

BUSINESS  
FINLAND

# TIEKARTTA 2035

Kestävän raskaan tieliikenteen  
tiekartta 2035

---

Harri Nieminen & Johannes Hyrynen & Mikko Pihlatie, VTT  
Erika Kallionpää & Heikki Liimatainen, TAU

RAPORTTI 7/2025



ISSN 1797-7347  
ISBN 978-952-457-680-2

## **BUSINESS FINLAND**

Business Finland on globaalin kasvun kiihdyttämö. Luomme edellytyksiä uudelle kasvulle auttamalla yrityksiä kansainvälistymään sekä rahoittamalla tutkimusta ja innovaatioita. Huippuasiantuntijamme ja uusin tieto nopeuttavat markkinoiden mahdollisuuksien tunnistamista ja auttavat muuttamaan ne kansainvälisiksi menestystarinoiksi.

Copyright Business Finland 2025. Kaikki oikeudet pidätetään. Tämä julkaisu sisältää tekijänoikeudella suojattua aineistoa, jonka tekijänoikeus kuuluu Business Finlandille tai kolmansille osapuolille. Aineistoa ei saa käyttää kaupallisiin tarkoituksiin.

Julkaisun sisältö on tekijöiden näkemys, eikä edusta Business Finlandin virallista kantaa.

Business Finland ei vastaa mistään aineiston käytön mahdollisesti aiheuttamista vahingoista.

Lainattaessa on lähde mainittava.

## SISÄLTÖ

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Esipuhe – Matkalla kohti kestävää tulevaisuutta .....                      | 4  |
| 1 Suomalainen kestävä raskas liikenteen<br>tiekartta.....                  | 7  |
| 2 Logistisen toimintaympäristön ja logistiikan<br>tilannekuva.....         | 8  |
| 2.1 Logistiikan ja tiekuljetusten merkitys<br>Suomelle .....               | 8  |
| 2.2 Liikenteen päästöt ja päästövähennys-<br>tavoitteet.....               | 8  |
| 2.3 Teknologiat kestävä kehityksen ja uuden<br>arvon mahdollistajana ..... | 11 |
| 2.4 Globaalit haasteet ja kestävä liike-<br>toiminnan edellytykset .....   | 13 |
| 3 Tiekartta .....                                                          | 17 |
| 3.1 Tiekartan iso kuva .....                                               | 17 |
| 3.2 Tiekartan teema-alueet .....                                           | 18 |
| 3.2.1 Teema #1 - Kestävä liiketoiminta .....                               | 19 |
| 3.2.2 Teema #2 - Nollapäästöinen<br>arvoketju.....                         | 24 |
| 3.2.3 Teema #3 - Älykkäät ohjaus-<br>järjestelmät.....                     | 31 |

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.4 Teema #4 - Ihminen järjestelmän<br>osana .....                                                | 35 |
| 3.2.5 Teema #5 - Dataintensiiviset<br>palvelut.....                                                 | 40 |
| 3.2.6 Teema #6 - Autonomisuus ja<br>automaatio logistiikassa .....                                  | 45 |
| 4 Tiekartan uutuusarvo.....                                                                         | 49 |
| 4.1 Uutuusarvo #1 - Kehittäjien yhteen tuoja ..                                                     | 49 |
| 4.2 Uutuusarvo #2 - Yritysten ja<br>tutkimuksen yhdessä muodostama<br>ja toteuttama tiekartta ..... | 50 |
| 4.3 Uutuusarvo #3 - Uusi raskas tie-<br>liikenteen mahdollistama arvo .....                         | 51 |
| 5 Toimijakenttä - Tiekartan toteuttajat.....                                                        | 53 |
| 5.1 Suomalainen yhteistyö .....                                                                     | 53 |
| 5.2 Eurooppalainen yhteistyö.....                                                                   | 54 |
| 6 Vaikuttavuus Suomen tulevaisuudelle .....                                                         | 56 |
| 7 Sitoutuminen tiekartan ylläpitämiseen<br>ja toteuttamiseen .....                                  | 58 |
| Viitteet .....                                                                                      | 61 |

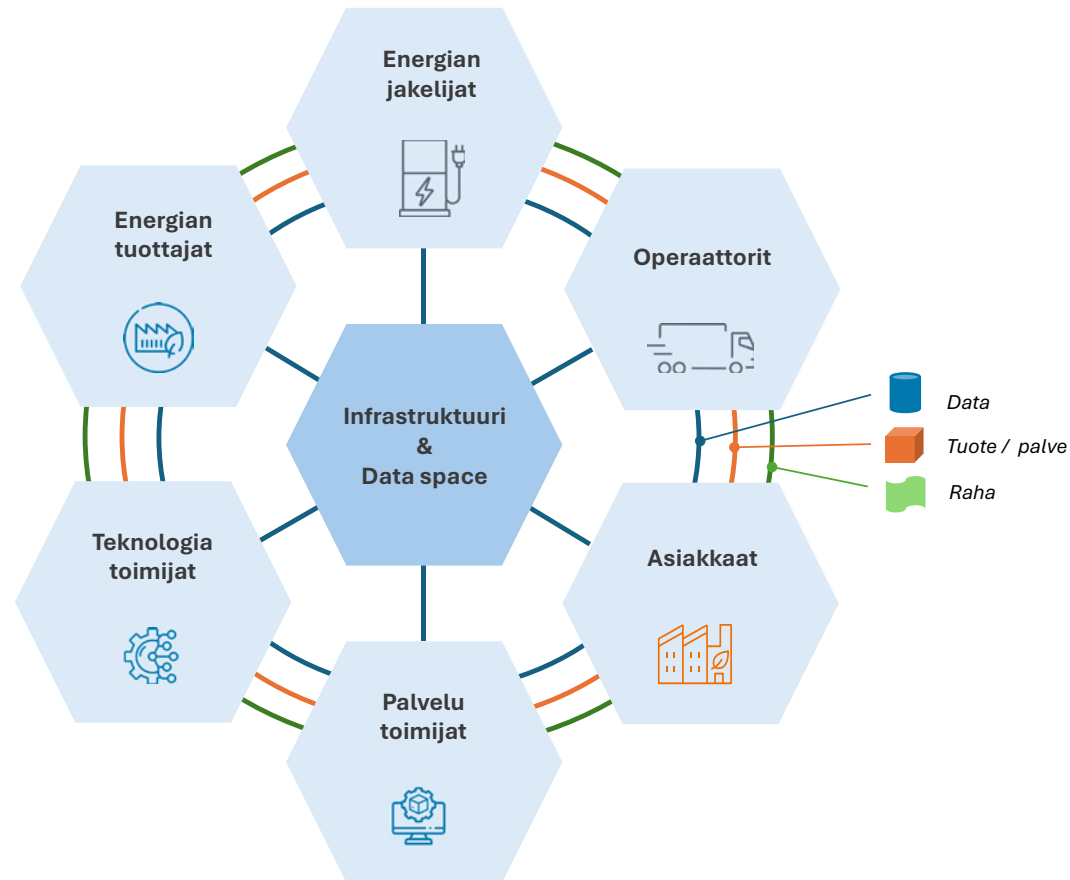
# ESIPUHE – MATKALLA KOHTI **KESTÄVÄÄ TULEVAISUUTTA**



Teollisuuden kilpailukyvyyn ja hyvinvointimme perusedellytys on tehokas ja sujuva logistiikka. Suomessa, pitkien etäisyyksien maassa, logistinen järjestelmä muodostaa elintärkeän verkoston, joka yhdistää toimijat toisiinsa. Raskas tieliikenne on verkoston keskeinen osa, yhdistävä lenkki, joka mahdollistaa sujuvat toimitusketjut sekä kansainvälisen että kotimaisen vaihdannan.

Suomen logistisessa järjestelmässä eri kuljetusmuodot täydentävät toisiaan. Monimuotoinen, multimodaalinen rakenne luo pohjan sekä joustavalle logistiikalle että pitkäjänteiselle kestäväälle kehitykselle. Raskaan tieliikenteen keskeinen rooli korostuu erityisesti eri kuljetusmuotojen linkittämisessä toisiinsa. Se mahdollistaa hyödykkeiden kuljettamisen aina perille asti – satamista, terminaleista ja tuotantolaitoksilta koteihin, kauppoihin, rakennustyömaille ja vientisatamiin.

**Kestävän raskaan tieliikenteen tiekartta 2035** kuvaa raskaan tieliikenteen tavoiteltavaa tulevaisuutta teollisuustoimijoiden silmin. Se ei ole yleismaailmallinen tavoitekuva, vaan se pohjautuu Suomen toimintaympäristön erityisominaisuuksiin ja -tarpeisiin. Sen ensimmäinen versio on laadittu tilanteessa, jossa muutospaineet



TIELIIKENNELOGISTIIKAN TOIMIJAKENTÄ

ovat suuria ja mahdollisuudet vielä suurempia. Muuttuvat asiakastarpeet, ilmastotavoitteet, teknologian kehittyminen, digitaaliset ratkaisut ja energiainfrastruktuurin uudistaminen haastavat meitä uudistamaan toimintamallejamme, ei vain asteittain, vaan kokonaisvaltaisesti. Samanaikaisesti on varmistettava jatkuvan toiminnan perusedellytykset: kustannustehokkuus, turvallisuus ja ennakoitavuus kaikissa oloissa.

Haasteet, kuten pitkät etäisyydet, vaihtelevat sääolosuhteet ja harvaan asuttu alueellinen rakenne yhdistyvät mahdollisuuksiin: vahva perusinfrastruktuuri, vakaa poliittinen ympäristö, teknologinen osaaminen ja toimijat samaan pöytään tuova tahto uudistua. Yhtälön myötä Suomessa on suuri mahdollisuus kehittää kestäviä, älykkäitä ja vientikelpoisia logistiikkaratkaisuja, jotka kiinnostavat ja mahdollistavat arvoa myös kansainvälisesti.



**SUOMEN TEOLLISUUSPOLIITTISESSA STRATEGIASSA  
[1] ESITETYSSÄ LOGISTISEN YMPÄRISTÖN  
TILANNEKUVASSA ON KESKITYTTY KOLMEEN  
ASIAKOKONAISUUTEEN:**

1. ulkomaankaupan kansainväliseen saavutettavuuteen;
2. kuljetusmuotoihin ja liikennejärjestelmän toimivuuteen sekä
3. logistiseen kilpailukykyyn ja puhdassiirtymään.

Näihin liittyvien tavoitteiden saavuttamiseksi on tärkeää tunnistaa tavoitteelliset kehityspolut, jotka yhdistävät kestävän liikenteen, teollisuuden tarpeet ja logistiikan toimintavarmuuden. Tiekartta on muodostettu yhteiseksi tavoitekuvaksi ja suunnannäyttäjäksi kohti kestävää, kilpailukykyistä ja toimintavarmaa raskasta tieliikennettä vuoteen 2035 ja sen yli.

11.6.2025

*Harri Nieminen & Johannes Hyrynen & Mikko Pihlatie, VTT  
Erika Kallionpää & Heikki Liimatainen, TAU*

# 1 – SUOMALAINEN KESTÄVÄN **RASKAAN** **TIELIIKENTEEN TIEKARTTA**

---

Olemme jatkuvalla matkalla kohti kestävää tulevaisuutta. Matkaan liittyy merkittäviä systeemiä haasteita ja mahdollisuuksia, joiden kohtaamiseen tarvitaan systeminen lähestyminen - yhteinen tavoitekuva, agenda sekä näiden varaan muodostettavat toteutusjatkumot ja liiketoiminnot. Teollisuus - tutkimus yhteistyössä rakennettu, yhteisesti ylläpidettävä Kestävän raskaan tieliikenteen tiekartta 2035 piirtää tavoitekuvan Suomen raskaan tieliikenteen logistisesta toimintaympäristöstä sekä osoittaa näin toimintaympäristön haasteet ja kehittämiskohteet. Tiekartta on suunnannäyttävä, ei päätepiste. Se näyttää tietä kohti kestävämpää, turvallisempaa ja tehokkaampaa toimintaa.

Yhteinen tavoitekuva ja agenda on tärkeä. Raskaan tieliikenteen kehittämisen osalta sen merkitys on ilmeinen kunnianhimoisten ilmastotavoitteiden saavuttamisessa. Raskas tieliikenne on merkittävä kasvihuonekaasupäästöjen lähde ja toisaalta logistiikan toimivuuden kannalta välttämättömyys. Tämän ohella tiekartta tukee laajemmin elinkeinoelämän kilpailukykyä edistämistä vahvistamalla Suomen logistista kilpailukykyä yritysten, investointien ja työpaikkojen houkuttelemiseksi. Tarjolla on myös uusi arvo, jonka logistiikkaketju ympärilleen mahdollistaa.

Isossa kuvassa tiekartan ja sen toteuttamistoimien tavoitteena on teollisuutemme kilpailukykyyn ja resilienssin kasvattaminen kestävässä raskaassa tieliikenteeseen ja logistiikkaan linkittyvien innovaatioiden, osaamiskehittämisen ja yhteisen vaikuttamisen keinoin.

## **YHTEISEN TIEKARTAN HYÖDYT**

- Yhteisen agendan muodossa tiekartta mahdollistaa pitkän aikajänteen suunnitelmallisuuden kehitystoiminnassa perinteisen hankkeelta toiselle pomppimisen sijaan
- Tiekartta on vuoropuhelun väline ja toimijoiden välinen tulkki. Se mahdollistaa osaltaan tiiviin teollisuus-tutkimus –vuoropuhelun
- Tiekartta mahdollistaa teollisuusrelevantin tutkimuksen ja sen kehittämisen
- Tiekartta mahdollistaa teollisuusrelevantin osaamisen kehittämisen
- Tiekartta auttaa EU –mahdollisuuksien ennakoidussa tunnistamisessa ja hyödyntämisessä
- Toteutettavana agendana tiekartta mahdollistaa vaikuttamisen ja lisää toimialan positiivista näkyvyyttä

## 2 – LOGISTISEN TOIMINTAYMPÄRISTÖN JA LOGISTIIKAN **TILANNEKUVA**

---

### 2.1 LOGISTIIKAN JA TIEKULJETUSTEN MERKITYS SUOMELLE

Logistisen toimintaympäristön muutostilaa kuvaavat asiakkaiden odotusten muuttuminen, uusien teknologioiden aiheuttamat haasteet ja mahdollisuudet sekä päivittyvä lainsäädäntö. Logistiikkaa säädelään kansainvälisillä sopimuksilla ja säädöksillä sekä EU-sääntelyllä, jotka asettavat toiminnalle minimivaatimukset. Nopea sopeutuminen ja reagointikyky alati muuttuviin olosuhteisiin on logistiikka-alalla toimiville yrityksille elintärkeää. Teollisuuspoliittisessa strategiassa (2024) todetaan, että tehokas ja toimiva logistiikka on Suomen teollisuuden kilpailukyvyn perusedellytys. Puhtaan siirtymän hallittu toteutus ja sen vaikutukset arvioitiin erittäin tärkeäksi logistisen kilpailukyvyn ja Suomen kansainvälisen saavutettavuuden varmistamiseksi [1].

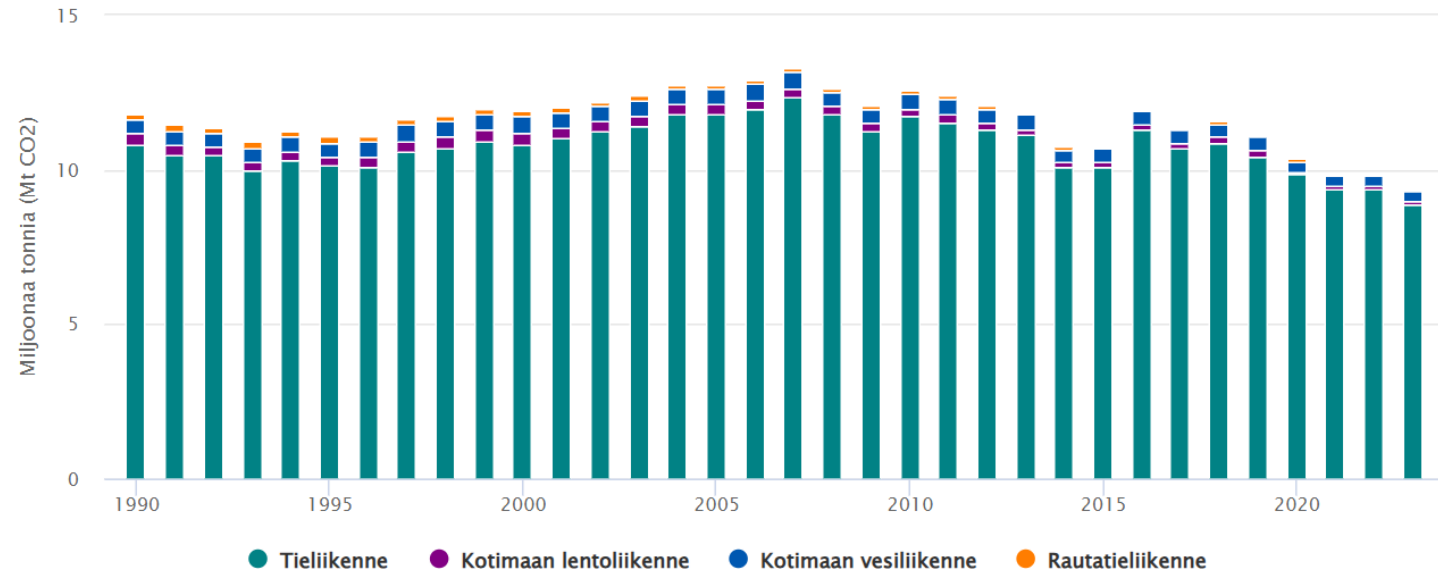
Suomen logistiikan erityispiirteitä ovat pitkät etäisyydet, riippuvuus merikuljetuksista, kotimaan ohuet tavaravirrat ja pohjoinen sijainti (talvi- ja jääolosuhteet). Suomen ulkomaankauppa perustuu käytännössä täysin merikuljetuksiin, erityisesti viennin osalta. Vastaavasti kotimaan tavaraliikenne nojautuu vahvasti tiekuljetuksiin.

Tiekuljetusten osuus kotimaan vuotuisista kuljetusmääristä on ollut jo pitkään noin 90 % ja kuljetussuoritteesta noin 70 %. Tiekuljetuksissa puolestaan 75 % kuljetussuoritteesta kuljetetaan kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun muodostamilla ajoneuvoyhdistelmillä. Tiekuljetusten joustavuus ja esimerkiksi kuorma-autokaluston enimmäismittojen ja -massojen korotukset (2013 ja 2019) ovat vaikuttaneet suotuisasti tiekuljetusten osuuteen kuljetusmuodoista. Suomessa tavaraa kuljetetaan suuremmilla ajoneuvoyhdistelmillä verrattuna muihin EU-maihin. Lähes 70 % tiekuljetuksista kuljetetaan yli 60 tonnin massoilla ja noin 40 % yli 68 tonnin ajoneuvoyhdistelmillä. Raskaalla liikenteellä on siten merkittävä rooli Suomen tavaraliikenteessä.

### 2.2 LIIKENTEEN PÄÄSTÖT JA PÄÄSTÖVÄHENNYSTAVOITTEET

Ilmastonmuutos, vihreä siirtymä, kestävä kehitys päästövähennystavoitteineen ja ympäristöön liittyvä lainsäädäntö haastaa myös logistiikka-alan yrityksiä logistiikan ympäristövaikutusten vähentämiseen ja uusien vihreiden toimenpiteiden ja kuljetuskaluston käyttöönottoon. Pääs-

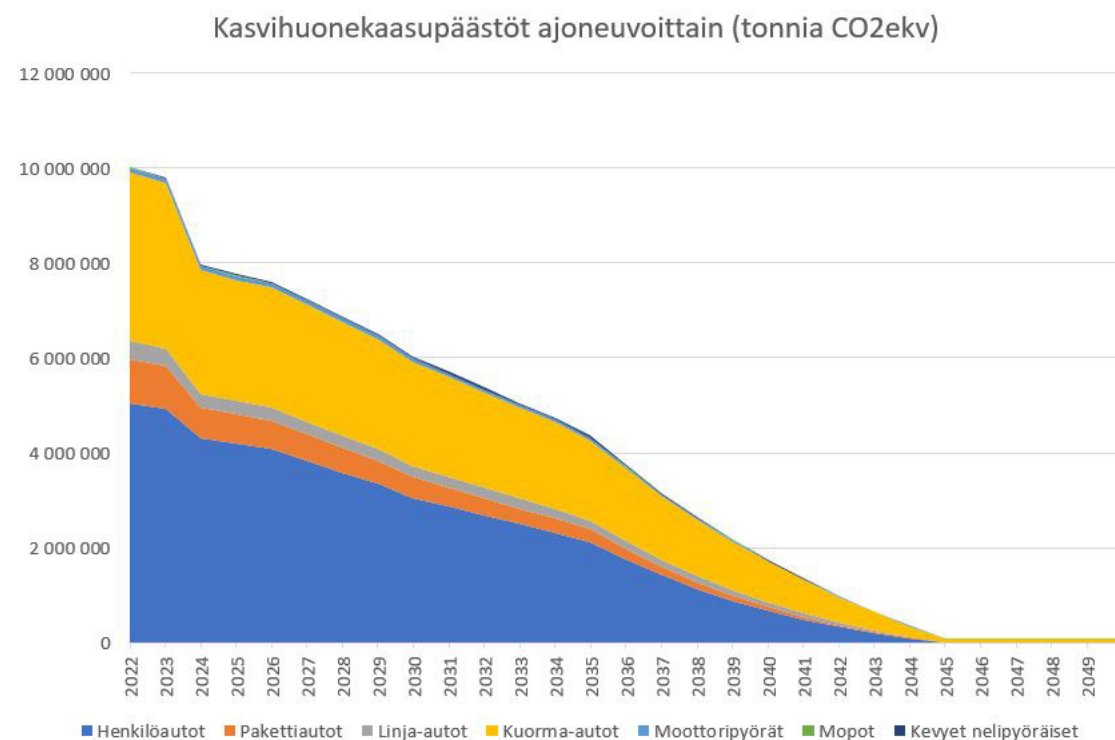
### Kotimaan liikenteen hiilidioksidipäästöt 1990–2023\*



KUVA 1. KOTIMAAN LIIKENTEEN HIILIDIOKSIDIPÄÄSTÖT 1990–2023 [4].

tövähennystavoitteet ja vähäpäästöinen liikenne ovat olleet jo pitkään mukana kansainvälisissä ilmastotavoitteissa ja toimenpidelistauksissa. Suomen tavoitteena on olla hiilineutraali yhteiskunta vuoteen 2035 mennessä. Tähän tavoitteeseen pääseminen edellyttää määrätietoisia valtiotason toimia, liikenteen päästöjen puolittamista vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 2005 tasoon ja päästöjen poistamista kokonaan vuoteen 2045 mennessä [2]. Tieliikenteen osuus päästöistä oli vuonna 2005 noin 93 %, joten päästöjä tulee vähentää etenkin tieliikenteestä [3].

Kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöt olivat vuonna 2023 noin 9,4 Mt, joista tieliikenteen osuus on noin 95 % (8,9 Mt). Tieliikenteen päästöistä puolestaan noin kolmannes (35 %) aiheutui kuorma-autoista. Tieliikenteen päästöjen osuus kaikista Suomen tuottamista päästöistä ilman maankäyttösektoria on noin 23 %. Liikenteen päästöt ovat 1990-luvun ja 2000-luvun alun kasvun jälkeen vähentyneet vuodesta 2007 lähtien. 2020-luvun alussa liikenteen päästöjen väheneminen jatkui muun muassa koronarajoitusten myötä ja ovat siitä toistaiseksi vähentyneet edelleen. Kuvassa 1. on esitetty kotimaan liikenteen hiilidioksidipäästöt aikavälillä 1990–2023. [4].



KUVA 2. KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT (TONNIA CO2EKV) AJONEUVOLUOKITTAIN WAM2023-SKENAARIOSSA [5].

Lisätoimia sisältävässä WAM2023-skenaariossa (Kuva 2.) tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöt laskevat nykytilanteeseen verrattuna merkittävästi vuoteen 2050 mennessä. Lyhyellä aikavälillä biopolttoaineiden jakeluosuuden kehitys tuo mukanaan merkittävimmät kasvihuonekaasupäästöjen vähennykset, kun taas pitkällä aikavälillä erityisesti autokannan sähköistyminen vaikuttaa kasvihuonekaasupäästöjen alenemiseen. Kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen on arvioitu vähenevän 46,1 % vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 2005 päästöihin. Vuonna 2050 päästövähennys on jo

75,30 % vuoteen 2005 verrattuna. [5] Perusennustees- sa kuorma-autojen päästöjen ennakoidaan pienenevän vain 25 % vuoteen 2030 mennessä ja 31 % vuoteen 2045 mennessä, joten kuljetusten päästöjen vähentämiseksi tarvitaan nopeasti uusia monipuolisia toimenpiteitä, ja näiden kustannusten ja päästövaikutusten analysointia. Raskaan liikenteen sähköistymisen edistäminen ja tukeminen yhdessä korkean jakeluvuorituksen kanssa ovat näin tärkeitä toimenpiteitä päästövähennystavoitteiden saavuttamiseksi [3].

### 2.3 TEKNOLOGIAT KESTÄVÄN KEHITYKSEN JA UUDEN ARVON MAHDOLLISTAJANA

Logistiikan digitalisaatiostrategiassa esitetään toimintalinjat, joilla digitalisaation avulla voidaan edistää päästövähennystavoitteiden saavuttamista [6]. Logistiikan digitalisaatiolla on arvioitu voitavan edistää päästövähennyksiä n. 0,15 Mt vuonna 2030, jolloin digitalisaation tuoma päästövähennys olisi 13 % logistiikan kokonaispäästövähennyksestä (1,85 Mt), joka on pääosin uusiutuvan dieselin käytön seurausta [7]. Logistiikan päästöraportoinnin parantamisella ja päästötiedon hyödynnettävyyden kehittämisellä voidaan myös edesauttaa päästövähennystavoitteiden toteutumista [8]. Myös esim. yhdistetyillä kuljetuksilla voidaan saada aikaan päästövähennyksiä.

Kuorma-autojen sähköistyksen teknologiat kehittyvät nopeasti ja ne mullistavat nykyisen kuljetuspalvelu-, ajoneuvo- ja käyttövoimaekosysteemin. Suurimmat kuorma-autovalmistajat ovat joulukuussa 2020 eurooppalaisen autovalmistajien järjestön ACEA:n piirissä sopineet myyvänsä vain fossiilittomia kuorma-autoja vuoteen 2040 mennessä. Suomalaiset yritykset ovat kansainväli-

sesti erittäin arvostettuja sähköautojen latausinfrastruktuurin kehittämisessä. Pääpaino latausinfrastruktuurissa on ollut henkilöautoissa ja kuorma-autojen vaatimat erittäin suuritehoiset latausratkaisut ovat vielä kansainvälisesti kehitysvaiheessa. Teollisuuspoliittinen strategia (2024) tunnistaakin yhdeksi tärkeäksi toimenpidesuositukseksi maantieliikenteen käyttövoimamurroksen nopeuttamisen lataus- ja jakeluinfrassa kehittämällä [1]. Suomalaisilla yrityksillä on erinomaiset mahdollisuudet kasvaa alalla merkittäviksi toimijoiksi ja suomalaisten kuorma-autojen sähköistäminen sekä siihen liittyvä infrastruktuuri avaavat suomalaisille yrityksille erinomaiset mahdollisuudet saada referenssejä vientiin.

Viime vuosien akku-, lataus- ja vetypolttokennoteknologian erittäin nopea kehitys on tuonut uusia mahdollisuuksia myös kuorma-autojen sähköistykseen. Sähköistykseen on olemassa useita teknologisia vaihtoehtoja, joiden vaikutukset kuorma-autojen operointiin ja energiaverkkoihin ovat hyvin erilaiset ja kaikilla teknologioilla erittäin merkittävät. Näin ollen tarvitaan laajaa ymmärrystä ja käytännön kokemuksia teknologiavaihtoehtojen ominaisuuksista ja tarpeista sekä vaikutuksista kulje-

# Liikenteen sähköistyminen tarjoaa **runsaasti mahdollisuuksia**

---

tuspalvelu-, ajoneuvo- ja käyttövoimaekosysteemin toimijoihin. Samaan aikaan kuljetuksen ja logistiikan laaja toimijakenttä on vasta aktivoitumassa odotetun sähköisen kaluston ja ratkaisuiden markkinatarjonnan kautta. Luotettavan ja punnitun tiedon sekä todellisten käyttökokemusten tarve on suuri hankintojen ja liiketoiminnan riskien hallitsemiseksi. Ekosysteemi ja innovaatioklusteri tuottaa kaikille osapuolille tarvittavaa ymmärrystä. On myös tärkeää erilaisin toimin edistää tai tukea vaihtoehtoisten käyttövoimien ajoneuvojen hankintaa etenkin muutoksen alkuvaiheessa.

Kansallisen akkustrategian valmistelutyössä on huomattu konkreettisesti, miten laaja akkujen ja sähköistymisen arvoketju kokonaisuudessaan on. Kovassa kansainvälisessä kilpailussa Suomen kaltaisen pienen toimijan on valittava tarkkaan, millä alueilla on mahdollisuuksia nousta merkittäväksi toimijaksi. Strategiatyön lopputuloksena valittiin seitsemän fokusaluetta, joihin strategia-kaudella 2021–2025 kannattaa keskittyä, näistä yksi on liikenteen sähköiset ratkaisut. [10]

Liikenteen sähköistyminen järjestelmäratkaisuna tarjoaa suomalaiselle teollisuudelle ja palveluliiketoimin-

noille runsaasti mahdollisuuksia ja on välttämätöntä ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi. Suomelle erityisen potentiaalisina alueina nähdään liikkuvien työkoneneiden, raskaan liikenteen ja merenkulun sähköistyminen sekä tarkoituksenmukaiset sähköverkkokytkennät joustavassa sähkömarkkinassa hyödyntäen halpaa ja puhdasta sähköenergiaa kotimaisista lähteistä.

Perinteisen kone- ja kuljetusvälineteollisuuden liikkuvissa sovelluksissa eli ajoneuvoissa ja työkoneneissa polttomoottorin on ennustettu seuraavan vuosikymmenen aikana korvautuvan sähköistykseen perustuvilla järjestelmäratkaisuilla. Tärkeimpiä muutoksen mahdollistavia teknologioita ovat akkujärjestelmä, ajovoimalinja ja lataamisen ratkaisut sekä verkkoon kytkentä. Myös järjestelmien suunnittelu, hallinta ja ohjaus ovat tärkeä osa arvoketjua. Sähkön varastointi akkuihin on osa energiajärjestelmää. Sähköajoneuvojen akut tuovat järjestelmään lisää joustavuutta, mikä synnyttää lisäksi uutta liiketoimintaa ja parantaa sähköverkon sekä energiajärjestelmän luotettavuutta.

Tuotevalikoima liikkuvissa sovelluksissa uudistuu hitaasti, eikä digitalisaation luomia mahdollisuuksia ole

toistaiseksi hyödynnetty täysimääräisesti. Muutosta ohjaavat päästövähennystavoitteet, mutta vain osa loppukäyttäjistä on toistaiseksi kiinnostuneita nollapäästöisten akkusähköisten tuotteiden käyttöönotosta. Alan toimijakenttä ja innovaatiotoiminta ovat hajallaan, ja innovaatioiden kaupallistuminen markkinoille on haaste.

## 2.4 GLOBAALIT HAASTEET JA KESTÄVÄN LIIKE-TOIMINNAN EDELLYTYKSET

Maailmanlaajuiset megatrendit ohjaavat vahvasti myös logistisen toimintaympäristön ja logistiikan kehitystä. Sitran esittämät megatrendit (luonnon kantokyky murenee, hyvinvoinnin haasteet kasvavat, demokratian kamppailu kovenee, kilpailu digivallasta kiihtyy ja talouden perusta rakoilee) haastavat myös logistiikka-alan toimijoita ja toimintoja [11]. Logistiikan megatrendeiksi on tunnistettu mm. resilienssi, tekniset innovaatiot, verkkokaupan kasvu, vihreä logistiikka (päästövähennykset, hiilijalanjälki), työvoiman kehitys ja osaajapula. Kestävyystavoitteet täydessä 'people – profit - planet' laajuudessaan ohjaavat logistiikkaan liittyvän infran ja teknologian kehittämistä sekä digitalisaation hyödyntämisen parantamista. Kestä-

vyystavoitteet ja niihin kytkeytyvät tarpeelliset toimenpiteet tuovat mukanaan myös uutta säädöstöä. Säädösten turvin pyritään paitsi ohjaavin, mutta myös pakottavin keinoin suuntaamaan kehitystä toivottuun suuntaan. Esim. kestävyysraportointiin liittyvä EU-lainsäädäntö Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) velvoittaa jo nyt isompia yrityksiä kestävyysraportointiin [12]. CountEmissions EU -aloite puolestaan pyrkii harmonisimaan sekä tavara- että henkilöliikenteen päästölaskentakehikkoa [13].

Vastaavasti lisääntyvä kuluttajien tietoisuus, säädökset sekä yhteiskunnallinen keskustelu muuttavat kuluttajien tapaa ajatella ja toimia. Asiakkaat valitsevat enenevässä määrin myös logistiikkaan liittyvät palvelut kestävyystavoitteiden perusteella täyttääkseen myös omia kestävän kehityksen sitoumuksiaan ja esim. kotiuttamaan investointirahoitusta yhä kestävyystavoitetietoisemmista rahoituslähteistä. Samaan aikaan liiketoiminnallinen toimintaympäristömme muuttuu moniulotteisesti ja monelta osin ennakoimattomasti. Esim. maailmanlaajuiset kriisit, konfliktit ja tullien hyödyntäminen poliittisena pelivälineenä luovat epävarmuutta logistiseen toimintaympäristöön ja peilautuvat suoraan logistiikan kehitykseen.

## Resilientit toiminnot

- Tehokkaat, ketterät, selviytymis- ja sopeutumiskykyiset toiminnot
- Sektori-integraation ja latauksen luotettavuus
- Ihmisten hyvinvointi, turvallisuus

*"Millä uusilla, innovatiivisilla ratkaisuilla lisätään logistiikkaketjun ja siihen liittyvien palveluiden luotettavuutta, tuottavuutta ja turvallisuutta?"*

## Kestävä tuottavuus

- Uudenlaisen asiakasarvon tarjoaminen kaluston ja nykyisen palvelun lisäksi
- Jatkuva parantaminen
- Arvoa ajoneuvovalmistajan, loppukäyttäjän ja asiakkaan välisestä vuorovaikutuksesta

*"Kuinka tulevaisuudessa tuotetaan arvoa asiakkaalle monenkeskeisesti? Miten tuotettu arvo näkyy asiakkaalle ja kuinka siitä saatava tulos jaetaan tuottajien kesken?"*



*"Kuinka tunnistetaan kestävästä kehityksestä liiketoiminnallinen arvo? Miten voidaan todentaa uusien ratkaisujen vaikutus kestävyyteen?"*

## Todennettu ympäristö- ja taloudellinen kestävyys

- Kestävät palvelut ja liiketoiminta. Vaikuttavuus.
- Kilpailukykyiset palvelut ja sähköiset operaatiot
- Yhteiset mittarit
- Lisenssi operoida toimijoille ja asiakkaille

## Datan ja tiedon saatavuus

- Tehokkaasti ja turvallisesti tuotettu, varastoitu ja jaettu data
- Datan tarkoituksenmukainen käyttö
- Läpinäkyvyys

*"Miten tietointensiivisessä palvelussa ja ketjussa tunnistetaan arvoa? Miten voisimme luoda sillä asiakkaille uutta lisäarvoa tulevaisuudessa? Miten logistiikkadataa voidaan hyödyntää elinkaaripalveluissa?"*

# Asiakstarve ja asiakkaalle mahdollistuva arvo on kaikessa keskeinen **kehitystä ohjaava tekijä**

---

Keskeiset logistiikan kehittämisen tunnistetut haastekentät ovat resilientit toiminnot, todennettu ympäristöllinen ja taloudellinen kestävyys, kestävä tuottavuus sekä saavutettavissa oleva data ja tieto (Kuva 3). Tunnistetut haastekentät luovat toimintaympäristöön ja operointiin myös täysin uusia mahdollisuuksia. Nämä mahdollisuudet ovat merkittävien osien arvolähtöisiä.

Resilientit toiminnot tarkoittavat tehokkaita, ketteriä, sopeutumis- ja selviytymiskykyisiä toimintoja, sektori-integraation ja latauksen luotettavuutta sekä ihmisten hyvinvointia ja turvallisuutta. Ihmisten hyvinvoinnin ja turvallisuuden lisääntyminen lisää myös logistiikka-alan houkuttelevuutta ja sitä kautta myös turvaa työvoiman saatavuutta tulevaisuudessa. Todennettu ympäristö- ja taloudellinen kestävyys liittyy kestäviin palveluihin ja liiketoimintaan sekä näiden todelliseen tunnistettuun vaikutukseen. Tarjottavien palvelujen ja logistiikkaketjun eri toimintojen tulee olla lähtökohtaisesti kustannuksiltaan kilpailukykyisiä ja myös todennettavissa yhtenäisillä mitareilla.

Asiakstarve ja asiakkaalle mahdollistuva arvo on kaikessa keskeinen kehitystä ohjaava tekijä. Murroksen myötä asiakkaalle voidaan mahdollistaa kestävä tuottavuuden ohella myös uutta, monin osin vielä tunnistamatonta arvoa, joka ulottuu myös logistiikkasektorin ulkopuolelle. Tulevaisuuden ratkaisuihin tämä arvo rakentuu usein monenkeskisessä ympäristössä, esim. ajoneuvovalmistajan, loppukäyttäjän ja asiakkaan välisessä vuorovaikutuksessa. Tällä kehityspolulla datan rooli uuden arvon mahdollistajana on merkittävä ja jatkuvasti kasvava. Datan ja tiedon saatavuuden ohella keskeistä on kattavuus, läpinäkyvyys sekä datan varastoinnin, käsittelyn ja hyödyntämisen turvallisuus.

Haastekenttää ei tule tarkastella yksinomaisesta uhkaja kustannustehokkuuskehitys -näkökulmasta. Uuden arvon mahdollistaminen on keskeinen tarkastelupiste ja tässä nousevia mahdollisuuksia on paljon. Näiden saavuttamisessa jatkuva, systeminen kehittäminen on avainasemassa.



### KESKEISIÄ KYSYMYKSIÄ OVAT:

- Millä uusilla, innovatiivisilla ratkaisuilla lisätään logistiikkaketjun ja siihen liittyvien palveluiden luotavuutta, tuottavuutta ja turvallisuutta?
- Kuinka tunnistetaan kestävästä kehityksestä liiketoiminnallinen arvo? Kun luodaan uusia ratkaisuja, miten voidaan todentaa niiden vaikutus kestävyyteen?
- Miten tietointensiivisessä palvelussa ja toimitusketjussa tunnistetaan arvoa? Miten voimme mahdollistaa niillä asiakkaille uutta arvoa tulevaisuudessa? Miten esim. logistiikkadataa voidaan hyödyntää elinkaaripalveluissa?
- Kuinka tulevaisuudessa tuotetaan arvoa asiakkaalle monenkeskeisesti? Miten tuotettu arvo näkyy asiakkaalle ja kuinka siitä saatava tulos jaetaan tuottajien kesken?

## 3 – TIEKARTTA

---

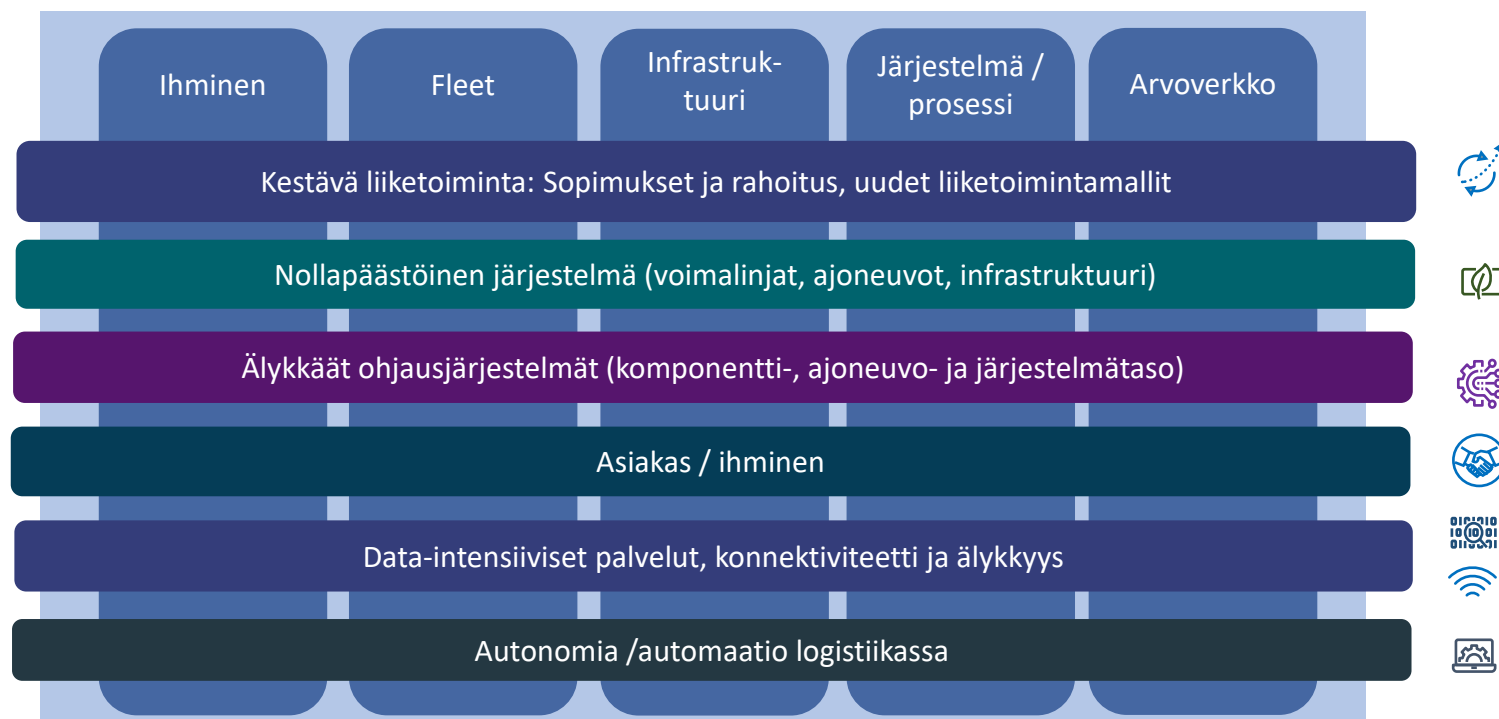


### 3.1 TIEKARTAN ISO KUVA

Suomen kestävän raskaan tieliikenteen tiekartta esittää kestävän kehityksen ja uuden arvon mahdollistavia, logistiikkaan kytkeytyviä ratkaisuja tulevaisuuskuvan muodossa. Ratkaisuja ei listata vain mahdollistavina teknologioina, vaan tiekartta kuvaa toimijälähtöisesti sen, mitä tulevaisuuden logistiikalta ja logistiselta toimintaympäristöltä odotetaan ominaisuus-, toiminnallisuus- ja palvelumielessä tavoitevuoteen 2035 tultaessa.

Tiekartan sisältö pohjautuu teollisuusvetoisen SIX Heavy On-road -klusterin\* toimijoiden (SSAB, Kuljetta-va, Keulink, Posti, Rauanheimo, Plugit, Kempower, HSY, Elenia, Sisu-Auto, Volvo) muodostamaan tulevaisuuskuvaan ja vastaaviin tavoitteisiin. Lähtötiedot kerättiin ja koostettiin yrityskohtaisissa haastatteluissa sekä yritysvetoisessa kattavassa työpajasarjassa 2023. Teollisuus-toimijoiden muodostaman teemoitetun tiekartan avulla tutkimustahot (Tampereen Yliopisto, VTT) rakensivat tavoitekuvaa vasten tutkimusosion, sisältäen niitä teknologioita ja tutkimusaiheita, joiden avulla määritetty tulevaisuuskuva voi toteutua. Yhteenliittymän ja ympäristön toimijoiden yhteistyössä muodostuu tiekartan kolmas

\*SIX Heavy On-road on saanut yhteishankkeelle tukea Liikenne- ja viestintävirasto Traficomilta.



KUVA 4. KESTÄVÄ RASKAS TIEIIKENNE 2035 -TIEKARTAN TEEMA-ALUEET

alue, yhteisten aktiviteettien jatkumo, jonka turvin teollisuuden asettamiin tavoitteisiin päästään. Tiekartta ei ole staattinen dokumentti. Sitä pidetään jatkuvasti yllä ja toteutetaan kiinteänä teollisuus – tutkimus -yhteistyönä. Sen varaan rakentuvat yhteiset tavoitteelliset toteutusjatkumot ja vastaava kestävä aktiviteettiportfolio.

### 3.2 TIEKARTAN TEEMA-ALUEET

Tiekartan teema-alueet muodostavat isossa kuvassa ratkaisun avaimia tunnistettuihin toimintaympäristön haasteisiin. Kullekin teema-alueelle on yritysten näkökulmasta muodostettu oma visio sekä tulevaisuuden tavoitetilaa valottava tiekarttasisältö. Myös muutosta nykyhetkestä tulevaisuuteen välitavoitteineen on tarvittavilta osin kuvattu.

# Raskas liikenne on vähäpäästöistä, liiketoiminta skaalautuvaa ja kannattavaa

---

## 3.2.1 TEEMA#1 - KESTÄVÄ LIIKETOIMINTA

### 2025 - NYKYTILA

Kestävä liiketoiminta, jossa huomioidaan 'people – profit – planet' periaatteen mukaisesti ekologinen, sosiaalinen ja taloudellinen kestävyys, on nousemassa mm. asiakasvaatimusten ja säädöskehityksen myötä keskeiseksi logistiikka-alan toimijoiden kilpailutekijäksi. Kilpaillulla logistiikan toimialalla kuljetusten yksikkökustannukset ja kyky hallita uuden teknologian tuotannollisia ja taloudellisia riskejä ovat ratkaisevia päätöstekijöitä. Edelläkävijäyritykset ovat jo reagoineet käynnistyneeseen muutokseen. Kuitenkin suurin osa liiketoiminnasta toimii edelleen perinteisillä malleilla, joissa kestävyysnäkökulmat eivät ole liiketoiminnan keskiössä. Vaikka monilla, etenkin suurilla logistiikkayrityksillä on olemassa kestävyysstrategioita, käytännön toteutus vaihtelee, eikä ole aina täysin linjassa kestävä liiketoiminnan tavoitteiden kanssa.

Suomessa raskaan tieliikenteen kestävä liiketoiminnan kehitys on alkuvaiheessa. Vaikka käynnissä on useita kestävyyttä edistäviä hankkeita ja investointeja esim.

sähköistämiseen ja energiatehokkuuden parantamiseen liittyen, monilla alueilla olemme vasta ottamassa ensimmäisiä askelia. Suomi on asettanut tavoitteita päästöjen vähentämiseksi ja kestävä logistiikan edistämiseksi, mutta toimintaympäristömme kannustimet ja pakottavat elementit eivät ole vielä riittävän tehokkaita mahdollistamaan nopeaa muutosta. EU:n asettamat ja kansalliset ympäristötavoitteet edellyttävät päästöjen vähentämistä, mutta monilla yrityksillä ei ole vielä selkeää, konkreettista suunnitelmaa siirtyä kestävämpiin ratkaisuihin. Investointitarpeet uusiin teknologioihin ovat suuret.

### 2035 – TULEVAISUUS

Vuoteen 2035 tultaessa, ajassa tarvelähtöisesti muuttuneet, uuden tyyppiset sopimusjärjestelyt, rahoitusmekanismit ja säädöskehitys ovat kokonaisuutena tukeneet merkittävästi vihreiden teknologioiden käyttöönottoa. Samalla teknologia, tuotteet ja palvelutarjonta ovat parantuneet merkittävästi. Sähkökuorma-autojen leasing- tai pay-per-use-mallit sekä valtion tukemat kannustimet ovat madaltaneet yritysten kynnystä investoida uuteen teknologiaan, jonka markkina on kehittynyt oleellisesti. Uudet



liiketoimintamallit, joissa resursseja kierrätetään tai käytetään uudelleen ovat edistäneet pitkäaikaista toiminnan kestävyyttä. Hyödynnettävät mallit tukevat päästöjen vähentämistä säilyttäen samalla kannattavuuden edelleen erittäin kilpaillulla logistiikan alalla. Sähköisen latauksen liiketoiminta- ja palvelumallit ovat kehittyneet tasolle, jossa toiminta on kannattavaa ja sujuvaa. Kuljetustoimijoiden on mahdollista osallistua energiamarkkinaan ja optimoida ajoneuvojen käyttöä sekä energiakustannusta. Luottamus sähköisen kaluston ja infrastruktuurin toimivuuteen on parantunut käytännön kokemusten kautta.

Asiakasvaatimukset ja -odotukset ovat muuttuneet merkittävästi esim. ympäristötietoisuuden ja säädoskehityksen myötä. Asiakkaat edellyttävät operaattoreilta päästöttömiä kuljetuksia. Päästöttömyydestä on muodostunut enemmän kuin valintakriteeri tai kilpailutekijä – monelta osin se on toiminnan edellytys. Voimaan as-

tuneiden asetusten myötä päästöttömyys tai toiminnasta syntyvät päästöt tulee ja myös kyetään osoittamaan tilaajalle.

Matkalla kohti vuotta 2035 ajoneuvomarkkinat ovat muuttuneet nopeasti. Sähköisen kaluston hankintahinnat ovat laskeneet merkittävästi kysynnän ja tarjonnan lisääntymisen myötä. Sähköisen raskaan kaluston markkinaosuus uusissa hankinnoissa on vallitseva ja liikenteen sähköistys etenee vauhdilla. Teknologia on kehittynyt ja vakiintunut, riskit ja elinkaarikustannukset ovat aiempaa paremmin hallittavissa. Edullista sähköä on saatavilla markkinoilta, vetytalous ja akkuvarastot tasaavat energian hintaa. Sähkön verotuskäytännöt raskaassa tieliikenteessä vastaavat muita kuljetusmuotoja ja sähkön asema verrattuna dieselin valmisteverokohteluun on välituote-käytössä samalla viivalla.

## CASE – TOTEUTUS



### KONVERSIOKUORMA-AUTO JAKELULIIKENTEESEEN (POSTI, KEULINK)

Posti otti kaupunkijakeluliikenteessään käyttöön 15 tonnisen kuorma-auton, joka on muunnettu dieselkäyttöisestä sähkökäyttöiseksi. Keulinkin ja eTrucks.fi toteuttama konversiokuorma-auto on Suomen ensimmäinen tavaraliikennekäytössä. Käytössä olleeseen vuosimallin 2016 kuorma-autoon asennettiin 200 kilowatin kestopagneetti moottori ja 150 kWh LFP-akusto. Akuston arvioitu kulutus on kesällä noin 70 kWh/100 km ja talvella noin 110 kWh/100 km. Arvioitu toimintamatka on noin 150 kilometriä. Muunnetun kuorma-auton hyötyjä ovat alhaisemmat kustannukset, kiertotalouden edistäminen ja osaamiskeskittymien kehittäminen. Alhaisemmat kustannukset mahdollistavat keskiraskaan ja raskaan sähkökaluston hankinnat myös pienemmille kuljetusyrityksille.

Kiertotalousnäkökulmasta jo kerran valmistettujen kuorma-autojen runkojen uudelleenkäytöllä vältetään uusien runkojen valmistuksen päästöt. Lisäksi vanhoja moottoreita voidaan uusiokäyttää muualla. Muunnetut kuorma-autot vauhdittavat myös sähköisiin kuorma-autoihin liittyvien osaamiskeskittymien kehittymistä. Pos-



tin tavoitteena on siirtyä käyttämään ainoastaan päästötöntä jakelukalustoa jo muutaman vuoden sisään, ja konversiokuorma-auton käyttöönotto on yksi askel kohti tätä tavoitetta. Muunnetut kuorma-autot voivat lähitulevaisuudessa olla merkittävä keino raskaan kuljetuskaluston uudistamisessa fossiilittomiksi.



## KOLMEN KÄRKI - KESKEISET KEHITETTÄVÄT RATKAISUT

- 1. Uudet kestävät logistiikan palvelut ja liiketoimintamallit:** Logistiikka muuttuu - mitä kuljetetaan, miten kuljetetaan, minne kuljetetaan - toimintaympäristön ja kulutuskäyttäytymisen muutosten myötä. Kehitetään innovatiivisia kestäviä palveluita ja liiketoimintamalleja yhdistettynä uuden arvon logiikkaan ja sopimuksiin.
- 2. Kokonaistaloudellisuus kaluston omistamisessa ja energian käytössä elinkaaren yli:** Kehitetään kestäviä kaluston ja energian hankintaan, varastointiin, siirtoon ja käyttöön liitty-

viä liiketoimintamalleja sekä uusien sähköisten ratkaisujen käyttöön liittyviä sopimuskäytäntöjä koko elinkaareissa.

- 3. Raskaan kaluston verotus, tukitoimet ja säädöstö osana kehityspolkua -kokonaistaloudellisuus:** Esim. verotuksen, tukien ja säädösten avulla ohjataan kaluston uusiutumista ja päästöjen vähentämistä. Kuvataan mitä eri mahdollistavia ja pakottavia elementtejä tarvitaan murroksen mahdollistamisessa, miten nämä elementit kytkeytyvät kokonaisuuteen ja miten ne muuttuvat dynaamisesti ajassa. Kehitetään keinoja ja ratkaisuja investointien vauhdittamiseksi sekä taloudellisten ja tuotannollisten riskien pienentämiseksi.

# Sähköistäminen mahdollistaa **uutta arvoa**

---

## 3.2.2 TEEMA #2 - NOLLAPÄÄSTÖINEN ARVO-KETJU

### 2025 - NYKYTILA

Raskas tieliikenne Suomessa on pääosin riippuvainen fossiilisista polttoaineista, erityisesti dieselöljystä. Vaikka Suomessa on alettu siirtyä kohti ympäristöystävällisempiä ratkaisuja, kuten biopolttoaineita ja osittain sähköisiä ajoneuvoja, fossiilisten polttoaineiden käyttö on edelleen vallitsevaa. Päästöjen vähentäminen on edelleen suuri haaste, erityisesti ympäristötavoitteiden alati kiristyessä. Eurooppalainen regulaatio on avainasemassa markkinan luomisessa ja käynnistämisessä. Kaksi tärkeintä ohjaavaa säädöskokonaisuutta ovat erityisesti ajoneuvovalmistajia ohjaavat päivitetyt raskaan ajoneuvokaluston päästöraajat [14][15] sekä vaihtoehtoisten käyttövoimien julkisen infrastruktuurin kehittymistä edellyttävä Alternative Fuels Infrastructure Regulation (AFIR) [16].

Edelläkävijät investoivat enenevissä määrin uusiin teknologioihin, etupäässä sähköiseen kalustoon, mutta laajamittainen siirtyminen näihin ratkaisuihin on hidasta esim.

korkean hankintahinnan, toimitusketjun pullonkaulojen ja operoinnin vaatiman latausinfrastruktuurin kehittymättömyyden vuoksi. Siirtymää päästöttömiin ratkaisuihin tapahtuu erityisesti urbaanien ympäristöjen sovelluksissa ja se on erityisesti tavaralogistiikan osalta usein vielä pilotointiluonteista. Kuitenkin sähkökuorma-autojen elinkaarikustannukset ovat jo tänään jakelukuorma-autojen segmentissä alemmat kuin dieselajoneuvoilla.

Raskaan tieliikenteen sähköistymisen perusedellytyksen, latausverkoston kehityspolku on alussa. Olemassa olevan verkoston kattavuus on hyvin rajallinen eikä vastaa liiketoiminnan tarpeita. Latausverkoston laajentamista ja vetyasemien käyttöönottoa suunnitellaan, mutta käytännön toteutusta leimaa pistemäisyys ja toimijavetoisuus. Suomen toiminta-alueen kattavaa suunnitelmaa kokonaisuuden rakentumisesta ei ole. Biopolttoaineet, kuten biodiesel ja biokaasu, tarjoavat lyhyen aikavälin ratkaisuja päästöjen vähentämiseksi ja niitä hyödynnetään soveltuvien osin. Vaikka edistysaskeleita on otettu, nollapäästöisten kuljetusratkaisujen täysi käyttöönotto vaatii suunnitelmallisuutta, merkittäviä investointeja, poliittista tukea ja laajempaa yhteistyötä eri toimijoiden välillä.

## 2035 – TULEVAISUUS

Nollapäästöisen logistiikan perustana toimivat edistyneet, teollisen hyödyntämisen edellyttämän kypsyystason ylittäneet raskaiden ajoneuvojen voimalinjateknologiat. Näitä edustavat sekä sähkö- että vetypolttokennovoimalinjat, erityisesti pikaladattavat korkean energiatiheiden akut, sekä ratkaisut energiatehokkuuden parantamiseen. Siirtymä uusien teknologioiden tehokkaaseen hyödyntämiseen on edellyttänyt kokonaisvaltaista järjestelmätason lähestymistä, johon on liittynyt keskeisesti riittävän laajan yksityisen, puolijulkisen ja julkisen lataus- tai vetytankkausinfrastruktuurin rakentaminen. Työssä on onnistuttu. Infrastruktuuri on yhdistynyt saumattomasti kuljetusreitteihin, minkä myötä päästöttömät kuljetukset on saatu toimiviksi pitkällä etäisyyksillä ja erilaisissa maantieteellisissä ympäristöissä. Uusiutuvan energian integroinnista järjestelmään, älykkäiden sähköverkkojen käyttöönotosta sekä ajoneuvosta verkkoon (V2G) -ominaisuuksista on muodostunut olennaisia nollapäästöjärjestelmien osatekijöitä.

Akkusähköiset voimalinjat ovat varhaisemman kaupallisen hyödyntämisen tason ja toisaalta koestettujen

ratkaisujen kattavan saatavuuden saavuttaneena merkittävässä roolissa. Megawattilatauksen kehittyminen on mahdollistanut myös raskaimman kaluston sähköistämisen kustannustehokkaasti [9]. Tähän kehitykseen on vaikuttanut vauhdittavasti myös vuonna 2027 voimaan astunut EU:n tieliikenteen päästökauppa [17]. Ripeä raskaan liikenteen sähköistyminen ei ole ainoastaan tukenut päästötavoitteiden saavuttamisessa, vaan myös vähentänyt koko logistiikkasektorin kustannuksia pitkällä aikavälillä ja vahvistanut Suomen kilpailuasemaa kansainvälisessä logistiikassa.

Julkinen latausinfrastruktuuri mahdollistaa sähköisen operoinnin TEN-T ydinverkon alueella sekä tarvelähtöisesti myös sen ulkopuolella. Jakeluverkon syöttökapasiteetti on varmistettu. Suuret keskittyneet latauskentät usean reitin liittymäkohdissa toimivat julkisen latausverkon runkona. Terminaalien ja alku-loppupisteiden yhteyteen sijoitetut yksityiset ja puolijulkiset latausmahdollisuudet tarjoavat ison osan käytetystä energiasta luotettavasti. Verkkoa hyödynnetään älykkäästi ja lataustoiminnot on optimoitu.



Vetytalous, akkuvarastot ja sähköisten ajoneuvojen akkukapasiteetin aggregointi energiaresurssiksi ovat nostaneet merkitystään energiakaupassa. Ajoneuvokantaa kyetään kannattavasti hyödyntämään sähköön varastoinnissa. Älykäs lataaminen lisää verkon vakautta sekä tasaa kulutuspiikkejä.[18]

Logistiikan palveluportfolio on laajentunut datapohjaisiin ratkaisuihin. Toimittaja järjestää sekä ajoneuvokaluston, että infra-energiaratkaisun kokonaisuutena ja maksut määräytyvät esim. kuljetuskilometrien perusteella. Plug&Charge palvelut ovat yleistyneet.

Digitaalisia palveluja hyödynnetään operoinnin, reitin ja latauksen optimointiin. Nollapäästöisiä käyttövoimia

hyödyntävien ajoneuvojen massa ei rajoita operointia ja sähköistyksen vuoksi kasvanut toimitusaika (seisonta latauksen vuoksi) on onnistuttu minimoimaan datapohjaisiin, tekoälyavusteisiin ratkaisuihin. Vastaavasti ajoneuvojen toimintamatka on tapahtuneen teknologiakehityksen myötä kasvanut ja energiakulutus pienentynyt.

CO<sub>2</sub>-päästöt on sanktioitu niin, että vaihtoehtoisten ja nollapäästöisten käyttövoimien markkina-asema on merkittävästi vahvistunut. Kalustonäkökulmasta katsottuna uusiutuvan energian erilaisia käyttövoimavaihtoehtoja on saatavilla ja infrastruktuuri tukee eri tarkoitusta vastaavien vaihtoehtojen käyttöä.

## CASE – TOTEUTUS



### **RASKAAN TEOLLISUUDEN LÄHILIIKENTEN KULJETUSTEN SÄHKÖISTÄMINEN (SSAB EUROPE, KULJETTAVA)**

SSAB Europe ja Kuljettava kehittävät yhdessä raskaan teollisuuden lähiliikenteen kuljetusten sähköistämistä. Yhteisprojekti tukee molempien yritysten kunnianhimoisia päästövähennystavoitteita. Työn aikana kerätään muun muassa suorituskykydataa ja käytännön kokemuksia latausajoista ja toimintasäteestä, kun sähkörekkoja käytetään terästuotteiden lähitoimituksissa.

Projektin tavoitteena on luoda malli, joka on kaupallisesti kestävällä pohjalla ja laajennettavissa sekä kopioitavissa myös muihin SSAB:n kuljetuksiin. Projektin alkaessa raskaan terästeollisuuden tuotteiden kuljettamiseksi tarvittavien sähköisten kuorma-autojen kaupallinen tuotanto ei ollut valmistajalla edes alkanut ja tarvittava kalusto tulisi olemaan ensimmäisiä liikenteessä nähtäviä 64 tn kokonaispainoon yltäviä ajoneuvoyhdistelmiä.

Projekti edellytti mittavia investointeja sekä SSAB Euroopelta että Kuljettavalta. Latauspisteet SSAB:n Hämeenlinnan tehtaalle toimitti Plugit Finland Oy ja täyssähköiset puoliperävaunuyhdistelmät Kuljettavalle Scania. Tarvittavan teknisen kyvykkyyden arvioinnissa hyödynnettiin



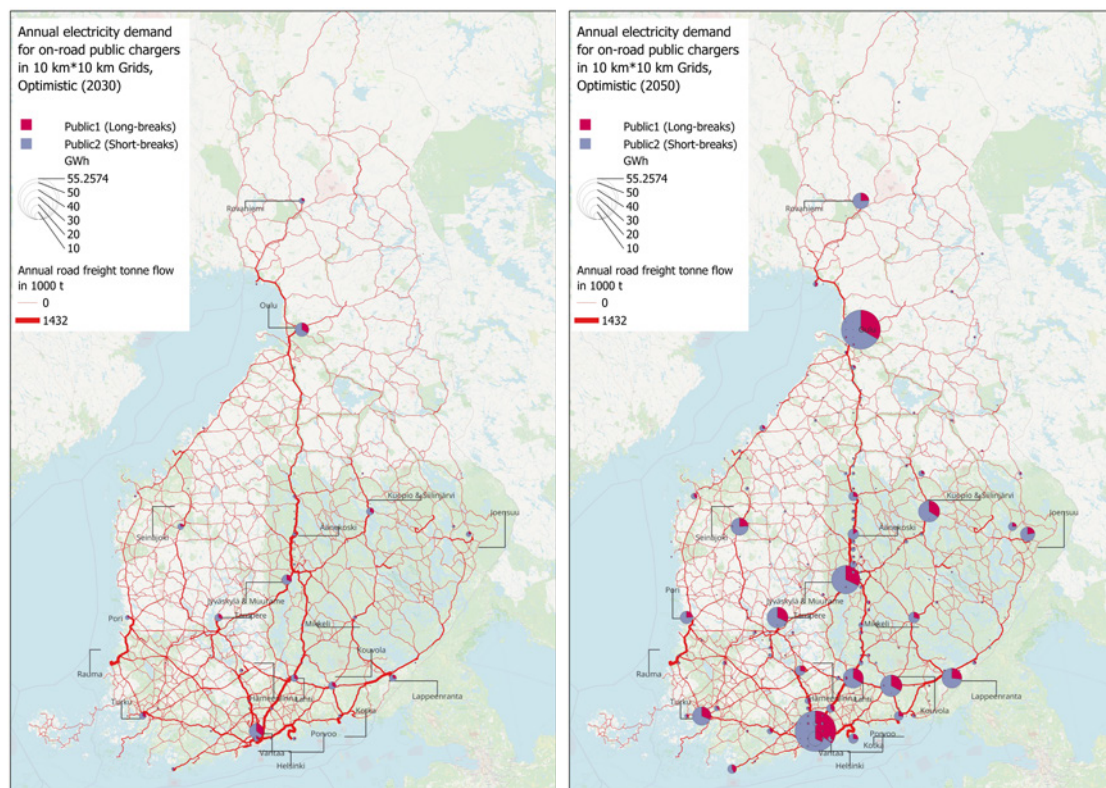
autonvalmistajien simulointityökaluja sekä polttomoottoriratkaisuista saatuja kokemuksia. Hankkeen kokonaisinvestoinnit ovatkin poikkeuksellisen suuret ensimmäisen vaiheen kalustomäärään nähden. Lähestyminen ennakkoluulottomasti monimutkaista haastetta, pitkäjänteinen selvitystyö ja avoin keskustelu ovat vieneet koh-ti projektin tavoitetta. Projektin ensimmäinen sähköinen ajoneuvo aloitti SSAB:n terästuotteiden toimittamisen asiakkaille vuoden 2025 alussa.

SSAB ja Kuljettava ovat saaneet yhteishankkeelle tukea Liikenne- ja viestintävirasto Traficomilta.



Euroopan unionin rahoittama –  
NextGenerationEU

# CASE – VISIO



## LATAUSINFRASTRUKTUURI JA SÄHKÖVERKKO (TAU)

Raskaan liikenteen sähköistyminen asettaa merkittäviä tarpeita myös latausinfrastruktuuriin ja sitä palvelevan sähköverkon kehittämiseksi. Tampereen yliopiston tutkimuksessa on tarkasteltu sähkökuorma-autojen tarvitseman julkisen suurteholatauksen tarvetta Suomessa tieliikenteen tavarankuljetustilaston aineiston pohjalta. Kuvassa lataustarve on esitetty nopean kuorma-autokannan sähköistymisen skenaariossa vuosina 2030 ja 2050 koko Suomessa 10kmx10km ruuduissa. Tulokset tuovat esiin pääteiden ja suurimpien kaupunkien kehäteiden merkityksen latausinfra ensisijaisina kehityskohteina.



## KOLMEN KÄRKI - KESKEISET KEHITETTÄVÄT RATKAISUT

### 1. Avainteknologioiden ominaisuuksien parantaminen:

Kehitetään käyttäjäystävälliset, energia-  
tehokkaat ja hiljaiset latauslaitteet MW-tehoihin  
saakka. Kehitetään skaalautuvia ja modulaarisia  
akkujärjestelmiä, joiden pikaladattavuus, energia-  
ja tehotehiys sekä elinkaarikustannus parantavat  
kokonaisratkaisun toteutettavuutta. Parannetaan  
järjestelmätason energiatehokkuutta.

### 2. Lataus- ja tankkausinfrastruktuurin kokonais- valtainen ja suunnitelmallinen kehittäminen:

Kestävän logistiikan kehityspolulla eteneminen  
edellyttää kattavaa ja luotettavaa infrastruktuuria,  
joka tukee eri käyttövoimia hyödyntävien ajoneu-

vojen toimintaa. Muodostetaan kansallinen infra-  
struktuuriohjelma, joka huomioi eri käyttövoimat.  
Varmistetaan lataus- ja tankkausverkoston katta-  
vuus erityisesti päätieverkon ja logistiikkakeskitty-  
mien yhteydessä.

### 3. Kehitettyjen kustannustehokkaiden ratkaisu- jen ketterä pilotointi ja skaalaus käytännössä:

Toteutetaan infrastruktuurin rakentaminen huomi-  
oiden sekä käyttäjien tarpeet että ajoneuvokannan  
kehitys. Vauhditetaan kehitystä ottamalla käyttöön  
kohdennetut tuet ja investointikannusteet julkisil-  
le, mutta myös yksityisille latausasemille. Työssä  
on tärkeä nopeuttaa erityisesti raskaan kaluston  
kannalta keskeisen suurteholatausinfrastruktuurin  
'lähelle ajoneuvoja' kehitystä ja kokeiluja.

# Kaluston ja operoinnin ohjaus pohjautuu tietoon

---

## 3.2.3 TEEMA #3 - ÄLYKKÄÄT OHJAUSJÄRJESTELMÄT

### 2025 – NYKYTILA

Suomen raskaaseen tieliikenteeseen eri tasoilla kytkeytyvät älykkäät ohjausjärjestelmät ovat suhteellisen kehittymättömiä. Uutta teknologiaa on otettu käyttöön, mutta hyödyntäminen on yksittäisiin kohteisiin liittyvää ja luonteeltaan kokeilevaa. Hyödynnettävät järjestelmät toimivat erillisinä, eivät integroituina toisiinsa.

Suomen teillä kulkevissa raskaan liikenteen ajoneuvoissa on käytössä jo vakiintuneita ajoneuvokohtaisia älykkäitä teknologioita, kuten ajonvakautusjärjestelmiä, hätäjarrutusjärjestelmiä ja GPS-pohjaisia reitinohjausjärjestelmiä. Ajoneuvojen ja ulkoisten järjestelmien välinen yhteyksien hallinta ja tietojen jakaminen on alkanut yleistyä. Korkeamman tason autonomian ja kehittyneiden anturiteknologioiden hyödyntäminen rajoittuu kokeelliseen toimintaan. Älykkään ympäristön kehittäminen on kesken.

Latausverkostot ja niihin liittyvät älykkäät kokonaisvaltaiset latausratkaisut ovat lapsenkengissä. Latauksen ja latauspisteiden hallinta ei ole integroitunut kuljetusoperaatioiden optimointiin, vaan se on usein erillinen järjestelmä. Tämä hidastaa käytön laajenemista ja tehokkuutta.

Älykkäitä järjestelmiä hyödynnetään varastojen ja kuljetusten aikataulutuksessa sekä reittien optimoinnissa. Käytössä on ohjelmistoratkaisuja, jotka mahdollistavat esim. reaaliaikaisen seurannan ja resurssien hallinnan. Energiatehokkuuden parantamiseen tähtäävät järjestelmät ovat alkaneet kehittyä, mutta niiden käytännön soveltaminen on vielä alkuvaiheessa. Ajoneuvojen energian kulutusta optimoivia järjestelmiä, kuten ajotavan ja polttoaineen käytön seurantaa sekä reittien optimointia, hyödynnetään joissakin yrityksissä, mutta laajemmin nämä ratkaisut eivät ole vielä vakiintuneet.

### 2035 – TULEVAISUUS

Vuonna 2035 monitasoiset ohjausjärjestelmät ovat keskeisiä mahdollistajia älykkään logistiikan suorituskyvyn optimoinnissa. Komponenttitasolla älykkäät energianhallintajärjestelmät ajoneuvon sisällä parantavat mer-



kittävästi energiatehokkuutta. Ajoneuvotasolla älykkäät reititysalgoritmit pystyvät optimoimaan reitin liikenteen, maaston ja olosuhteiden suhteen reaaliaikaisen tilannetiedon perusteella. Järjestelmätasolla reaaliaikaisiin tietoihin integroidut kaluston hallinta-alustat kykenevät koordinoimaan useiden ajoneuvojen muodostamaa kokonaisuutta varmistaen alhaisen energiankulutuksen ja vähäiset päästöt. Ohjausjärjestelmät ovat kokonaisuutena mukautuvia, skaalautuvia ja kykenevät hallitsemaan logistiikan kompleksisia piirteitä.

Latauksen ja energian hallinta on integroitunut osaksi ajoneuvo -fleetin käyttöä ja esim. latausvuoron joustava varaaminen on osa kokonaisratkaisua. Latauskenttien fyysinen suunnittelu ja yhteiskäyttöisyys sekä älykäs liikenteen hallinta lisäävät toiminnan joustavuutta ja tehokkuutta.

Autonomiset ja automaattiset toiminnot tuottavat lisäarvoa. Kaluston, järjestelmien ja toimintojen ohjaus ja optimointi perustuu yhä enemmän mitattuun tietoon.

Mahdollisuus dynaamiseen reitinsuunnitteluun lisää järjestelmän toimintavarmuutta ja tuottavuutta. Ajosuunnittelu hyödyntää laajasti saatavilla olevaa reaaliaikaista tilannetietoa ja ohjaa kysyntää dynaamisesti.

Toiminnanohjaus, reitinsuunnittelu, latauksen ja energiankäytön suunnittelu on integroitu samaan järjestelmään. Tilannetietoisuus luodaan järjestelmätasolla ja eri rajapinnoista saatavaa tietoa hyödynnetään aktiivisesti. Sähköisen kaluston elinkaarenhallinta on muodostunut kiinteäksi osaksi kilpailukykyistä liiketoimintaa.

Kaluston ja komponenttien kunnonvalvonta ja elinkaaren hallinta on tuotu osaksi kehittynyttä ennakoivan huollon ja ylläpidon kokonaisuutta, joka hyödyntää laajasti ajoneuvosta ja oheisjärjestelmistä kerättyä dataa, diagnosoi ja ohjaa voimalinjan ja ajoneuvon toimintaa ajotehtävässä, ja varmistaa että avainkomponentteja käytetään optimaalisella tavalla suhteessa niiden mahdollistamaan arvoon ja ennakoituun elinkaareen.

## CASE – TOTEUTUS

---



### **PLUGITIN SÄHKÖISTYMISSUUNNITELMA OPTIMOI KALUSTON ENERGIATARPEEN JA SÄHKÖISTYKSEN MAHDOLLISUUDET**

Sähköistyminen vaatii strategista suunnittelua ja älykästä sijoittelua latausinfrale. Dataperusteinen sähköistymissuunnittelu ja lataaminen palveluna mahdollistavat raskaan kaluston nopean ja kustannustehokkaan sähköistämisen.

Kehityshankkeen aikana Plugit Finland Oy on kehittänyt dataperusteista sähköistymissuunnittelua ja latauspalvelua erityisesti raskaan kaluston tarpeisiin. Hankkeen tuloksena syntyi strateginen lähestymistapa, jossa latausinfrastruktuuri sijoitetaan älykkäästi ja optimaalisesti terminaalien sekä keskeisten liikenteen solmukohtien yhteyteen. Samalla kehitettiin toimintamalli, jossa yritykset voivat hyödyntää latauspalvelua investoimatta itse infraan, nopeuttaen kaluston sähköistämistä ja halliten kokonaiskustannuksia tehokkaasti.



## **KOLMEN KÄRKI - KESKEISET KEHITETTÄVÄT RATKAISUT**

- 1. Integroitu ohjausjärjestelmä (toiminnanohjaus, reititys ja energianhallinta):** Kehitetään alusta, joka yhdistää ajosuunnittelun, lataus- ja energiankäytön hallinnan sekä ajoneuvokaluston koordinoinnin. Ratkaisu hyödyntää reaaliaikaista dataa ja skaalautuu eri muotoisiin logistiikkaverkostoihin. Dynaamisen ja kysyntälähtöisen päätöksenteon mahdollistaminen.
- 2. Älykkäät energianhallinta- ja latausratkaisut eri tasoilla:** Ajoneuvokohtainen energian optimointi. Joustavat ja automaattiset latausvuorojen varaukset sekä älykkäät, yhteiskäyttöiset lataus-

kentät. Latausprosessin integraatio ajoreittisuunnitteluun ja koko fleetin käyttöstrategiaan. Otetaan käyttöön digitaalisia ratkaisuja, jotka optimoivat esim. ajan- ja energiankäyttöä sekä kustannuksia asiakkaan näkökulmasta.

- 3. Reaaliaikainen, dynaaminen reititys ja kaluston hallinta:** Energiatehokkaamman ja päästötömmemmän kaluston optimaalisen liikkumisen mahdollistaminen. Reititysalgoritmit, jotka mukautuvat liikennetilanteisiin, sääolosuhteisiin ja ajoneuvon tilaan. Tuki autonomisille toimille ja useiden ajoneuvojen yhteiselle ohjaukselle eri käyttötilanteissa. Lataustoimintojen optimointi digitaalista reitinsuunnittelua ja latausasemien varausjärjestelmiä integroimalla.

# Kestävyys tuottaa kilpailuetua yli koko arvoverkon

---

## 3.2.4 TEEMA #4 – IHMINEN JÄRJESTELMÄN OSANA

### 2025 – NYKYTILA

Asiakaskeskeisyys on monille logistiikka-alan yrityksille tärkeä kilpailutekijä, mutta tämän tekijän aktiivinen kehittäminen ja hyödyntäminen käytännön toiminnassa on vaihtelevaa. Asiakkaiden vaatimukset liittyen logistiikkapalveluihin ovat korkealla ja kasvavia, mikä asettaa suuria vaatimuksia myös raskaan tieliikenteen logistiikkatoimijoille. Asiakkaat, kuten teollisuusyritykset ja vähittäiskaupat, vaativat luotettavia, nopeita ja ajallaan tapahtuvia toimituksia, mutta enenevässä määrin myös läpinäkyvyyttä koko toimitusketjun laajuudelta. Käytössä on järjestelmiä, jotka mahdollistavat seurannan ja tiedon jakamisen asiakkaille. Nämä järjestelmät ovat kuitenkin hajanaisia ja erillisiä. Uudet esim. logistiikkaketjun tuottamaan dataan pohjautuvien, uutta arvoa mahdollistavien palveluiden kehittäminen on hajanaista ja vähäistä.

Raskaan tieliikenteen ja logistiikan järjestelmä nojaa edelleen suurelta osin ihmistyöhön. Kuljettajat ovat

keskeisessä roolissa ja heidän hyvinvointinsa sekä työolosuhteensa vaikuttavat suoraan koko järjestelmän suorituskyykyyn. Työntekijöiden turvallisuus ja työolojen parantaminen on huomioitu, mutta raskaan tieliikenteen työ on edelleen vaativaa ja henkisesti sekä fyysisesti kuormittavaa. Kuljettajien työajat ja työvuorojen hallinta ovat tunnistettuja tekijöitä, joilla on vaikutuksia niin työntekijöiden hyvinvointiin kuin liikenneturvallisuuteen. Kuljettajien työhyvinvoinnin parantamiseksi useat logistiikkayritykset ovat ottaneet käyttöön järjestelmiä, jotka tukevat työntekijöiden ajotapojen seurantaa ja työaikojen optimointia. Näitä järjestelmiä käytetään mm. ajoneuvojen ja kuljettajien monitorointiin sekä logistiikan optimointiin. Kuljettajapula on yksi alan suurimmista haasteista.

### 2035 – TULEVAISUUS

Vaikka automaation ja älykkäiden järjestelmien hyödyntäminen on lisääntynyt merkittävästi, on ihmisen rooli edelleen keskeinen logistiikan prosesseissa. Asiakkaiden käyttäytyminen ohjaa toimintaa, jossa ihmisen kognitiivista kyvykkyyttä tarvitaan päätöksenteossa sekä enna-



koimattomien tilanteiden ratkaisemisessa. Ihmisen rooli keskittyy toimintoihin, jossa ihminen on kyvykkäin. Tämä on lisännyt logistiikan työtehtävien kiinnostavuutta ja tarvittavan työvoiman saatavuus onkin kyetty turvaamaan.

Asiakkaan ja operaattorien kokemus on parantunut logistiikkajärjestelmän yleisen käyttäjäkeskeisyyden sekä reaaliaikaisuuden myötä. Kattava data, järjestelmän kehittynyt kyky muodostaa informaatiota sekä älykkäät käyttöliittymät ovat lisänneet ketjun toimijoiden mahdollisuuksia tehdä tietoon perustuvia päätöksiä. Vastaavasti asiakkaat voivat seurata logistiikkaketjun suoriutumista ja optimoida toimitustensa etenemistä eri parametrien, esim. palvelutason ja ympäristövaikutusten suhteen.

Tien päällä kehittyneet avustavat järjestelmät ovat keventäneet merkittävästi kuljettajan kognitiivista kuormaa ja tekevät kalustosta tehokkaamman, taloudellisemman

ja turvallisemman operoida riippumatta suorasta kuljettajan kokemuksesta. Avustimet nopeuttavat myös oppimiskäyrää sekä tasaavat eri tasoisten kuljettajien eroja. Ne auttavat ennakoiden tunnistamaan sekä ajoneuvoon, sen kuljettajaan, että muihin liikenteessä liikkujiin kohdistuvat vaaratilanteet ja ehkäisemään mahdolliset onnettomuudet. Avustimilla on suuri merkitys hankalien ajotilanteiden hallitsemisessa, ja ne parantavat esim. peruutustilanteiden sekä ahtaiden ja huonon näkyvyyden paikkojen ajamisen turvallisuutta eri nopeuksilla.

Turvajärjestelmät ovat kokonaisvaltaisia ja ennakoivia. Ne hyödyntävät monipuolisesti kehittyneitä anturiratkaisuja, reaaliaikaista dataa sekä älykkäitä analysointikyvyksiiä. Turvajärjestelmien kehittyminen on parantanut merkittävästi liikenneturvallisuutta sekä vähentänyt rahdille sattuvien vahinkojen määrää.

# CASE – TOTEUTUS



## ETÄOHJAUS JA OSITTAINEN AUTONOMISUUS – KEHITYSASKEL KOHTI ÄLYKÄSTÄ SATAMALOGISTIIKKAA

Automaattiset ja autonomiset ratkaisut ovat yleistyneet erityisesti suurissa konttisatamissa, joissa toistuvat toiminnot, kuten vaakasiirrot ja pukkinostureiden lastaus, voidaan hoitaa automatisoidusti. Toteutus vaatii kuitenkin suuret volyymit, luotettavan reaaliaikavalvonnan ja nopean huolto-organisaation, jotta ratkaisut ovat taloudellisesti kannattavia.

Bulk- ja break-bulk -materiaaleja käsitellään osittain automatisoiduissa terminaaleissa, jos infra ja volyymit tukevat kuljettimien ja lastaimien käyttöä. Monikäyttöisillä satama-alueilla, joilla toimii useita toimijoita ja käsitellään eri lastityyppejä, autonomisten ratkaisujen käyttöönotto on selvästi vaikeampaa, erityisesti haastavissa sääolosuhteissa.

Tähän pohjautuen Oy M. Rauanheimo Ab (osa KWH Logistisia) on valinnut etenemistavaksi asteittaisen kehityksen kohti autonomisuutta. Täysi autonomisuus ei ole vielä nykyvolyymeilla taloudellisesti perusteltavissa, joten ensimmäinen askel on ollut etäohjauksen käyttöönotto bulk-käsittelyssä.



Vuonna 2024 Rauanheimo toteutti yhdessä Sumitomo Technologies Finlandin kanssa Volvo 350 H -pyöräkoneen etäohjausratkaisun hyödyntäen Teleon-teknologiaa. Testit käynnistettiin talviolosuhteissa Kokkolan Syväsatamassa. Koneella käsitellään sisävarastoitua bulk-materiaalia, joka lastataan ajoneuvoihin ulkona.

Etäohjauksen tavoitteena on parantaa kuljettajien työturvallisuutta ja vähentää altistusta pölylle ja mahdollisesti haitallisille kaasuille. Samalla kerätään käytännön kokemusta koneen tarkkuudesta ja turvallisuudesta, erityisesti siirryttäessä oviaukkojen kautta sisä- ja ulkotilojen välillä – joissa manuaalisesti ajettaessa sattuu ajoittain törmäyksiä. Etäjärjestelmän toivotaan poistavan nämä riskit kokonaan.

Haasteita ilmeni aluksi ohjaustuntuman ja etäisyyksien hahmottamisen osalta, mutta kokeneet kuljettajat oppivat nopeasti luottamaan kuvatietoon. Kriittistä on varmistaa katkeamaton yhteys kaikissa ajo-olosuhteissa. Käyttökokemus on ollut lupaavaa ja tarjoaa tärkeää pohjaa seuraaville kehitysaskelleille.

Tämä pilotti toimii oppimisalustana osittain tai täysin autonomisten koneiden kehitykselle yhteiskäyttöisillä satama-alueilla, joissa eri toimijat jakavat infrastruktuuria. Samalla se konkretisoi tiekartan suuntaa: vaiheittainen, käyttöön perustuva eteneminen kohti älykästä, turvallista ja kestävästi ohjattua raskasta logistiikkaa.



## KOLMEN KÄRKI - KESKEISET KEHITETTÄVÄT RATKAISUT

### 1. Käyttäjäkeskeiset päätöksenteon tukijärjestelmät ja käyttöliittymät:

Kehitetään ratkaisuja, jotka tukevat ihmisen kognitiivista päätöksentekoa tarjoamalla oikea-aikaista ja selkeää informaatiota. Suunnitellaan käyttöliittymät kuljettajien, operaattoreiden sekä asiakkaiden eri roolien tarpeet huomioiden. Luodaan kumppanuusmalleja kaluston omistajien, jakelijoiden ja energiatoimijoiden välillä.

### 2. Koulutuksen ja osaamisen tukiratkaisut:

Kasvatetaan logistiikka-alan kiinnostavuutta tarjoamalla myös uusia esim. älykkäisiin ratkaisuihin liittyviä urapolkuja. Hyödynnetään avustavia järjestelmiä

kuljettajien osaamisen tasoittamisessa ja uusien työntekijöiden nopeamassa perehdyttämisessä. Luodaan mekaniikka tulevaisuuskestävien koulutussisältöjen kehittämiseen ja toteuttamiseen tiiviissä teollisuus – koulutus yhteistyössä.

### 3. Reaaliaikainen tilannekuva ja ihmisen roolin vahvistaminen:

Kehitetään järjestelmiä, jotka kokoavat kattavasti tilannetietoa (esim. ajoneuvo, sää, liikenne, asiakastarpeet) ja tekevät niiden pohjalta suosituksia ihmistoimijoiden tueksi. Mahdollistetaan ihmisen nopea reagointi ennakkoimattomiin tilanteisiin, kuten poikkeamiin tai turvallisuusuhkiin. Korostetaan ihmisen roolia, joustavuutta ja ongelmanratkaisukykyä tilanteissa, joissa automaatio ei yksin riitä.

# Logistiikkaketju on vahva ja laaja **uuden arvon mahdollistaja**

---

## 3.2.5 TEEMA #5 - DATAINTENSIIVISET PALVELUT

### 2025 – NYKYTILA

GPS-seuranta ja ajoneuvojen telematiikkajärjestelmät ovat yleistyneet ja useat logistiikkayritykset hyödyntävät näitä kuljetusten reaaliaikaisessa seurannassa, optimoinnissa, toimitusaikojen ennakoimisessa ja ajoneuvojen tilan seuraamisessa. Kuljetusten tila ja sijainti tunnetaan reaaliaikaisesti, mikä parantaa logistiikan läpinäkyvyyttä ja mahdollistaa nopean reagoinnin mahdollisiin ongelmatilanteisiin, kuten viivästyksiin. Käytössä olevat järjestelmät ovat kuitenkin useimmiten itsenäisiä ja yhteensopimattomia toistensa kanssa. Eri logistiikkayritykset hyödyntävät omia seuranta- ja hallintajärjestelmiään, tiedon jakaminen ja yhteinen analysointikyvykyys puuttuu. Tämä tekee koko logistiikkaketjun ja kuljetusten hallinnan integraatiosta haastavaa.

Data-analytiikan hyödyntäminen esim. polttoaineen kulutuksen ja ajotavan seurannassa sekä reittien ja aikataulujen optimoinnissa on yleistynyt etenkin edelläkävijä-

jätoimijoiden keskuudessa. Myös reittien ja kuljetuskapasiteetin optimointiin liittyvää data-analytiikkaa on otettu käyttöön, mutta tämä ei ole vielä vakiintunut käytännöksi kaikilla toimijoilla. Logistiikkaketju tuottaa suuria määriä dataa, monet yritykset keräävät tätä, mutta hyödyntäminen ei ole järjestelmällistä tai integroitu operatiivisiin prosesseihin.

Dataa hyödynnetään raskaan tieliikenteen ajoneuvojen kunnossapidossa. Ajoneuvojen telematiikkajärjestelmät keräävät tietoa ajoneuvojen kunnosta ja suorituskyvystä. Kerätyn datan avulla voidaan toteuttaa ennakoivaa huoltoa, joka nostaa ajoneuvojen käyttöikää ja vähentää yllättävien vikaantumisten riskiä. Kuitenkin käytännössä ennakoivan huollon järjestelmien käyttö ei ole vielä täysin vakiintunutta kaikilla toimijoilla, ja monet kuljetusyritykset luottavat edelleen perinteisempiin huoltokäytäntöihin, etenkin vanhemman kaluston osalta.

### 2035 – TULEVAISUUS

Vuonna 2035 älykäs logistiikka tukeutuu vahvasti dataan ja hyödyntää sitä monipuolisesti ja tehokkaasti. Datalähtöisten palvelujen myötä logistiikkajärjestelmät ovat älyk-

käämpiä, jolloin kustannukset, päästöt ja toimitusajat on kyetty minimoimaan, asiakaskokemuksen tason vastavasti kehityttyä.

Datalähtöiset uudet palvelut ovat keskeisiä kestävän logistiikkaliiketoiminnan, sen ympärille muodostuneiden uusien liiketoimintojen sekä myös nollapäästötavoitteiden saavuttamisessa. Käytössä olevia palveluja ovat esim. ajoneuvojen suorituskyvyn optimoiminen ja reittisuunnittelu sekä reaaliaikainen ajoneuvojen kunnon monitorointi ja ennakoiva kunnossapito. Älykkään kaluston, IoT:n, konnektiviteettikerroksen ja pilvipalvelujen kautta tapahtuva tiedon jakaminen mahdollistaa erilaisten tietolähteiden integroinnin, jolloin myös älykästä päätöksentekoa tehdään kaikilla järjestelmän tasoilla. Datan analysointi ja koneoppimisalgoritmit tunnistavat esim. useasti toistuvia, tehottomuutta aiheuttavia aktiviteetteja ja tekevät tarpeen mukaan reaaliaikaisesti muutoksia operointiin parantaen edelleen sen tehokkuutta.

Kattava operoinnin hallinta ja optimointiratkaisut ovat laajalti käytössä. Tähän liittyvät keskeisesti kaluston hallinta, ajosuunnittelu, latauksen järjestäminen, energianhallinta ja ennakoiva kunnonhallinta. Suunnittelun

parametrit ja mahdollisuudet ovat muuttuneet tekoälypohjaisten laskenta-algoritmien myötä.

Logistiikkaketjun tuottama data mahdollistaa myös itse kuljetettaviin tuotteisiin rakentuvan uuden arvon ja täysin uudet logistiikkapalvelut ja liiketoimintamallit. Tilaajan ja palvelun tarjoajan välinen suhde on tiivistynyt palvelujen yhteiskehityksen myötä.

Vuonna 2035 logistiikkaketjut ovat muuttuneet merkittävästi. Valtaosa kuljetettavista tuotteista ei kierrä enää terminaalien kautta, vaan hajamallit ovat yleistyneet. Monet tuotteet, välituotteet ja raaka-aineet eivät kulje väliterminaalien kautta vaan suoraan toimittajalta tarvepisteeseen. Pakettiautojakelukalusto, kaksi yhden tilalle –malli, kaupungistuminen ja kaupunkien päästövaatimukset ovat lisänneet painetta toteuttaa tarvittavaa varastointia kaupunkien ulkopuolella. Varastointikeskukset ovat yleistyneet ja niistä jaetaan tuotteita pienkuljetuksilla asiakkaille oikeaan aikaan ja oikea määräisenä.

## CASE – TOTEUTUS



### **KOKO KULJETUSKETJU TOIMII YHTEISEN, JAETUN TIEDON POHJALTA – RAUANHEIMO JA IOXIO RAKENTAVAT DIGITAALISTA RAHTIKÄYTTÄVÄÄ OULUSSA**

KWH Logisticsin liiketoimintaryhmän Rauanheimo ja IOXIO toteuttavat Oulun satamassa digitaalisen rahti-käytävän pilottia, jossa rakennetaan tiedolla ohjattua, sähköistymistä tukevaa logistiikkainfrastruktuuria. Kesällä 2025 valmistuvassa hankkeessa yhdistyvät sähköistyvä raskas kalusto, teollinen data-avaruus ja teko-älypohjainen tilannekuva, jotka tukevat suoraan tiekartan tavoitteita.

Pilotissa hyödynnetään IOXIO:n kehittämää logistiikan tiedonvälityspalvelua, joka mahdollistaa tiedon jakamisen eri järjestelmien ja kaluston välillä ilman raskaita ja kalliita integraatioita. Eri logistiikan ja työkonien järjestelmissä oleva data harmonisoidaan ja jaetaan luotettavasti mm. Volvon rekoista, Kalmarin sähkötrukista ja Mantsin hybridinosturista, terminaalijärjestelmistä sekä rahtilogistiikan tietovirroista. Tekoälyä hyödynnetään jaetun datan perusteella ennustamaan rahtien saapumisaikoja ja sähkökaluston lataustarpeita, minkä ansiosta kuljetusten ja käsittelyn yhteinen tilannekuva tarkentuu.



Aiemmin siiloutuneena eri järjestelmissä ollut tieto saadaan nyt käyttöön yhdellä integraatiolla – esim. ToS-järjestelmissä, resurssinhallinnassa ja päästöseurannassa. Näin Rauanheimo kykenee ohjaamaan raskasta kalustoa ja resursseja ennakoivasti, tehokkaasti ja vastuullisesti ilman järjestelmäriippuvuutta.

Tiekartan lähestymistavan mukaisesti pilotissa raskas kuljetuskalusto ja työkoneet liittyvät osaksi logistiikan älykästä tiedonvaihtoa, jossa koneiden, rahdin ja prosessien data muodostaa yhteisen pohjan operatiiviselle ohjaukselle. Perinteiset koneet muuttuvat tiedon avulla aktiivisiksi osiksi kokonaisuutta, jossa koko kuljetusketju – terminaalista asiakkaalle – toimii yhteisen, jaetun datan varassa.

Pilotti on myös osa Kalmarin Move2Green-ohjelmaa, joka tähtää päästöttömyyteen, sähköistettyyn ja dataohjattuun materiaalinkäsittelyyn. Yhteistyö tukee sekä Kalmarin että Rauanheimon strategisia panostuksia vähähiiliseen ja digitalisoituvaan logistiikkaan. Oulun satama toimii kehitysalustana mallille, joka on helpos-ti skaalattavissa muihin rahtiterminaleihin, satamiin ja rahtikäytäviin – niin Suomessa kuin kansainvälisesti.

Tämä hanke osoittaa käytännössä, kuinka sähköistytvä raskas liikenne, yhteentoimiva data ja tekoäly voidaan yhdistää osaksi teollista arkea – ja miten niistä rakennetaan uudenlainen, älykäs ja skaalautuva logistiikkamalli.



## KOLMEN KÄRKI - KESKEISET KEHITETTÄVÄT RATKAISUT

### 1. Kattava datan kerääminen ja harmonisointi:

Esim. logistiikkakeskuksissa toimii monia, erityyppisiä ja -ikäisiä ajoneuvoja ja laitteita, joista saatava data on hyvin erimuotoista. Kehitetään työkaluja kattavan datan kerryttämiseksi eri lähteistä myös 'legacy' varanto huomioiden. Ratkaisut vaativat standardoinnin, älykkäiden rajapintojen ja hajautetun tiedon hallinnan kehitystä.

**2. Datan monenkeskisen hyödyntämisen mahdollistaminen läpi koko logistisen arvoketjun ja sen yli:** Kehitetään organisaatioiden välistä, hallittua ja turvallista datan jakamisen ympäristöä.

Luodaan selkeät pelisäännöt liittyen esim. datan omistajuuteen, käyttöoikeuksiin ja jakamisen ehtoihin monenkeskisessä ympäristössä. Kehitetään myös vaadittavia teknisiä ratkaisuja (esim. hallittu datan jakaminen, turvallisuus) sekä sopimuksellista yhteistyötä eri toimijoiden välillä.

### 3. Arvon mahdollistaminen dataa hyödyntämällä:

Logistiikkadataa hyödynnetään uusien palveluiden ja liiketoimintamallien kehittämiseen yhdessä arvoverkon eri toimijoiden kanssa. Toteutetaan dataintensiivisten palvelujen ja niihin liittyvien innovatiivisten liiketoimintamallien ketterää kehittämistä, pilotointia ja skaalausta itse mahdollistajiin (1. ja 2.) liittyvän kehitystyön rinnalla.

# Reaaliaikainen tilannekuva **varmistaa turvallisuuden** ja mahdollistaa **toiminnan optimoimisen**

---

## 3.2.6 TEEMA #6 - AUTONOMISUUS JA AUTOMAATIO LOGISTIIKASSA

### 2025 – NYKYTILA

Autonomisten ajoneuvojen hyödyntäminen on Suomessa vielä kokeilu- ja testausvaiheessa. Joitakin hankkeita ja pilotteja on käynnistetty erityisesti satama-alueilla ja muualla suljetuissa ympäristöissä, kuten kaivoksilla ja tehdasalueilla, joissa ajoneuvot liikkuvat rajoitetuilla alueilla ja valvottuina. Teknologian kypsyystason ohella lainsäädännön esteet rajoittavat vielä autonomisten ratkaisujen laajamittaista käyttöä. Automaattisia ja autonomisia logistiikkaratkaisuja, kuten robottivarastoja ja reittioptimointijärjestelmiä, käytetään laajemmin, mutta itse kuljetusprosessit ovat edelleen pitkälti ihmisten ohjaamia. Autonomian laajamittaisempi onnistunut integrointi vaatii kehittyneempiä ohjelmistojärjestelmiä, turvallisia viestintäverkkoja ja luotettavaa anturiteknologiaa. Lisäksi tarvitaan sääntelykehyksiä järjestelmien turvallisen käytön varmistamiseksi erilaisissa toimintaympäristöissä.

Suomessa on toteutettu useita yhteistyöhankkeita, joissa yritykset, yliopistot ja teknologia-alan toimijat kehittävät autonomisia ajoneuvoja. Näitä ajoneuvoja testataan erityisesti reiteillä, joilla ei ole tiheää liikennettä ja joissa valvonta voidaan järjestää paremmin. Kuitenkin suurten, monimutkaisempien liikenneympäristöjen hallintaa, erityisesti tiheän liikenteen alueilla, tuo edelleen suuria haasteita.

Ajoneuvojen älykkäät apujärjestelmät helpottavat pitkien matkojen ajamista ja parantavat liikenneturvallisuutta. Ne tukevat kuljettajia esim. jarrutuksessa ja kaistanvaihdossa. Tällaisia osittain automatisoituja järjestelmiä on uusimmassa kalustossa, mutta ne eivät ole vielä täysin itsenäisiä, kuljettaja on loppukädessä vastuussa ajoneuvon ohjaamisesta ja hallinnasta.

### 2035 – TULEVAISUUS

Automaatio ja autonomisuus ovat muuttaneet logistiikkaa, erityisesti raskaan maantieliikenteen osalta. Puoliautonomiset kuorma-autot ja automatisoidut varastot ovat vähentäneet inhimillisiä virheitä, parantaneet tehokkuutta ja vähentäneet operointikustannuksia. Autonomiset



teknologiat, yhdistettynä nollapäästöisiin voimalinjoihin, ovat muodostaneet tien ympäristöystävällisiin ja kustannustehokkaisiin logistiikkaoperaatioihin.

Vuonna 2035 logistiikkaketjusta muodostuu kattava reaaliaikainen tilannekuva, jonka pohjalta on mahdollista optimoida ketjun toimintaa. Digitaaliset kaksoset ja ennakoiva simulointi ovat kiinteä osa ratkaisuja. Liikkuva kalustossa olevia sekä sen ulkopuolisia kehittyneitä aistinjärjestelmiä hyödynnetään monipuolisesti työn toteuttamisessa, toiminnan sopeuttamisessa eri ympäristöihin, turvallisuuden parantamisessa ja autonomian eri asteisissa ratkaisuissa.

Aistinjärjestelmiä ja älykästä ympäristöä hyödynnetään monipuolisesti turvallisuuden parantamisessa ja autonomian eriasteisissa ratkaisuissa. Monipuolisten ais-

tinjärjestelmien hyödyntämiseen pohjautuvat, turvaluokitellut ennakoivat varoitusjärjestelmät sekä törmäystenesto ovat poistaneet osaltaan vaaratilanteiden syntymisen. Kuljettajan merkitys operoinnin turvallisuuden suhteen on pienentynyt merkittävästi. Vastaavasti älykkäiden avustimien ja osittaisen automaation käytön myötä suorite ei ole enää yksistään kuljettajariippuvainen. Kuljettaja on siirtynyt suorittajan ja päätöksentekijän roolista avustavaan rooliin.

Autonomiaan kytkeytyen etäoperointi on arkipäivää erityisesti suljetuissa ympäristöissä. Ratkaisut ovat monelta osin riippumattomia käyttäjän suorasta hallinnasta ja näin tuottavuus ei riipu suoraan käyttäjistä. Kehittyneet tietoyhteysratkaisut mahdollistavat etäoperoinnin myös uusissa käyttökohteissa. Pilotteja ja kokeiluja toteutetaan myös avoimissa ympäristöissä.

## CASE – TOTEUTUS



### AUTOMATISOIDUN REKKA-AUTON PILOTOINTI

Materiaaleja on siirrettävä ja kuljetettava säännöllisesti sellu- ja sahalaiteksilla. Kuljetinhihnat ovat kustannus-tehokkaita päävirroissa, joten automatisoidut pyöräkuljetukset ovat tulevaisuudessa merkittävässä roolissa joidenkin raaka-aineiden kuljetuksessa. VTT, Stora Enso, Mantsinen ja HIAB pilotoivat ratkaisua projektissa, johon myös Innotrafik ja Nokian Renkaat osallistuivat. VTT toteutti retrofit-automatisoinnin suunnittelun ja toteutuksen, jossa kuljetusauto päivitettiin täysin automatisoiduksi. Koerekka oli varustettu erilaisilla ohjausjärjestelmillä, kameroilla, tutkalla ja sensoreilla, ja se opetettiin navigoimaan tehdasalueella mahdollisimman sujuvasti ja turvallisesti.

Automatisoinnin avulla pystyttiin nostamaan ajoneuvon luotettavuutta ja ajotarkkuutta. Kuorma-auto kuljettaa päivittäin noin 15 hakekuormaa sahalla sellun tuotantoon 1,4 kilometrin matkan. Käytetty perävaunu on ylimitoitettu, mutta kaistat ovat normaalikokoiset, mikä edellytti hyvin pieniä ajoreitin toleransseja. Testissä selvisi myös, että automaattisella ajamisella on mahdollisuus vähentää polttoaineen-kulutusta ja päästöjä kuljetuksissa. Kyseisellä reitillä ne vähenivät noin viidenneksen verrattuna tavallisiin kuljetuksiin.



## KOLMEN KÄRKI - KESKEISET KEHITETTÄVÄT RATKAISUT

### 1. Autonomisten ja automaattisten ratkaisujen

**käyttöönotto:** Kehitetään ja tuodaan hyödynnettäväksi autonomian ja automaation tason noston edellyttämiä teknologioita (esim. konnektiviteetti-, turva- ja valvontaratkaisut). Kehitetään ja pilotoidaan käyttötapauskohtaisesti eri olosuhteissa ja logistisissa ympäristöissä hyödynnettäviä autonomia- ja automaattioratkaisuja.

### 2. Aistinjärjestelmiin ja älykkääseen ympäristöön tukeutuvan turvallisuuden ja tilannetietoisuuden vahvistaminen:

Kehitetään robusteja anturi- ja anturijärjestelmäratkaisuja, sekä niihin

pohjautuvia sovelluksia esim. havainnointi- ja ennakoivia turvajärjestelmiä osana kalusto- ja infrastruktuurikehitystä. Rakennetaan kyvykkyys reaaliaikaiseen, jaettuun koko logistiikkaketjun kattavaan tilannekuvaan.

### 3. Autonomian ja automaation kehittäminen suljetuista ympäristöistä kohti avoimia liikennejärjestelmiä:

Laajennetaan automaatio ja autonomiaratkaisujen pilotointia myös avoimiin ympäristöihin, kuten tieliikenteeseen ja kaupunkijakeluun. Vähennetään kuljettajariippuvuutta ja kehitetään uusia rooleja tulevaisuuden logistiikkatyöhön, joissa ihmisen kognitiivinen kyvykkyys tukee automaatiota.

## 4 – TIEKARTAN UUTUUSARVO

---

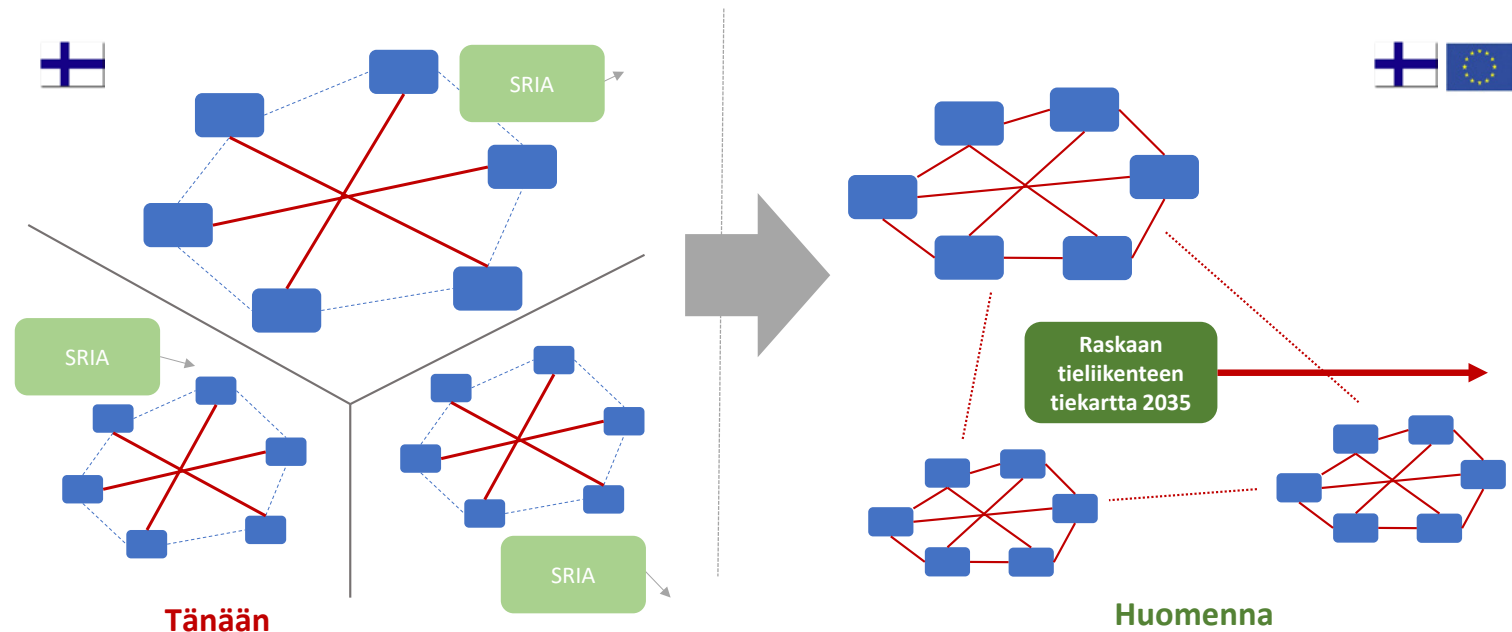


### 4.1 UUTUUSARVO #1 - KEHITTÄJIEN YHTEEN TUOJA

Yhteen maaliin pelaamiseksi tarvitaan yhteinen nimittäjä. Suomen kestävän raskaan tieliikenteen tiekartta 2035 on työkalu, joka mahdollistaa uuden lähestymisen kestävän raskaan tieliikenteen kehittämiseen. Se kokoaa yhteisen agendan ääreen eri toimijat, jotka ilman yhteistä käytännönläheistä agendaa toimisivat hajanaisesti, usein jopa toistensa tekemisiä tiedostamatta.

Tänään Suomen raskaan tieliikenteen kehityskenttä on isossa kuvassa varsin pirstaleinen: yhteenliittymiä ja kehitysaktiviteetteja muodostuu eri lähtökohdin, eri rooleissa ja rakenteissa. Agendoilla on vain harvoin aidosti vaikuttavia kytkentöjä kansallisen tason strategiaan tavoitteisiin tai toisiinsa. Pirstaleisuus tuo mukanaan hitautta, se heikentää tehtyjen panostusten hyötysuhdetta ja kehitystyön vaikuttavuutta - jo nykyisillä panostuksilla voimme saavuttaa merkittävästi enemmän.

Tiekartta toimii kokoavana ja yhteistä suuntaa osoittavana työkaluna. Sen avulla eri kehitystoimijat ja -verkot voivat asemoitua yhteisten päämäärien suuntaisesti. Tiekartan avulla vältetään tarpeetonta päällekkäisyyttä ja

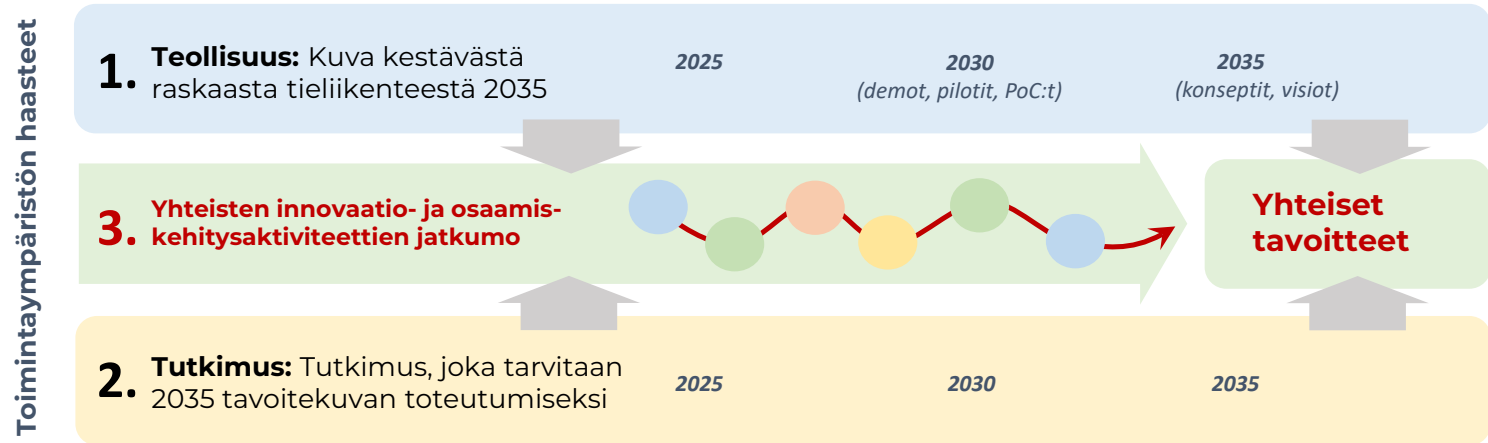


KUVA 5. YHTEISEN AGENDAN MERKITYS

mahdollistetaan toistaan täydentävä kehitys. Tässä kuvassa tiekartta ei ole pakottava ohjausmekanismi, vaan yhteinen viitekehys. Sen keskeinen arvo syntyy joukkuepelin ja yhteen maaliin pelaamisen mahdollistamisesta. Tiekartan avulla luodaan edellytyksiä kehitystoiminnan systemaattiselle yhteen sovittamiselle tavalla, joka lisää kykyämme tarttua mahdollisuuksiin ja vastata niin kansallisiin kuin kansainvälisiin muutospaineisiin.

#### 4.2 UUTUUSARVO #2 – YRITYSTEN JA TUTKIMUKSEN YHDESSÄ MUODOSTAMA JA TOTEUTTAMA TIEKARTTA

Teollisuus-tutkimus yhteistyössä muodostettu, yhteisesti ylläpidettävä tiekartta toimii ohjaavana työkaluna ja mahdollistaa logistisen kilpailukyvyyn sekä resilienssin kasvattamisen tulevaisuuden kestävässä raskaaseen tieliikenteeseen linkittyvän innovaation, osaamiskehittämisen ja yhteisen vaikuttamisen keinoin.



KUVA 6. TIEKARTAN RAKENNE

Tiekartta on rakennettu pohjanaan toimintaympäristömme tunnistetut haasteet ja mahdollisuudet. Nämä ovat päälinjoiltaan yhtenevät eurooppalaisten kumppanuuksien ja alustojen (esim. 2Zero) tunnistamien kanssa, mutta Suomen toimintaympäristön näkökulmasta tarkennettuja ja painotettuja. Tarkennus ja painotustarpeita muodostavat esim. saavutettavuudestamme ja etäisyyksistämme johtuvat tekijät. Vastineena tiekartta sisältää kestävä logistiikan tarvekuvan ja näkemyksen kestävästä raskaasta tieliikenteestä tavoitevuonna 2035 (Kuva 6., 1.). Kuva ei ole listaus erilaisista mahdollisesti hyödynnettävistä teknologioista, vaan kuvaus tulevaisuuden logistiikan ja logistisen toimintaympäristön ominaisuuksista, toiminnallisuuksista sekä siihen liittyvästä palveluista. Tutkimus on omassa tiekarttavastineessaan (Kuva 6., 2.) kuvannut mitä tutkimusta tarvitaan, jotta kuva toteutuisi.

Väliin muodostuu yhteisten aktiviteettien jatkumo (Kuva 6., 3.), jota tullaan toteuttamaan eri kokoonpanoilla lukuisissa hankkeissa. Jokaiseen päätavoitteeseen johtaa polku, jonka varrelle kaikki tavoitteen saavuttamiseksi tarvittavat aktiviteetit esim. hankkeet, osaamisen kehittämisen toimet ja vaikuttamistyö sijoittuvat. Tiekartta mahdollistaa kehitystoiminnan muodostumisen piste-mäisen toiminnan sijaan systeemiseksi ja aidosti tavoitelähtöiseksi jatkumoksi.

#### 4.3 UUTUUSARVO #3 - UUSI RASKAAN TIELIIKENTEEN MAHDOLLISTAMA ARVO

Raskaan tieliikenteen kehityksessä kuljetukset nähdään usein ensisijaisesti välttämättömänä tukitoimintona, jonka tulevaisuuden suuntaa ohjaavat kustannustehok-



kuuden vaatimukset ja sääntely, erityisesti päästövähennystavoitteet. Vaikka kustannustehokkuus on tulevaisuudessa kilpailukyvyn kannalta keskeinen tekijä ja käyttövoimamurroksen myötä oleellinen tuotannontekijä, sen yksipuolinen painottaminen kehitystoiminnassa kaventaa näkökulmaa ja rajoittaa innovatiivisten, uutta arvoa mahdollistavien ratkaisujen syntymistä. Raskaan tieliikenteen tiekartta 2035 tuo tähän kehitykseen uuden näkökulman, joka painottaa logistiikan potentiaalia täysin uuden arvonluonnin lähteenä.

Tiekartta ohjaa ajattelua kuljetuksista pelkkänä logistiikkatoimintona kohti laajempaa, monenkeskistä toimintaympäristöä ja sen muodostamia uusia mahdollisuuksia. Tulevaisuuden kuljetusratkaisut mahdollistavat esim. nykyisin taloudellista ja/tai logistista syistä hyödyntämättä jäävien materiaalien muuttumisen hyödynnettävis-

sä oleviksi resurssivirroiksi - logistiikka ei ole enää rajoite vaan mahdollistaja.

Tiekartta korostaa myös logistiikkatoiminnan tuottaman datan merkitystä uuden arvon lähteenä. Esim. reitti-, kuorma-, ympäristöhavainnointi- ja energiatehokkuusdata muodostavat arvokasta varantoa, jota voidaan hyödyntää mm. uusien logistiikkapalveluiden kehittämisessä, teollisuuden toimintojen optimoinnissa sekä uusien, myös suoraan logistiikkaan kytkeytymättömien liiketoimintojen rakentamisessa. Kuljetuksista muodostuu kiinteä osa uuden arvon luontia, ei pelkkä kustannuserä.

Kestävän raskaan tieliikenteen tiekartta toimii muutoksessa mahdollistajana. Se luo edellytykset uudenlaisten ratkaisujen yhteiskehitykselle ja siirtymälle kohti raskaan liikenteen entistä strategisempaa roolia esim. kestävän teollisuuden ja kiertotalouden edistäjänä.

## 5 – TOIMIJAKENTTÄ - TIEKARTAN TOTEUTTAJAT

---

Tiekartan osoittaman tulevaisuuskuvan toteutuminen edellyttää systeemistä muutosta. Systeemisellä muutoksella tarkoitetaan toimintamallien, rakenteiden ja niiden välisten vuorovaikutussuhteiden samanaikaista uudistamista niin, että syntyy kestäviä edellytyksiä tulevaisuuden hyvinvoinnille ja kilpailukyvyille (Sitra). Tämä muutos ei ole mahdollinen ilman yhteistä suuntaa ja yli toimialojen ja organisaatiorajojen ulottuvaa operatiivista yhteiskehittämistä.

Tiekartan toteuttaminen perustuu teollisuusvetoiseen ja ekosysteemiseen toimintatapaan, jossa eri toimijat – suuryritykset, pk-yritykset, startupit, tutkimuslaitokset ja julkiset toimijat – osallistuvat tekemiseen oman roolinsa mukaisesti. Yksittäisten toimijoiden ohella erikoistuneilla klustereilla, toimialayhteenliittymillä ja alueellisilla verkostoilla on näin keskeinen tehtävä tiekartan viemisessä käytäntöön. Yhteenliittymissä tiekarttaa toteutetaan laajakantaisesti omien profiilien ja vahvuusalueiden kautta mm. seuraavilla osa-alueilla: innovaation ja innovaatiotoiminnan kehittäminen, osaamisen vahvistaminen, operatiivisen tehokkuuden parantaminen sekä yhteinen vaikuttamistyö.

### 5.1 SUOMALAINEN YHTEISTYÖ

Tiekartan toteutuksessa on keskeisen tärkeää hyödyntää jo olemassa olevia vahvuuksia. Suomessa on lähtökohtaisesti hyvä toimintaympäristö ekosysteemisen yhteistyön syntymiselle ja toteuttamiselle. Maassamme onkin jo tänään lukuisia tiekartan tavoitteita edistäviä aktiivisia yhteenliittymiä ja verkostoja, joiden tekeminen on toisiaan täydentävää. Tämä toiminnallinen monimuotoisuus on vahvuus, joka mahdollistaa laajakantaisen kehittämisen. Yhteenliittymien välistä koordinaatiota ja vuorovaikutusta on kuitenkin tarpeen vahvistaa. Tiekartan rooli ei ole yhdenmukaistaa toimijoiden kenttää ottamalla suoraan kantaa toimijoiden identiteetteihin tai agendoihin, vaan edistää ja tukea yhteistoimintaa yhteisen päämäärän keinoin. Parhaimmillaan tiekartta luo paitsi selkeyttä ja suuntaa olemassa oleville toimijoille, myös alustan uusien yhteistyömuotojen ja toimijaverkostojen syntymiselle.

Kestävän raskaan tieliikenteen tiekartan toteutus Suomessa nojaa vahvasti julkisen ja yksityisen sektorin strategiseen yhteistyöhön. On tärkeää, että myös tässä suhteessa tavoitteet, resurssit ja toimenpiteet saadaan palvelemaan yhteistä vaikuttavuutta koko suomalaisen raskaan liikenteen toimijakentän hyväksi.



KUVA 7. TIEKARTAN TOTEUTTAJAT SUOMEN TOIMINTAYMPÄRISTÖSSÄ.

## 5.2 EUROOPPALAINEN YHTEISTYÖ

Suomalaisen yhteistyön ohella eurooppalainen yhteistyö on keskeinen edellytys raskaan liikenteen tiekartan toteutuksessa sekä myös tämän edellyttämän suotuisan toimintaympäristön rakentamisessa. Yhdessä keskeisten sidosryhmien kanssa muodostettu tiekartta on laaja-alainen ja sisältää useita eri teemoja. Kaikkea toteutukseen tarvittavaa osaamista ja kyvykkyyttä ei ole Suomessa, ja tästä syystä verkostoitumistarve erityisesti EU-tasolla on ilmeinen - pohjoismaista yhteistyötä unohtamatta. Tiekartta edellyttää Suomalaisen toiminnan ja toteuttajien

kansainvälistymistä ja vastaavasti tarvitsemme enemmän Suomalaisia toimijoita keskeisiin rooleihin eurooppalaisiin kehitysekosysteemeihin ja -verkostoihin. Eurooppalainen yhteistyö tukee paitsi tiekartan tavoitteiden saavuttamista, mutta tärkeältä osaltaan myös Suomen ajatusjohtajuuden ja laajemman vaikuttavuuden rakentamista. EU-tason kestävää ja jatkuvasti kehittyvää verkostoyhteistyötä tarvitaan myös EU:n määrittämien yhteisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Nykyisellään EU on merkittävä innovaatiotoiminnan ja investointien rahoittaja.

Logistiikka -toimialaan liittyviä kansainvälisiä säädös- ja standardioitteita rakentuu edelleen. Suomen elinkei-



noelämän kannalta on olennaista, että näihin kyetään vaikuttamaan suoraan ja ennakoiden. Tiekartta ohjaavana elementtinä mahdollistaa Suomelle ja suomalaisille toimijoille suuremman ja vaikuttavamman roolin ottamisen eurooppalaisessa säädöskehityksessä.

Konkreettisia toimia eurooppalaisen yhteistyön edistämiseksi edustavat esim. yhteiset eri maiden ja alueiden väliset EU-projektivalmistelut ja EU-projektitoteutukset yli ekosysteemirajojen. Vastaavasti yleinen parhaiden käytänteiden ja kokemusten jakaminen kansainvälisesti verkostoituen mahdollistaa myös osaltaan kehityksen viemisen eteenpäin. Tutkimus ja kehitystoimintojen suun-

nittelussa on tärkeää huomioida myös pidempi aikajänne. Tällä on merkitystä erityisesti kansainväliseen tiedepoliitiikkaan ja laajempiin yhteistyökuvioihin vaikuttaessa.

Tunnistettuja keskeisiä eurooppalaisia yhteistyötahoja edustavat esim. Horizon Europe -puiteohjelman kumppanuudet 2Zero (Towards Zero Emission Road Transport), BEPA (Batteries European Partnership Association), teknologia-alustat kuten Batteries Europe, ERTRAC (European Road Transport Research Advisory Council) -Working Group 'Long Distance Freight Transport' sekä The European Technology Platform ALICE (Alliance for Logistics Innovation through collaboration in Europe).

## 6 – VAIKUTTAVUUS SUOMEN TULEVAISUUDELLE

---

### **VISIO:**

”Vuonna 2035 Suomen raskas tieliikenne on kestävä (people, profit, planet) ja näyttää tietä myös globaalilla tasolla. Se mahdollistaa täysin uuden arvon muodostumisen yli koko arvoverkon.”

Suomessa on viime vuosina laadittu asiantuntijavoimin (top-down) useita maamme teollisuuden kehitykseen eri tavoin linkittyviä, kansallisen tason strategioita ja ohjelmia - esim. Suomen akkustrategia 2025 (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2021) ja Teollisuuspoliittinen strategia 2024 (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2024). Näiden sisältämät toimenpide-ehdotukset ovat hyviä ja potentiaalisesti vaikuttavia, mutta toimeenpano ratkaisee. Teollisuusvetoisesti (bottom-up) rakennetut tiekartat, kuten kestävän raskaan tieliikenteen tiekartta, muodostavat käytännön tavoitteidensa kautta 'maadoituspisteitä' ja ovat aktiiviteettijatkumoineen ylemmän tason strategioiden ja ohjelmien toimeenpanoa eri tavoin vahvasti tukevia. Lop-

pukädessä laajan vaikuttavuuden mahdollistaa hyvien suunnitelmien ohella saumaton jalkautusketju kansalliselta strategiselta tasolta tien päälle.

Tiekartat ovat työkalu ja osa suurempaa kokonaisuutta, jonka vaikuttavuuspotentialiaali on suuri. Tätä potentiaalia kuvaavat hyvin 4.12.2024 julkaistussa Suomen teollisuuspoliittisessa strategiassa ja sen logistiikan alatyöryhmän yhteenvedossa asetetut tavoitteet ja toimenpidesuosituksat.

1. Liikenteen verotuksen ja rahoituksen uudistamisen yhteydessä varmistetaan, että yrityksille kohdistuvat verot ja maksut pidetään kilpailukykyisinä.
2. Suomen logististen erityisolosuhteiden huomioiminen EU- ja kansainvälisessä päätöksenteossa.
3. Maantieliikenteen käyttövoimamurroksen nopeuttaminen lataus- ja jakeluinfrassa kehittämällä.
4. Liikenteen päästökauppatulojen kohdentaminen ensisijaisesti liikenteen käyttövoimamurroksen nopeuttamiseen.
5. Vaihtoehtoisten polttoaineiden saatavuuden parantaminen.

# Tiekartta **konkretisoi** **tavoitteita** ja kokoaa toteuttajat yhteen

---

Tiekartta tukee kansallisen tason strategioiden ja ohjelmien toteutusta konkretisoiden tavoitteita ja kokoamalla toteuttajat yhteen käytännön toteutustyön ääreen. Tämä työ tukee käytännön tasolla strategiassa asetettujen tavoitteiden saavuttamista niin huoltovarmuuden ja kansainvälisen saavutettavuuden turvaamisen, liikenneinfrastruktuurin ja -palveluiden kehittämisen, logistiikan kilpailukykyä huolehtimisen kuin logistiikan puhtaan siirtymän nopeuttamisen suhteen.

## **POTENTIAALINEN VAIKUTTAVUUS KESKEISIIN KILPAILUTEKIJÖIHIN:**

- Kehittää Suomen asemaa kilpailukykyisenä ja ennakoitavana toimintaympäristönä teollisuuden toimijoille.
- Vahvistaa Suomen profilia maana, joka paitsi täyttää kansainväliset vastuullisuusvaatimukset, mutta myös auttaa toimijoitaan ja kumppaneitaan pienentämään omaa ympäristökädenjälkeään.
- Ilmentää Suomen kykyä toimia ekosysteemisenä yhteistyöalustana, jossa yksityisen ja julkisen sektorin toimijat kykenevät yhdessä ratkaisemaan systeemisiä haasteita – kuten logistiikan murrosta – nopealla

aikataululla.

- Mahdollistaa osaltaan siirtymisen edelläkävijänä kestäväan tuotantoon ja liiketoimintaan myös logistiikka- ja kuljetussektorilla.
- Avaa uutta väylää digitaalisten ratkaisujen hyödyntämiselle – esim. kuljetusdataan ja älyliikenteeseen perustuville järjestelmille – ja vahvistaa näin Suomen asemaa ajatusjohtajana digitaalisessa siirtymässä.
- Luo mahdollisuuden houkutella ja sitouttaa toimialan tarvitsemaa uutta osaavaa työvoimaa ja kehittää kilpailukykyä edelleen kasvattavaa huippututkimusta.
- Tukee osaltaan tuotannollisten ja TKI-investointien kasvua.

## 7 – SITOUTUMINEN TIEKARTAN YLLÄPITÄMISEEN JA TOTEUTTAMISEEN

---

Vaikuttavuuden kannalta on tärkeää, että niin yritykset, tutkimus, kehitysyhteisliittymät kuin julkiset toimijatkin sitoutuvat tiekartan ylläpitoon ja toteutukseen. Toteutuksessa liike ratkaisee ja usein liikkeellelähtö on kaikkein haastavin vaihe. Lähtöviivalla ei tule sortua suuriin suunnitelmiin, vaan edetä oikeaan suuntaan pienin, mutta vaikuttavin askelin. Edetessä on tärkeää erottaa olenainen epäolennaisesta, tunnistaa tärkeimmät tehtävät ja hahmottaa tai ennakoida kehitysjatkomot sekä itse tekemiseen liittyvät käytännön yhteistyömahdollisuudet. Tekeminen ja tulokset syntyvät aina vuorovaikutuksessa, jossa tulos on enemmän kuin osiensa summa.

### **TOTEUTUSMATKA ON TÄRKEÄ ALOITTA YDINTEKEMISESTÄ, JOHON LUKEUTUU:**

- Tiekartan teollisuusvetoinen jatkuva ylläpito ja viestintä
- Yhteisen implementoinnin tutkakuvan muodostaminen ja ylläpito
- Tehdyt toteutukset – jo hyödynnettävissä oleva tieto saataville
- Käynnissä olevat toteutukset – ohjaus ja tehokas disseminaatio relevanttien tulosten varmistamiseksi

- Toteutusvalmistelut – toimijoiden mahdollisuus kytkeytyä tuleviin toteutuksiin ja vaikuttaa sisältöihin, tarpeettomien päällekkäisyyksien välttäminen
- Tavoitteellisten toteutusjatkumojen muodostaminen

Ydintekemisen ohella on hyvä tunnistaa käytännön tasolla lisää sisältöä eri toimijoiden välisistä yhteistyömahdollisuuksista. Tiekarttatoteutusta tukevia 'matalalla roikkuvia hedelmiä' löytyy esim. eri yhteenliittymien olemassa olevaa toimintaa tiekartan toteutuskuvaan ja yritysten tarpeisiin peilaten. Esimerkkejä näistä ovat:

- Yhteiset disseminaatiotilaisuudet esim. innovaatiokehitysaktiviteettien tulosten laajemman vaikuttavuuden mahdollistamiseksi
- Yritysten valmiuksien parantaminen uuden tiedon omaksumiseen ja hyödyntämiseen
- EU -vaikuttamiseen liittyvä yhteistyö, yhteinen EU -mahdollisuuksien näkyville tuonti
- Yhteiset kansainvälisten kumppanuuksien kehittämiseen liittyvät toimet esim. benchmarking- ja verkostoitumismatkat
- Yhteinen toimialan houkuttelevuuden kasvattaminen ja osaamisen kehittämiseen vaikuttaminen



- Yhteistyössä tehtävä relevanttien tutkimus-, koulutus- ja testausympäristöjen näkyville tuonti ja hyödyntämisen pelikirja.

Kestävän raskaan tieliikenteen tiekartta 2035 kuvaa raskaan tieliikenteen tavoiteltavaa tulevaisuutta teollisuustoimijoiden silmin. Sähköistyksen ja täydentävien nolla-vähäpäästöratkaisuiden arvolupaus on sekä taloudellinen että ympäristöllinen. Muuttuva maailma ympärillämme - asiakastarpeet, ilmastotavoitteet, teknologian kehittyminen, digitaaliset ratkaisut, halpa kotimainen päästötön energia ja kehittyvä energiainfrastrukturi - haastaa meitä uudistumaan monin eri tavoin. Seuraajille muutos muodostaa potentiaalisen uhan, avarakatseisille edelläkävijöille - meille - se on valtava mahdollisuus, jonka aika on nyt.

**Tiekartta on kyydissä - tervetuloa yhteiselle toteutusmatkalle!**

## YHTEISTYÖSSÄ



**SSAB**

**+ KEMPOWER**

**posti**



**kuljettava**



**KEULINK**

**BUSINESS  
TAMPERE**



**Tampere University**



**ELENIA**

**TRAFICOM**  
Liikenne- ja viestintävirasto



**Euroopan unionin  
rahoittama**  
NextGenerationEU

## VIITTEET

- [1] Teollisuuspoliittinen strategia (2024). Teollisuuspoliittinen strategia: Ohjausryhmän raportti. Valle, A. & Palmu, M. (toim.). Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2024:49. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-600-0>
- [2] Fossiilittoman liikenteen tiekartta (2021). Fossiilittoman liikenteen tiekartta: Valtioneuvoston periaatepäätös kotimaan liikenteen kasvihuonepäästöjen vähentämisessä. Jääskeläinen, S. (toim.). Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2021:15. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-588-0>
- [3] Seppälä, J., Liimatainen H., Ollikainen, M., Weaver, S., Ahlvik, L., Karttunen, M., Halonen, J., Viri, R., Suomalainen, E., Markkanen & J., Hänninen O. (2024). Tieliikenteen päästövähennystoimet ja niiden vaikutukset. Suomen ilmastopaneelin raportti 1/2024.
- [4] Traficom (2024). Kotimaan liikenteen CO<sub>2</sub>-päästöt liikennemuodoittain. Saatavilla: <https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/kotimaan-liikenteen-co2-paastot-liikennemuodoittain> Viitattu 29.5.2025
- [5] Lauhkonen, A. & Markkanen, J. (2023). Tieliikenteen ajoneuvokanta- ja päästöennusteen päivitys 2023. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom.
- [6] Lähde, N., Rautavirta, M., Miettinen, A., Syrjänen, V.-M., Paavola, T. & Lehtilä, O. (2020). Logistiikan digitalisaatiostrategia: Kohti tehokasta ja kestävää logistiikkaa digitalisaatiolla. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2020:13. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-582-8>
- [7] Pöyskö, T., Sirkiä, A., Riihelä, A., Kujala, R. & Utriainen, M. 2020. Logistiikan digitalisaation ilmastovaikutukset. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2020:8. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-597-2>
- [8] Kallionpää, E., Viri, R., Liimatainen, H. & Nykänen, L. (2024). Logistiikkaan liiketoiminta- ja päästövähennyspotentiaalia päästöraportoinnilla. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2024:21. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-498-9>
- [9] Jahangir Samet, M., Liimatainen, H., Pihlatie, M. & van Vliet, O. P. R. (2024). Levelized cost of driving for medium and heavy-duty battery electric trucks. Applied Energy, 361, Article 122976. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.122976>
- [10] Kansallinen akkustrategia 2025 (2021). Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2021:2. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-635-2>

[11] Sitra (2023). Megatrendit 2023 päivitys: ymmärrystä yllätysten aikaan. Saatavilla: <https://www.sitra.fi/aiheet/megatrendit/> Viitattu 1.6.2025

[12] Euroopan komissio (2025a). Corporate sustainability reporting. Saatavilla: [https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/company-reporting-and-auditing/company-reporting/corporate-sustainability-reporting\\_en?prefLang=fi](https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/company-reporting-and-auditing/company-reporting/corporate-sustainability-reporting_en?prefLang=fi) Viitattu 1.6.2025

[13] Euroopan komissio (2025b). Liikenteen päästöjen laskeminen - "CountEmissions EU". Saatavilla: [https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13217-Liikenteen-paastojen-laskeminen-CountEmissions-EU\\_fi](https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13217-Liikenteen-paastojen-laskeminen-CountEmissions-EU_fi) Viitattu 1.6.2025

[14] Euroopan Unioni, Regulation (EU) 2024/1610 of the European Parliament and of the Council of 14 May 2024, <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1610/oj> Viitattu 2.6.2025

[15] Transport & Environment, Truck CO2 standards, <https://www.transportenvironment.org/topics/trucks/truck-co2-standards> Viitattu 2.6.2025.

[16] Euroopan Unioni, Alternative Fuels Infrastructure

Regulation 2023/1804 [https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/clean-transport/alternative-fuels-sustainable-mobility-europe/alternative-fuels-infrastructure\\_en](https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/clean-transport/alternative-fuels-sustainable-mobility-europe/alternative-fuels-infrastructure_en) Viitattu 2.6.2025

[17] Euroopan komissio (2025c). ETS2: buildings, road transport and traditional sectors. Saatavilla: [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/ets2-buildings-road-transport-and-additional-sectors\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/ets2-buildings-road-transport-and-additional-sectors_en) Viitattu 2.6.2025

[18] Deb, S., Pihlatie, M., Al-Saadi, M. Smart Charging: A Comprehensive Review, in IEEE Access, vol.10, pp.134690-134703, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3227630.

# BUSINESS FINLAND

Mahdollisuuksista maailmanvalloitukseen

Business Finland on globaalin kasvun kiihdyttämö. Luomme edellytyksiä uudelle kasvulle auttamalla yrityksiä kansainvälistymään sekä rahoittamalla tutkimusta ja innovaatioita. Huippuasiantuntijamme ja uusin tieto nopeuttavat markkinoiden mahdollisuuksien tunnistamista ja auttavat muuttamaan ne kansainvälisiksi menestystarinoiksi.

**[WWW.BUSINESSFINLAND.FI](http://WWW.BUSINESSFINLAND.FI)**