

# Kase ESSI sähköisen logistiikan potentiaaliselvitys

Kase ESSI -hankkeen tuloksena syntyy käsitys sähköisen logistiikan tulevaisuuden mahdollisuuksista, verkostoja energian varastoinnin alan toimijoiden kesken, näkymiä investoinneista sekä tietopaketti energian varastoinnista.

Loppurapotti

Vastuhenkilö: Tuukka Rautiainen, [tuukka.rautiainen@sweco.fi](mailto:tuukka.rautiainen@sweco.fi)



# Työn sisältö

1 Sähköisen liikenteen kysyntään ja sen muutokseen vaikuttavat taustatekijät

2 Raskaan liikenteen arvoketju ja seudulliset vaikuttamismahdollisuudet

3 Paikallisliikenteen skenaariot

4 Latauskapasiteetti-arvio

5 Työmaakoneiden latausmahdollisuudet

6 Yhteenveto

+ Liitteet

# Sähköisen liikenteen kysyntään ja sen muutokseen vaikuttavat taustatekijät

# Sähköistä liikennettä ajaa eniten ympäristöregulaatio ja muiden käyttövoimien rinnakkainen kehitys

Sähköistä raskasta liikennettä ajavat ja hidastavat muuttujat

## Muuttuva regulaatioympäristö

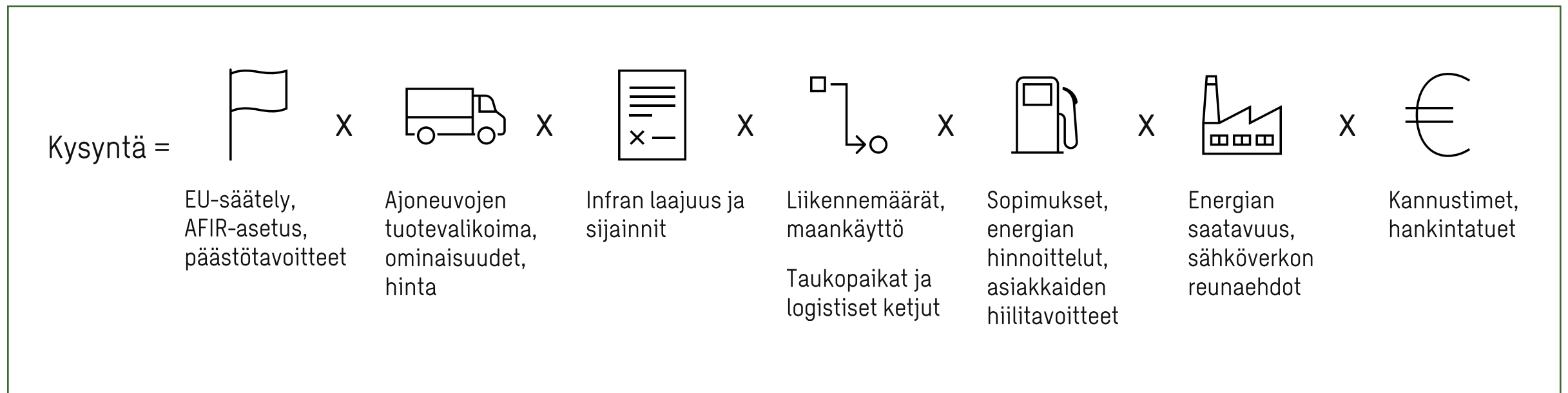
- Suuntaa ympäristöregulaatiolle Suomessa antaa EU:n **Fit for 55**, joka antaa Suomelle tavoitteeksi pudottaa päästöjä 50% v. 2005 tasosta.
- **CSRD** eli **Euroopan kestävyysraportointidirektiivi** vaatii yrityksiä raportoimaan mm. päästöistään laajemmin, joka vaikuttaa logistiikkayrityksen koosta riippuen niihin joko suoraan tai välillisesti isompien asiakkaiden kautta.
- **AFIR-asetus** puolestaan vaatii rakentamaan infrastruktuuria kestäville kuljetusmuodoille niin sähköauton latauspisteiden kuin vetyverkoston muodossa. Esimerkiksi vuoteen 2030 mennessä AFIR vaatii, että pääteillä (TEN-T verkko) tulee olla 100km välein latausasema, jonka tulee antaa 1500kW molempiin ajosuuntiin ja ainakin yhden latauspisteen asemalla pitää olla antoteholtaan 350kW.
- Auton valmistajia puolestaan koskee EU:ssa **Co2-raja-arvot**, joiden kautta ohjataan valmistajia vähäpäästöisemmän kaluston valmistamiseen.
- Lisäksi muutosta sähköisiin ratkaisuihin ajaa **päästökauppajärjestelmä ETS 2**, joka koskee polttoaineiden jakelijoita sekä **polttoaineiden jakeluvaihtoehdot**, jotka vaativat uusiutuvien polttoaineiden lisäämistä ja siten korottavat myöskin dieselin hintaa.

## Muuttuva markkina ja kannusteet

- Siinä missä henkilöliikenteen puolella sähkökäyttöisiin autoihin siirtyminen on selkeää ja käynnissä, raskaassa liikenteessä kilpailevat niin sähkö-, vety- ja bioenergiapohjaiset ratkaisut, joissa on kaikissa omat hyvät ja huonot puolensa. Tällöin **sähkörekkojen yleisyys riippuu myös muiden ratkaisuiden yleistymisestä**.
- **Kuorma-autokanta pidempi uusiutumissykli hidastaa osaltaan päästöttömyyttä:** SKAL:in laskelmien mukaan vuoteen 2030 mennessä ehtisi vaihtua vain noin 45% kuorma-auto-kannasta.
- Vuoden 2022 myötä kohonneet kuljetusalan kustannukset sekä dieselin hinnan raju nousu vuodesta 2021 alkaen ovat tiukentaneet yritysten investointibudjetteja ja siten rajanneet investointeja sähköautoihin, joiden hankintahinnat ovat perinteistä diesel-kalustoa korkeammat. Toisaalta muutos edistää sähköisen kaluston operatiivisten kustannusten kilpailuetua.
- Suomessa kannustetaan investointeihin mm. hankintatuilla, joita myönnetään kaasu-, sähkö- ja vetyautoille.

# Vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluinfran kysyntään vaikuttavat useat tekijät

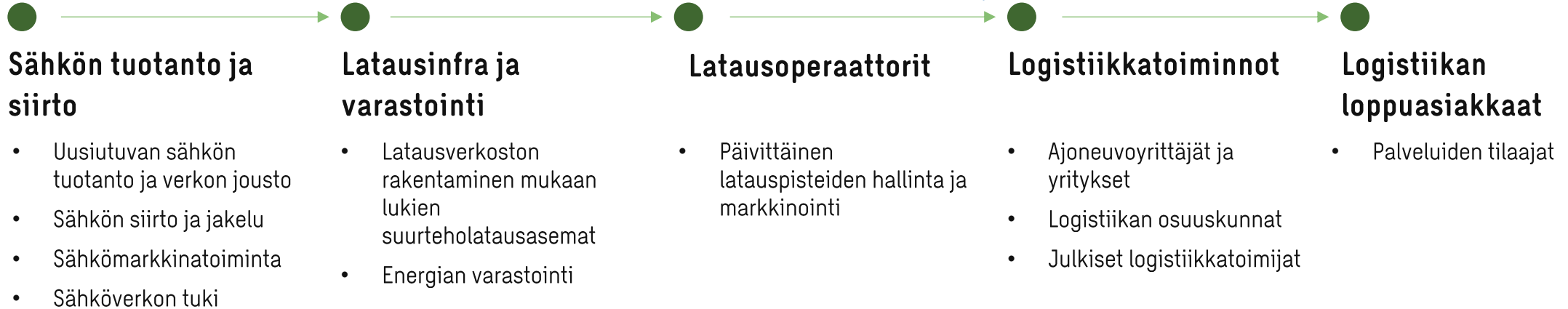
- Jakeluverkon ja eri käyttövoimien kysyntä on laajasti riippuvainen eri toimijoiden (EU:n, valtion, kuntien, yksityisten toimijoiden ja energiayhtiöiden) toimista ja päätöksistä.
- Alla olevassa kuvassa on havainnollistettu elinkeinoelämän edustajien esille nostamia tekijöitä, joilla on vaikutusta vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluinfran markkinoiden kehittymiselle.



# Raskaan liikenteen arvoketju ja seudulliset vaikuttamismahdollisuudet

# Sähköisen raskaan liikenteen arvoketju koostuu monista erillisistä toimijoista ja osaamisesta

## Ajoneuvovalmistus



Suunnittelu ja rakentaminen

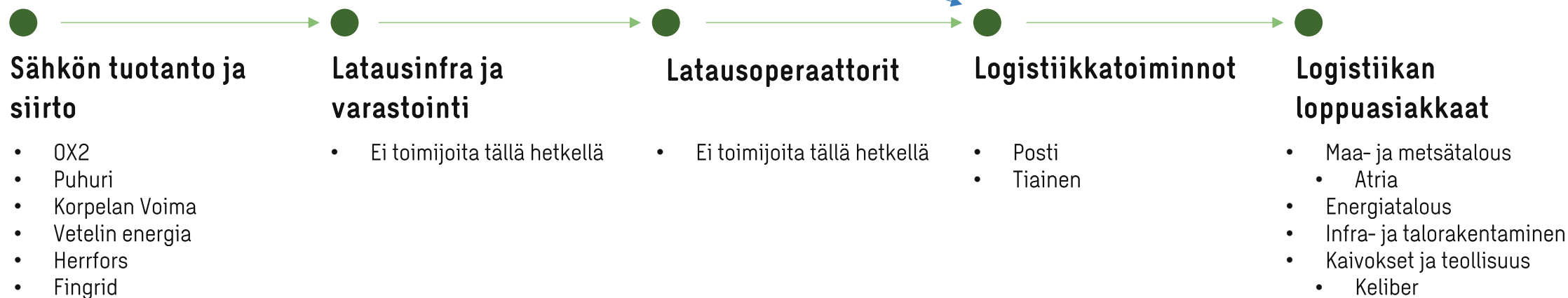
Infran ja kaluston huolto ja kierrätys

Tutkimus ja osaamisen kehittäminen

# Kaustisen seutukunnalla on annettavaa erityisesti arvoketjun alkupuolella sekä logistiikkatoimijoiden osalta

Esimerkkejä paikallisista toimijoista

● Ajoneuvovalmistus



Suunnittelu ja rakentaminen

Infran ja kaluston huolto ja kierrätys

Tutkimus ja osaamisen kehittäminen



# Seudullisesti merkittävimmät toimet liittyvät erityisesti kaavoitukseen ja yhteistyön fasilitointiin

Arvoketjukokonaisuus	Seudulliset vaikuttamismahdollisuudet
Sähkön tuotanto ja siirto	Kaavoitus ja maankäyttö, paikalliset sähkönsiirtoyrietykset apuna jakeluverkkojen kehityksessä
Latausinfra ja varastointi	Kuntien omat investoinnit latausinfraan, kaavoitus ja maankäyttö (esim. tarpeellisen tilan varmistaminen latauspaikoille)
Latausoperaattorit	Julkisten tahojen tekemät sopimukset, yhteistyön fasilitointi
Logistiikkatoiminnot	Kuntien omat hankinnat, pienempien logistiikkayritysten yhteistyön fasilitointi
Logistiikan loppuasiakkaat	Julkisten toimijoiden hankinnat ja pitkät sopimukset kestävyyttä painottavilla kriteereillä
Suunnittelu ja rakentaminen	Avustaminen tarvittaessa
Infran ja kaluston huolto ja kierrätys	Kuntien omistamat jätehuoltoyritykset kierrätyksen mahdollistajina
Tutkimus ja osaamisen kehittäminen	Yhteistyö paikallisten/lähiympäristön koulutuslaitoksien kanssa sopivan osaamisen ja tutkimuksen varmistamiseksi

# Paikallisliikenteen skenaariot

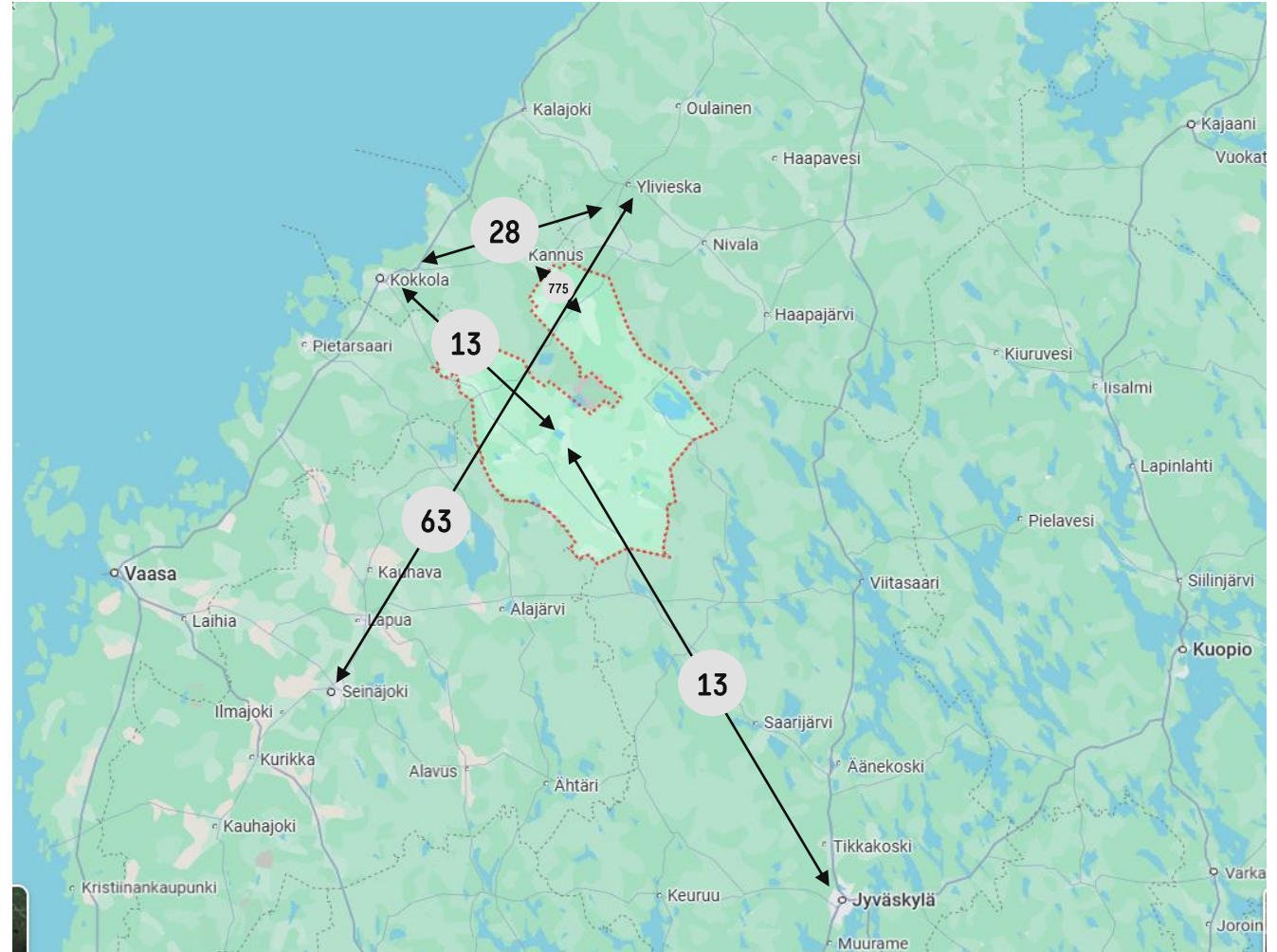
# Valtatiet 13, 63 ja 28 ovat alueen vilkkaitten liikennöidyt raskaan liikenteen osalta

## Tyypillisimpiä matkoja alueella

- Kokkolan satama-Kaustinen: 66km, valtatie 13
- Kaustinen-Jyväskylä: 150km, valtatie 13
- Kokkola-Jyväskylä: 210km, valtatie 13
- Seinäjoki-Ylivieska: 200km, valtatie 63
- Kokkola-Ylivieska: 80km, valtatie 28
- Kannus-Toholampi: 25km, valtatie 775

## Nykyinen raskas liikenne alueella:

- Valtatie 13 ja 63 oletuksena molempiin yhteensä n. 400 raskasta ajoneuvoa ja yhdistelmäajoneuvoa vuorokaudessa = n. 17 rekkaa/h
- Valtatie 28 n. 500 raskasta ajoneuvoa ja yhdistelmäajoneuvoa vuorokaudessa = n. 21 rekkaa/h



# Lisäämällä nykytiladataan sähköisen liikenteen kasvun ennusteet, pystytään arvioimaan tulevaisuuden energiankulutusta

## Nykytilan oletukset laskentaan

- Nykyinen ajoneuvojen määrä: 400 rekkaa/vrk = 17 rekkaa/h
- Tyypillinen ajettava matka päivässä: 500km
- Keskiarvollinen raskaan liikenteen ajoneuvo: 40 t

## Skenaario 2030 & 2040

- Oletetaan nykytilan kaltainen liikenne
- Tästä liikenteestä 4% sähköistyy v. 2030 mennessä ja 30% 2040 mennessä\*\*
- Oletetaan, että autoista 20% lataisi alueella eikä esim. Kokkolassa
- Oletetaan keskimääräinen kulutus 1,5kWh/km\*

## Energiankulutus, kWh/vrk

### 2030

- 3,2 sähköistä raskasta ajoneuvoa/vrk
- **2400 kWh/vrk**

### 2040

- 24 sähköistä raskasta ajoneuvoa/vrk
- **18 000 kWh/vrk**

\*Perustuen 1) SKAL (2023). Millä Energialla kuljemme: Raskaan liikenteen käyttövoimasiirtymän tilannekuva. Sivu 33

\*\*Perustuen ennusteisiin: 1) WSP (2024). Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan raskaan liikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluverkoston kehittäminen. Sivu 31. 2) SKAL (2023). Millä Energialla kuljemme: Raskaan liikenteen käyttövoimasiirtymän tilannekuva. Sivu 46.

# Latauskapasiteettiarvio

# Tarvittava latauspisteiden määrä riippuu muun muassa teknisistä ratkaisuista ja käyttäjistä

Huomioitavia muuttujia latauskapasiteettiä tehdessä

## Tekniset latausratkaisuihin vaikuttavia tekijöitä

1. Käyttäjäkunta – minkä kokoisia auton akkuja ladataan
2. Sijainti – julkinen vai yksityinen latauspiste, optimaalinen sijainti
3. Reititys ja aikataulut – Kuinka kauan keskimääräisen asiakkaan oletetaan viipyvän, kuinka paljon kilpailevia latauspisteitä on, erottuvatko tietyt tunnit kysynnän osalta
4. Käytettävissä olevat ohjelmistot – Ajojen aikainen optimointi
5. Tarvitseeko liittymäkokoä päivittää – jos sähkön käyttö jo suurta (esimerkiksi iso taukopaikka), ei välttämättä tarvita liityntäkoon laajennusta

**Minkä lataustehon latureita tarvitaan?**

**Kuinka montaa autoa pystytään lataamaan samanaikaisesti?**

## Energiavarastoinnin kannattavuuteen vaikuttavia tekijöitä

1. Sähkövarastojen tekninen kehitys seuraavien vuosien aikana
2. Kuinka nopeasti akut pystyvät varastoimaan ja luovuttamaan energiaa
3. Sähkön hinnan optimointi – Kuinka paljon sähkön käyttöä pystytään optimoimaan ja kuinka paljon esimerkiksi pitkät PPA-sopimukset vaikuttavat
4. Energiavarastojen käytön laajentuminen reservimarkkinoiden ulkopuolelle voi muuttaa optimaalisia ansaintamalleja

**Millä mittakaavalla energiavarastointia kannattaa hyödyntää logistiikassa?**

# Pikalatureiden mahdollinen tarve nousee vuosien 2030-2040 aikana

Käytetyt oletukset ja tulokset tarvittavien latauspisteiden määrästä

## Skenaario 2030 & 2040

- Oletetaan aikaisemmin laskettu energiankulutus vuosille 2030 ja 2040.
- Oletetaan, että kaikki energiatarve katetaan pikalatureilla (teho >360kW) eikä esimerkiksi yritysten omilla yölatureilla (teho n. 60kW)
- Oletetaan, että latauskysyntä jakautuu tasaisesti 24 tunnin aikaikkunaan.

## Tarvittavien latauspisteiden määrä skenaariossa

### 2030

- 3,2 sähköistä raskasta ajoneuvoa/vrk
- **0,3 pikalaturia\***

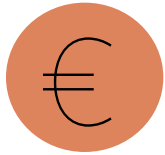
### 2040

- 24 sähköistä raskasta ajoneuvoa/vrk
- **2,1 pikalaturia\***

\*Laturilla tarkoitetaan yhtä 360kW latauspistettä latausasemalla

# Energiavarastointi on nykyisin vielä kallis ratkaisu, mutta mahdollinen akkuteknologian kehittyessä

## Energiavarastoiden haasteet

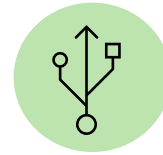


Nykyiset energiavarastot ovat erittäin kalliita tyypillisiin liittymäpäivityksiin nähden ja useimmissa tilanteissa sähköliitettä tulee selkeästi halvemmaksi (LIITE)



Erillisiä akkuja ei myöskään ole totuttu vielä käyttämään logistiikan tukena – tällä hetkellä kustannustehokkain sovelluskohde on reservimarkkinatuki

## Energiavarastoinnin hyödyt



Mahdollistaa pienemmän liittymäkoon ja siten tietyissä tilanteissa voi pienentää investointitarpeita



Mahdollistaa joustavamman aikataulun, jos sähköverkkoyhtiö ei muuten ehtisi rakentamaan vaaditulla aikataululla liittymäjohtoa



Mahdollistaa joissain tilanteissa sähkön hinnan optimoinnin



Tukee sähköiseen kalustoon siirtymistä alueilla, missä sähkösyöttöä ei ole ja siten myös ympäristöystävällisyyttä



# Työmaakoneiden latausmahdollisuudet

# Energiavarastoinnilla voi tulevaisuudessa olla rooli työmaakaluston sähköistymisessä, mutta muut käyttövoimat ajavat herkästi edelle

## Työmaakaluston sähköistymiseen vaikuttavat tekijät

- Työkoneiden **päästöjen alentamista ajaa pitkälti samat taustatekijät kuin raskasta liikennettäkin**, esimerkiksi EU:n fit for 55 ja sitä kautta syntyneet CSRD ja päästökauppa. Kansallisesti suurin ajava tekijä on EU-tason tavoitteesta johdettu **työkonealan Grean Deal-sopimus**.
- Erot syntyvät kuitenkin erityisesti siitä, että lataus/tankkausinfraan ei ole AFIR:in kaltaisia säädöksiä vaan muutoksia pyritään ajamaan esimerkiksi maankäyttö- ja rakennuslain kautta sekä yksittäisten yritysten toimien avulla.
- Sähköistämistä hidastaa **kilpailevien käyttövoimien tyypillisesti parempi kannattavuus** ja kustannuksiin suhteutettu parempi päästövähennyspotentiaali. Esimerkiksi dieselin jakeluvaihtoimen nostaminen on lyhyellä aikavälillä monesti selkeästi helpompi ratkaisu sähköistämiseen verraten.

## Energiavarastointi työmaakaluston sähköistämisessä

- **Sähkön kuljettaminen erilliskuljetuksena työkohteeseen ei ole nykyisellä akkuteknologialla tehokasta**, muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta johtuen akkujen alhaisesta energiatiheydestä (LIITE). Mahdollisesti kannattavia poikkeuksia nykyisin ovat pienimmät tai lyhyempikestoisemmat työkohteet, joissa yhdellä kuljetuksella täytetään koko työkohteen energiatarve.
- Väliaikainen infrastruktuuri voi kuitenkin tukea sähköisten työkoneiden käyttöä ja liittymien ollessa liian pieniä, **lataustehoa voi kasvattaa puskuriakuilla**. (LIITE)
- Akkuteknologia kehittyy kuitenkin parhaillaan nopeasti, jolloin kustannustehokkuus akkuratkaisuiden osalta voi parantua nykyisestä ja muuttaa tilannetta.

# Yhteenveto

# Erityisesti vuosien 2030-2040 välissä Kaustisen seutukunnan kannattaa tarkastella julkisen latausaseman rakentamista raskaalle liikenteelle

## Kaustisen seutukunnan vahvuudet

- Kaustisen seutukunta on kahden isohkon valtatie (13 ja 63) leikkauspisteessä, josta kulkee paljon raskasta läpikulkuliikennettä.
- Alueelle on tulossa isoja energiaprojekteja kuten Lestijärvellä Suomen suurin maatuulivoimapuisto
- Alueella on kokoon suhteutettuna paljon logistiikkatoimijoita ja palveluiden käyttäjiä

## Tulevaisuuden raskaan liikenteen energiakulutus ja latauspisteiden tarve

- Arvioiden nykyistä läpikulkuliikennettä ja raskaan liikenteen sähköistymisen ennusteita, voidaan ennustaa, että 2030 raskaan liikenteen energiantarve olisi alueella 2400 kWh/vrk. Vuonna 2040 tämä kasvaisi jo 18 000 kWh/vrk.
- Riippuen miten käyttäjät tulevat lataamaan kalustoaan, voisivat nämä energiankulutusmäärät luoda tarpeen yhdelle pikalatauspisteelle vuonna 2030 ja kahdelle vuonna 2040.

## Energiavarastojen rooli

- Energiavarastoinnilla voi olla rooli erityisesti työmaakaluston sähköistämässä, joskin muut ratkaisut ovat useimmiten vielä nykyisin kustannustehokkaampia.
- Akkuteknologian kehittyessä energiavarastojen rooli sähköisessä logistiikassa voi kuitenkin kasvaa.

# Liitteet

# Liite: Työmaakaluston käyttövoimavertailu 1/2

Kontti-kokoluokan energiavarastojen kapasiteetteja ja kustannuksia

Käyttövoima	Varastokapasiteetti	Energiamäärä	Suhde dieseliin	Kustannus
Diesel	20 000 l	199 218 kWh	100 %	31 k€
Metanoli	20 000 l	87 671 kWh	44 %	31 k€
Maakaasu, paineistettu (250 bar)	1 700 kg	22 006 kWh	11 %	115 k€
Vety, paineistettu (350 bar)	360 kg	12 000 kWh	6 %	180 k€
Sähkö, li-ioni akku		2 000 kWh	1 %	709 k€

Uusiutuva diesel oli esimerkiksi vuonna 2024 15% perinteistä kalliimpaa\*, jolloin sen kustannus olisi ollut 35,7k€

Taulukko: Pihlatie, M. et al (2022). Työkoneiden kustannustehokkaat päästövähennyskeinot. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja. <https://tietokayttoon.fi/julkaisut/raportti?pubid=URN:ISBN:978-952-383-153-7>\*

\*Perustuen ennusteeseen: WSP (2024). Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan raskaan liikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluverkoston kehittäminen. Sivu 31.

# Liite: Työmaakaluston käyttövoimavertailu 2/2

Sähköisten työkoneiden lataamisen ratkaisujen kustannuksia

Sähkön lähde	Varasto	Tuotanto	Puskuriakku <sup>60</sup>	Laturi <sup>61</sup>	Yhteensä
Sähköverkko, 150 kW <sup>62</sup>	-	-	-	75 k€	<b>75 k€</b>
Sähköverkko, 75 kW <sup>63</sup> , ja puskuriakku	-	-	277 k€	75 k€	<b>352 k€</b>
Diesel-aggregaatti, 100 kW	30 k€	30 k€	190 k€	75 k€	<b>325 k€</b>
Metanoli-polttokenno, 100 kW	30 k€	100 k€	190 k€	75 k€	<b>395 k€</b>
Vety-polttokenno, 100 kW	150 k€	100 k€	190 k€	75 k€	<b>515 k€</b>

Vertailukohtana kuvitteellinen työkohte, jossa useampi sähköinen työkone käyttää vuorokaudessa yhteensä 1 800 kWh sähköä.



# Transforming society together

