckmakers have pledged to stop selling vehicles that produce emissions by 2040, a decade earlier than originally planned.

An alliance of Daimler, Scania, Man, Volvo, Daf, Iveco and Ford have signed a pledge to phase out traditional combustion engines and focus on hydrogen, battery technology and clean fuels.

The industry will spend about €50bn-€100bn on new technologies, Scania chief executive Henrik Henriksson told the Financial Times, ahead of the pledge announcement.

https://www.ft.com/content/7d49589b-ff50-444d-8eef-b8abe5691f91?utm_campaign=a9439689f1-CPdaily14122020&utm_medium=email&utm_source=CP+Daily&utm_term=0_a9d8834f72-a9439689f1-110242873

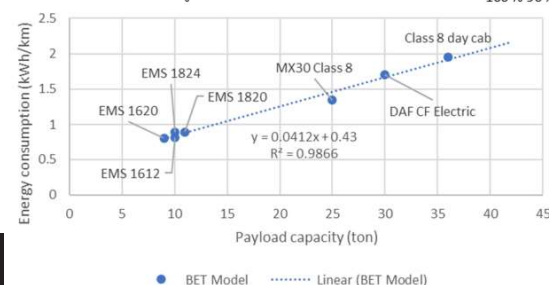
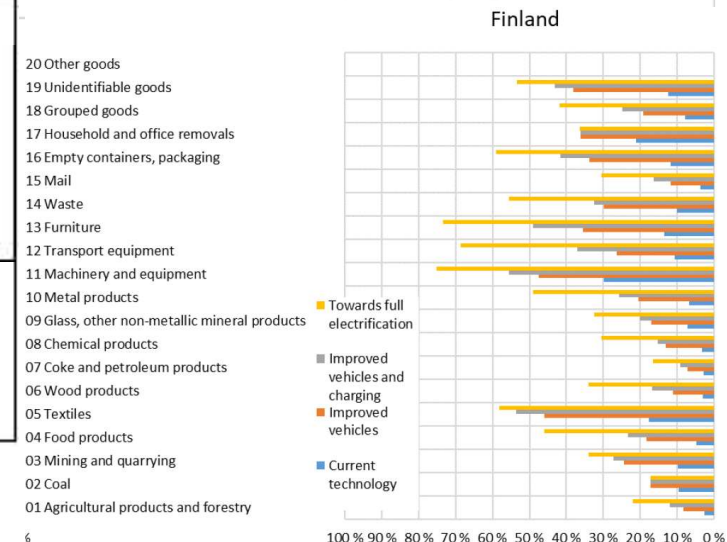
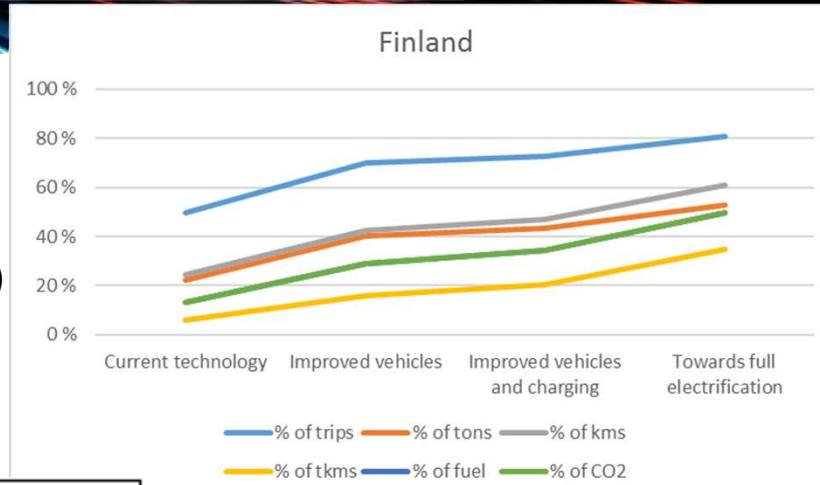
Sähkökuorma-autot

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

- Akkusähkön 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



Yhteenveto

- **Päästövähennystavoitteet haastavat kuljetusalan**
- **Kuljetusmuodon valinta uudelleen harkintaan**
- **Energiatehokkuutta yhteispelillä**
- **Ajoneuvoteknologia kehittyy pakotettuna**
- **Kaikkia käyttövoimavaihtoehtoja tarvitaan**
- **Kaikkien osallistumista tarvitaan**

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

Ilmastopaneeli

TARVE, TOTTUMUKSET, TEKNIikka JA TALOUS –
ILMASTONMUUTOKSEN HILLINNÄN TOIMENPITEET
LIIKENTEESSÄ

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>

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

Liljamo & Kamppuri 2020, Suomalaisten tiekuljetusyritysten näkemyksiä liikenteen automaatiosta, kuljetusten energiatehokkuudesta ja ympäristöystävällisyydestä https://research.tuni.fi/verne/uutinen/tutkimusraportti_kuljetusyritykset/