

Teknis-taloudellinen analyysi raskaan sähköisen tieliikenteen latausinfrastrasta: suurteholataus vs. akunvaihto

Esa Tuviala
Nuorempi tutkija
LUT-yliopisto
1.4.2025



Ilmatoratkaisujen vauhdittaja
Accelerating Climate Efforts
and Investments – ACE

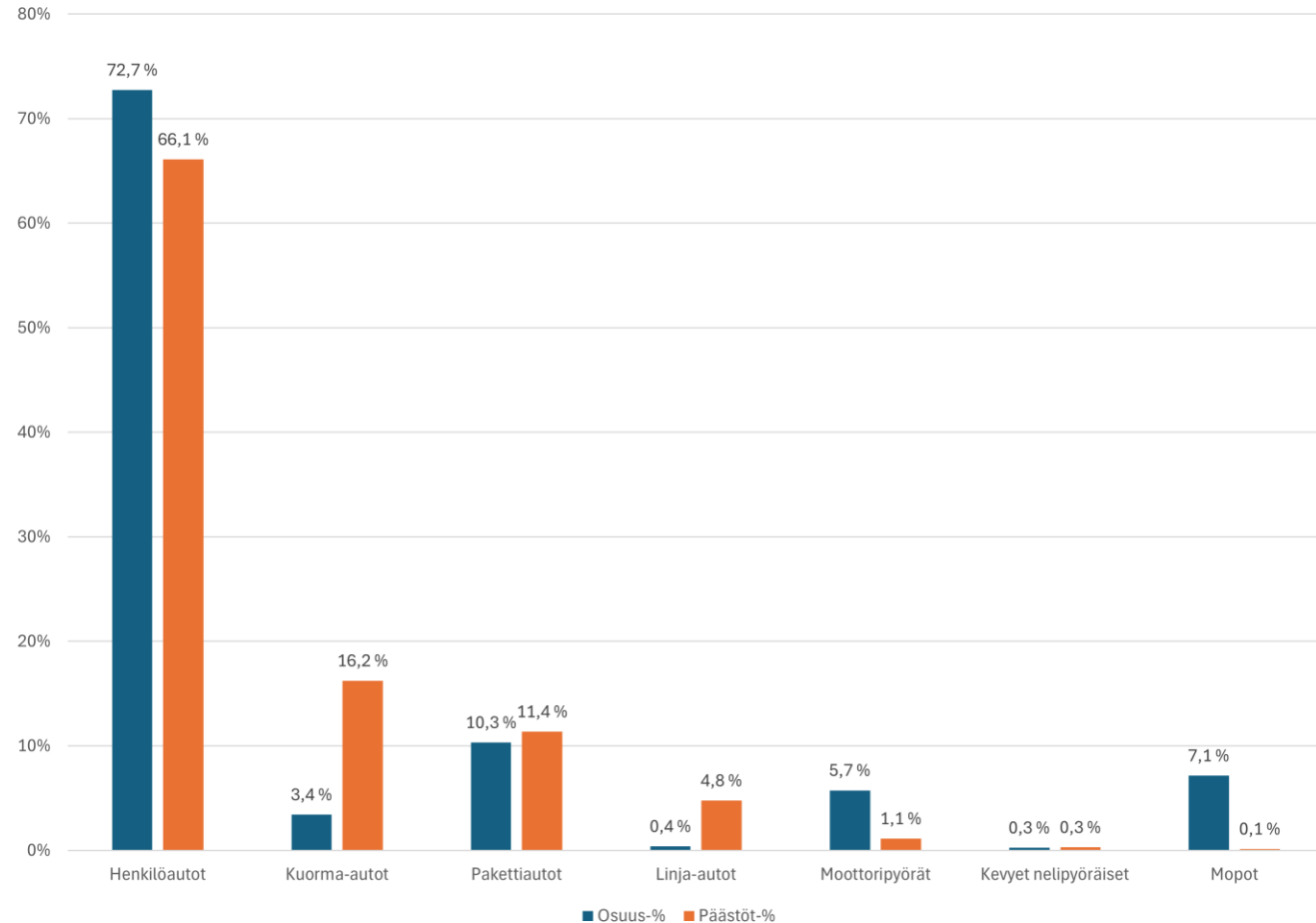


LIFE22-IPC-FI-ACE LIFE. Euroopan unionin osarahoittama.
Esitetyt näkemykset ja mielipiteet kuuluvat kuitenkin
ainoastaan kirjoittajille eivätkä välttämättä heijasta
Euroopan unionin tai CINEAN kantoa. Euroopan unionia
tai myöntävää viranomaista ei voida pitää niistä vastuussa.

Johdanto

- Tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöt muodostavat lähes 23% Suomen kokonaiskasvihuonekaasupäästöistä
- Raskaan kaluston osuus tuotetuista kasvihuonekaasupäästöistä merkittävä verrattuna niiden osuuteen kaikista ajoneuvoista
- Vaihtoehtoisia käyttövoimia tarvitaan alentamaan tieliikennesektorin hiilidioksidipäästöjä

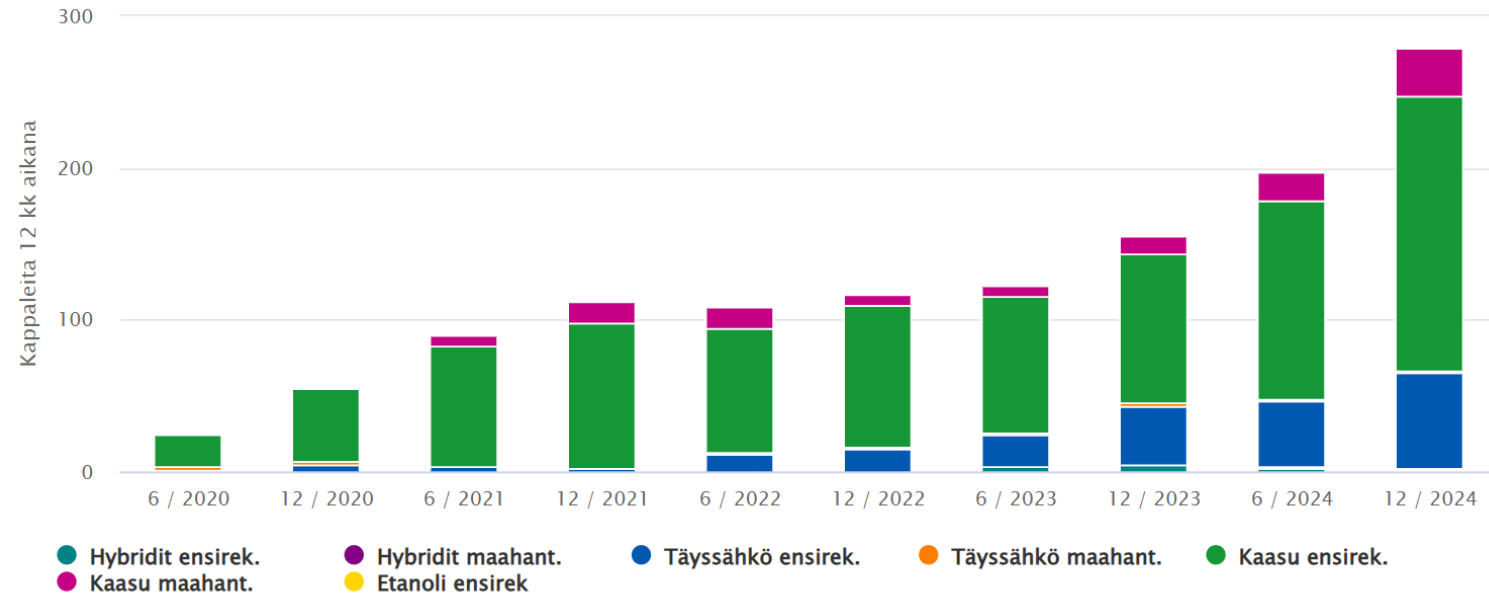
Ajoneuvoluokkien suhteellinen osuus ja päästöt vuonna 2022



Suurteholataus

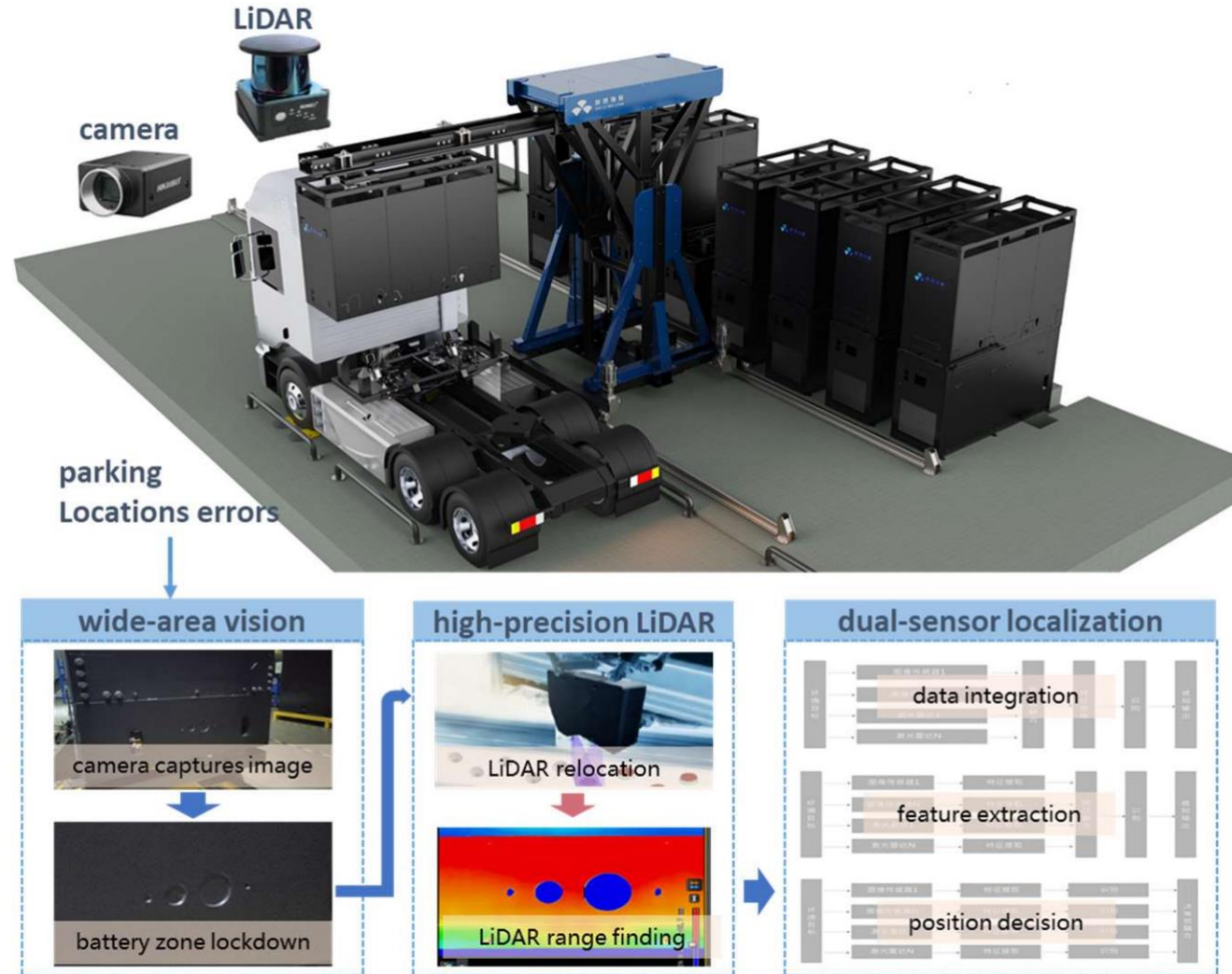
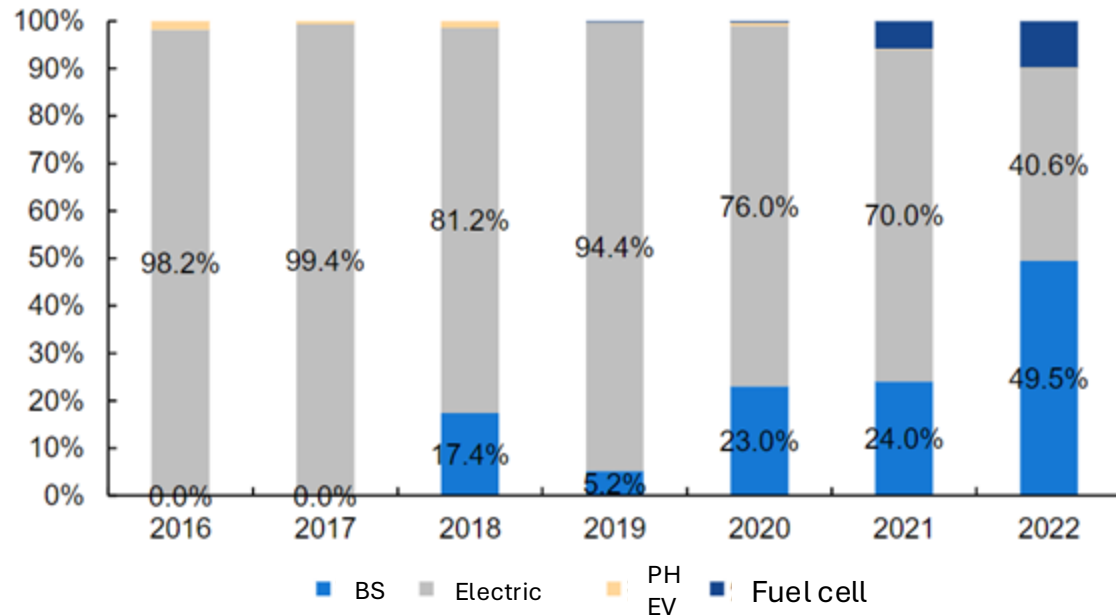
- Täyssähköisten kuorma-autojen rekisteröinnit Suomessa nousussa
- Kuorma-autoissa suuret akustot → suurempi latausteho, jotta lataus saadaan suoritettua lakisääteisillä tauoilla
- MCS-standardin kehitys, jotta suurteholataus saadaan yhtenäiseksi
- Suurteholataus vaatii mahdollisesti sähköverkon vahvistamista tai paikallisakun hyödyntämistä

Liikennekäyttöön tulleet vaihtoehtoiset kuorma-autot



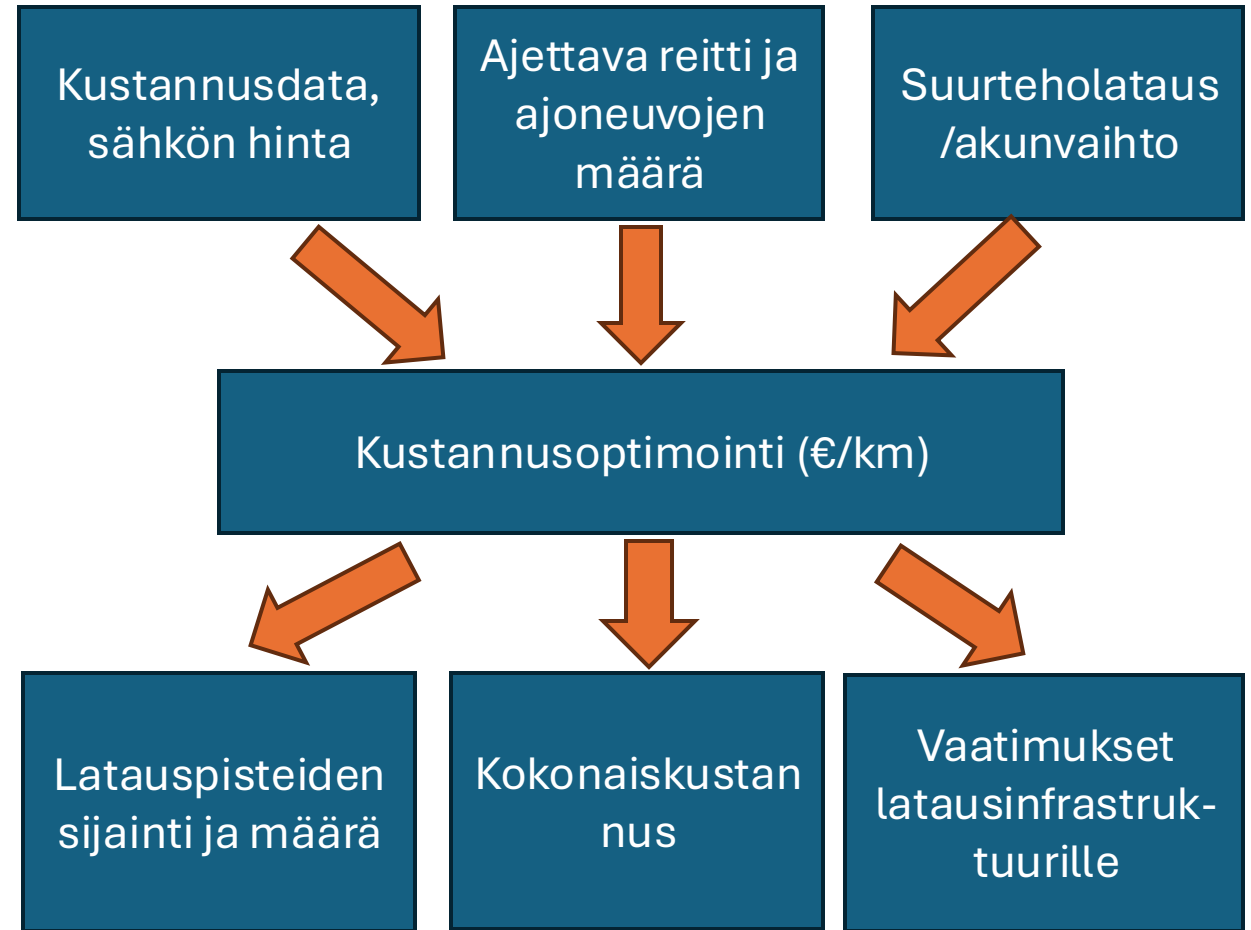
Akunvaihto

- Robotiikka vaihtaa akunvaihtoasemalla akkumoduulin
- Kiinassa jo puolet uusista myydyistä kuorma-autoista hyödyntää akunvaihtoa
- Voidaan hyödyntää myös CCS-latausta



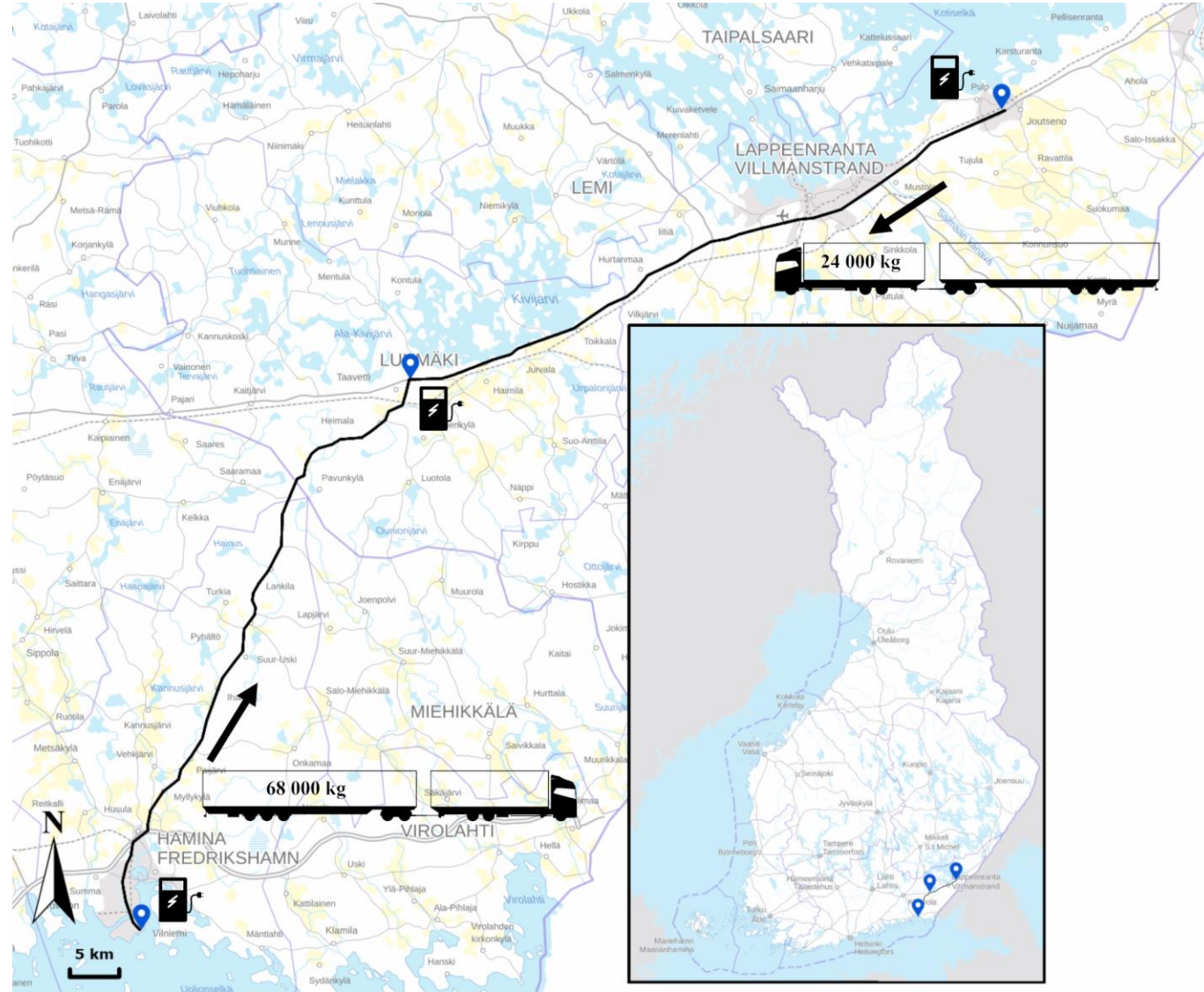
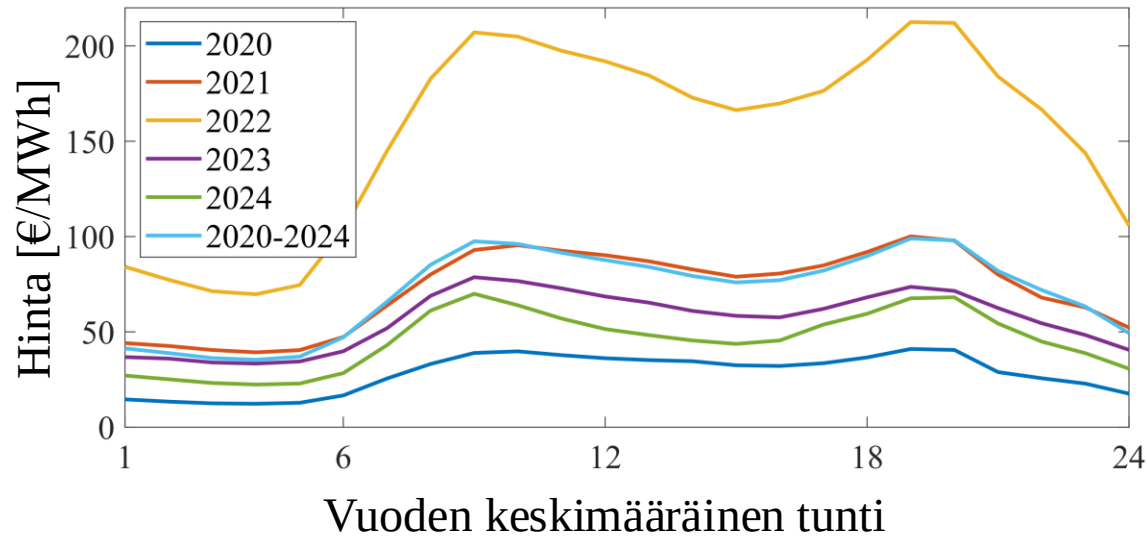
Monitasoisen optimointimallin toimintaperiaate

- Malli simuloi ajoneuvojen liikettä ja kulutusta sekä laskee kokonaiskustannuksen valitulla reitillä
- Kokonaiskustannukseen kuuluu energia-, infrastruktuuri- ja investointikustannukset
- Optimointialgoritmi etsii parametreit, jotka tuottavat mahdollisimman alhaisen kokonaiskustannuksen per ajettu kilometri
- Parametrit: akunvaihto-/latausaseman sijainti, laturien teho ja määrä, ajoneuvon akun kapasiteetti, vaihdettavien akkujen määrä, latauksen ajoitus



Esimerkkitarkastelu

- Hyötykuorman kuljetus neljällä ajoneuvoyhdistelmällä Haminasta Joutsenoon neljä kertaa päivässä
- Kokonaiskustannus kilometriä kohden
 - Akunvaihdoille
 - Lataustauko matkalla
 - Terminaalilataukselle
 - Dieselille?
- Sähkön hinta vuosilta 2020 - 2024



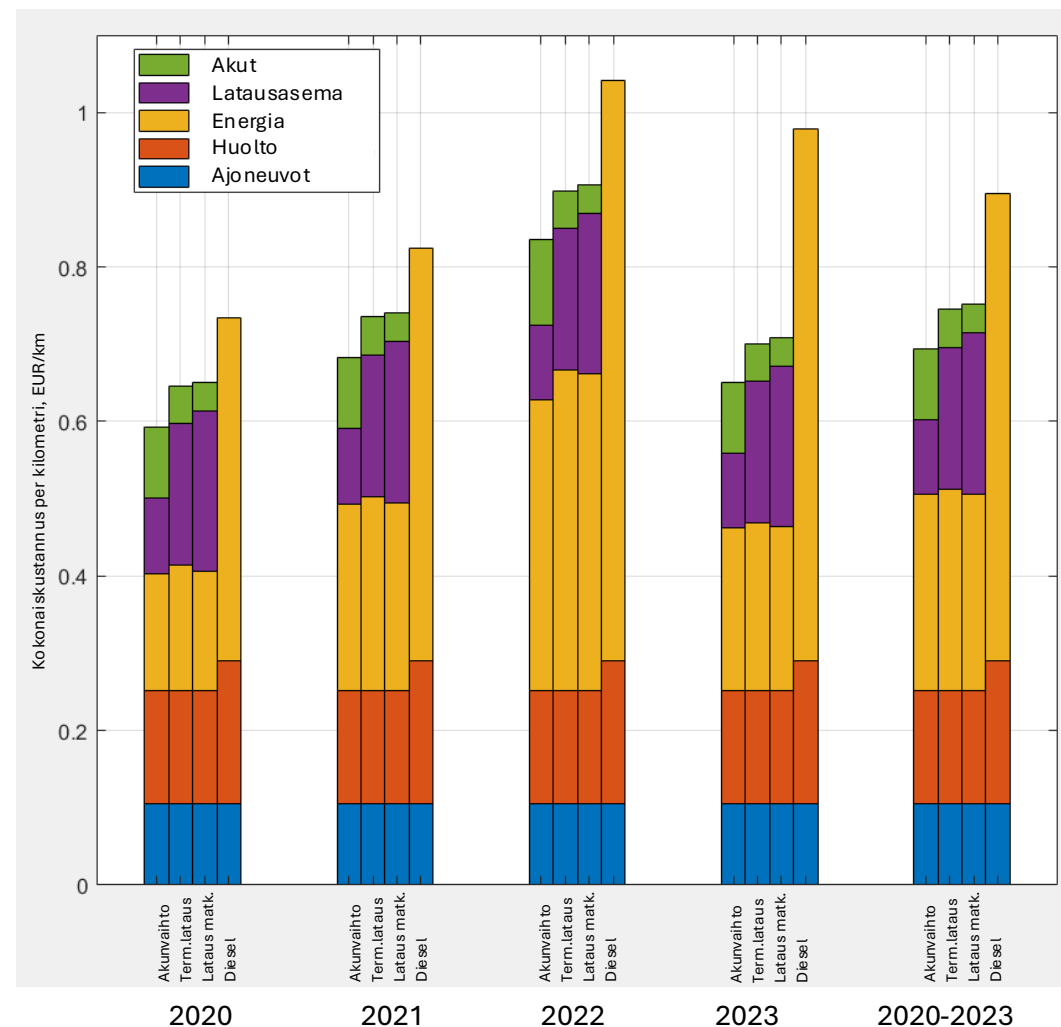
Esimerkkitarkastelun tulokset

- Akunvaihdolla saavutetaan alin kokonaiskustannus kuljetuksille
- Terminaalilatauksella hieman alempi kokonaiskustannus vrt. lataustaukoon matkalla
- Lataustauon pitäminen matkalla vaatii suuren tehopiikin → korkea infrastruktuurikustannus

Skenaario	Laturin teho	Akkukapasiteetti
Akunvaihto	260 kW	246 kWh
Terminaalilataus	332 kW	325 kWh
Lataustauko matkalla	998 kW	250 kWh

Vaihdettavien akkujen lukumäärä akunvaihtoasemalla

Akuston hinta	Vaihtoakkujen lukumäärä
100 €/kWh	6-10
200 €/kWh	6-8
300 €/kWh	6



Akkupaketin hinta 200€/kWh

Yhteenveto

- Akunvaihto voi tarjota kustannustehokkaan ratkaisun runkoliikenteelle
- Akkujen määrä ja kapasiteetti riippuvaisia sähkön hinnasta ja hintavaihtelusta
- Akunvaihto vaatii toimiakseen erilaisen liiketoimintamallin ja palveluorganisaation
- Terminaalilataus on hieman kustannustehokkaampi ratkaisu vrt. lataustauon pitäminen matkalla
- Terminaalilatausta ei voida hyödyntää kaikissa tapauksissa lastaus-/purkutuolla
- Lataustauon ajoittaminen matkalle vaatii suuren tehontarpeen → korkeat infrastruktuurikustannukset
- Suuritehoinen lataus rasittaa akkua enemmän lataus pienellä teholla → akkujen elinkaari lyhenee
- Suurempi teho → suuremmat häviöt

Kiitos!

Esa.Tuviala@lut.fi



Ilmastoratkaisujen vauhdittaja
Accelerating Climate Efforts
and Investments – ACE



LIFE22-IPC-FI-ACE LIFE. Euroopan unionin osarahoittama.
Esitetyt näkemykset ja mielipiteet kuuluvat kuitenkin
ainoastaan kirjoittajille eivätkä välttämättä heijasta
Euroopan unionin tai CINEAn kantoja. Euroopan unionia
tai myöntävää viranomaista ei voida pitää niistä vastuussa.