



MILLÄ ENERGIALLA KULJETAMME?

RASKAAN LIIKENTEN
KÄYTTÖVOIMASIIRTYMÄN TILANNEKUVA



Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL ry

Sisällys

Johdatus käyttövoimasiirtymään	4
1 Energiamurros – eroon hiilidioksidipäästöistä	6
1.1 Energiamurros yhteiskunnassa	6
1.2 Energiamurros liikenteessä	8
2 Käyttövoimavaihtoehdot raskaassa kalustossa	13
2.1 Diesel	16
2.2 Kaasu (metaani)	18
2.3 Sähkö	19
2.4 Vety	20
3 Valmistajien näkemykset käyttövoimista	21
3.1 Volvo	22
3.2 Scania	22
3.3 Mercedes-Benz	23
3.4 MAN	23
3.5 Hyundai	24
3.6 Iveco / Nikola	24
3.7 Sisu	24
4 Jakeluinfra kuntoon	25
4.1 Dieselin jakeluasemaverkosto	26
4.2 Kaasun tankkausinfra	26
4.3 Sähkön latausinfra	28
4.4 Vedyn jakeluinfra	30
5 Kustannusvertailua – yrityksen kannattavuus oltava kunnossa	31
5.1 Kustannusvertailua eri käyttövoimien välillä	32
5.2 Hankintatuet Suomessa	37
5.3 Suuren kuljetuskaluston kustannustehokkuus	37
6 Keskeisiä havaintoja	38
7 Kuljetus- ja logistiikka-alan linjaukset	41
8 SKALin ennuste käyttövoimista	45
9 SKALin käyttövoimakysely 2022	47
10 Lähdeluettelo	50



SKAL

Julkaisija

Suomen Kuljetus ja Logistiikka
SKAL ry

Päivämäärä

19. tammikuuta 2023
Kuutiopäivässä

Työryhmä

Päävastuullisena Janne Kojo.
Työhön osallistuneet SKALin
johtoryhmän jäsenet Anssi Kujala,
Petri Murto, Ari Herrala ja Heini
Polamo. Toimitus ja taiton valvonta
Anna Yli-Saunamäki.

Taitto

Jenga Markkinointiviestintä

Kannen kuva

Aleksi Muraaja

ISBN ISBN 978-952-7246-30-6

Johdatus käyttövoima- siirtymään

Kuljetusala on ollut vastuullisesti mukana vähentämässä päästöjä. Hyvänä esimerkkinä on muun muassa se, että Suomessa on EU-alueen suurimmat mitat ja massat käytössä kuljetuskalustolla. Kuljetusyrietykset ovat tehneet huomattavia investointeja kuljetuskalustoon. Se, että kuljetamme suurilla yhdistelmillä, on tuonut kilpailukykyä, mutta myös päästövähennyksiä.

Kukaan ei kiistä, että globaalin ilmastohaasteen äärellä ilmaston lämpenemistä aiheuttavia hiilidioksidipäästöjä on vähennettävä. Mikäli päätettyihin päästövähennystavoitteisiin aiotaan päästä, hiilidioksidipäästöjen puolittaminen ja fossiilisista energialähteistä luopuminen ei enää onnistu pelkästään nykyisen kaltaisen kuljetuskaluston energia-
tehokkuutta parantamalla.

Tätä raporttia julkistaessa käsillä on energiakriisi. Nykyinen maailmantilanne on hyvin poikkeuksellinen käytännössä kaikkien energianhintojen osalta. Tilanteessa on erittäin haasteellista ennustaa eri energiamuotojen hintakehitystä, mutta myös kaluston hankintahintoja. Kuljetus- ja logistiikka-alalla joudutaan pohtimaan – osin eri suuntiinkin vetävien tekijöiden – vaikutuksia alan kulurakenteeseen, investointeihin ja kannattavan toiminnan edellytyksiin. On selvää, että mikään yritys ei voi toimia tappiollisesti.

Päästövähennyspäätöksiä on tehty kiihtyvällä vauhdilla. Samalla on kuitenkin huolehdittava, ettei muutos tapahdu Suomen elinvoiman ja kilpailukykyyn kustannuksella – erityisesti kilpailijamaihin verrattuna. Suomen maantieteellinen sijainti, etäisyydet, koko maan elinvoimaisena ja asuttuna pitäminen sekä elinkeinorakenne asettavat muutokselle erityisiä haasteita.

Realistinen kuva johtaa parempiin päätöksiin

Tässä raportissa on kuvattu tilannetta suomalaisen maan-
teiden tavaraliikenteen näkökulmasta. Selvitys on tehty aikana, jolloin kaikkien energiamuotojen hinnat ovat korkealla. Ajankohta kertoo myös siitä, että emme enää elä stabiilissa tilanteessa, jossa tulevaisuus olisi varmuudella ennustettavissa.

Selvityksessä on mukana useita näkökulmia, joista esimerkkeinä:

- Millaisia käyttövoimavaihtoehtoja fossiilille polttoaineille on.
- Millä aikataululla käyttövoimamuutos voi toteutua.
- Miten suuresta muutoksesta tavaraliikenteen energiamurroksessa on kyse ja mitä se vaatii.
- Mitä päästövähennystavoitteet tarkoittavat kuljetus- ja logistiikka-alalle.
- Lopussa esitämme keinoja, joiden myötä kuljetusala kykenee huolehtimaan oman osansa päästövähennystoimista.

Työn lähtökohtana on ollut tarkastella raskaan liikenteen eri käyttövoimavaihtoehtoja, joilla ilmastopäästöjä kasvihuonekaasujen osalta voidaan vähentää, ja joiden avulla siirtyä fossiilittomaan liikenteeseen. Vertailun ja haasteiden vuoksi muun muassa joissakin kustannuslaskelmissa on kuitenkin vertailuvaihtoehtona käytetty nykyisen kaltaista kalustoa, jossa diesel tulee olemaan vielä pitkään pääasiallinen käyttövoima.

Työssä ei ole tarkasteltu taloudellisen ajotavan, kuljetusten tehokkaan suunnittelun tai muiden esimerkiksi oikea-aikaisen huollon tai oikeiden rengaspaineiden vaikutusta. Ne kaikki ovat tärkeitä energiatehokkuutta parantavia toimia käyttövoimasta riippumatta.

Osana käyttövoimaselvitystä tehtiin myös kysely nykyisille uusiutuvilla käyttövoimilla – käytännössä kaasulla ja sähköllä – toimivia kuorma-autoja käyttäville yrityksille ja organisaatioille käyttäjäkokemusten keräämiseksi. Kysely toteutettiin marras-joulukuussa 2022 ja sen tuloksista on otteita tässä työssä.

Teknologinen kehitys ottaa koko ajan askeleita eteenpäin, mutta edelleen on epäselvää, milloin ratkaisut ovat laajamittaisesti kypsiä raskaaseen ammattiliikenteeseen. Ilmeistä on vain se, että käyttövoimamuutos raskaassa kalustossa on huomattavasti haastavampaa kuin henkilöautoissa tai säännöllisiä reittejä kulkevissa kevyemmissä linja-autoissa. Pelkästään kuljetuskalustomme koko luo erilaiset haasteet kuin Manner-Euroopassa.

Tavoitteet haastavia kuljetus- ja logistiikka-alalle

Päästövähennyksille on asetettu kovia tavoitteita. Siitä, millä aikataululla tosiasiallisesti tavoitteisiin tullaan pääsemään, on vain arvioita. Jokaisen toimijan on kuitenkin muistettava, että toimivalle ja elinvoimaiselle yhteiskunnalle on muitakin tavoitteita. Suomen logistisesta kilpailukyvyistä ja kustannuskehityksestä on huolehdittava. Tulevaisuudessa kilpailutekijöitä on yhä enemmän. Vähäpäästöisyys nousee entistä merkittävämpään rooliin, mutta kustannuksista ja muista tekijöistä on huolehdittava.

Euroopan energiakriisi ja myllerrykset haastavat kaikkia toimialoja, mutta samalla luovat uusia mahdollisuuksia muutokselle. Suomella voi olla tässä myös paljon voitettavaa. Suomi on sähköntuotannossa jo varsin kestäväällä pohjalla. Meillä on isoja mahdollisuuksia biokaasun tuotannossa liikenteen energialähteenä.

Kalustoinvestointien lisäksi tarvitaan merkittäviä panostuksia uusien käyttövoimien lataus- ja tankkausinfraan, jotta ajoneuvoilla voidaan kattavasti liikennöidä. Uusia käyttövoimia hyödyntävä kuljetuskalusto on tällä hetkellä merkittävästi kalliimpaa perinteiseen dieselkalustoon nähden. Toisaalta se laittaa myös koko kulurakennetta uusiksi liikenteessä ja logistiikassa. On tarkasteltava koko elinkaarta – niin kustannusten kuin päästöjen osalta.

Kuljetus- ja logistiikka-ala on vastuullisesti mukana kestävässä kehityksessä, mutta pitkään kestävässä murrosvaiheessakin on pidettävä huoli Suomen kilpailukyvyistä ja kotimaisen kuljetusalan toimintaedellytyksistä.

Pidetään Suomi liikkeessä – ja liikenteessä.

Tammikuussa 2023,

Jani Ylälehto
puheenjohtaja

Anssi Kujala
toimitusjohtaja

Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL ry



SKALin puheenjohtaja Jani Ylälehto ja toimitusjohtaja Anssi Kujala. Kuva: Kimmo Brandt.

1 Energiamurros – eroon hiilidioksidipäästöistä

1.1 Energiamurros yhteiskunnassa

Ilmastonmuutos on tosiasia ja ilmaston lämpenemisestä aiheutuvia päästöjä on vähennettävä globaalisti. Esimakua ilmastonmuutoksen vaikutuksista on muun muassa lisääntyneet myrskytuhot, rajut sateet, tulvat sekä pitkät paahtavat hellejaksot ja kuivuus, joka on vaikuttanut Euroopassa viljelysatoihin ja jokikuljetuksiin.

Kyse on koko maailmaa koskettavasta haasteesta. Päästöt yhtäällä aiheuttavat vaikutuksia toisaalla. Tällöin myöskään tiukemmat toimet yhtäällä eivät auta, jos toisaalla päästöjä lisätään.

Pahin skenaario on, että kilpailijamaita tiukemmillä vaatimuksilla päästöjä aiheuttava toiminta siirtyy toisaalle, jolloin vaikutus ilmastopäästöihin on pahimmillaan päinvastainen tavoiteltuun nähden. Siksi päästötavoitteissa on tärkeää olla johdonmukainen. Vähintäänkin EU-tasolla on oltava yhtenäinen linja.

Nykyään kukaan tuskin kyseenalaistaa tarvetta siirtyä kohti vähäpäästöisempää yhteiskuntaa ja samalla myös vähähiilisempää liikennettä. Fossiilisten polttoaineiden käytön aiheuttamista hiilidioksidipäästöistä pyritään pitkällä aikavälillä eroon ja niitä on vähintäänkin vähennettävä merkittävästi. Vihreä siirtymä vie nyt yhteiskuntia pois fossiilitaloudesta. Tämä on jo megatrendi, joka vaikuttaa hyvin laajalti kaikkeen.

EU:n ja Suomen päästövähennystavoitteet todella kovia

EU on sitoutunut vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä 55 prosenttia vuoteen 2030 mennessä vuoden 1990 tasosta. Tavoitteisiin pyritään pääsemään kesällä 2021 julkaistun Fit for 55 -ilmastopakatin avulla. Kesällä 2021 astui voimaan myös eurooppalainen ilmastolaki. Sen myötä ilmastoneutraaliustavoite vuoteen 2050 mennessä on laillisesti sitova, samoin 55 prosentin päästövähennystavoite.

EU:n ilmastopolitiikan ydintä ovat päästökauppa ja kansalliset tavoitteet päästökaupan ulkopuolisille aloille eli ns. taakanjakosektoreille. Myös päästövähennystavoitteet jakautuvat EU-tason päästökauppasektoriin ja kansallisen tason taakanjakoon päästökaupan ulkopuolisilla sektoreilla. Vuonna 2015 komissio antoi ehdotuksensa päästökauppasektorin päästöjen vähennystavoitteista ja seuraavana vuonna päästökaupan ulkopuolisen sektorin taakanjaoista. Päästökauppajärjestelmään kuuluvat esimerkiksi suuret teollisuuslaitokset sekä sähkön- ja lämmöntuotanto. Päästökaupan ulkopuolisista sektoreista liikenne on yksi suurimmista.

EU-tasoisena, mutta maakohtaisen taakanjakosopimuksen mukaisesti Suomen tulee vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 39 prosenttia vuoden 2005 päästöjen määrästä vuoteen 2030 mennessä. Komissio antoi heinäkuussa 2021 uuden ehdotuksen, jonka mukaisesti näitä Suomen kansallisia päästövähennystavoitteita kiristettäisiin taakanjakosektorin osalta. Uusi tavoite olisi 50 prosentin päästöjen vähenemä vuoteen 2030 mennessä, kun verrataan vuoden 2005 tasoon.

Suomen kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa on linjattu, että liikennesektorilla on tavoitteena vähentää päästöjä 50 prosentilla vuoteen 2030 mennessä ja jatkaa siitä kohti hiilineutraaliutta eli kasvihuonekaasupäästöjen nollatasoa.

Kuljetusasiakkaiden odotukset kasvavat

Myös kuljetusasiakkaiden odotukset kasvavat. On nähtävissä selviä merkkejä siitä, että kuljetusten tilaajat tulevat jatkossa yhä vahvemmin edellyttämään entistä vähäpäästöisempiä kuljetuksia. Toisaalta alhaisista päästöistä tulee myös kilpailutekijä kuljetusmarkkinoilla tulevaisuudessa. Kuljetuksien tilaajien tulee omissa vaateissaan huomioida niiden vaikutukset myös hintoihin.

Moni toimiala ja toimija vähentää omia päästöjään. Monilla yrityksillä on strategiana yhä vähähiilisempi tuotanto sekä tuotteet. Moni tähtää jopa lopputuotteen hiilineutraaliuteen. Tällöin yhä suurempi huomio tulee kiinnittymään myös valmistamiseen liittyvien logistiikkaketjujen ja kuljetusten päästöihin. Metsäteollisuudessa esimerkiksi Stora Enso on asettanut tavoitteekseen vähentää toiminnastaan aiheutuvat hiilidioksidipäästöt puoleen vuoteen 2030 mennessä.

Euroopasta on tullut signaaleja, että erityisesti verkko-kauppaa harjoittaville yrityksille maantiekuljetusten hiilidioksidipäästöt näyttelevät yhä suurempaa osaa kokonaispäästöistä. Monilla yrityksillä on selkeitä tavoitteita ilmastojalanjäljen pienentämiseksi sekä vähäpäästöisiä tai fossiilitomia kuljetuksia kohtaan tuleville vuosille. Vuosikymmenen loppua kohden mentäessä on ennakoitavissa, että vähähiiliset ja nollapäästöiset kuljetukset eivät ole enää vain kilpailutekijä, vaan myös edellytys yhä useammalle kuljetusasiakkaalle. Sama suuntaus on julkisissa hankinnoissa – myös Suomessa. Kuljetuspalvelujen hankintaan alkaa kohdistua yhä tiukempia vaateita päästöjen osalta.

Miksi hiilidioksidipäästöjä pitää vähentää?

Hiilidioksidi on yksi merkittävimpiä ilmaston lämpenemistä aiheuttavia kasvihuonekaasuja. Siinä missä hiilimonoksidi, eli häikä on epätäydellisen palamisen tuote – tappavan vaarallinen kaasu välittömästi, on hiilidioksidi normaalin palamisprosessin lopputuote, kaasu, joka puolestaan on ilmakehään päästessään hitaasti tuhoisan vaarallinen maapallolle. Ainoa tapa vähentää hiilidioksidipäästöjä on siis vähentää fossiilisten hiilipohjaisten polttoaineiden käyttöä. Fossiilisten polttoaineiden, kuten öljyn ja maakaasun, käyttö aiheuttaa arvioiden mukaan kolme neljäsosaa kasvihuonekaasupäästöistä.

Ilmakehässä kasvihuonekaasut, kuten hiilidioksidi, muodostavat kerroksen, joka päästää auringon valon lävitseen maahan, mutta estää maanpinnalta heijastuvaa lämpösäteilyä palaamasta takaisin avaruuteen, jolloin syntyy vastaava efekti kuin kasvihuoneessa. Kun ilmakehään päätyy yhä enemmän kasvihuonekaasuja, alkaa lämpötila maapallolla kohota. Tämä synnyttää samalla itseään ruokkivan ilmiön, kun muun muassa jättimäiset napajäätiköt alkavat sulaa. Aiemmin ne ovat suurina vaaleina pintoina heijastaneet paljon lämpösäteilyä pois. Sulamisen edetessä tuo heijastusvaikutus vähenee entisestään ja samalla meriveden korkeus alkaa nousta.

Ilmaston lämpenemisen seuraukset näyttäytyvät Suomessa tällä hetkellä konkreettisimmin sään ääri-ilmiöiden lisääntymisenä, kuten vesisateina keskellä talveakin, vaikeuttaen muun muassa tiestön talvikunnossapitoa ja rapauttaen tiestöä ennen – näkemättömän nopeasti – toisaalta rajuina lumikuuroina ja kesällä hyvin pitkinä kuumina hellejaksoina. Vähäroutaiset talvet ovat jo hankaloittaneet muun muassa puunkorjuuta ja metsäautoteiden käyttöä. Vakavammat muutokset ovat kuitenkin muualla.

Keski-Euroopassa on jo koettu isojen jokien eli kuljetusreittien kuivumista. Etelä-Euroopassa pitkät kuivat jaksot ovat tehneet merkittävää tuhoa ruoantuotantoon. Paahtava helle, aiempaa rajummat myrskyt, rankkasateet ja suurtulvat ovat vaikutuksia jo tänä päivänä. Merenpinnan nousu uhkaa valtaosaa maailman satamista ja suurta joukkoa suurkaupunkeja.

Laajojen alueiden muuttuminen käytännössä elinkelvottomiksi johtaisi satojen miljoonien ihmisten muuttoaaltoon. Ruoantuotannon suurilla haasteilla ja ruokapulalla olisi katastrofaaliset seuraukset. Kyse on globaalista haasteesta, joka vaatii kaikkien vastuullisuutta ja jossa kaikkien on oltava mukana.

1.2 Energiamurros liikenteessä

Liikenne on merkittävä kasvihuonekaasupäästöjen aiheuttaja. Siksi on perusteltua, että vähäpäästöisiä tai päästöttömiä tapoja liikkua ja kuljettaa kehitetään ripeästi. Kestävän liikenteen edistäminen on liikennepolitiikan keskiössä. Päästöjen ja niiden vähentämisen tarkastelun tulee lähteä liikennejärjestelmätasolta alkaen. Esimerkiksi maankäytön suunnitteluratkaisuilla on kauaskantoiset vaikutukset liikkumisen ja kuljettamisen tarpeisiin ja ratkaisuihin, samoin kuin käytettäviin liikennemuotoihin ja syntyviin päästöihin.

Kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa on linjattu, että liikennesektorilla on Suomessa tavoitteena vähentää päästöjä 50 prosentilla vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 tasosta. Vuosina 2005–2020 liikenteen hiilidioksidipäästöjen määrä on vähentynyt Suomessa 19 prosenttia.

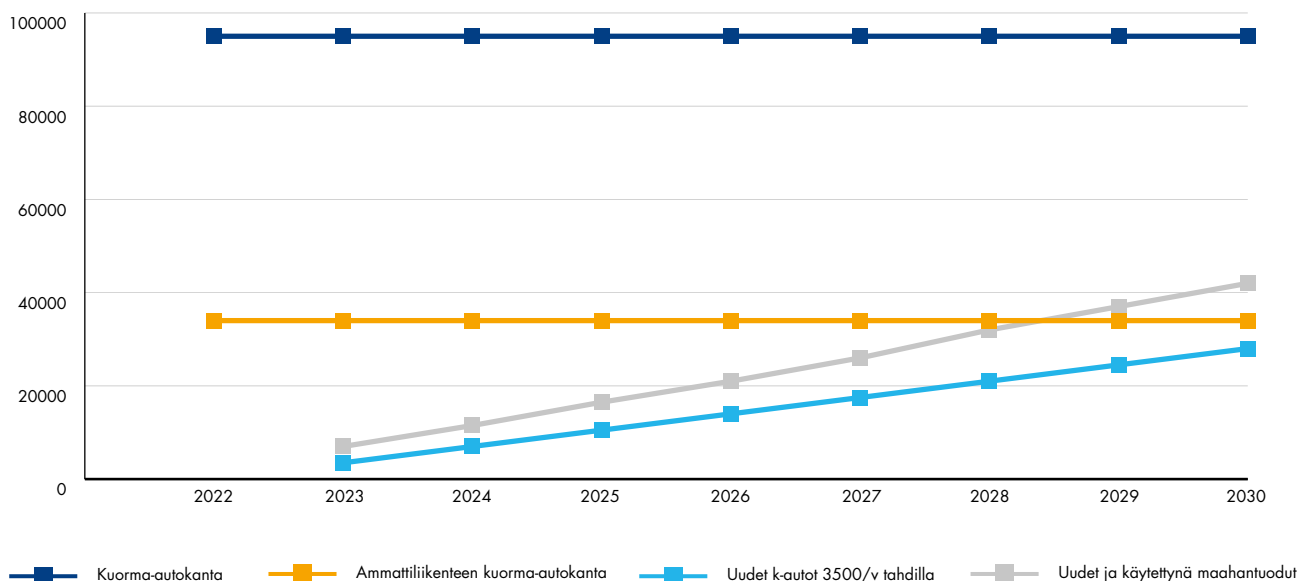
Tieliikenteessä henkilöauto- ja linja-autoliikenteen osalta käyttövoimasiirtymä fossiilisista polttoaineista kestävämpiin hiilineutraaleihin energiamuotoihin on jo selkeästi alkanut. Raskaassa tavaraliikenteessä laaja käyttövoimasiirtymä ottaa enemmän aikaa. Se vaatii merkittävämpiä investointeja paitsi itse kuljetuskalustoon, myös laajemmin muun muassa jakeluinfraan.

Tavaraliikenteen yrityksistä valtaosa (yli 85 prosenttia) on pieniä, maksimissaan viiden auton kuljetusyrityksiä. Logistiikkaketjut muodostuvat usein useammista alihankintaportaista. Varsinainen kuljetustoiminta on usein ulkoistettua myös logistiikkatoimijoilla, kuten esimerkiksi elintarvike-logistiikassa. Tällöin logistiikkakeskukset ja terminaalit ovat eri toimijan kuin niissä asioiva kuljetuskalusto.

Suomen liikennekäytössä oleva kuorma-autokanta on ollut viimeiset kymmenen vuotta noin 95 000 kuorma-autoa. Tästä noin 34 000 ajoneuvoa on rekisteröity luvanvaraiseen liikenteeseen, siis ammattimaiseen tavarankuljetukseen. Myös tämä määrä on pysynyt 10 vuotta hyvin vakaana. Suomessa on rekisteröity uusia kuorma-autoja viimeisen kymmenen vuoden aikana keskimäärin noin 3 400 kpl vuodessa. Tämän lisäksi Suomeen tuodaan varsin merkittävä määrä käytettyjä kuorma-autoja ulkomailta. Vuonna 2021 tämä määrä oli 1 900 kpl. Myös käytettynä maahantuodut kuorma-autot nuorentavat Suomen kuorma-autokantaa.

Nykyisellä investointitahdilla koko kuorma-autokannasta hieman vajaa kolmannes ehtii uusiutua vuoteen 2030 mennessä. Valtaosa nyt tehtävistä uusinvestoinneista on dieselkäyttöisiä kuorma-autoja. Mikäli tämän lisäksi käytettynä maahantuotaisiin vuosittain 1900 kuorma-autoa, ehtisi vuoteen 2030 mennessä vaihtua noin 45 prosenttia kuorma-autokannasta, jos oletetaan, että uusilla ja käytettynä maahantuoduilla kuorma-autoilla korvataan olemassa olevaa kalustoa, ja kuorma-autokannan kokonaismäärä pysyy samassa noin 95 000 ajoneuvossa. Määrä on pysytellyt siinä 2010-luvun alusta alkaen.

Kuorma-autokannan uusiutuminen



Vuonna 2021 ensirekisteröitiin 3 536 kuorma-autoa, joista 3 297 oli dieselkäyttöisiä (vastaa noin 93 prosenttia kaikista ensirekisteröinneistä), kaasukäyttöisiä oli 96 ja sähkökäyttöisiä kaksi kappaletta. Loppuosuus (141 ajoneuvoa) oli bensiinikäyttöisiä, käytännössä isoja kuorma-autoiksi rekisteröityjä avolava-autoja. Vuoden 2022 aikana uusia kaasukäyttöisiä kuorma-autoja rekisteröitiin 94 ja sähkökäyttöisiä 15 kappaletta.

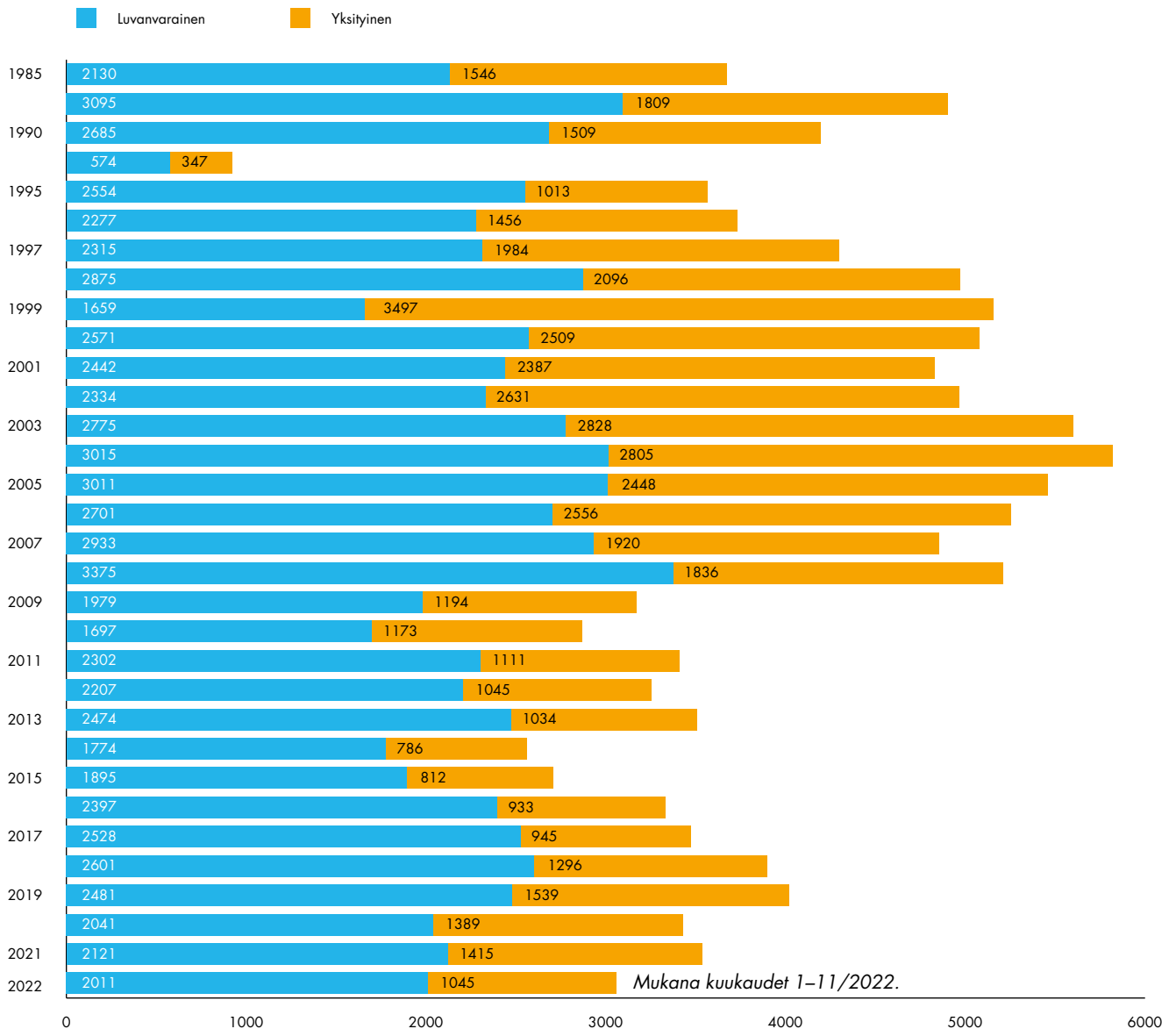
Koko 95 000 kuorma-autokannasta dieselkäyttöisiä oli vuoden 2021 lopussa 97 prosenttia, ammattiliikenteessä olevista autoista hieman vieläkin suurempi osuus, sillä ammattiliikenteessä ei käytetä juuri lainkaan bensiinikäyttöisiä kuorma-autoja. Kaasukäyttöisiä (metaani) kuorma-autoja oli vuoden 2021 lopussa noin 400 ja sähkökäyttöisiä kymmenkunta. Vuoden 2022 marraskuuhun mennessä kaasukäyttöisten määrä nousi lähes viiteen sataan ja sähkökäyttöisten määrä tuplaantui eiluun kahteenkymmeneen. Nykyisellä kiertonopeudella vaihtuu siis 35 000 autoa 10 vuoden aikana. Uusinvestoinnit painottuvat ammattiliikenteeseen.

Vuoden 2008 talouskriisin jälkeen investointitaso uuteen kuljetuskalustoon putosi reilun 5 000 ajoneuvon vuotuiselta tasolta nykyiselle noin 3 500 tasolle, eikä ole noussut enää entisiin lukemiin. Käyttövoimasiirtymän yksi lähtökohta tulisikin olla, että kuljetusalalle luodaan toimintaympäristöä, joka mahdollistaa investointitason nostamisen vähintään aiemmalle tasolle.

Kuorma-autokanta	2017	2018	2019	2020	2021	2022 E
Diesel	94 168	94 317	93 000	93 132	92 848	92 750
Kaasu	99	131	177	295	404	500
Sähkö	1	2	2	7	9	23

Kuorma-autokannan kehitys eri käyttövoimien mukaan jaoteltuna. (Vuoden 2022 luvut ovat ennusteita koko vuoden osalta perustuen marraskuun tilanteeseen.)

Uusien kuorma-autojen rekisteröinnit (kpl) 1985–2021



SKAL Kuljetusbarometrin 2/2022 perusteella 95 prosenttia uusista kuorma-autoinvestoinneista kohdistuu dieselkäyttöisiin ajoneuvoihin. Samaan aikaan koko Eurooppa pyrkii vähentämään riippuvuutta fossiilista polttoaineista. Yhtälö on todella vaikea kuljetusalan näkökulmasta, vaikka fossiilisten polttoaineiden käytön ja ilmastopäästöjen vähentämisen tarve on ilmeinen. Dieselin hinnan raju nousu vuodesta 2021 alkaen on johtanut kustannuskriisiin ja investointikyvyn heikkenemiseen kuljetus- ja logistiikka-alalla.

Kuljetusalan kannattavuus laski voimakkaasti vuoden 2022 aikana kohonneiden kustannusten aikana. Alan investointimahdollisuudet ovat rajalliset kalustoon, joka on merkittävästi kalliimpaa, kuljetustehtäviin ja nykyiseen kuljetusjärjestelmään osin heikommin soveltuvaa ja jonka tankkaus- tai latausmahdollisuudet ovat dieseliä rajallisemmat. Käyttövoimamurros tulee siis vaatimaan huomattavan paljon aikaa, mutta myös laaja-alaisesti monen tahon toimia.

Yksi toistaiseksi varsin avoimista, mutta keskeisistä, kysymyksistä uusissa käyttövoimissa liittyy kaluston pidempiaikaiseen käytettävyyteen tulevaisuudessa. Vaikka tällä hetkellä olisi kuljetustehtävä, johon soveltuisi esimerkiksi kaasukäyttöinen ajoneuvo tankkausinfra ja toimintasäteen osalta, vaihtelevat kuljetustehtävät ja reitit. Ne voivat olla hyvin erilaisia jo vuoden kuluttua. Kaluston soveltuvuus joustavasti eri tehtäviin on keskeinen asia kaluston hankintaa koskevissa investointipäätöksissä.

Logistiikassa käyttövoimamuutos tarkoittaa suurempaa asiaa kuin henkilöautoissa.

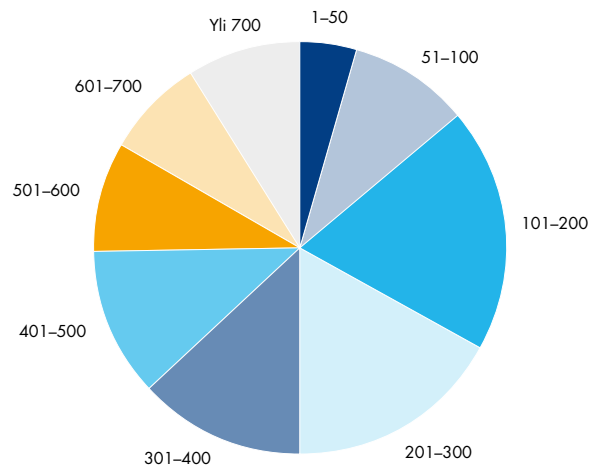
- Vaikuttaako käyttövoimamurros koko logistiseen järjestelmään, onko kyse pelkästä käyttövoiman vaihtumisesta vai logistisen järjestelmän ja toimitusketjujen laajemmasta muutoksesta?
- Tuleeko kuorma-auton tankkauksen/latauksen ajoittamisesta yksi uusi tekijä kuljetusten suunnitteluun ja ajojärjestelyyn?
- Sähkökuorma-auton lataus on osa logistista ketjua (esimerkiksi terminaaleissa), ei irrallinen toimenpide dieselin tankkaamisen tavoin. Tämä vaatii asian huomioimista jo logistiikkakeskusten suunnitteluvaiheessa. Maankäytön suunnittelu?
- Kuka omistaa ajoneuvot jatkossa? Onko kuljetusyriitys yhä vahvemmin palveluntuottaja ja ajoneuvovalmistaja kaluston omistaja kantaen riskin muun muassa akuston kestäväydestä, jatkokäytöstä ja kierrätyksestä?
- Mikä on järkevä kaluston koko, jos kalusto on joka tapauksessa nollapäästöistä hiilidioksidin osalta? Tasapaino akuston koon ja hyötykuorman välillä?
- Kuljettamisen kustannusrakenne?
- Vaikutukset kuljettamisen tukitoimialoihin, kuten ajoneuvokorjaamoille kohdistuva aivan uudenlainen osaamistarve.
- Turvallisuuskäsitteet muun muassa sähkön ja vedyn osalta ovat erilaisia kuin palavien polttonesteiden.



Kuva: Pixhill

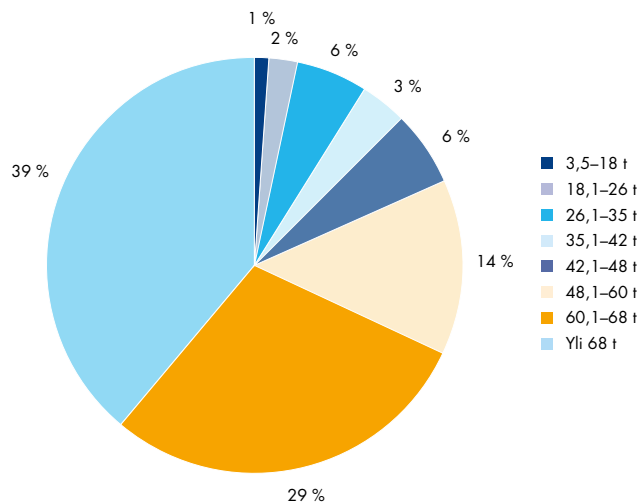
Tavaraliikenteen käyttövoimasiirtymässä keskeisiä taustatekijöitä ovat kuljetusetäisyys ja massa. Ne vaikuttavat oleellisesti käytettävissä oleviin käyttövoimavaihtoehtoihin. Näitä kahta tekijää on avattu seuraavissa kahdessa kuvaajassa.

Kuljetussuorite kuljetusetäisyyden mukaan, 2021, km



Kotimaan kuorma-autoliikenteen kuljetussuorite kuljetusetäisyyden mukaan jaoteltuna (ilman maa-ainekuljetuksia). Lähde: Tilastokeskus.

Kuljetussuorite kokonaismassaluokan mukaan, 2021



Maa-ainekuljetukset muodostavat kotimaan kuorma-autoliikenteen kuljetussuoritteesta 10 prosenttia ja näistä noin puolet on kuljetusetäisyydeltään alle 50 km kuljetuksia. Huomionarvoista on kuitenkin, että vaikka yksittäisten kuljetusten kuljetusetäisyydet ovat pieniä, suoritetaan useita kuljetussuorituksia peräkkäin, jolloin mielekäs mittari on myös yhdenjaksoisen ajon/työpäivän pituus esimerkiksi luontevia lataustaukoja ajatellen.

Kotimaan kuorma-autoliikenteen kuljetussuoritteesta 68 prosenttia syntyy kokonaismassaltaan yli 60 tonnin ajoneuvoyhdistelmillä. Vastaavasti 2-akselisilla kuorma-autoilla (painoluokka 3,5-18 tonnia), jotka ovat tyypillisiä muun muassa kaupunkien jakeliikenteessä syntyy vain 1 prosentti kotimaan kuljetussuoritteesta.

KÄYTTÖVOIMA- VAIHTOEHDOT RASKAASSA KALUSTOSSA



2 Käyttövoimavaihtoehdot raskaassa kalustossa

Tässä luvussa on lyhyt katsaus raskaan liikenteen eri käyttövoimavaihtoehtoihin sekä vaihtoehtojen päästöihin, ominaisuuksiin, haasteisiin ja mahdollisuuksiin.

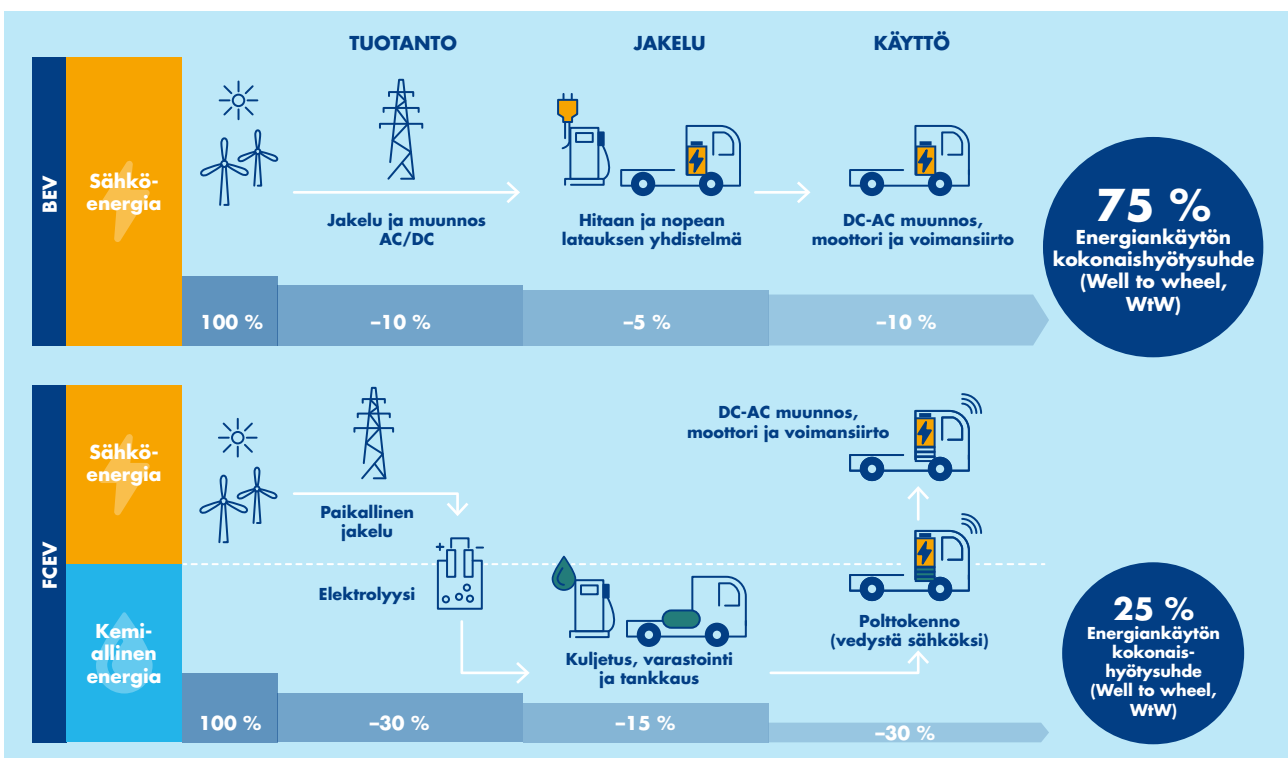
Kaikkiin eri käyttövoimiin liittyy myös kysymykset ajoneuvon valmistamisen aikaisista päästöistä. Nämä voivat vaihdella merkittävästikin käyttövoiman mukaan, esimerkkinä akkujen valmistaminen ja niiden uusiokäytön sekä kierrätyksen mahdollisuudet laajemmassa mittakaavassa. Tarkastelun lähtökohta tulee olla yhä vahvemmin koko elinkaaren aikaiset ilmastopäästöt, samoin kuin elinkaarikustannukset.

Eräs keskeinen tekijä eri käyttövoimavaihtoehtojen vertailuissa on yleisesti niiden energiatehokkuus: paljonko käytetystä energiasta lopulta pystytään hyödyntämään ajoneuvon liikuttamiseen. Karkealla tasolla suoran sähkön, polttokennotekniikkaan perustuvan vedyn ja polttomoottoritekniikkaa hyödyntävien sähköpolttoaineiden (esimerkiksi synteettinen metaani) perustuvia eroja on kuvattua alla olevassa kuvassa.

Käyttövoimien kokonaishyötysuhteita, kun huomioidaan tuotantoprosessi, energian siirto ja muuttaminen ajoneuvon liike-energiaksi

Suora sähkö	→	70...80 %
Polttokenno / vety	→	20...25 %
Sähköpolttoaineet (kuten synteettinen kaasu ja synteettinen diesel)	→	10...15 %

Nollapäästöisten käyttövoimavaihtoehtojen eli täyssähkön (BEV) ja vetypolttokennon (FCEV) hyötysuhteiden muodostumisen vertailua:



Yhteenveto eri käyttövoimavaihtoehdoista tällä hetkellä

	Plussat	Miinukset
Uusiutuva diesel (HVO)	<ul style="list-style-type: none"> + Voidaan hyödyntää sataprosenttisenakin olemassa olevassa dieselkalustossa + Kattava jakeluinfra olemassa 	<ul style="list-style-type: none"> – Raaka-aineen saatavuus laajemmassa käytössä – Hinta
Synteettinen diesel	<ul style="list-style-type: none"> + Soveltuu koko nykyiselle diesel-ajoneuvo-kalustolle + Voidaan hyödyntää nykyistä dieselin jakeluinfraa 	<ul style="list-style-type: none"> – Tuotanto vielä kehitysasteella, vaihtoehto vasta pidemmällä tulevaisuudessa? – Uusiutuvaa dieseliäkin korkeampi hinta (?) – Heikko kokonaishyötysuhde vaativan tuotantoprosessin seurauksena – Tuotantoprosessi vaatii paljon kestävästi tuotettua sähköä – Tuleva EU-säätely ja suhtautuminen sähköpoltoaineisiin nollapäästöisinä?
Nesteytetty biokaasu (metaani)	<ul style="list-style-type: none"> + Kotimaista tuotantoa, jota mahdollisuus myös lisätä + Mahdollistaa tällä hetkellä maksimissaan 68 tonnin yhdistelmät + Kilpailukykyinen hinta 	<ul style="list-style-type: none"> – Suppea, rajallinen tankkausinfra – Tuleva EU-säätely ja sen suhtautuminen kaasuun?
Synteettinen kaasu (metaani)	<ul style="list-style-type: none"> + Soveltuu nykyisiinkin kaasujoneuvoihin suoraan + Suomessa kotimaisia hankkeita vireillä tuotannon käynnistämiseksi 	<ul style="list-style-type: none"> – Heikko kokonaishyötysuhde – Tuotantoprosessi vaatii paljon kestävästi tuotettua sähköä – Korkea hinta (?) – Tuleva EU-säätely ja suhtautuminen sähköpoltoaineisiin nollapäästöisinä?
Sähkö	<ul style="list-style-type: none"> + Energiatehokkain + Käyttökustannuksiltaan edullinen + Suomessa sähköntuotanto jo nyt kestävämmällä pohjalla kuin Euroopassa keskimäärin 	<ul style="list-style-type: none"> – Korkea kaluston hankintahinta – Rajallinen toimintasäde nykyisen logistiikkajärjestelmän tarpeisiin – Puuttuva raskaalle kalustolle soveltuva latausinfra – Latausinfra vaatii investointeja myös kuljetusyritysten sähköliittymiin ja latauslaitteisiin – Lataaminen vaatii aikaa ja vaikuttaa kuljetusketjuihin laajalti – Akkujen elinkaari
Vety	<ul style="list-style-type: none"> + Mahdollistaa pitkän toimintasäteen myös raskaimmassa kalustossa 	<ul style="list-style-type: none"> – Korkea hankintahinta – Puuttuva jakeluinfra Suomesta – Sähköä heikompi energiatehokkuus / kokonaishyötysuhde

2.1 Diesel

Dieseltekniikkaa on kehitetty huomattavasti viimeisten vuosikymmenten aikana. Muun muassa käytössä olleet EURO-päästöluokitukset ovat ohjanneet moottoritekniikan kehitystä. Näiden myötä moni päästökomponentti on saatu vähennettyä pieneen murto-osaan aiemmasta. Hiilidioksidi on palamisprosessin lopputuote, jolloin hiilidioksidipäästöjen määrä on vääjäämättä suoraan verrannollinen käytetyn polttoaineen määrään, eikä sen vähentäminen ole tämän vuoksi mahdollista esimerkiksi puhdistustekniikkaa kehittämällä.

Poliittiset päättäjät ovat linjanneet tavoitteeksi päästöjen puolittamisen 2030 mennessä ja siirtymisen vähähiiliseen, nollapäästöiseen fossiilittomaan liikenteeseen vuoteen 2045 mennessä. Tavoitteet tarkoittavat väistämättä pääosin luopumista fossiilisesta dieselpolttoaineesta. Tavoitteet ovat haastavia.

Vuonna 2021 ensirekisteröidyistä kuorma-autoista dieselkäyttöisiä oli 93 prosenttia. Dieselkäyttöisten osuus on pysynyt samana myös vuoden 2022 marraskuuhun mennessä. Luvanvaraisessa ammattiliikenteessä käytettävän kuorma-autokaluston osalta osuus on vielä hieman suurempi. Nämä luvut kertovat sen, että diesel on pääasiallisena käyttövoimana vielä pitkään.

Nykyaikainen dieselmoottori soveltuu monenlaisista raaka-aineista valmistetun polttoaineen käyttöön. Uusiutuvia raaka-aineista valmistetun vähäpäästöisen dieselin käyttöönotto onkin tehokas ja nopeasti toteutettava keino hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi hyödyntämällä nykyistä dieselkalustoa. Käytännössä sata prosenttinenkin uusiutuva diesel (HVO) soveltuu suoraan nykyaikaisessa dieselmoottorissa käytettäväksi.

Uusiutuvan dieselin (HVO) maailmanmarkkinahinta ilman erilaisia veroja yms. maksuja oli syksyllä 2022 lähes kolminkertainen fossiiliseen dieseliin verrattuna. Uusiutuvaa dieseliä voidaan myös sekoittaa fossiilisen dieselin sekaan ja tällaista jakeluelvoitetta (sekoitelvelvoitetta) käytetäänkin yhtenä nopeasti toteutettavissa olevana päästövähennyskeinona, jolla saadaan fossiilisen dieselin käyttöä korvattua uusiutuvalla dieselillä.

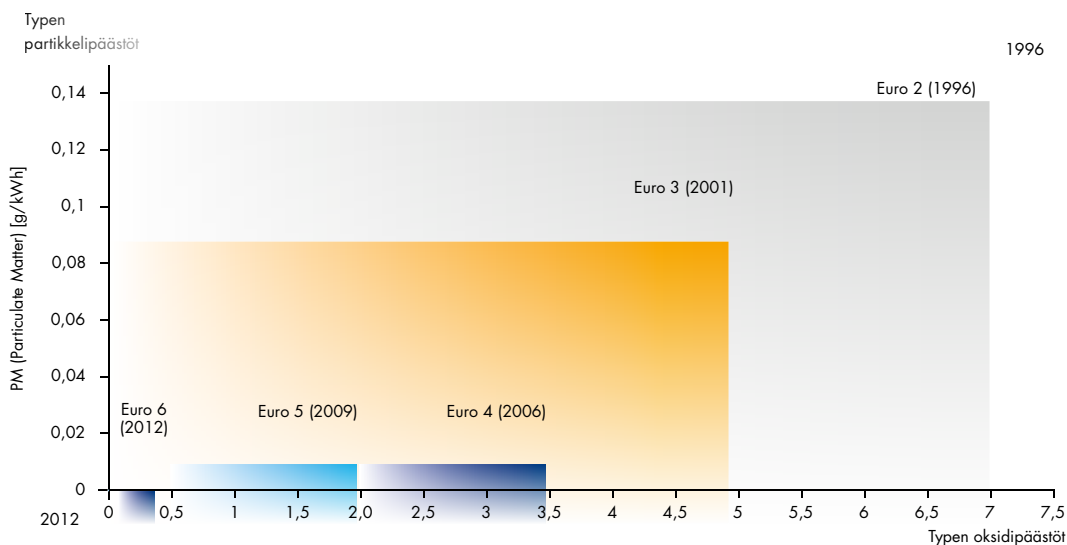
Vuonna 2023 Suomessa on käytössä 13,5 prosentin jakeluelvoite. Alun perin jakeluelvoite olisi ollut 21 prosenttia, mutta muun muassa SKALin tekemän vaikuttamistyön myötä jakeluelvoitetta alennettiin 7,5 prosenttiyksiköllä vuosina 2022 ja 2023. Jakeluelvoitteen tasoon kohdistuu kuitenkin korotuspaineita.

Jos liikennesektorille asetettu 50 prosentin päästövähennystavoite haluttaisiin saavuttaa pelkästään dieselteknologialla ja käyttämällä uusiutuvaa dieseliä fossiilisen sijaan, tulisi uusiutuvan dieselin osuuden olla lähellä 50 prosentin tasoa. Toisin sanoen jakeluelvoitteen tulisi olla tätä suuruusluokkaa. Näin suurella jakeluelvoitteella olisi jo hyvin merkittävät hintavaikutukset.

Jakeluelvoitteen suuruus vaikuttaa oleellisesti myytävän dieselin hintaan. Viereisen sivun kuvaajassa on jakeluelvoitteen yhden prosenttiyksikön hintavaikutukseksi arvioitu 1,7 senttiä per litra. Se kuvastaa hintatasoa vuoden 2022 jälkimmäisellä puoliskolla ja heijastelee hintavaikutusta, joka uusiutuvan dieselin osuuden muutoksilla myytävässä dieselpolttoaineessa on ollut nähtävillä.

Tällä hetkellä Neste myy sataprosenttisesti uusiutuvaa dieseliä, joka on arvonlisäverottomalta hinnaltaan 18 senttiä kalliimpaa (per litra), jos verrataan jakeluelvoitteen sisältävään ns. tavalliseen dieseliin. Herääkin kysymys, pysyykö uusiutuvan dieselin hinta samana, mikäli raskas liikenne siirtyisi sen käyttöön laajassa mittakaavassa.

Euro-luokituksen mukaiset päästöstandardit



Typen oksidi- ja partikkelipäästöt on saatu pudotettua hyvin pieneen murto-osaan 90-luvulta jo 2010-luvulle tultaessa.

SKAL Kuljetusbarometri 3/2022

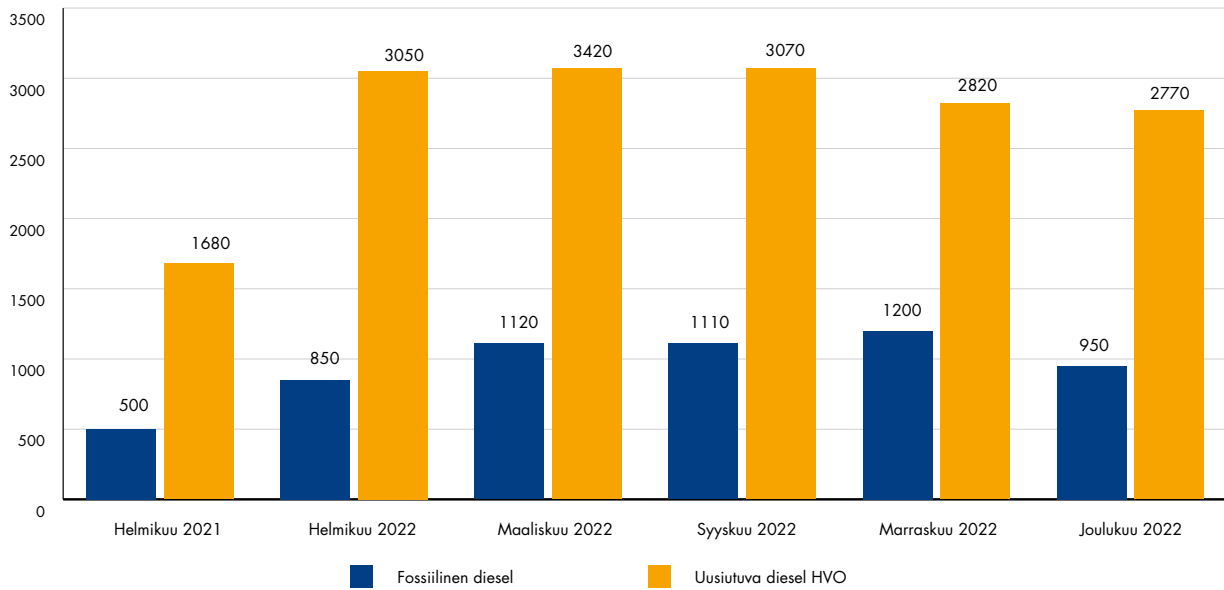
SKAL Kuljetusbarometri toteutetaan kolme kertaa vuodessa SKALin jäsenyrityksille. Syksyllä 2022 toteutetun kyselyn mukaan valtaosalla yrityksistä, jotka ovat lähikuukausina tekemässä kalustoinvestointeja, investointi kohdistuu dieselkäyttöiseen kalustoon. Sama yritys voi luonnollisesti investoida useampiin eri käyttövoimiin, joten prosentiosuudet menevät yli 100 prosentin.

Mikäli yrityksesi on investoimassa kuljetuskalustoon seuraavan neljän kuukauden aikana, mikä on suunnittelemiesi autoinvestointien käyttövoima?

Prosenttiosuus

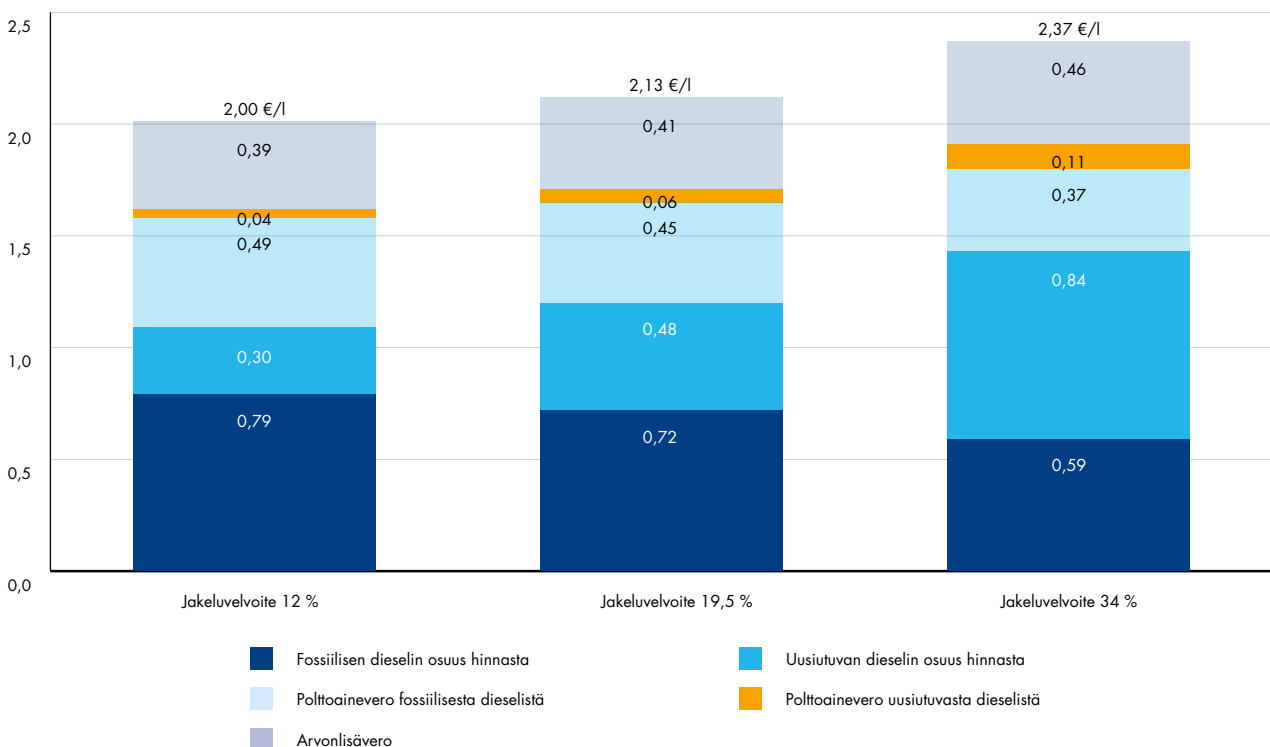
Diesel	99,2 %
Paineistettu kaasu	2,4 %
Nesteytetty kaasu	0,8 %
Sähkö	1,6 %
Hybridi	0,8 %
En osaa vielä sanoa	0,8 %
Muu, mikä?	0,0 %

Fossiilisen dieselin ja HVO:n maailmanmarkkinahinnat \$/t



Lähde: Agrus / Platts

Dieselin hinnan muodostuminen 9/2022 maailmanmarkkinahinnoilla ja polttoaineveron tasolla



2.2 Kaasu (metaani)

Liikennepolttoaineista puhuttaessa kaasulla tarkoitetaan metaania. Kaasua ajoneuvo perustuu metaanin polttamiseen ja palamisprosessista saatavan energian hyödyntämiseen.

Metaanikaasun käyttämisessä liikenteen energialähteenä on hiilidioksidipäästöjen osalta keskeinen kysymys se, millä tavoin tuotettua kaasua polttoaineena käytetään. Käytetäänkö maakaasua vai esimerkiksi jätteestä tuotettua biokaasua. Erityisesti biokaasun osalta isoksi haasteeksi nousee sen riittävyys, mikäli merkittävä osa Suomen raskaasta kalustosta käyttäisi kaasua energialähteenään.

Vuonna 2021 ensirekisteröidyistä kuorma-autoista kaasukäyttöisiä oli Suomessa 2,7 prosenttia (96 kpl). Vuonna 2022 kaasukäyttöisten osuus kuorma-autojen ensirekisteröinneistä pysyi käytännössä ennallaan.

Laajemmin esimerkiksi koko Euroopan tasoisesti ajatellen ei biokaasun valmistus ja riittävyys ole ainakaan nykytiedon valossa realismia. Maakaasu on puolestaan fossiilinen polttoaine, joka aiheuttaa öljypohjaisen dieselin tavoin hiilidioksidipäästöjä, joskin jonkin verran dieseliä vähemmän. Biokaasua käytettäessä kaasukäyttöisen ajoneuvon hiilidioksidipäästöt voivat puolestaan olla jopa 90 prosenttia pienemmät fossiilista polttoainetta käyttävään ajoneuvoon verrattuna.

Euroopan tasolla maakaasun hinnan raju kohoaminen ja toisaalta venäläisestä maakaasusta luopuminen on tehnyt kaasukäyttöisistä ajoneuvoista nopeasti kustannuksiltaan kilpailukyvyttömiä dieseliin verrattuna. Suomessa tilanne on toinen, sillä meillä on kotimaista biokaasun tuotantoa, joka on kilpailukykyinen vähäpäästöinen vaihtoehto.

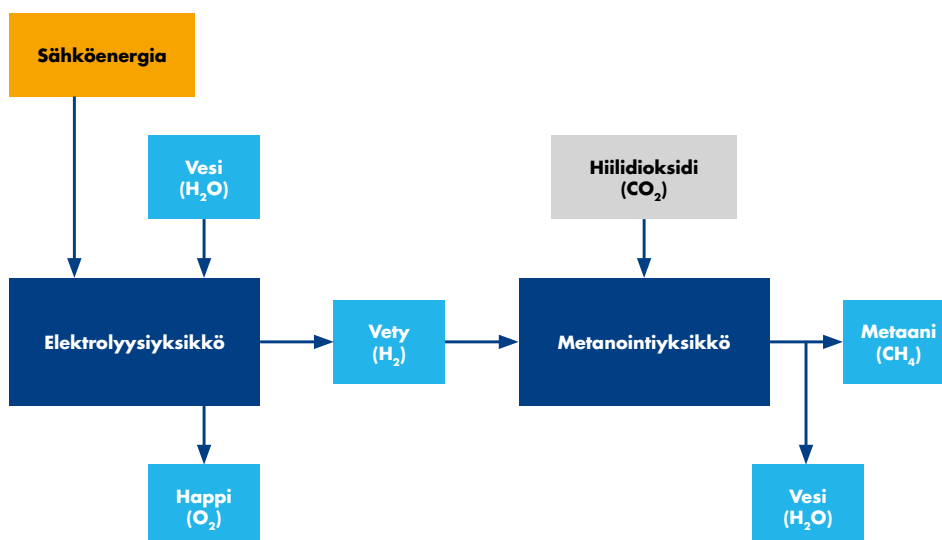
Suomessa kaasukäyttöisissä henkilöautoissa käytetään paineistettua kaasua (CNG/CBG), jota käytetään myös jonkin verran jakelu- ja keräilykuljetuksissa (esimerkiksi jäteautoissa) ja bussiliikenteessä. Nesteytetty kaasu (LNG/LBG) puolestaan soveltuu paremmin raskaaseen ja pitkämatkaiseen liikenteeseen, sillä se tarjoaa pidemmän toimintamatkan paljon energiaa vaativissa kuljetuksissa. Toimintamatka yhdellä tankkauksella raskaassa liikenteessä voi olla yli 1000 kilometriä. Metaani saadaan nesteytettyä jäähdyttämällä se -162 asteeseen.

EU:n CO₂-standardia ollaan uusimassa vuoden 2023 ensimmäisen puoliskon aikana ja keskeinen kysymys tulee olemaan, kuinka CO₂-raja-arvoasetus suhtautuu biokaasuun käyttövoimana. Tulkitaan biokaasua ajoneuvot uusiutuvan energian päästöttömiksi ajoneuvoiksi vai ei.

Vuonna 2021 ensirekisteröidyistä kuorma-autoista kaasukäyttöisiä oli Suomessa 2,7 prosenttia (96 kpl). Vuonna 2022 kaasukäyttöisten osuus kuorma-autojen ensirekisteröinneistä pysyi käytännössä ennallaan (2,8 prosenttia) ja niitä rekisteröitiin 94 kpl.

Maakaasu on fossiilinen polttoaine, joka synnyttää hiilidioksidipäästöjä. Biokaasun riittävyys puolestaan laajassa käytössä – varsinkin kansainvälisesti ajatellen – on suuri haaste. Siksi kaasu voidaan nähdä tällä hetkellä ensisijaisesti siirtymävaiheen ratkaisuna päästöjen vähentämisessä. Pidemmällä tähtäimellä biokaasun tuotanto ja riittävyys on keskeisiä kysymyksiä, joiden osalta Suomessa tilanne vaikuttaa merkittävästi paremmalta kuin yleisesti Euroopan tasolla. Kuitenkin tämän vuoksi laajemmassa liikennekäytössä kaasun rooliksi voi jäädä lopulta toimiminen lähinnä välivaiheen ratkaisuna kohti täysin päästöttömiä energiamuotoja.

Power-to-Gas -prosessikaavio (sähköenergia + vesi + hiilidioksidi → metaani)



Synteettisen metaanin tuotantoprosessi. Kuvan lähde: www.pj-hydro.fi/

Synteettinen kaasu (metaani)

Vähäpäästöistä fossiilivapaata kaasua (metaania) on biokaasun lisäksi mahdollista tuottaa myös synteettisesti. Synteettisen metaanin valmistaminen tarkoittaa käytännössä hiilidioksidin ja päästöttömällä sähköllä tuotetun vedyn yhdistämistä. Saatua synteettinen metaani nesteyttämällä saadaan käytännössä LNG/LBG-kaasua esimerkiksi raskaan liikenteen tarpeisiin.

Kyseessä on yksi ns. Power-to-X-menetelmästä, joissa uusiutuvan sähköenergian (kuten tuulivoiman) avulla tuotetaan synteettisiä ns. sähköpolttoaineita. Yksinkertaistettuna kyse on sähkön muuntamista toiseen, käytännössä paremmin varastoitavaan energiamuotoon, ja lopputuotteesta käytetäänkin tämän vuoksi myös termiä sähköpolttoaineet.

Synteettinen metaani (Power-to-Gas, P2G) nähdään nopeammin käyttöönotettavana vaihtoehtona kuin varsinainen vety ja polttokennotekniikka, sillä jakelua ja käyttöä varten on olemassa jo kaasuverkostoa ja kaasujoneuvoja. Energiatehokkuudessa ja kokonaisyhteyksissä synteettinen metaani häviää kuitenkin hyvin selvästi suoralle sähkölle, kuten myös vetyä hyödyntävälle polttokennotekniikalle vaativan tuotantoprosessin vuoksi. Synteettinen metaani on silti vaihtoehto fossiiliselle maakaasulle ja erityisesti vaikeasti sähköistettävälle liikenteelle, kuten raskaalle ja pitkämatkaiselle tavaraliikenteelle.

Jotta synteettisen kaasun valmistus ja käyttö olisi kustannustehokasta, on sektori-integraatio keskeisessä asemassa. Synteettisen metaanin valmistuksessa tarvittavan vedyn tuottamisen tulee tapahtua uusiutuvan sähkön eli esimerkiksi tuulivoiman avulla. Tuotantoprosessissa tarvittava hiilidioksidi tulisi saada talteen otettua olemassa olevasta prosessista esimerkiksi voimalaitoksesta. Vastaavasti metanoinnissa syntyvä hukkalämpö olisi tärkeää pystyä hyödyntämään esimerkiksi asutuksen kaukolämpönä. Kun sektori-integraatio toimii, parantaa se oleellisesti synteettisen metaanin kilpailukykyä. Silloin se olisi kilpailukykyisempi energiovaihtoehto raskaassakin liikenteessä.

2.3 Sähkö

Sähkökäyttöiset ajoneuvot ovat käytön aikaisten hiilidioksidipäästöjen osalta käytännössä päästöttömiä ajoneuvoja. Keskeinen – usein unohdettu – kysymys onkin, millä tavoin sähkö on tuotettu. Kestävällä tavalla tuotettuna sähkö on hyvin vähäpäästöinen ja tehokas energiamuoto. Suomessa sähköntuotanto on jo nykyisellään kestävämmällä pohjalla kuin Euroopassa keskimäärin.

Sähkö ja sähkömoottori ovat itsessään hyötysuhteeltaan erityisen hyviä: hyötysuhde on parhaimmillaan 80–90 prosentin luokkaa. Käytännössä suurin haaste sähkössä energiamuotona liittyykin sen varastoinnin haasteisiin. Raskaassa tavaraliikenteessä tällä hetkellä keskeisimmät kysymykset täyssähköisten ajoneuvojen osalta liittyvät riittävään toimintamatkaan sekä latauksen vaatimaan aikaan eli lataustehoon. Toisaalta nämä kumpikin kehittyvät jatkuvasti.

Norjassa, joka on ollut yksi liikenteen sähköistymisen edelläkävijöitä, ennakoidaan myös raskaan liikenteen sähköistymisen lähtevän tällä vuosikymmenellä merkittävästi liikkeelle. Vuonna 2021 maassa oli noin 100 täyssähköistä kuorma-autoa (Heavy Duty Vehicle), mutta vuonna 2030 määrän ennustetaan olevan jo 23 000.

Erityisesti raskaassa tavaraliikenteessä tarvittavien suuritehoisten ja -kokoisten akustojen valmistaminen ei ole ympäristön kannalta ongelmaton. Akkumateriaaleista ja niiden riittävydestä käydään paljon keskustelua. On esitetty arvioita, että akkumateriaaleista vain noin 50 prosenttia pystyttäisiin kierrättämään ja toinen puoli olisi elinkaaren päättyessä kaatopaikkajätettä.

Samaan aikaan akkutekniikka kehittyi kuitenkin nopeaa tahtia, samoin akkumateriaalien kierrätys. Jo nyt käytössä on muun muassa uudentyyppisiä LFP-akkuja, joissa ei tarvita nikkeliä tai kobolttia lainkaan. Joka tapauksessa maailmanlaajuiseen autojen sähköistymiseen liittyy kysymyksiä mineraalien saatavuudesta sekä niiden jalostamisesta. Elinkaaripäästöissä, joissa siis huomioidaan käytön aikaisten päästöjen lisäksi myös ajoneuvon valmistamiseen liittyvät päästöt, on sähköauto selkeästi nykyisiä polttomoottoriajoneuvoja vähäpäästöisempi. Tämän osoittavat monet akateemiset tutkimukset. Näin on siitäkin huolimatta, että sähköajoneuvon valmistus tuottaa tällä hetkellä enemmän päästöjä kuin polttomoottoriajoneuvon valmistus.

Liikenteen ja erityisesti raskaan liikenteen sähköistymisen laajeneminen mittakaavassa herättää myös erityisesti tässä ajassa huolta sähkön riittävydestä.

Lisäksi Suomen talviset olosuhteet herättävät kysymyksiä akkuteknologian toimivuudesta ja erityisesti toimintamatkoista pakkaskeleissä raskaassa kalustossa. Käyttökokemuksia on vielä kovin vähän.

Liikenteen ja erityisesti raskaan liikenteen sähköistymisen laajemmassa mittakaavassa herättää myös erityisesti tässä ajassa huolta sähkön riittävydestä. Talven 2022–2023 osalta on esillä muutoinkin todellisia uhkakuvia ajoittaisista sähkökatkoista ja sähkön kulutuksen sääntelystä.

Pidemmillä aikavälillä tarkastellen Suomeen ollaan myös lisäämässä sähköntuotantoa. Olkiluoto 3 lisää sähkön tuotantokapasiteettia noin 15 prosenttia ja saman suuruusluokan lisäyksiä saadaan aikaan jatkuvasti käynnissä olevalla tuulivoimarakentamisella. Kaiken Suomen kuorma-autoliikenteen sähköistäminen lisäisi vastaavasti saman suuruusluokan (noin 15 prosentin) verran sähkönkulutusta.



Kuva: Pixhill

2.4 Vety

Sähkön käyttäminen auton energiana vaatii joko sähkön varastoimista autossa (eli akkuja) tai sähkön johtamista autoon johtimilla (kuten johdinautoissa). Kolmantena vaihtoehtona on tuottaa sähköä ajoneuvossa itsessään. Tämä tapahtuu erillisen polttokennon avulla monilla eri reaktioaineilla, joista yksi yleisimmistä on vety. Vedyn käyttöä puoltaa sen puhtaus; polttokennosta vapautuu vetyä käytettäessä sähköenergian lisäksi ainoastaan vettä ja lämpöenergiaa. Vety on siis hiilidioksidipäästöjen osalta päästötön energiamuoto ja vety/polttokennoauto käytännössä teknisesti sähköajoneuvo.

Nykyisen akkuteknologian rajoitteiden vuoksi onkin arvioitu, että erityisesti raskaassa tavaraliikenteessä vetyä käyttävästä polttokennoteknologiasta voi muodostua merkittävä käyttövoimaratkaisu tulevaisuudessa. Vety onkin hyvä energiamuoto erityisesti vaikeasti sähköistyville aloilla.

Vety on hyvä energiamuoto erityisesti vaikeasti sähköistyville aloilla.

Polttokennolla tarkoitetaan polttoainekennoa (Fuel Cell), jossa syntyy sähköenergiaa, kun reaktioaine reagoi hapen kanssa. Polttokennossa ei tapahdu palamista, vaikka termistä voisi niin ajatellakin. Kyse on hapetus- ja pelkistysreaktioista.

Rakenteeltaan polttokenno muistuttaa akkua, koska siinä on anodi ja katodi, mutta toisin kuin suljetussa akussa, reaktioainetta eli useimmiten vetyä ja hapetinta (eli ulkoilmassa olevaa happea) lisätään ulkopuolisesta lähteestä. Polttokennolla voidaankin tuottaa sähköenergiaa pitkäaikaisesti ja näin ollen polttokennoautoilla voidaan ajaa pidempiä matkoja kuin akkusähköautoilla. Energian (eli vedyn) lataaminen/tankaaminen tapahtuu myös akkujen lataamista huomattavasti nopeammin.

Vetyajoneuvo tarvitsee akkusähköajoneuvon verrattuna vain hyvin pienen akun sähköjärjestelmien käyttöä varten dieseltöimisten ajoneuvojen tapaan. Tällöin myös akkujen materiaaleja tarvitaan merkittävästi vähemmän. Kun vety-polttoaineen valmistus toteutetaan uusiutuvan päästöttömän sähköenergian avulla, voi vetyä hyödyntävä polttokennoajoneuvo olla ympäristön kannalta parhaimmillaan jopa sähköajoneuvoa parempi ratkaisu.

Lähtökohtaisesti vetyajoneuvo häviää kuitenkin selkeästi hyötysuhteessa täyssähköajoneuville, koska alun perin uusiutuvasti tuotettu sähkö muutetaan aluksi vedyksi, joka sitten ajoneuvossa muutetaan takaisin sähköksi ja ajoneuvon liike-energiaksi. Energiavarastona vety on kuitenkin nykyisiä akkuja merkittävästi parempi, jolloin erityisesti raskaissa ja pitkämatkaisissa kuljetuksissa vetytekniikkaa puoltaa paikkaansa.

Varsinaisesti ajoneuvoa liikuttaa polttokennoajoneuvossa sähkömoottori sähköauton tavoin, mutta tarvittava sähkö tuotetaan polttokennon avulla ilman välivarastointitarvetta eli ilman suuria akkuja ajon aikana.

Nykytekniikalla vetykäyttöisten polttokennosähkökuorma-autojen edut korostuvat pitkien matkojen raskaimmissa ja paljon energiaa vaativissa kuljetustehtävissä. Koska vetyajoneuvojen toimintamatkat ovat sähköajoneuvoja pidemmät, ne ovat myös vaihtoehto reiteillä ja oloissa, joissa akun latausmahdollisuudet ovat rajalliset.

Nykyisen akkuteknologian rajoitteiden vuoksi onkin arvioitu, että erityisesti raskaassa tavaraliikenteessä vetyä käyttävästä polttokennoteknologiasta voi muodostua merkittävä käyttövoimaratkaisu tulevaisuudessa. Vety on hyvä energiamuoto erityisesti vaikeasti sähköistyville aloilla.

Vaikka vetyajoneuvon hyötysuhde on heikompi kuin täyssähköajoneuvon, on sen etuina päästöttömyyden lisäksi akkusähköajoneuvoa pidempi toimintamatka sekä akkujen lataamisen verrattuna lyhyempi tankkausaika.

VALMISTAJIEN NÄKEMYKSET KÄYTTÖVOIMISTA

3 Valmistajien näkemykset käyttövoimista

Seuraavassa on käyty läpi muutamien Suomen kuorma-automarkkinoilla keskeisten valmistajien painotuksia ja näkemyksiä vaihtoehtoisista käyttövoimista sekä niihin liittyvän tekniikan kehityksestä. Useilla valmistajilla on jo saatavissa täyssähköisiä ajoneuvomalleja kaupunkijakeluun. Suurimmalla osalla valmistajia on vähintäänkin tulossa parin vuoden sisällä mallistoa myös yli 16 tonnin täyssähköiseen painoluokkaan. Muutama valmistaja on tuomassa malleja myös yli 40 tonnin yhdistelmäpainolle.

Nykyisellään saatavilla olevat suurimmat täyssähköiset ajoneuvot ovat yleiseurooppalaisen puoliperävaununyhdistelmän kokoluokkaa eli noin 40 tonnin yhdistelmämassoille ja toimintasäteet noin 300–500 km luokkaa.

Parin vuoden sisällä markkinoille tulevissa tämän kokoluokan ajoneuvoissa toimintasäteiden ennakoidaan nousevan jopa 600–700 kilometriin. Megawatti-luokan latauksella päästäisiin alle tunnin latausaikoihin.

Eurooppalaisten ajoneuvovalmistajien kehityspanostuksiin vaikuttaa oleellisesti EU-tason lainsäädäntö. Regulaation merkitys siihen, millaiseen teknologiaan kehitystä suunnataan, on osin jopa hyvin keskeinen.

3.1 Volvo

Volvon asettama tavoite on, että puolet sen valmistamista raskaista ajoneuvoista on täyssähköisiä vuoteen 2030 mennessä ja vuoteen 2040 mennessä koko mallisto olisi hiilineutraalia.

Muutoksen kärjessä nähdään Eurooppa. Pohjois-Amerikassa ja Euroopassa pyrkimys onkin, että jopa 70 prosenttia myytävistä uusista kuorma-autoista olisi joko täyssähköisiä tai vetykäyttöisiä vuonna 2030.

Volvolla on jo saatavilla kevyitä ja keskiraskaita täyssähköisiä kuorma-automalleja muun muassa jakelukuljetuksiin. Keväällä 2022 esiteltiin myös raskaampiin kuljetustehtäviin soveltuvat FM, FMX ja FH Electric täyssähkömallit. Suurimman kolmen sähkömoottorin version teho on 490 kilowattia (666 hevosvoimaa) ja suurin akustovaihtoehto 540 kilowattituntia, jolla 40 tonnin puoliperävaununyhdistelmällä päästään 300 kilometrin toimintamatkaan. Volvon sallima suurin latausteho on 250 kilowattia. Tällöin akut saataisiin ladattuna liki tyhjistä täyteen noin kahdessa tunnissa. Raskaiden FM ja FH täyssähkökuorma-autojen sarjatuotanto alkoi syksyllä 2022.

Volvon on tarkoitus tuoda 2020-luvun jälkimmäisellä puoliskolla tuotevalikoimaan ja sarjatuotantoon vedyllä toimivat polttokennosähkökuorma-autot. Ensimmäiset vedyllä toimivat polttokennoautot ovat siirtyneet testi-vaiheeseen 2022 ja asiakastestien on määrä alkaa 2025.

Polttokennokäyttöisten sähkökuorma-autojen toimintasäde on jopa 1000 kilometriä ja tankkausaika alle 15 minuuttia. Näiden ominaisuuksien pohjalta vetyauto vertautuu varsin hyvin dieselkäyttöiseen kuorma-autoon. Volvon näkemyksen mukaan vedyllä toimivan ajoneuvoyhdistelmän kokonaispaino voi olla noin 65 tonnia, jopa enemmän. Kahdella polttokennolla on kapasiteettia tuottaa 300 kilowattia sähkötehoa.

Volvolla on tarjolla myös nesteytettyä kaasua käyttävä FH LNG-mallina, moottoriteholtaan suurimmillaan 460 hevosvoimaa ja jonka toimintasäde on parhaimmillaan 1000 kilometriä.

Kaikilla keskeisillä kuorma-autovalmistajilla on käytännössä hyvin yhtenäisenä tavoitteena, että vuonna 2030 puolet näiden Euroopassa myytävistä ajoneuvoista olisi hiilineutraaleja eli käytännössä lähinnä täyssähköisiä.

3.2 Scania

Scanian strategiana on, että vuonna 2030 sen kuorma-autotuotannosta puolet tulisi olemaan täyssähköisiä. Valmistaja on myös sitoutunut vähentämään päästöjä jo vuoteen 2025 mennessä.

Vuoden 2015 tasosta päästöjä pyritään vähentämään 20 prosentilla vuoteen 2025 mennessä Scanian markkinoille tarjoamissa ajoneuvoissa.

Scanian periaatteen mukaisesti kaikki kuljetukset pystytään hoitamaan vaihtoehtoisilla käyttövoimilla. Valmistajan näkemyksen mukaan tulevaisuudessa tarvitaan useita eri käyttövoimavaihtoehtoja. Scania tarjoaa ja kehittääkin yhtäaikaaisesti useampia eri vaihtoehtoja eri kuljetustarpeisiin. Kaasumootorivaihtoehtoja mallistossa on tällä hetkellä useita erilaisiin kuljetustehtäviin soveltuena. Täyssähköisten ajoneuvojen osuutta tuotannossa kasvatetaan koko ajan.

Kaasukäyttöisten ajoneuvojen osalta Scanialla on jo tällä hetkellä laaja valikoima sekä paineistettua kaasua että nesteytettyä kaasua polttoaineenaan käyttäviä malleja soveltuen erilaisiin kuljetustehtäviin. Moottoriteholtaan suurin kaasumoottorivaihtoehto on tällä hetkellä Volvon tavoin 460-hevosvoimainen. Nesteytetyn kaasun mallit ovat raskaampiin ja pitkämatkaisiin kuljetustehtäviin soveltuvia.

Valmistajalla on tällä hetkellä saatavilla sähkökuorma-autoja, joilla voidaan hoitaa kuljetuksia pääosin kaupunkiympäristössä, kuten jakeluliikenteen tarpeisiin. Vuonna 2022 julkistetut alueellisen liikenteen raskaammat ajoneuvot, kuten puoliperävaunuyhdistelmän vetoautot ovat tulossa markkinoille vuoden 2023 lopulla. Alueellisiin kuljetuksiin tarkoitettujen täyssähköiset mallit mahdollistavat jopa 64 tonnin kokonaispainoilla operoinnin. Ajoneuvot on varustettu nimellisteholtaan 625 kilowattitunnin akkupaketeilla, jotka tarjoavat 250 km toimintamatkan 64 tonnin kokonaisuudessa ja 350 km toimintamatkan 40 tonnin kokonaisuudessa. Myös pidemmille kuljetetäisyyksille ja suuremmille toimintasäteille kehitetään raskaita ajoneuvoja ja näistäkin on valmistajan mukaan jo pian tulossa julkistuksia.

Kesällä 2022 Scania, SCA ja tutkimuslaitos Skogforsk aloittivat myös täyssähköisen puutavarayhdistelmän kenttätestausvaiheen, jossa yhdistelmä kuljettaa puuta Uumajan seudulla puutavaraterminaalien ja paperitehtaan välillä. Ajolenkki on 30 kilometrin mittainen ja siinä ajetaan koko ajan kestopäällystetyillä tiestöllä. Siirtoajoa suorittavassa yhdistelmässä ei ole omaa puutavaranoasturia ja sillä ajetaan 64 tonnin kokonaisuudessa (tekninen suurin kokonaisuudessa on 80 t) noin 10 tunnin mittainen työpäivä. Autoa ladataan paperitehtaalla 175 kilowatin latausteholla.

3.3 Mercedes-Benz

Mercedes-Benziä valmistavan Daimler Trucksin aikomuksena on tarjota asiakkailleen Euroopassa, Pohjois-Amerikassa ja Japanissa vuoteen 2039 mennessä ainoastaan automalleja, jotka ovat hiilineutraaleja. Lopullisena päämääränä on täysin hiilineutraali raskas liikenne vuonna 2050.

Mercedes-Benzin tavoite on nostaa hiilineutraalien kuormaautomallien myyntiosuus Euroopassa 50 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä.

Valmistajan strategia hiilineutraaliin raskaaseen liikenteeseen perustuu kahteen toisiaan täydentävään teknologiaan: akkuihin ja vetypoltokennoihin.

Vetykäyttöisten polttokennosähköautojen sarjatuotanto on tarkoitus aloittaa 2020-luvun jälkipuoliskolla. Sähköisen eActrosin sarjatuotanto alkoi 2021 ja eEconicin 2022. FUSO eCanterin ensimmäisen sukupolven sarjatuotanto alkoi jo vuonna 2017.

eActrosin akkujärjestelmä koostuu joko kolmesta tai neljästä yhteen liitetystä akustomoduulista, joista jokaisen kapasiteetti on 112 kilowattituntia. Näin ollen akuston suurin yhteiskapasiteetti on neljän akun versiossa liki 450 kilowattituntia, joka mahdollistaa 400 kilometrin toiminta-

matkan yhdellä latauksella. Vaikka akusto on sähköajoneuvossa keskeisessä osassa, korostaa valmistaja koko voimalinjan merkitystä. Se koostuu kahdesta integroidusta sähkömoottorista ja kaksipykäläisestä vaihteistosta. Nestejäähdytteiset moottorit tuottavat yhdessä 330 kilowatin jatkuvan tehon ja hetkellisen 400 kilowatin huipputehon.



Kuva: Vastavalo

eActrosia voidaan pikaladata 160 kilowatin teholla. Mikäli lataamiseen käytetään 400 ampeerin latausvirtaa ja sopivaa DC-pikalatausasemaa, auton kolme akkua latautuvat valmistajan mukaan 20:sta 80 prosenttiin varaus-tasoon hieman yli tunnissa. Jarrutusenergia otetaan talteen eActrosissa monien muiden sähköajoneuvojen tavoin.

eEconic on suunniteltu kattamaan valtaosa diesel-Econicin tyyppillisistä jätteenkeräysreiteistä yhdessä vuorossa ilman välilatausta. Se perustuu samaan ajoneuvoarkkitehtuuriin kuin eActros.

Jakeluliikenteeseen noin 4–9 tonnin kokonaispainoluokkaan sijoittuva FUSO eCanter Next Generation on seuraavan sukupolven LFP-akkuteknologialla toteutettu täyssähköinen kuorma-auto. Uuden sukupolven versio aloittaa sarjatuotannossa vuonna 2023.

FUSO eCanteriin on saatavissa kolme erikokoista akustoa, painoluokan mukaan. Pienimmän S-akuston koko on 41 kilowattituntia, joka tulisi Suomessa olemaan vain erikois-tilauksesta toimitettavissa. Keskimäinen M-akusto on kapasiteetiltaan 83 kilowattituntia ja suurin L puolestaan 124 kilowattituntia. Lataustehot maksimissaan 22 kilowattia AC ja 104 kilowattia DC.

Mercedes-Benz esitteli 40 tonnin painoluokkaan sijoittuvan pitkien etäisyyksien tavarankuljetuksiin tarkoitettua täyssähköisen eActros LongHaul kuorma-auton prototyypin vuonna 2020. Testivaihe oli käynnissä 2022 ja sarjatuotannon on määrä alkaa 2024. eActros LongHaulin akuissa käytetään litium-rautafosfaatti- eli LFP-teknologiaa, joka mahdollistaa akuille pitkän käyttöiän ja hyvän energiatiheiden. Toimintamatka yhdellä latauksella on noin 500 kilometriä ja huipputehoa yli 600 kilowattituntia. Akut voidaan ladata 20:stä 80 prosenttiin tasoon vain 30 minuutissa megawattiluokan latausasemilla. Tämänkaltaisilla ominaisuuksilla ollaan puoliperävaunuliikennöinnin osalta varsin lähellä perinteisiä dieselkäyttöisiä kuorma-autoja.

Mercedes-Benz panostaa myös vetyteknologiaan. Raskaan Mercedes-Benz GenH2:n kehitystyö on testausvaiheessa parhaillaan. Suunnitelma on saada malli sarjatuotantoon ja asiakkaille vuodesta 2027 lähtien. Tankeissa olisi neste-mäistä vetyä -253 asteen lämpötilassa.

3.4 MAN

MAN panostaa merkittävästi täyssähköiseen teknologiaan tulevina vuosina. Se on valmistanut pieniä sarjoja täyssähkökuorma-autoja jo useamman vuoden ajan. Laajamittainen täyssähkökuorma-autojen valmistus on alkamassa 2024.

MAN esitteli keväällä 2022 täyssähköisen puoliperävaunuyhdistelmän vetoauton, joka tulee markkinoille 2024. Auton latauskapasiteetti on huomattavan suuri ja suuritehoisen "megawatin" latausjärjestelmän on kerrottu tulevan markkinoille kolmen vuoden kuluessa. Nykyisin käytössä olevalla akkuteknologialla päästäisiin 600–800 kilometrin toimintamatkaan. Suuritehoisen megawattiluokan latausinfra mahdollistaisi valmistajan näkemyksen mukaan tämän toimintamatkan päivittäin, kun latauksen vaatima aika saadaan painettua hyvin alas.

Seuraavan sukupolven akkuteknologialla valmistaja ennakoii päästävän jo 1000 kilometrin toimintamatkaan vuoden 2026 tienoilla.

3.5 Hyundai

Hyundai on panostanut erityisesti vetypolttokennotekniikkaan perustuvaan raskaaseen kalustoon.

Hyundai on kehittänyt erityisesti vetyyn ja polttokennoteknologiaan perustuvia ajoneuvoja kauan. Se on edelläkävijä polttokennoteknologiaan pohjautuvissa kuorma-autoissa. Hyundai Xcient Fuel Cell on maailman ensimmäinen massatuotannossa oleva raskas polttokennoteknologiaan perustuva kuorma-auto ja on saatavilla 2- ja 3-akselisena versiona. Moottoriteho on maksimissaan 350 kilowattituntia ja toimintamatka 400 kilometriä.

Ajoneuvon tankeissa vety varastoidaan suurella 350 barin paineella ja sen tankkaus kestää 8–20 minuuttia riippuen ulkoilman lämpötilasta. Euroopassa merkittävin jalansija Hyundain vetykuorma-autoilla on Sveitsissä, jossa niitä on jo liikenteessä noin 200. Ensimmäiset aloittivat kaupallisen liikenteen 2020. Kesään 2022 mennessä näillä oli ajettu Sveitsissä yli 4 miljoonaa kilometriä. Vuoteen 2025 mennessä tavoitteena on, että Sveitsissä olisi liikenteessä jo 1600 Hyundain vetykuorma-autoa.

Elokuussa 2022 otettiin myös Saksassa 27 kpl Hyundai Xcient vetykuorma-autoa käyttöön.

3.6 Iveco / Nikola

Ivecolla ja amerikkalaisella Nikolalla on yhteisyritys sähköisten kuorma-autojen osalta. Syksyllä 2022 esiteltynä Nikola Tre BEV akkusähköön perustuva kuorma-auto

tarjoaa 4x2 vetotavalla puoliperävaunun vetoautona jopa 500 km toimintamatkan. Tällöin autossa on suurin mahdollinen akkukapasiteetti, 9 akkua, joihin saadaan yhteensä 738 kilowattitunnin energiamäärä. Lataus 175 kilowattin teholla vaatii noin 3 tuntia. Ajoneuvo perustuu Ivecon alustaan ja Nikolan sähkötekniikkaan.

Kaasutekniikan osalta Ivecolla on tarjolla raskaimmasta S-Way mallista kaasumalli. Nesteytettyllä kaasulla toimivan 4x2 puoliperävaunun vetoautomallin toimintasäde on suurimmilla kaasusäiliöillä jopa 1 600 km. Kaasumallin suurin tehoversio on 460 hevosvoimaa. S-Way:n kaasuversiona saatavilla myös muun muassa 3-akselisena kuorma-autoversiona esimerkiksi täysperävaunuyhdistelmän vetoautoksi.

3.7 Sisu

Kotimaisella kuorma-autovalmistaja Sisuilla ei ole mallistossa varsinaisesti vaihtoehtoisilla käyttövoimilla toimivia kuorma-autoja, mutta Sisuilla on ollut vuodesta 2018 lähtien saatavilla sähköhybridiratkaisu raskaisiin kuorma-autoihin. Sisun rinnakkaishybridi perustuu diesel- ja sähkömoottoreihin, joita voidaan käyttää joko samanaikaisesti tai erillään.

Sisun hybridijärjestelmässä on kuitenkin kyse lähinnä sähkömoottorin hyödyntämisestä, jolla annetaan lisätehoa hetkellisesti dieselille. Ei siis varsinaisesti uudesta käyttövoimasta, jolla korvattaisiin dieseliä. Sähkömoottorin antama teho on käytössä hyvin rajatun ajan, esimerkiksi liikkeellelähtöä helpottamassa, mahdollistamassa auton heijaamisen ja suunnanvaihdon viiveettömästi sekä tuomassa lisätehoa haastavissa oloissa esimerkiksi jyrkkään ylämäkeen. Hetkellisesti saavutetaankin huima vääntömomentti sekä yli 900 hevosvoiman teho.

Sähkömoottorin ansiosta on voima saatavissa käyttöön viiveettömästi ja vääntömomenttialue on dieselmootto-reihin verrattuna poikkeuksellisen laaja, kun huippuvääntö saadaan viiveettä käyttöön heti.

Sisun hybridijärjestelmä tuokin hyvin esille sähkömoottorin vahvuudet. Sitä hyödynnetään erityisesti puutavara- ja maansiirtokuljetuksissa. Polttokennesten kulutusta sähkömoottorin tuoma lisäteho alentaa parhaimmillaan jopa 10 prosenttia. Hybridijärjestelmässä tarvittava sähköenergia otetaan talteen muun muassa jarrutuksissa ja varastoidaan hytiin ja päällirakenteen väliin sijoitettuihin kondensaattoreihin.

Hybridiratkaisuista ei käytännössä kuitenkaan ole laajemmin kuorma-autoissa päästöjen merkittäväksi vähentämisen tai käyttövoimarakaisuuksi kahden rinnakkaisen käyttövoimatekniikan vaatiman hyvin merkittävä tilan sekä painon vuoksi. Myös kahden erillisen käyttövoimatekniikan tuominen samaan ajoneuvoon nostaa kustannuksia sekä investointina että käytön aikaisena huoltotarpeena.

Sisun järjestelmässäkään sähkömoottoreiden rooliksi jää lähinnä auttaa dieseliä haastavissa suurta tehoa ja vääntöä vaativissa tilanteissa sekä toisaalta tuoda sujuvuutta liikenteeseen, jossa on hyvin paljon pysähdyksiä.

JAKELUINFRA KUNTOON



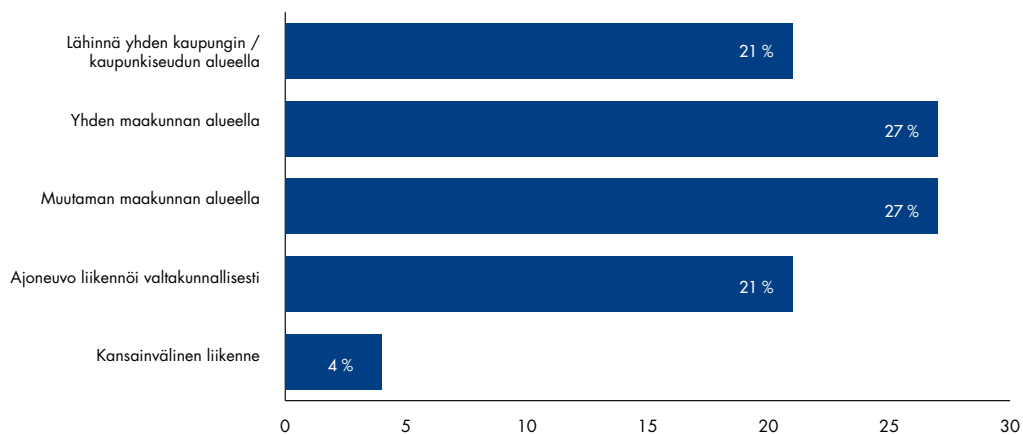
4 Jakeluinfra kuntoon

Yksi keskeisimpiä kysymyksiä realistisissa mahdollisuuksissa eri käyttövoimia hyödyntävään kalustoon investoimisessa on energian jakeluinfra.

SKALin käyttövoimakysely 2022

Kaasu- ja sähkökuorma-autoja käytetään tällä hetkellä varsin tasaisesti sekä kaupunkiseutujen paikallisissa kuljetustehtävissä, että koko maan kattavassa liikenteessä. N=48.

Mikä on ajoneuvon käyttöalue?



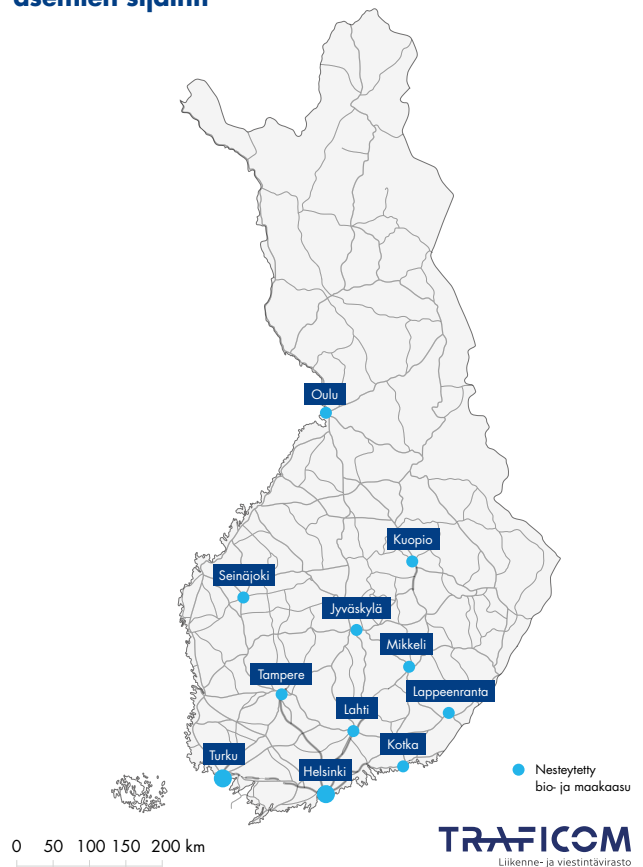
4.1 Dieselin jakeluasema-verkosto

Dieselin jakeluinfra on ylivoimainen muihin käyttövoimiin verrattuna tällä hetkellä. Sama infra mahdollistaa myös uusiutuvan dieselin jakelun joko 100 prosenttia uusiutuvana dieselinä tai erilaisina sekoituksina fossiilisen dieselin ja uusiutuvan dieselin kesken. Pidemmälle tulevaisuuden katsottaessa nousee kysymykseksi perinteisen bensiinin ja dieselin jakeluinfraan kannattavuus ja kattavuus, kun kulutus vähenee ja asemia tulee poistumaan markkinoilta.

4.2 Kaasun tankkausinfra

Suomessa on käytössä liikennepolttoaineena sekä paineistettua että nesteytettyä bio- ja maakaasua. Paineistetulle kaasulle on kattavampi tankkausverkosto, mutta sen soveltuvuudesta raskaalle liikenteelle, muun muassa mitoituksen ja ajoyhteyksien osalta, ei ole tarkkaa tietoa. Toisaalta paineistettua kaasua käytetään vain kevyemmissä kuorma-autoissa. Raskas liikenne käyttää enemmän nesteytettyä kaasua, jolle Suomessa on 14 tankkausasemaa (marraskuun 2022 tilanne). Eteläisin Helsingissä ja pohjoisin Oulussa. Asemat on esitetty viereisellä kartalla.

Nesteytetyn bio- ja maakaasun tankkausasemien sijainti



SKALin käyttövoimakysely 2022

Marras-joulukuussa 2022 toteutetussa käyttäjäkokemuksia kartoittavassa kyselyssä kaasutoimisia kuorma-autoja käyttävät yritykset nostivat yhdeksi keskeisimmistä haasteista kaasun jakelu-infran puutteet sekä jakeluinfran toimintavarmuuden.

Koska tankkausasemaverkosto on hyvin rajallinen, rajoittaa se tällä hetkellä investointimahdollisuuksia kaasukäyttöiseen kalustoon erityisesti raskaimpiin kuljetustehtäviin soveltuvan nesteytetyn kaasun osalta. Myös toimintavarmuus aiheuttaa ongelmatilanteita, kun joudutaan usein toimimaan yksittäisen tankkausaseman varassa. Tällöin vain puolikin vuorokautta kestävä toimintahäiriö, vaikka vain muutaman kerran vuodessa, aiheuttaa suuria ja kertautuvia ongelmia kuljetusketjuissa.

Poimintoja avovastauksista kaasutankkaukseen liittyvistä haasteista:

- Kaasutankkausasemien vähyys ja usein kaasu ollut loppu asemilta tai muuten asema epäkunnossa
- Tankkausaseman vikaherkkyys ja huollon/korjauksen epävarmuus ja toimenpideaika
- Toisinaan asemilla on huoltokatkoja
- Asemien vähäisyys asettaa omat haasteet, kun jokin tankkausasema on pois käytöstä
- Jakeluverkon haasteet valtakunnallisesti
- Epävarmuus onko asema käytössä
- Kaasuasemien toimivuus
- Kaasutankkausasemien toiminnan epävarmuus

4.3 Sähkön latausinfra

Raskaassa liikenteessä sähkön yleistymisen yksi keskeinen kysymys on latausinfra. Suomessa ei tällä hetkellä ole yleisesti saatavilla olevaa latausinfraa raskaan liikenteen tarpeisiin.

Henkilöautoja varten rakennettu nykyinen latausinfra ei lähtökohtaisesti useampienkaan syiden vuoksi sovellu raskaan kaluston tarpeisiin. Se on muun muassa hyvin pienitehoinen ja tilatarpeet sekä vaatimukset ajoyhteydelle ja sijainnille ovat hyvin erilaiset.

Pieni latausteho vaatisi hyvin paljon latausaikaa, jolla olisi vaikutus koko logistiseen järjestelmään, jossa perinteisesti on pyritty maksimoimaan kuljetuskaluston käyttöastetta – siis pitämään ajoneuvot hyötykäytössä liikenteessä mahdollisimman suuren osan vuorokaudesta. Raskas liikenne tarvitsee käytännössä oman latausinfraansa. Tämä on myös merkittävässä määrin maankäyttökysymys.

Tällä hetkellä sähköisen raskaan kaluston hankintaan liittyy oleellisesti myös latausinfraan suunnittelu ja siihen investointi. On vielä epäselvää missä kaikkialla raskasta kalustoa tullaan lataamaan. Kuinka suuri rooli julkisilla esimerkiksi liikenneasemien yhteydessä olevilla latausmahdollisuuksilla tulee olemaan, pohjautuuko lataaminen erilaisten logistiikkakeskusten, satamien ja teollisuuslaitosten välittömään yhteyteen ja kuinka paljon tullaan vaatimaan investointeja latauslaitteisiin kuljetusyritysten omien varikkojen yhteyteen. Valtaosa kuljetusyrityksistä on pieniä muutaman ajoneuvon yrityksiä ja kalusto voi liikkua hyvinkin laajalla alueella, jolloin omalla varikolla – käytännössä usein jopa yrittäjän omassa kotipihaassa – oleva latausinfra ei riitä toiminnan pyörittämiseen.

Latausaseman toteuttaminen omalle varikolle, joka on hyvin usein vain kuljetusyrittäjän oma kotipiha, tarkoittaa useimmiten myös sähköliittymän päivittämistä suurempi tehoiseen ja tämä puolestaan voi vaatia myös kallisarvoisia investointeja sähköverkkoon. Tämän lisäksi tarvitaan luonnollisesti investointi varsinaiseen latauslaitteeseen.

Suuritehoisella ns. megawattiluokkaa (MCS) olevalla latausinfraalla lataamisen vaatima aika saataisiin puristettua niin pieneksi, ettei käyttövoimasiirtymä dieselistä täyssähköön muuttaisi koko logistista järjestelmää niin valtavasti. Aina ei kuitenkaan tarvita raskaassakaan kalustossa maksimaalista lataustehoa ja -nopeutta, esimerkiksi pidempiaikaisten, kuten yönyli tapahtuvien taukojen aikana.

On riski, että julkisen latausinfraan puuttuminen on nousmassa yhdeksi merkittävistä hidasteista sähkökäyttöisten kuorma-autojen yleistymiselle, kun kalusto itsessään kehittyä ajoneuvovalmistajien toimesta. Henkilöautojen latausinfra pystytään toteuttamaan suhteellisen maltillisin investoinnin muun muassa asuntojen ja työpaikkojen pysäköintialueiden yhteyteen tai muille luontaisille pysähdyspaikoille, kuten kauppohen pysäköintialueille. Raskaan kaluston latauksen tehontarve sekä ajoneuvojen tilantarve ovat niin suuria, että tämän kaltainen ei ole juurikaan mahdollista.

Raskaan kaluston sähköistyminen on lähtenyt liikkeelle paikallisliikenteen linja-autoista, joissa matkustajavirroista johtuen on pitkät yötauot. Liikennettä ei ole ja toisaalta vakioreitit ovat suhteellisen lyhyet, pisimmilläänkin vain muutaman kymmenen kilometrin mittaisia. Ne pääsääntöisesti myös tiedetään käytännössä vuosiksi, jopa kymmeneksi vuodeksi eteenpäin. Tällöin latausinfraan rakentaminen ja kalustokierron suunnittelu on yksinkertaisempaa.

Vastaavantyyppisiä periaatteita voidaan hyödyntää kaupunkiseutujen jakeluliikenteen sähköistämiseksi. Raskaammassa ja pidempimatkaisessa tavaraliikenteessä tilanne on huomattavasti haastavampi, koska reitit vaihtelevat jatkuvasti ja tarvitaan joustoa kaluston käyttöön. Jo pelkästään kaupunkiseutujen rakentamisen ja maanainesten kuljettaminen ovat tästä hyviä esimerkkejä. Vaikka kuljetusmatkat jäävät usein kohtuullisen lyhyiksi, vaihtelevat reitit rakentamisen mukaan paljonkin.

Tavaraliikenteen sähköistymisen osalta:



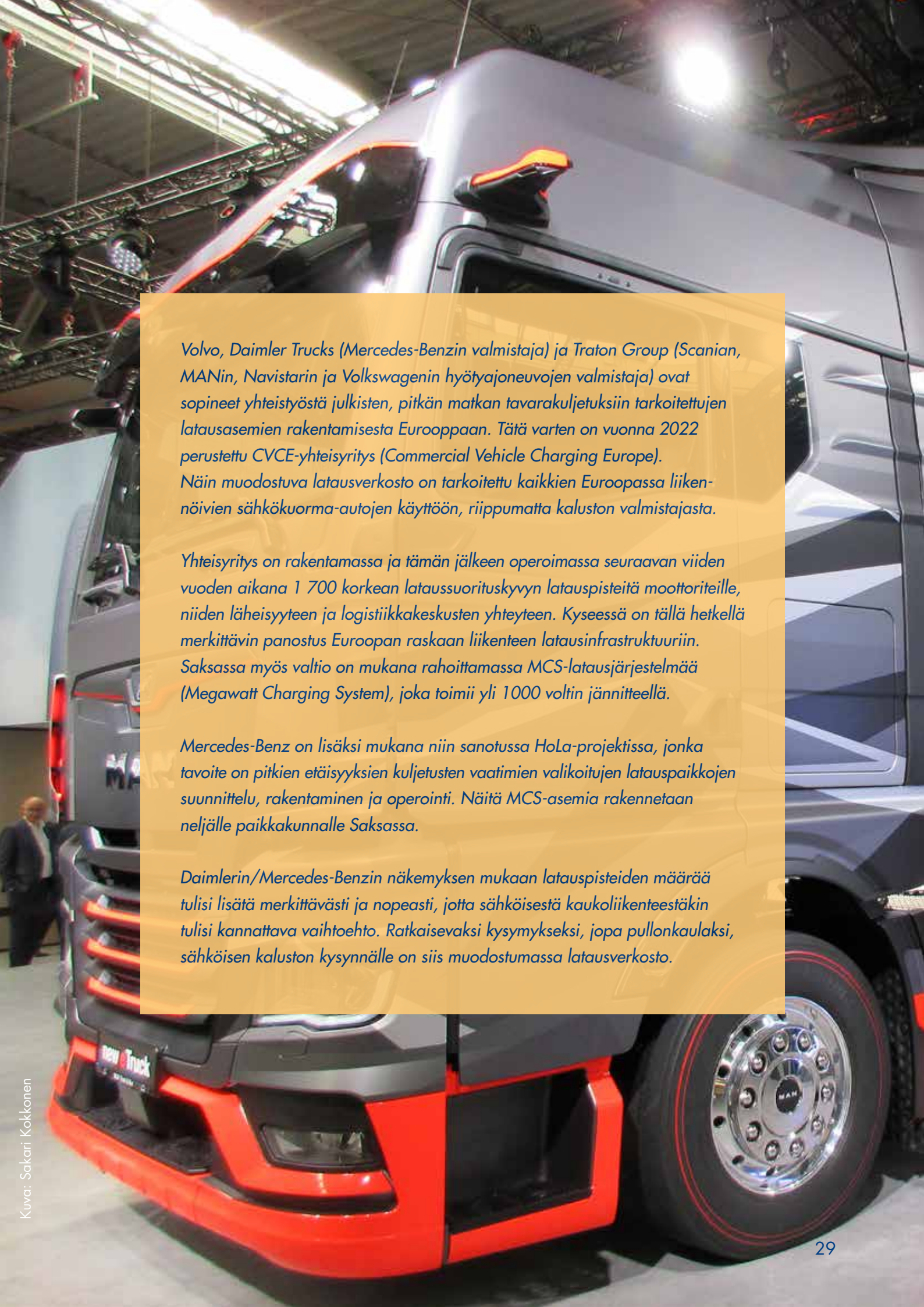
Tarvitaan kattava, luotettava ja nopea sähkön latausinfra raskaalle kalustolle. Tämä tarkoittaa tehokasta (ehkä jopa lähellä ns. megawattiluokkaa olevaa) latausinfraa ja vähintäänkin luotettavaa näkymää sen toteutumisesta Suomeen. Ennen sitä ei laajamittaisia kalustoinvestointeja saada liikkeelle, vaikka tarjontaa kalustosta olisikin.

Jotta sähkö olisi kilpailukykyinen käyttövoimavaihtoehto, tulisi latauksen olla riittävän nopeaa ja akkujen maltillisen kokoisia. Toimintatilan on oltava riittävän pitkä. Myös toimintamatkan on oltava riittävän pitkä. Ei ole realistista, että latausmahdollisuus tuotaisiin kuorma-auton jokaisen pysähdysten yhteyteen.



Keskeisiä kysymyksiä ovat siis missä ja milloin ladata ajoneuvoa. Latauspaikka ja -ajankohta ovat oleellisia koko toimitusketjujen näkökulmasta. Mitä paremmin lataus onnistuu ns. luontaisten pysähdysten aikana, sen vähemmän nykyistä logistista järjestelmää on tarve muuttaa.

TEN-T-verkostolle edellytetään määrävälein raskaan liikenteen taukopaikkoja. Lähettäessä toteuttamaan latausinfraa, tulisi taukopaikkavaateet yhdistää latausinfraan vaatimuksiin.



Volvo, Daimler Trucks (Mercedes-Benzin valmistaja) ja Traton Group (Scania, MANin, Navistarin ja Volkswagenin hyötyajoneuvojen valmistaja) ovat sopineet yhteistyöstä julkisten, pitkän matkan tavarakuljetuksiin tarkoitettujen latausasemien rakentamisesta Eurooppaan. Tätä varten on vuonna 2022 perustettu CVCE-yhteisyriitys (Commercial Vehicle Charging Europe). Näin muodostuva latausverkosto on tarkoitettu kaikkien Euroopassa liikennöivien sähkökuorma-autojen käyttöön, riippumatta kaluston valmistajasta.

Yhteisyriitys on rakentamassa ja tämän jälkeen operoimassa seuraavan viiden vuoden aikana 1 700 korkean lataussuorituskyvyn latauspisteitä moottoriteille, niiden läheisyyteen ja logistiikkakeskusten yhteyteen. Kyseessä on tällä hetkellä merkittävin panostus Euroopan raskaan liikenteen latausinfrastruktuuriin. Saksassa myös valtio on mukana rahoittamassa MCS-latausjärjestelmää (Megawatt Charging System), joka toimii yli 1000 voltin jännitteellä.

Mercedes-Benz on lisäksi mukana niin sanotussa HoLa-projektissa, jonka tavoite on pitkien etäisyyksien kuljetusten vaatimien valikoitujen latauspaikkojen suunnittelu, rakentaminen ja operointi. Näitä MCS-asemia rakennetaan neljälle paikkakunnalle Saksassa.

Daimlerin/Mercedes-Benzin näkemyksen mukaan latauspisteiden määrää tulisi lisätä merkittävästi ja nopeasti, jotta sähköisestä kaukoliikenteestäkin tulisi kannattava vaihtoehto. Ratkaisevaksi kysymykseksi, jopa pullonkaulaksi, sähköisen kaluston kysynnälle on siis muodostumassa latausverkosto.

Suurteholatauskeskusten rakentamiseen liittyy myös mittavat investoinnit, joten sähkön hinta kuorma-autoon ladattuna on näiden järeiden, jopa sähköverkkoon vaadittavien investointien myötä korkeampi kuin sähkön kuluttajahinta kotiloissa. Tämä tekee nykyoloissa sähköisten raskaiden kuorma-autojen kustannuslaskennasta haastavaa.

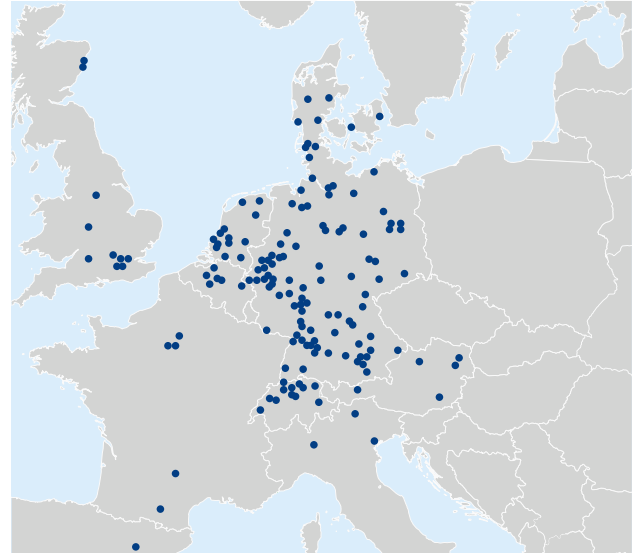
4.4 Vedyn jakeluinfra

Suomessa ei tällä hetkellä ole julkisia vedyn tankkaus-asemia, mikä luonnollisesti estää polttokennoteknologiaa ja vetyä käyttäviin ajoneuvoihin investoimisen Suomessa. Aiemmin Vuosaarella ja Voikoskella olleet asemat on suljettu niiden vähäisen käytön vuoksi.

Valtakunnallisen jakeluasemaverkon rakentaminen on edellytys vedyn yleistymiselle liikennekäytössä ja käytännössä jakeluinfraa tulisi toteuttaa etupainotteisesti, jotta yritykset pystyvät sitoutumaan vetyä käyttävien ajoneuvojen hankintaan. Markkinaehtoisen vedynjakeluinfraan syntymisen hidasteena on alkuvaiheessa tarvittavan markkinan puute. Tämän on ennakoitu hidastavan polttokennoteknologiaa hyödyntävien ajoneuvojen yleistymistä, joka olisi kuitenkin tällä hetkellä yksi varteenotettavimmista vaihtoehdoista tulevaisuuden kestäväksi energiamuodoksi raskaimmassa ja pitkämatkaisessa tavaraliikenteessä.

Muutama yritys on kiinnostunut vedyn jakeluinfraan kehittämisestä Suomeen ja näillä on tavoitteita saada ensimmäisiä vetyasemia avattua jo vuoteen 2025 mennessä.

Vetyautojen tankkauspaikat Euroopassa



Erityisesti Saksassa on panostettu vedyn jakeluinfraan. Suomessa ei tällä hetkellä ole käytössä yhtään vedyn tankkausasemaa.

Lähde: H2.live, grafiikka: Harri Vähäkangas / Yle

Saksassa on tällä hetkellä lähes 100 vedyn tankkausasemaa, Sveitsissä 12 ja Ruotsissakin kuusi. Heinäkuussa 2022 Ruotsissa tehtiin päätös 139:n fossiilitonta käyttövoimaa tarjoavan jakeluaseman toteuttamisesta sataprosenttisesti valtion tuella. Näistä asemista 12 on vedyn tankkausasemia. Tavoitteena Ruotsissa on, että vuonna 2025 maassa olisi 50 vetyasemaa.



Kuva: SKAL ry

KUSTANNUSVERTAILUA - YRITYKSEN KANNATTAVUUDEN OLTAVA KUNNOSSA



5 Kustannusvertailua – yrityksen kannattavuuden oltava kunnossa

5.1 Kustannusvertailua eri käyttövoimien välillä

Eri käyttövoimien osalta yleistason kustannusvertailun tekee haastavaksi se, että eri käyttövoimilla kuljettamisen kustannusrakenne on hyvin erilainen. Dieselkalustolla operoitaessa poltto-aineen osuus kuljettamisen/kuljetusyrityksen kustannuksista on keskimäärin 25–33 prosenttia perävaunuyhdistelmien osalta.

Esimerkiksi täyssähköisellä kalustolla kaluston hankintahinta on huomattavasti korkeampi kuin dieselkaluston osalta, mutta energian tarve ja sen hinta merkittävästi alhaisempi kuljetusten operoinnissa. Pelkkien ajoneuvon hankintahintojen vertailu ei olekaan tämän vuoksi mielekäästä eikä anna oikeaa kuvaa.

On kyettävä vertailemaan kokonaiskustannuksia vähintäänkin jollakin riittävän pitkällä aikavälillä. Keskeisiä muuttujia ovat tällöin paitsi hankintahinta (tai kuukausittainen leasingmaksu) ja energiakustannus per kilometri, myös vuosittainen ajomäärä ja energian hinta.

Vertailu tulee tehdä aina kokonaiskäyttökustannuksissa eli elinkaarikustannuksissa vertailemalla (TCO = Total cost of ownership).

Hankintahintaan vaikuttaa sähköisen kaluston osalta aivan oleellisesti haluttu toimintasäde, jolla ei perinteisen dieselkaluston osalta ole ollut hintavaikutusta. Se, onko ajoneuvossa 200 litran vai 1 000 litran polttoainesäiliöt, ei ole oleellinen kysymys ajoneuvon elinkaaren kokonaiskustannuksista dieselajoneuvon osalta. Täyssähköisen ajoneuvon osalta tilanne on täysin toinen. On keskeinen kysymys, pärjätäänkö 250 kilometrin toimintasäteellä vai tarvitaanko esimerkiksi 500 kilometriä latausten väliseksi ajomääräksi.

Hyvin karkeana luokitteluna eri käyttövoimien energiatehokkuuden ja siten myös hyvin suuntaa-antavasti kokonaiskustannusten (Total Cost of Ownership, TCO) välillä voidaan käyttää useammissa selvityksissä esiintynyttä arviota eri käyttövoimien välillä, jossa muun muassa energiankäytön kokonaishyötysuhde on merkittävä taustatekijä:

1. Täyssähkö
2. Vety / polttokenno
3. Diesel / polttomoottori
4. LNG/LBG / metaani
5. HVO / uusiutuva diesel
6. Sähköpolttoaineet

On huomattava kuitenkin, että yksiselitteisesti ei ole mahdollista laittaa eri käyttövoimia järjestykseen edes kustannusten mukaisesti, vaan monet yksittäiset tekijät vaikuttavat, jolloin kustannuksia on arvioitava aina tapauskohtaisesti mm. tämänhetkinen lataus-/tankkausinfra huomioiden.

Sähkökuorma-autojen osalta hankintatuki kattaa tällä hetkellä noin 10–25 prosenttia dieselkäyttöisen ja sähkökäyttöisen kuorma-auton hintaerosta.

Täyssähköisten ajoneuvon hinta nousee hyvin merkittävästi ajoneuvokoon myötä. Se johtuu suuremmasta energiantarpeesta eli suuremmasta akkukapasiteetista, joka on yksi merkittävimmistä kustannuseristä sähköajoneuvojen valmistuksessa. Alle 16 tonnin sähkökuorma-autojen hankintahinnat ovat arviolta kaksinkertaisia dieselkalustoon nähden. Yli 16 tonnin sähkökuorma-autojen vastaavasti jopa 3–4-kertaisia vastaavaan dieselkalustoon nähden.

Suomessa on saatavilla tällä hetkellä sekä paineistettua kaasua (CNG / CBG) että nesteytettyä kaasua (LNG / LBG) käyttäviä kuorma-autoja. Paineistettua kaasua käyttävien kuorma-autojen hankintahinta on noin 20 000 euroa ja nesteytettyä kaasua käyttävien noin 30 000 euroa korkeampi kuin vastaavan dieselkaluston. Kaasukuorma-autoille myönnettävä hankintatuki on kattanut tästä hintaerosta noin 30–35 prosenttia.

Siinä missä täyssähköisen kuorma-auton hankintahinnan voi karkeasti sanoa olevan kaksinkertainen vastaavaan dieselsingon verrattuna, voi polttokennotekniikka hyödyntävän vetyajoneuvon hankintahinta olla joidenkin vertailujen mukaan vielä kaksinkertainen täyssähköversioon verrattuna.

Täyssähköisten kuorma-autojen yleistymisen tahdin määrittää vahvasti latausinfra taso. Kuorma-autovalmistaja MAN on arvioinut, että 2020-luvun puolivälissä voisi täyssähkökuorma-auton ja perinteisen dieselkuorma-auton kokonaiskustannukset olla samalla tasolla, ja kysynnän kohdistumisen määrittää pitkälti latausinfra taso ja alueellinen kattavuus. Tällöin puhutaan yleiseurooppalaisesta kuorma-automitoituksesta ja puoliperävaunuyhdistelmistä.



Kuva: Pixhill

Esimerkkilaskelma: 40-tonninen puoliperävaunuyhdistelmä

Sähkö hinta cnt/kWh	5	15	30	50	Dieselin hinta eur/l	1,5	1,9	2,5	3,5
(hinta ilman alvia)	4,03	12,10	24,19	40,32	(hinta ilman alvia)	1,21	1,53	2,02	2,82
+ Sähkösiirto	3	3	3	3					
+ Sähkövero	2,8	2,8	2,8	2,8					
+ Suurteholatausinfra	6	13	13	13					
Sähkön kokonaishinta	16,8	33,8	48,8	68,8					
Ajomäärä/v	150 000	150 000	150 000	150 000	Ajomäärä/v	150 000	150 000	150 000	150 000
Kulutus kWh/km	1,5	1,5	1,5	1,5	Kulutus l/100 km	30	30	30	30
Yhteensä eur/v	35 623	69 518	96 735	133 026	Yhteensä eur/v	54 435	68 952	90 726	127 016

Polttoaine- ja energiakustannusten vertailu sähkökäyttöisen ja dieselikäyttöisen ajoneuvoyhdistelmän välillä. Vertailussa 40 tonnin puoliperävaunuyhdistelmä ja oletuksena, että dieselin kulutus on 30 litraa per 100 kilometriä. Sähkön tarve 1,5 kilowattituntia / kilometri. Kulutusarvot perustuvat valmistajien ilmoituksiin ja todettuun keskimääräiseen kulutukseen. Käytännössä 40-tonnin painoluokka on tällä hetkellä suurinta kalustoa, jota on sähköisesti saatavilla ja jota voidaan siten tarkemmin arvioida.

Ajoneuvojen lataus kannattaa sekä sähköverkon kuormituksen että sähkön vuorokausihinnan vaihtelun vuoksi pyrkiä ajoittamaan mahdollisuuksien mukaan aina yöaikaan.

Taulukossa olevalla suurteholatausinfra- ja rautatieverkolla kuvataan ladattua energiaa (yhtä kilowattituntia) kohden jyvitettyä investointikulua latausinfra- ja sen käytöstä. Tähänkin lukuun liittyy epävarmuutta ja suurtakin vaihteluväliä riippuen siitä, millä tavoin lataus on toteutettu ja minkä tehoisesta lataustarpeesta on kyse.

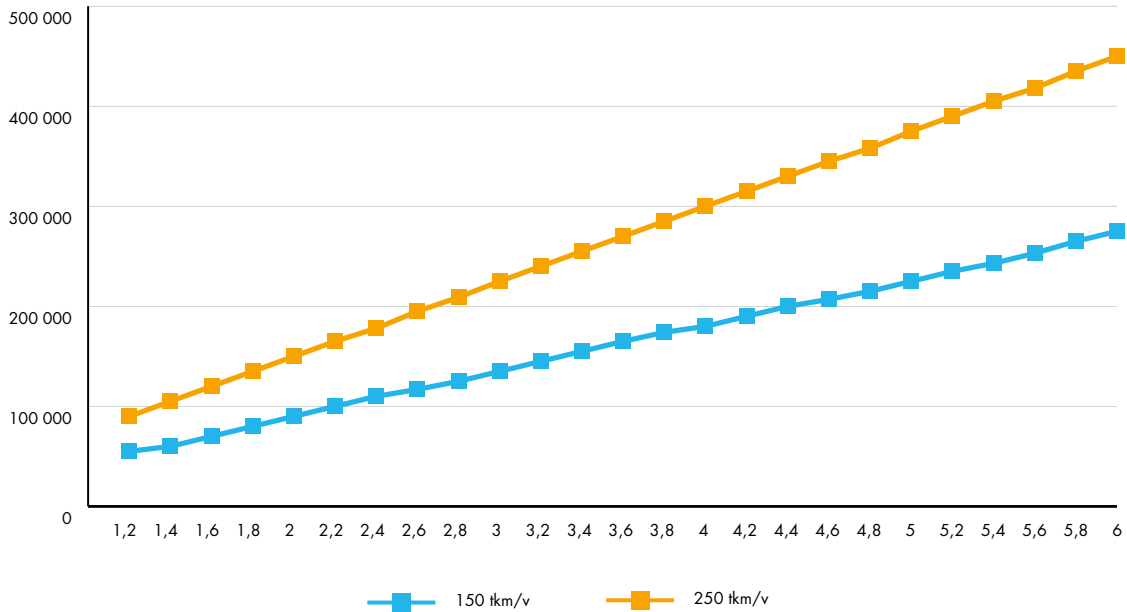
Tällä hetkellä dieselpolttoaineen hintaan liittyy monia epävarmuustekijöitä muun muassa raakaöljyn hintakehitykseen sekä jakeluvaihteluun liittyen. Samoin sähkön tulevaa hintakehitystä on vaikea tarkoin ennakoita vallitsevan maailmantilanteen vuoksi. Sähköhintafutuurien valossa sähkön keskimääräinen hinta asettuisi noin 5–10 sentin välille, mutta tähän arvioon liittyy erittäin suurta epävarmuutta viimeaikaisenkin kehityksen valossa. Epävarmuus tulevasta on nähty myös dieselin hintakehityksen osalta menneinä vuosina.

Näiden seikkojen vuoksi yllä olevassa energiakustannusvertailussa on taulukoitu muutamia eri vaihtoehtoja sekä dieselin että sähkön hinnalle. Vertailu on pidemmälle tulevaisuuteen ajatellen silti keinotekoinen, koska päästöjen vähentäminen ja fossiilisista polttoaineista luopuminen tarkoittaa, ettei fossiiliseen dieseliin perustuvaa vaihtoehtoa ole käytettävissä. Vertailu tulisikin tehdä tältä osin uusiutuvan dieselin ja sähkön välillä. Kuten taulukosta nähdään, on pelkästään näiden kahden käyttövoiman välisessä kustannusvertailussa suurta vaihtelua.

Mikäli sähkön kuluttajahinta pysyisi pitkälläkin tähtäimellä korkealla keskimäärin esimerkiksi 15 senttiä per kilowattitunti (sis. alv) tasolla ja dieselin vastaavasti 1,9 euroa per litra (sis. alv) tasolla, olisivat ko. ajoneuvoyhdistelmällä energiakustannukset vuodessa lähes yhtä suuret kummallakin käyttövoimalla.

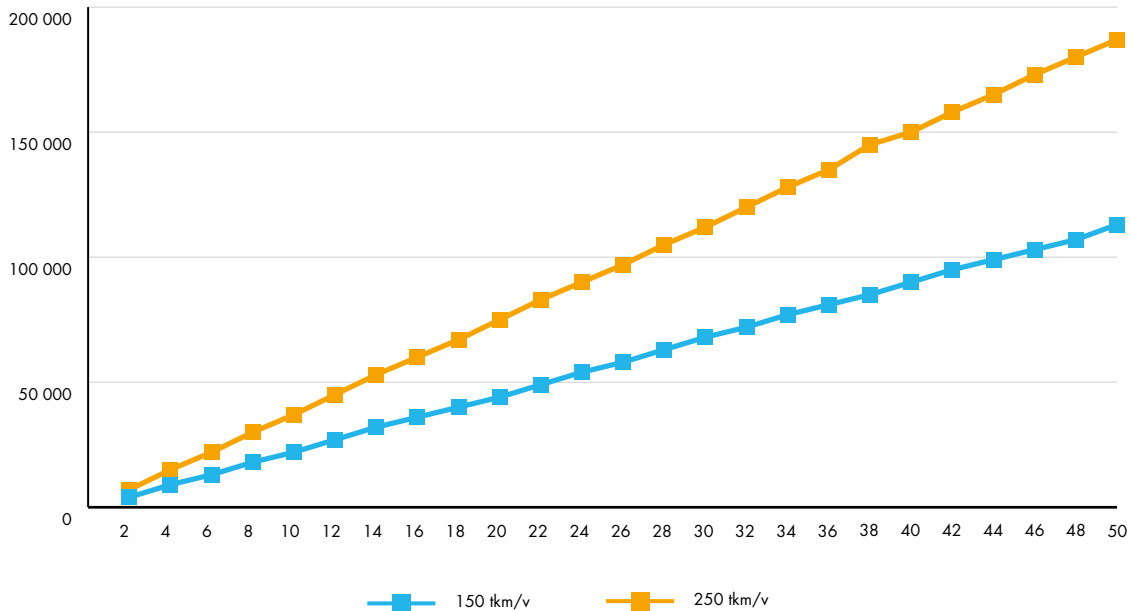
Sähkön hinnan ei kuitenkaan ennusteta pysyvän nykyisen kaltaisella keinotekoisella korkealla tasolla pidemmällä tähtäimellä ja toisaalta fossiilisesta dieselistä luopuminen ja uusiutuvan dieselin käytön lisääminen tulevat todennäköisesti vaikuttamaan dieselin hintaan nostavasti. Käyttökustannusvertailut tulisikin pyrkiä aina tekemään pidemmälle aikajänteelle kuin vuodeksi, kaluston elinkaari ja investointikulun kuoletusaika huomioiden.

Polttoaineen vuosikustannus dieselin litrahinnan mukaan



Diesel-polttoaineen vuosikustannus polttoaineen litrahinnan muuttuessa. Oletuksena on ajoneuvoyhdistelmä, jonka polttoaineen kulutus on 30 litraa / 100 kilometriä (tyypillinen noin 40 tonnin puoliperävaunuyhdistelmä). Tämä edustaa eri valmistajien tyypillistä kulutuslukemaa kyseenosaiselle ajoneuvoyhdistelmälle. Esimerkiksi dieselin 2,2 euron litrahinnalla polttoaineen vuosikustannus olisi 150 tonnikilometriä vuosisuoritteella 99 000 euroa ja 250 tonnikilometriä vuosisuoritteella 165 000 euroa.

Energian vuosikustannus sähkön hinnan mukaan



Sähköenergian vuosikustannus sähkön hinnan muuttuessa. Oletuksena täyssähköinen ajoneuvoyhdistelmä, jonka sähkön kulutus on 1,5 kilowattituntia / kilometri. Tämä edustaa eri valmistajien ilmoittamaa tyypillistä sähkön kulutusta kyseenosaiselle ajoneuvoyhdistelmälle. Mikäli sähköenergian kokonaiskustannus olisi esimerkiksi 26 senttiä per kilowattitunti, olisi vuosikustannus 150 tonnikilometriä vuosisuoritteella 58 500 euroa ja 250 tonnikilometriä vuosisuoritteella 97 500 euroa.

Seuraavassa on vastaava laskelma käytön aikaisesta energiakustannuksesta 76-tonniselle ajoneuvoyhdistelmälle kuin edellä oli 40-tonniselle puoliperävaunuyhdistelmälle.

Täyssähköisiä 76 tonnin painoluokkaan soveltuvia täyssähköisiä ajoneuvoja ei ole todellisuudessa saatavilla, joten sähköajoneuvon energiantarpeen on arvioitu kasvavan samassa suhteessa kuin dieselkäyttöisen yhdistelmän energiantarve lisääntyy siirryttäessä 40-tonnisesta yhdistelmästä 76-tonniseen.

Nykyaikaiset 76-tonniset dieselkäyttöiset HCT-yhdistelmät pääsevät jopa alle 50 litraa per 100 kilometrin kulutuslukemiin maantieajossa. Toisaalta vastaavan painoiset puutavarayhdistelmät kuluttavat yli 60 litraa per 100 kilometriä ja sorakasettiyhdistelmät riippuen kuljetustaistyksistä 56–66 litraa per 100 kilometriä. Tässä on käytetty esimerkin omaisesti keskimääräistä 58 litraa per 100 kilometriä kulutuslukemaa.

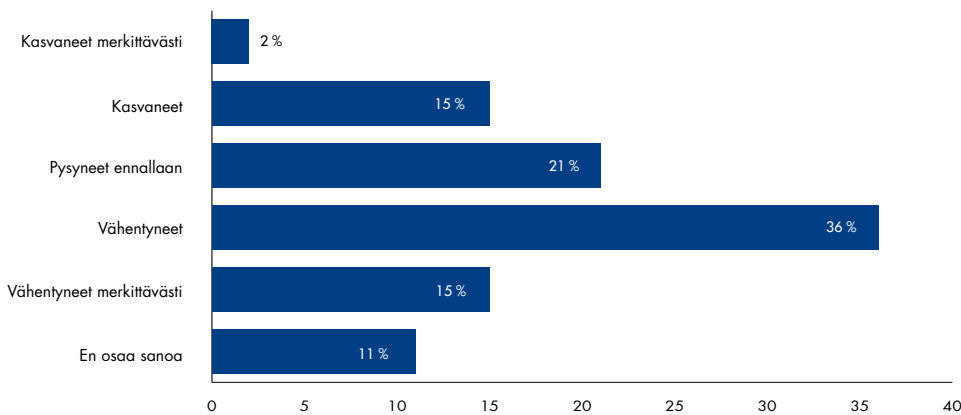
Esimerkilaskelma 76-tonninen ajoneuvoyhdistelmä

Sähkö hinta cnt/kWh	5	15	30	50	Dieselin hinta eur/l	1,5	1,9	2,5	3,5
(hintaa ilman alvia)	4,03	12,10	24,19	40,32	(hintaa ilman alvia)	1,21	1,53	2,02	2,82
+ Sähkönsiirto	3	3	3	3					
+ Sähkövero	2,8	2,8	2,8	2,8					
+ Suurteholatausinfra	10	18	18	18					
Sähkön kokonaishinta	20,8	38,8	53,8	73,8					
Ajomäärä/v	150 000	150 000	150 000	150 000	Ajomäärä/v	150 000	150 000	150 000	150 000
Kulutus kWh/km	2,9	2,9	2,9	2,9	Kulutus l/100 km	58	58	58	58
Yhteensä eur/v	86 270	156 151	208 772	278 933	Yhteensä eur/v	105 242	133 306	175 403	245 565

SKALin käyttövoimakysely 2022

Noin puolet kaasu- ja sähkökuorma-autoilla liikennöivistä kertoo ajoneuvon käyttökustannusten alentuneen verrattuna dieseliin. Parikymmentä prosenttia kertoo käyttökustannusten pysyneen ennallaan ja 15 prosentilla ovat käyttökustannukset kasvaneet. N=48.

Ovatko ajoneuvon käyttökustannukset (polttoaine, huollot jne.) uudella käyttövoimalla verrattuna dieseliin...



Latauslaitteisto ja sähköliittymä	Kevyt yhden auton lataus hitaalla yönyli latauksella	Järeä ja nopea lataus tai useamman auton yhtäaikainen lataus
Sähköliittymän päivitys 3 x 25A → 3 x 63A (mahdollistaa esim. hitaan 40 kW lataustehon)	10 000 eur	
Sähköliittymän päivitys 3 x 25A → 3 x 960A (mahdollistaisi jopa yli 600 kW lataustehon eli esim. 6 autoa 100 kW latausteholla yhtäaikaisesti)		yli 100 000 eur
Kevyt latauslaite	30 000 eur	
Järeä latauslaite 360 kW		100 000 eur
YHTEENSÄ	40 000 eur	200 000 euroa

On huomioitava, että taulukossa sekä sähköliittymän kustannustiedot, että latauslaitteiston hinnat ovat vain suuntaa-antavia arvioita. Kustannuksiin vaikuttaa merkittävästi muun muassa olemassa oleva sähköverkko sekä voimakkaassa kehitysvaiheessa oleva sähköajoneuvojen latausmarkkina.

Sähkönlatauslaitteistot ovat kalliita investointeja

Sähköiseen kuljetuskalustoon investointi tarkoittaa aina myös latausten ja latausinfraan suunnittelua ajoneuvon hankinnan yhteydessä. Julkista yleisesti käytössä olevaa latausinfraa, johon voisi tukeutua dieselin jakeluinfraan tavoin, ei Suomessa ole. Yksi vaihtoehto, joka tietyillä kuljettamisen suoritealoilla tulee kyseeseen, on autokoh- taisen latausinfraan toteuttaminen oman varikon yhteyteen. Tästä on yksi karkea ja suuntaa-antava esimerkkitaulukko yllä.

Taulukon kaltaisten lukujen pohjalta voidaan laskea, paljonko latausinfraan hankkimisesta aiheutuu lisäkuluja per ladattu kilowattitunti sähköä per ajettu kilometri. Voidaan siis laskea paljonko pelkän sähköenergiakulun päälle syntyy kustannusta omasta latausinfraasta tietyillä laitteiston kuole- tusajalla. On huomattava, että taulukon luvut ovat vain

suuntaa-antavia arvioita, koska markkina on vasta hyvin vahvasti kehittyvässä vaiheessa. Luvut pyrkivätkin enemmän kuvaamaan vaihteluväliä, jossa oman latauslaitteiston hankkimisessa liikutaan.

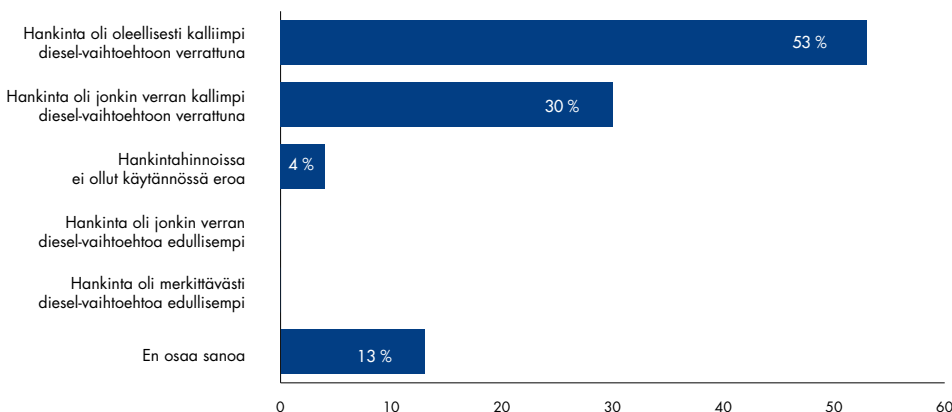
Pienimmillään latausinfraan toteutuksessa voidaan puhua vain muutaman kymmenen tuhannen euron investoinnista. Varsinkin kun tarvitaan hitaan yön yli esimerkiksi 10 tunnin aikana tapahtuvan latauksen sijaan nopeaa lataustehoa tai tehoa, joka mahdollistaa useamman kuorma-auton latauksen samanaikaisesti, voivat kustannukset kohota hyvin merkittävästi. Eräs keskeinen tekijä on olemassa oleva sähköverkko suunniteltuun latauspaikkaan.

Latauksen osalta on useita erilaisia toimintamalleja kehitteillä, joista ns. palvelumuotoinen latauksen hankinta voi olla riskittävämpi vaihtoehto kuljetusyritykselle.

SKALin käyttövoimakysely 2022

Yli 80 prosenttia kaasu- ja sähkökuorma-autojen käyttäjistä kertoo ajoneuvon investointikulun olleen dieseliä suurempi.

Kuinka ajoneuvon hankintahinta / leasingmaksu suhtautui dieselvaihtoehtoon?



5.2 Hankintatuet Suomessa

Suomessa on käytössä tällä hetkellä erillinen hankintatuki, jolla tuetaan sähkö- ja kaasukäyttöisten kuorma-autojen hankintaa. Vetykäyttöisten tai uusiutuvaa dieseliä käyttävien kuorma- ja pakettiautojen hankintaan ei tukea tällä hetkellä myönnetä. Paketti- ja kuorma-autojen hankintatukien hakuaika on tällä hetkellä 31.12.2024 asti.

Hankintatuet ovat tarpeellisia ja tärkeitä käyttövoimasii-
rytymän vauhdittamisessa. Hankintatukien vaikutuksia käyttö-
kustannuksiin ei tässä raportissa arvioida, koska on selvää,
että laajamittaisesti kaikkiin ajoneuvohankintoihin ei
sellaista tule.

Tarkempaa tietoa hankintatukien hakemisesta ja määristä
Traficommin nettisivuilla [www.traficom.fi/fi/asioi-
kanssamme/hae-hankintatukea-sahko-ja-kaasukayttoiselle-
kuorma-autolle](http://www.traficom.fi/fi/asioi-kanssamme/hae-hankintatukea-sahko-ja-kaasukayttoiselle-kuorma-autolle).

5.3 Suuren kuljetuskaluston kustannustehokkuus

Vuonna 2022 kaupallisia ratkaisuja akkusähköisten
ajoneuvoyhdistelmien osalta on tarjolla noin 40 tonnin
kokonaispainoluokkaan saakka, mikä on Keski-Euroopassa
yleisesti käytössä oleva suurin sallittu kokonaisuus.
Suomessa ajoneuvoyhdistelmien kokonaisuusmassat ovat
poikkeuksellisen suuret, enintään 76 tonnia ja pituuden
merkittävästi keskieuropalaista suuremmat.

Kokonaisuusmassaltaan näin suurien yhdistelmien energi-
ankulutus kilometriä kohden on suuri, vaikkakin energia-
tehokkuus kuljetettua tonnikipometriä kohden on pienempiä
yhdistelmiä parempi. Kokonaisuusmassaltaan suurien

yhdistelmien suuri energiankulutus tarkoittaa sitä, että
diesel tai nesteytetty kaasu on akkusähköä tarkoituksen-
mukaisempi käyttövoima suuressa osassa kuljetustehtäviä
nykyisellä teknologialla.

Käyttövoimavaihtoehtojen lisääntyessä voidaan esittää
kysymys, mitä tarkoittaisi siirtyminen nykyisestä dieseliä
käyttävästä 76 tonnin kokonaispainosta 40 tonniin perus-
teena käyttövoiman vaihtaminen akkusähköön. Kokonais-
massaltaan 76 tonnin ajoneuvoyhdistelmän hyötykuorma
on noin 50 tonnia, kun taas akkusähkökäyttöisen 40 tonnin
yhdistelmän hyötykuorma on noin 25 tonnia. Pienemmän
yhdistelmäkokoosiin siirtyminen edellyttäisi yhden 76 tonnin
yhdistelmän korvaamista kahdella 40 tonnin yhdistelmällä.
Tämän vaikutuksia kuljetusten kustannuksiin voidaan
simuloida kolmen keskeisimmän kustannustekijän avulla:

- Energiakustannukset
- Työvoimakustannukset
- Pääomakustannukset

Sekä työvoima- että pääomakustannukset tuplaantuvat,
kun yhden yhdistelmän sijaan tarvitaan kaksi yhdistelmää.
Alla olevassa taulukossa 76 tonnin yhdistelmien kustan-
nustasot perustuvat Tilastokeskuksen julkaiseman kuorma-
autoliikenteen kustannusindeksi 10/2022 perävaunu-
yhdistelmien kustannusosuuksiin.

Oheisesta taulukosta huomataan, että siirtyminen 76 tonnin
dieselyhdistelmästä 40 tonnin akkusähköyhdistelmään
nostaa työvoima- ja pääomakustannuksia enemmän kuin
mitä dieselyhdistelmän energiakulut ovat.

Voidaankin todeta, että yhdistelmäkkoon merkittävä pien-
entäminen sähköistymisen saavuttaakseen ei kuljetustaloud-
lisesti ole järkevä ratkaisu. Muutos olisi erittäin haastava
myös työvoiman saatavuuden näkökulmasta.

	Kokonaisuusmassa 76 t, kantavuus 50 t, diesel	Kokonaisuusmassa 40 t, kantavuus 25 t, sähkö
Energiakustannus	34	(?)
Työvoimakustannus	40	80
Pääomakustannus	14	28
Yhteensä	88	108 (ilman energiakustannuksia)



Kuva: Pixhill

KESKEISIÄ HAVAINTOJA



6 Keskeisiä havaintoja

- Pitkällä aikavälillä ilmastopäästöjen puolittaminen ja tavoitteet hiilineutraaliudesta tarkoittavat fossiilista ilmastopäästöjä (hiilidioksidia) aiheuttavista polttoaineista luopumista eli erilaisten uusien ja aiempaa kestävämpien käyttövoimien tulevista liikenteeseen.
- Uusiutuvat fossiilittomat käyttövoimat tulevat myös tavaraliikenteeseen. Suomessa käytössä oleva kustannus- ja energiatehokkuutta parantava merkittävästi yleiseurooppalaisia mittoja ja massoja suurempi kalusto asettaa kuitenkin kysymyksiä ja haasteita, erityisesti sähkön osalta. Varsinkin suoritealoilla, joissa suurta kuljetuskalustoa käytetään pitkillä kuljetusmatkoilla, on nykyisten mittojen ja massojen tuoma kustannus- ja energiatehokkuus yksi avaintekijä Suomen kansainväliselle kilpailukyvyille. Nykyisiin mittoihin ja massoihin on myös investoitu merkittävästi sekä kaluston (vetoautot ja perävaunut) että infran osalta.
- Siinä missä kevyessä henkilöautoliikenteessä suora sähkö on energiatehokkuudeltaan ja hyötysuhteeltaan tehokkain päästöttömistä käyttövoimista, tarvitaan tavaraliikenteessä useita eri käyttövoimia tulevaisuudessa akkutekniikan asettamien rajoitteiden vuoksi. Liikenteessä, jossa akkutekniikan rajoitteet eivät muodostu ongelmaksi ja lataus kyetään järjestämään tehokkaalla tavalla, on suora sähköenergia useimmiten tehokkain vaihtoehto.
- Käyttövoimasiiirtymä erityisesti sähköiseen kalustoon lähtee todennäköisimmin liikkeelle tavaraliikenteessä kevyemmistä kuljetuksista ja toisaalta säännöllisten reittien liikenteestä. Laajemmassa mitassa ensimmäisenä sähköistyy kaupunkien jakeluliikenne. Kuitenkin myös perinteisen noin 40 tonnin painoluokan 5-akselisen puoliperävaunukaluston sähköistämiseen panostetaan tällä hetkellä jo paljon muun muassa ajoneuvovalmistajien toimesta.
- Samanaikaisesti on huomioitava, että suuri osa tavaraliikenteen energiasta kuluu suurikokoisissa pitkänmatkan kuljetuksissa. Kuljetussuoritteesta yli kaksi kolmasosaa ajetaan yli 60 tonnin ajoneuvoyhdistelmillä.

Tavaraliikenteen sähköistymisessä keskeinen kysymys on tehokas latausinfra ja sen toteutuminen. Tällä hetkellä julkinen latausinfra on tarjolla vain kevyelle, käytännössä henkilöautokalustolle.

- Karkeasti yli 40-tonnisissa ja pitkämatkaisessa liikenteessä, varsinkin ajoreittien vaihdellessa on sähköistyminen hankalaa. Näissä sähkö ei nykyisellä akkuteknologialla olekaan toimiva ratkaisu, vaan erilaiset muut uusiutuvat fossiilittomat energiaratkaisut ovat tulevaisuutta. Ensivaiheessa uusiutuva diesel ja biokaasu ja myöhemmässä vaiheessa myös vety ja muut synteettiset sähköpolttoaineet ovat ratkaisuja fossiilista polttoaineista irtautumiseen raskaimmissa kuljetuksissa.
- Kaikkien energialähteiden vaatimaan jakeluinfran tulee panostaa. Akkutekniikan ja latauksen kehitys voi tuoda sähkön myös yhä raskaampiin kuljetuksiin myöhemmin tulevaisuudessa, mutta erityisesti vedyn jakeluinfran kehittämiseen ja vetytalouteen tulee panostaa, jotta myös vetikaluston käyttöönottoon pystytään siirtymään siellä missä suorasähkö ei tule kyseeseen.
- Tavaraliikenteen sähköistymisessä keskeinen kysymys on tehokas latausinfra ja sen toteutuminen. Tällä hetkellä julkinen latausinfra on tarjolla vain kevyelle, käytännössä henkilöautokalustolle.
- Käyttövoimamurros muuttaa myös kuljettamisen kustannusrakennetta ja kustannusajattelua. Kaluston investointikustannusta, energiasta aiheutuvaa käyttökustannusta ja kolmantena ajoneuvon tankkauksesta tai lataamisesta syntyvää kustannusta mahdollisesti välillisine investointitarpeineen on ajateltava yhä vahvemmin kokonaisuutena. Vaikutukset myös kustannuksissa ulottuvat koko logistiikkaketjuihin.
- On tiedostettava, että jossain vaiheessa – vuosikymmenien varrella – nykyisellä kehityksellä tulee vastaan myös kulminaatiopiste, jossa dieselkalusto muuttuu kilpailukyvyttömäksi. Toisaalta kustannuksiltaan, toisaalta asiakkaiden asettamien päästövaatimusten vuoksi.

KULJETUS- JA LOGISTIIKKA- ALAN LINJAUKSET



7 Kuljetus- ja logistiikka-alan linjaukset

Tavaraliikenteessä on useita eri käyttövoimia tulevaisuudessa ja teknologianeutraalisuus on edelleen turvattava. On muistettava, että ensivaiheessa on varmistettava toimintaedellytykset, investointikyky ja kannattavuus dieselkalustolla operoitaessa. Kuljetusala ei voi investoida vähäpäästöiseen kalustoon, mikäli toiminta on kannattamatonta.

Käyttövoimasiirtymässä on oltava malttia ja realismia. Vaikka siirtymävaihe on alkanut kaikessa liikenteessä, on prosessi erityisesti tavaraliikenteessä hidas ja tulee huolehtia sekä maan kilpailukyvyistä että kuljetus- ja logistiikka-alan kannattavista toimintaedellytyksistä myös siirtymävaiheessa.

Alhaisella jakeluvolvoitella ja ammattidieseljärjestelmällä on pidettävä yllä kilpailukykyä ja kuljetuskustannuksia kurissa välivaiheessa erityisesti lähivuosien ajan, mutta samanaikaisesti tulee valmistautua uusiin käyttövoimiin ja hyödyntää tämä aika täysimääräisesti uusien käyttövoimien tulemiseen mm. jakeluinfraa kehittämällä ja toteuttamalla. Näillä toimilla luodaan edellytyksiä, jotta vaihtoehtoisia käyttövoimia hyödyntävään kalustoon päästään investoimaan laajemmassa mittakaavassa 20-luvun jälkipuoliskolla.

Suuremmilla mitoilla ja massoilla pystytään jo nykyisin dieseltekniikkaa hyödyntäen vähentämään päästöjä. Samalla luodaan myös kustannustehokkuutta kuljetuksiin, joissa muutoin häviämme kilpailijamaille logistisen takamatkan seurauksena.

Myös syyskuussa 2022 julkaistussa ministeriöiden yhteisessä tulevaisuuskatsauksessa on tunnistettu eri toimijoiden rooli liikenteen päästövähennyksissä. Kyse ei ole tavaraliikenteenkään osalta yksin kuljetusalan toimista: ”Sekä valtion että muiden toimijoiden on investoitava merkittävästi liikenteen päästövähennystoimiin ja kestävä liikenteen edistämiseen.”

Pelkästään yritysten investoinnit puhtaampaan kuljetuskalustoon eivät riitä, eivätkä edes lähde liikkeelle, ellei julkisin toimin vauhditeta muun muassa uudenlaisen jakeluinfran syntyä. Tähän liittyy tavaraliikenteen osalta myös isoja maankäyttö- ja kaavoituskysymyksiä.

1. Ammattidiesel on välttämätön

Ammattidieseljärjestelmä on tärkeä keino välivaiheessa turvaamaan suomalaisyritysten kilpailukykyä sekä hillitsemään kuljetuskustannusten nousupainetta. Kuljetuskustannusten nousulla on laajat heijastusvaikutukset koko Suomen logistiseen kilpailukykyyn ja kaikkien yritysten toimintamahdollisuuksiin.

Ammattidiesel:

- vähentää kustannuspainetta kuljetusalalla
- parantaa investointikykyä vähäpäästöiseen kalustoon
- parantaa kotimaisten yritysten, viennin ja koko maan kilpailukykyä suhteessa kilpailijoihin
- kompensoi korkeasta jakeluvaihteesta Suomelle aiheutuvia lisäkustannuksia, mutta samalla mahdollistaa uusiutuvan dieselin avulla päästöjen vähentämisen

2. Maltillinen ja kohtuuhintainen jakeluvaihte

Uusiutuva diesel soveltuu sellaisenaan nykyiseen dieselkäyttöiseen kuljetuskalustoon ja sitä voidaan sekoittaa rajattomasti fossiilisen dieselin sekaan. Jakeluvaihteiden avulla voidaan edellyttää polttoainejakelijoilta tiettyä uusiutuvan dieselin osuutta. Uusiutuva diesel on siis nopeasti käyttöön otettava keino päästöjen vähentämisessä, mutta se on tällä hetkellä kuitenkin puhdasta fossiilista dieseliä kalliimpaa, koska uusiutuvan dieselin maailmanmarkkinahinta on korkealla. Uusiutuvan dieselin tuotantomääriä pitäisi pystyä globaalisti nostamaan.

Uusiutuvan dieselin verokantaa tulee alentaa. Tällä on mahdollista tukea ja saavuttaa nopeastikin päästövähennyksiä.

Korkea jakeluvaihte rasittaa siis merkittävästi suomalaisyritysten kansainvälistä kilpailukykyä lisäten logistiikkakustannuksia, jotka jo lähtökohtaisesti ovat kilpailijamaita suuremmat. Jakeluvaihteiden kasvattaminen tarjoaa käytännössä myös vain välivaiheen ratkaisuja kohti kokonaan fossiilitonta ja päästötöntä liikennettä.

Maltillisella jakeluvaihteella hillitään kuljetuskustannusten nousua ja varmistetaan sekä kuljetusalan kannattavuus että Suomen logistinen kilpailukyky.

Etanolin osuuden kasvattamista bensiinissä yli nykyisen 10 prosentin tason tulee selvittää. Tämä vähentäisi kustannuspainetta dieselin hinnassa, jossa nykyisen jakeluvaihteiden aiheuttama lisäkustannus näkyy voimakkaasti.

3. Nykyiset massat ja mitat säilytettävä

Keskieurooppalaista tasoa suuremmilla kuljetuskaluston mitoilla ja massoilla on Suomessa parannettu kuljetusten energia- ja kustannustehokkuutta sekä vähennetty päästöjä. Tämä on yksi keskeisimmistä keinoista, joilla Suomen logistista takamatkaa on taklattu suhteessa kilpailijamaihin.

Suomessa käytössä olevat kuljetuskaluston mitat ja massat ovat Suomen kilpailukykyyn edellytys, mutta samalla asettavat siirtymän dieselistä muihin käyttövoimiin astetta haastavammaksi. Tämä on huomioitava päätöksenteossa.

4. Biokaasun säilyttävä vaihtoehtona kestäväksi käyttövoimaksi myös jatkossa

EU-lainsäädännöllä on oleellinen merkitys biokaasun käyttöön raskaan liikenteen käyttövoimana eli miten EU-tasolla jatkossa suhtaudutaan kaasuun (metaaniin) liikenteen käyttövoimana hiilidioksidipäästöjä säätelevässä raja-arvolainsäädännössä. Tällä on myös keskeinen vaikutus kalustovalmistajien kehityspanostuksiin kaasuajoneuvojen osalta.

Suomen kuljetussuoritteesta valtaosa syntyy raskailla ajoneuvoyhdistelmillä, joille kestävästi tuotettu biokaasu on jo tällä hetkellä yksi realistinen käyttövoimavaihtoehto, tällä hetkellä 68 tonnin painoluokkaan asti.



Kuva: Shutterstock

Suomessa on monesta muusta EU-maasta poiketen omaa biokaasun tuotantoa, jossa on myös kasvupotentiaalia. Tällöin kaasu tarjoaa yhden mahdollisuuden puhtaaseen käyttövoimaan siirtymiseksi myös raskaissa kuljetuksissa vähintäänkin niin kauan, kunnes vety tai sähkö pystyvät syrjäyttämään dieseliä raskaimmissa kuljetuksissa.

Suomen tulee vaikuttaa siten, että kestävästi tuotettu biokaasu on myös jatkossa yhtenä raskaan liikenteen käyttövoimavaihtoehtona mukana EU-tason lainsäädännössä.

5. Lisää kotimaista biopohjaista energiantuotantoa

Kotimaista biopohjaista energiantuotantoa on lisättävä ja edistettävä.

Kotimaisella biotuotannolla parannetaan myös Suomen energiaomavaraisuutta ja huoltovarmuutta.

Biopohjaiseen energiantuotantoon tulee kaikkia erilaiset kestäväällä, uusiutuvalla tavalla tuotetut kotimaiset energiat, kuten uusiutuva diesel ja biokaasu.

6. Nesteytetyn kaasun jakeluinfraa parannettava

Nesteytetyn biokaasun (metaanin) jakeluinfraa on parannettava nykyistä kattavammaksi ja myös yksittäisten tankkausasemien häiriötilanteet kestäväksi.

Varsinkin lähitulevaisuudessa tulee edistää kaasukäyttöisen kaluston käyttömahdollisuuksia erityisesti raskaimmassa kuljetuskalustossa.

Puhtaasti tuotetun nesteytetyn biokaasun käyttöä raskaan liikenteen käyttövoimana hidastaa tällä hetkellä puutteellinen ja toimintahäiriöille altis tankkausinfra.

7. Tarvitaan kattava ja tehokas raskaan liikenteen latausinfra

On luotava malli, jolla latausinfraa kehitetään ja toteutetaan tehokkaasti. Tähän tarvitaan julkisen ja yksityisen tahon tiivistä yhteistyötä ja myös julkisen tahon tukea alkuvaiheessa, kun markkinaa ei juuri ole olemassa. Latausinfra on kuitenkin kalustoinvestointien edellytys.

Raskaan ja pitkämatkaisen tavaraliikenteen sähköistymiselle julkinen, kaikille avoin, kattava suurteholatausverkko on avainkysymys.

Raskaan liikenteen latausinfrastruktuurin suunnittelu tulee aloittaa maankäyttökysymyksistä. Latausasemien sijainnit ovat moninaisemmat kuin perinteisten polttoaineiden jakelu.

Tarvitaan sekä tehokkaita ja nopean latauksen mahdollistavia latausasemia, että ns. yön yli lataukseen soveltuvia kustannustehokkaita latausasemia.

Latausinfraan sijoittumisella on oleellinen merkitys logistiikkaketjujen toimivuudelle ja kustannuksille. On otettava huomioon latauksen yhdistäminen kuljettajan taukoihin,



Kuva: Shutterstock

purkamiseen, lastamiseen, reitteihin ym. Tähän on panostettava laadukkailla selvityksillä, suunnittelulla ja lopulta toteutuksella.

Raskaan liikenteen sähköistämisen ja latausinfraan toteuttamisessa tulee lähteä liikkeelle eteläisen Suomen isojen kaupunkiseutujen ja näitä yhdistävästä liikenteestä eli karkeasti ajatellen Helsinki-Tampere-Turku kolmiosta.

8. Laaja-alaiseen julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyöhön panostettava

Tavaraliikenteen käyttövoimamurros tarkoittaa laajalti muutoksia logistiikkaketjuihin, ja vaikutukset ulottuvat moneen toimijaan niin julkisella kuin yksityisellä sektorilla. Kalustoinvestointien lisäksi keskiössä on uusien käyttövoimien jakeluinfra, mutta myös muun muassa korjaamo- ja huoltotoimintaan liittyvät muutospaineeet koulutuksesta alkaen, erilaiset turvallisuusvaateet muun muassa logistiikkakeskuksissa ja teollisuudessa.

Käyttövoimamurrokseen on valmistauduttava muun muassa ratkaisemalla jakeluinfrakysymykset, julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyöllä, johon liittyy muun muassa maankäyttönäkökulma.

Uusien käyttövoimien jakeluinfran on tuettava tehokasta logistiikkaa.

Tarvitaan luotettava kuva tulevaisuudesta ja panostuksista muun muassa eri käyttövoimien jakeluinfraan, jotta vaihtoehtoisia käyttövoimia käyttävään kuljetuskalustoon uskalletaan investoida ja nähdä investoinneille käyttömahdollisuuksia myös tulevaisuuden muuttuvissa kuljetustilanteissa.

9. Hyväkuntoinen tiestö on myös päästövähennyskeino

Tiestö ja tiestöllä tehtävät toimenpiteet ovat myös yksi päästövähennyskeino. Tienpitotoimia onkin tarkasteltava laajasti myös päästöjen vähentämisen näkökulmasta.

Tiestön kunnossapidolla, kehittämisellä ja suunnittelu- ratkaisulla, sekä liikennejärjestelmän toimivuudella on vaikutuksia energiatehokkuuteen ja päästöihin.

Erityisesti talvella tiestön kunnossapidolla on oleellinen vaikutus erityisesti raskaan liikenteen energiankulutukseen, joka on merkittävä asia käyttövoimista riippumatta. Yhtenä tavoitteena muun muassa liikenneturvallisuuden ohella tulisi tienpidossa ja tiestön kehittämisessä olla, että liikenne voidaan hoitaa mahdollisimman vähäisellä energiankulutuksella.

10. Sähköiseen ammatti- liikenteeseen sovellettava alemmaa sähköveroluokkaa

Ammattiliikenteen käyttäessä kuljetuskaluston käyttövoimana sähköä, tulee tähän soveltaa alemmaa sähköveroluokkaa.

Raskaan ammattiliikenteen alemmalla sähköveroluokalla voidaan edistää sähköistymistä ja alentaa raskaan liikenteen kokonaiskustannuksia saaden liikenne kannattavaksi ja siirtymää vauhditettua.

Alemmaa sähköveroluokkaa II sovelletaan nykyään teollisuuteen ja muun muassa tiettyjen energiatehokkuutta parantavien lämmitysratkaisujen sähkönkulutukseen.

Raskaan liikenteen sähköistymisen yhtenä haasteena on tarvittavan suuritehoisen akkukapasiteetin myötä hyvin korkea kaluston hankintahinta sekä samanaikaisesti vaadittavat investoinnit yrityksen latausinfraan.

Raskaan liikenteen sähköistymistä energiatehokkuutta parantavana ja päästöjä vähentävänä toimenpiteenä tuleekin nopeuttaa soveltamalla sähköveroluokkaa II kuljetuskaluston käyttövoimana käytettävään sähköön.

11. TEN-T-vaatimusten mukainen jakeluinfra- ja taukopaikkaverkosto toteutettava

EU-tasoiset vaihtoehtoisten polttoaineiden jakeluinfrastruktuuria säätelevät AFI-direktiivi ja AFIR-asetusehdotus asettavat tavoitteita tieliikenteen lataus- ja tankkausinfrastruktuurille sekä kattavuuden että teknisten ja toiminnallisten vaatimusten osalta. Vastaavasti EU-tasolla määritellään myös vaatimuksista turvallisille rekkaparkeille ja näiden palveluille TEN-T-tieverkolla.

Suomessa tulee varmistaa, että tavaraliikenteen uusiutuviin käyttövoimiin siirtymistä edellyttävä energian jakeluinfra toteutetaan. Erityisen tärkeässä roolissa ovat keskeiset tavaraliikenteen kuljetusväylät.

Synergiaedut taukopaikkaverkoston ja uusien käyttövoimien jakeluinfran yhdistämisessä tulee huomioida sekä näiden toteuttamisessa että käytön aikaisissa hyödyissä raskaalle liikenteelle.

12. Suomen vetytaloutta vahvistettava

Suomessa on panostettava vetyyn liikenteen polttoaineena, vedyn jakeluinfraan ja vetytalouteen laajemmin. Suomessa vedyn osalta tavoitteeksi on asetettu noin 20 tankkaus- asemaa vuonna 2030. Tällä hetkellä asemia ei ole yhtään.

Erityisesti Suomelle vedyllä on suuri merkitys tulevaisuudessa myös tavaraliikenteen käyttövoimana pitkien kuljetusetäisyyksien sekä kilpailukykyä ja syrjäistä sijaintia kompensoivien kuljetuskaluston suurten mittojen ja massojen vuoksi.

Päästöttömät, energia- ja kustannustehokkaat vetyajoneuvot voivatkin olla tulevaisuuden kestävä ratkaisu päästöttömään raskaaseen liikenteeseen siten, että samaan aikaan säilytetään Suomen kilpailukyky nykyisellä mitta/massakalustolla, jota Suomen ohuet ja pitkät tavaravirrat tarvitsevat.

Vetyteknologiaan panostamalla säilytetään Suomen kilpailukykyä päämarkkinoita lähempänä sijaitseviin verokkimaihin nähden.

Ennen vetytalouteen siirtymistä vähintään välivaiheen ratkaisuissa on pidettävä mukana raskaimmassa tavara- liikenteessä erilaisten synteettisten polttoaineiden hyödyntäminen.

On tehtävä tarvittavat selvitykset ja laadittava selkeä strategia vetytaloudesta Suomessa liikennettä koskien, mutta myös sektori-integraation (eli laajasti koko energia- järjestelmän, eri energiamuotojen, niiden tuotannon, jakelun, kulutuksen ja loppukäyttäjien yhteensovittamisen) kautta laajemmin koko Suomen sähköntuotantoa koskien.



Kuva: Pixhill

8. SKALin ennuste käyttövoimista

Näkymä 2020-luvulle ja siirtymä 2030-luvulle

Tavaraliikenteen käyttövoimamurros on lähtenyt kansainvälisesti nopeammin liikkeelle kuin vielä muutamia vuosia sitten ennakoitiin. Sama on ollut nähtävissä jo aiemmin henkilöautoissa ja paikallisliikenteen linja-autoissa. Nyt se on nähtävissä kansainvälisissä ennusteissa, kun tuoreimpia ennusteita vertaillaan parin vuoden takaisin.

Kevyt jakeluliikenne, kuorma-autot, jopa keskieuropplaisen mitoituksen mukaiset puoliperävaunuyhdistelmät alkavat sähköistymään 2020-luvulta alkaen.

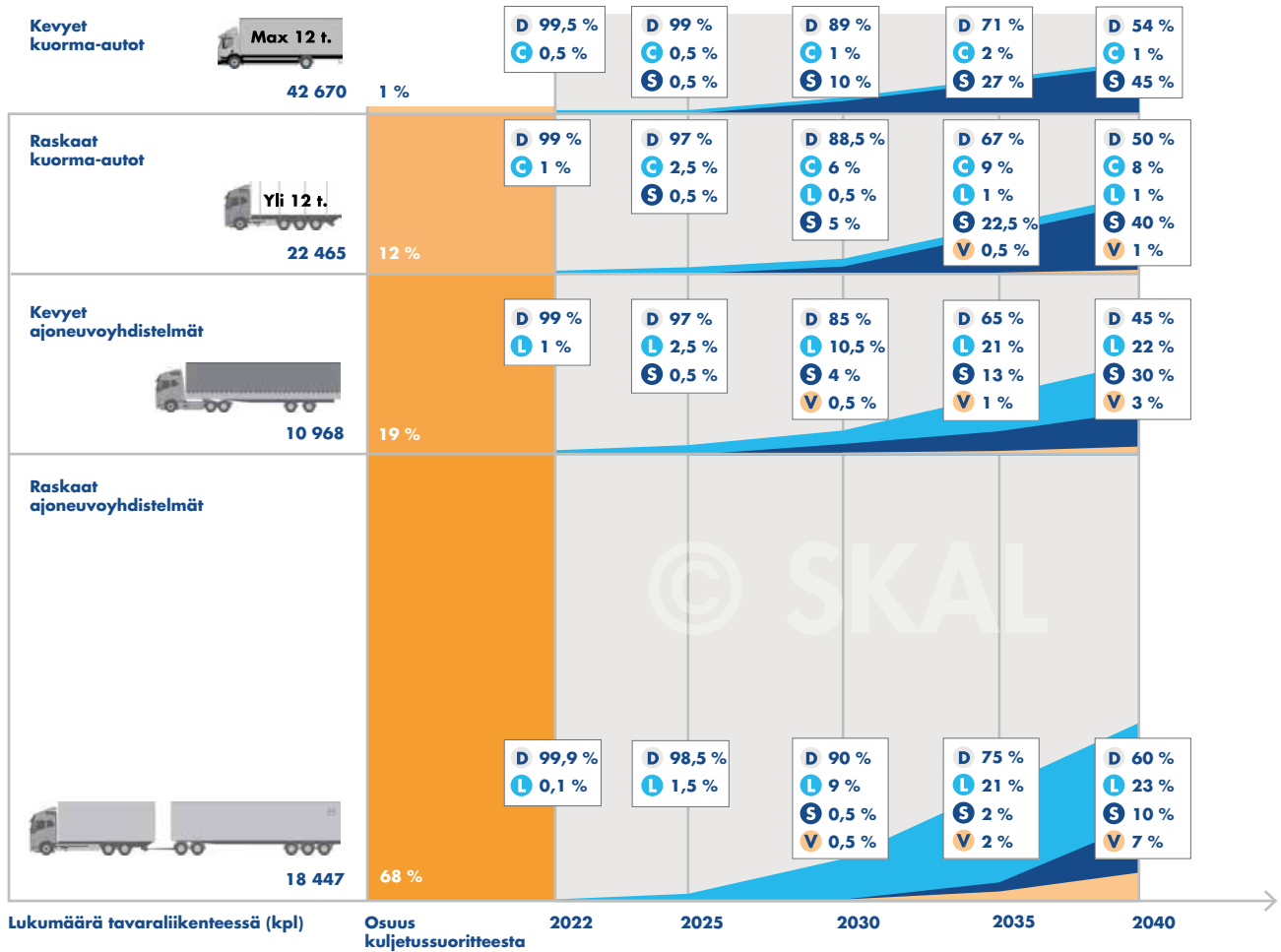
Karkeasti ottaen yli 40-tonnisissa ja pitkämatkaisissa kuljetuksissa ja varsinkin ajoreittien vaihdellussa paljon on sähköistyminen nykyisen tekniikan valossa hankalampaa. Tämantyyppisissä kuljetuksissa muun muassa erilaiset kaasut

(biokaasu, synteettinen kaasu, mahdolliset muut sähköpolttoaineet ja vety) ovat tulevaisuutta. Myös sähkö voi 2020-luvun loppua kohden olla mahdollisesti yhä realistisempi vaihtoehto varsinkin silloin, kun kyseessä on vakioidut reitit, esimerkiksi samaa säännöllistä reittiä kulkevissa runkokuljetuksissa. Myös akkuteknologian kehitys, erityisesti akkukapasiteetin paraneminen lisää käyttömahdollisuuksia yhä raskaammissa ajoneuvoyhdistelmissä.

Kaluston sähköistyminen vaatii kuitenkin samanaikaisesti merkittäviä panostuksia latausinfrastruktuuriin, joka tulee vaatimaan aikaa erityisesti maankäytön suunnittelusta alkavissa prosesseissa.

Ajoneuvovalmistajilla on tällä hetkellä jopa kunnianhimoisempia tavoitteita ja suunnitelmia vähäpäästöisten ja päästöttömien kuorma-autojen tuotannon osalta kuin monissa lähivuosina esitetyissä olemassa olevissa ennusteissa käyttövoimasiirtymistä.

Käyttövoimien kehitys ajoneuvotyyppittäin 2022–2040



D Diesel C Kaasu, CBG L Kaasu, LBG S Sähkö V Vety

© SKAL

Käyttövoimien kehitysennuste tavaraliikenteessä ajoneuvotyypeittäin koko käytössä olevan ajoneuvokannan osalta. Ajoneuvokanta uudistuu hitaasti, koska ajoneuvojen aktiivinen käyttöikä on tyypillisesti 10–15 vuotta. Kevyet ajoneuvoyhdistelmät edustavat noin painoluokkaa 40–60 tonnia ja raskaat ajoneuvoyhdistelmät Suomessa tyypillisiä massatavaran kuljettamisessa ja terminaalien välisessä liikenteessä käytettäviä yli 60 tonnin ajoneuvoyhdistelmiä. Lähde: SKAL.

Yllä olevassa koko kuorma-autokannan kehitystä kuvaavassa graafissa on oletettu, että ensirekisteröintimäärät pysyisivät nykyisellä noin 3 500 ajoneuvon vuositasolla. Nollapäätöisen kaluston, eli käytännössä vety- ja täyssähkökuorma-autojen on oletettu yleistyvän Suomessa jonkin verran koko Länsi-Euroopan tasoa hitaammin. Useimmat ajoneuvovalmistajat tekevät ennusteita koko Euroopan tasolla. Vain Suomea koskevat ennusteet poikkeavat näistä ja tämä johtuu muun muassa Suomen muuta Eurooppaa suurikokoisemmasta kuljetuskalustosta.

Kevyimmässä kalustossa lähinnä sähkö tulee syrjäyttämään dieseliä uutena käyttövoimana, mutta mitä raskaammasta kalustosta on kyse, sitä vahvempi rooli myös nesteytyllä kaasulla ja myöhemmin mahdollisesti myös vetyteknikalla tulee olemaan.

Tulevan ennakkointiin liittyy tällä hetkellä suurta epävarmuutta. Erityisesti nesteytetyn kaasun osalta kehitys riippuu paljolti

vuonna 2023 valmisteltavana olevasta EU:n CO₂-raja-arvoasetuksesta. Akkuteknologian kehitys tulee myös vaikuttamaan keskeisesti siihen, tuleeko vedystä suoraan yksi raskaimman liikenteen käyttövoima vai onko vedyn ja vetytalouden rooli enemmän tasapainottaa koko sähköjärjestelmää. Eli tuleeko akkuteknologian kehitys vastaamaan ja ratkaisemaan tämän hetken haasteita, jotka liittyvät raskaimman tavaraliikenteen sähköistämiseen.

Vajaan 95 000 ajoneuvon kuorma-autokannassa muutokset käyttövoimissa tulevat tapahtumaan hitaasti. Kuorma-auton aktiivinen käyttöikä on tyypillisesti 10–15 vuotta. Kevyet ajoneuvoyhdistelmät edustavat käytännössä noin painoluokkaa 40–60 tonnia. Raskaat ajoneuvoyhdistelmät ovat Suomessa tyypillisiä massatavaran kuljettamisessa ja terminaalien välisessä liikenteessä käytettäviä yli 60 tonnin ajoneuvoyhdistelmiä.

SKALIN KÄYTTÖVOIMA- KYSELY 2022



9. SKALin käyttövoimakysely 2022

Osana tätä käyttövoimaselvitystä toteutettiin marras-joulukuussa myös käyttäjäkokemuksia kartoittava kysely niille yrityksille ja organisaatioille, joilla on liikenteessä vaihtoehtoisilla uusiutuvilla käyttövoimilla toimivia kuorma-autoja, eli joissa käyttövoimana on jokin muu kuin diesel.

Tietolähteenä kyselyssä oli Traficomien tietokanta.

Kysely koski 445 ajoneuvoa, yhteensä 182 yrityksestä ja organisaatiosta. Kysely oli avoinna 30.11.–11.12.2022. Vastausprosentti oli 26,4 prosenttia, jota voidaan pitää erinomaisena tämänkaltaiselle nettipohjaiselle kyselylle.

Kyselyn tuloksia on hyödynnetty tämän selvityksen ja siihen liittyvien linjausten laatimisessa. Kyselyn tulokset tullaan julkaisemaan erikseen ja tässä niistä on vain joitakin poimintoja.

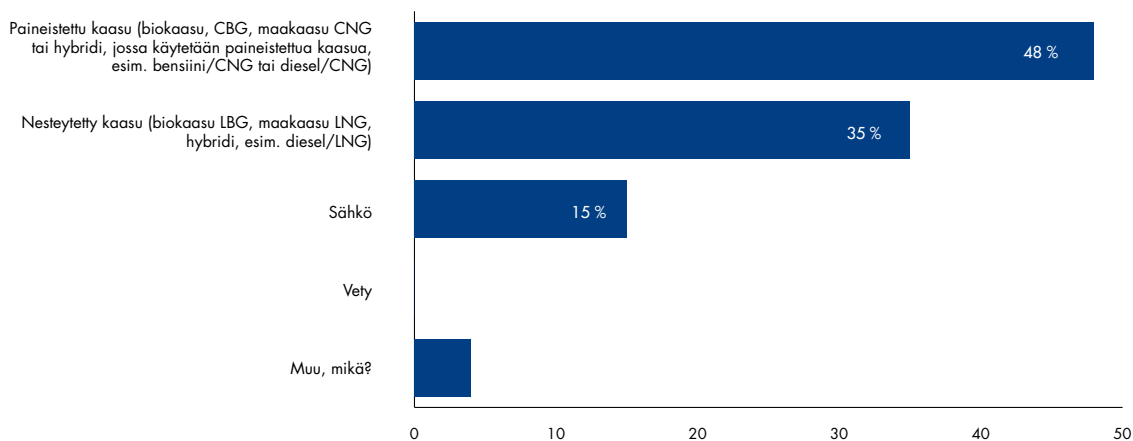
Vastaajista lähes puolella oli käytössä paineistetulla kaasulla toimiva kuorma-autoa, reilulla kolmanneksella nesteytettyllä kaasulla toimiva ja 15 prosentilla täyssähköinen kuorma-auto.

Kyselyhetkellä nämä ajoneuvot olivat olleet liikenteessä keskimäärin yhdestä kolmeen vuotta.

SKALin Käyttövoimakysely 2022

Vastaajista lähes puolella oli käytössä paineistetulla kaasulla toimiva kuorma-auto, reilulla kolmanneksella nesteytettyllä kaasulla toimiva ja 15 prosentilla täyssähköinen kuorma-auto. Kyselyhetkellä nämä ajoneuvot olivat olleet liikenteessä keskimäärin yhdestä kolmeen vuotta.

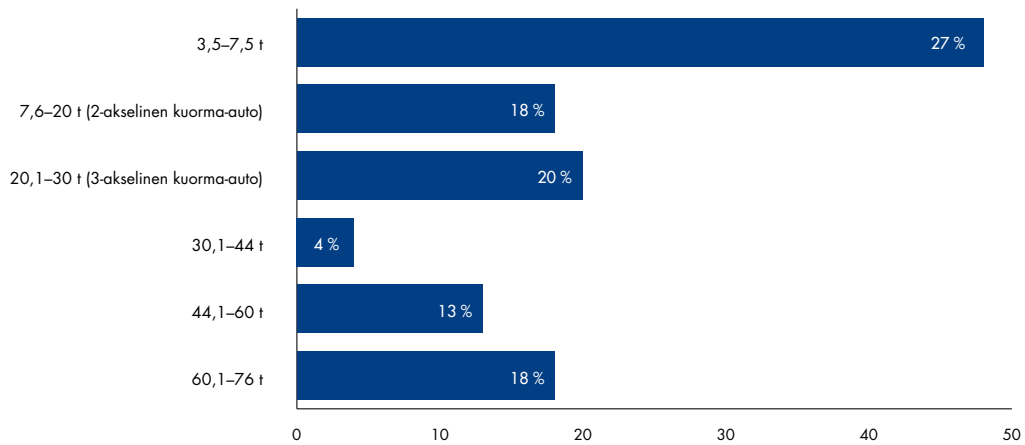
Mikä käyttövoima yrityksenne (muuta kun dieseliä käyttävässä) ajoneuvossa on?



SKALin Käyttövoimakysely 2022

Ajoneuvot jakautuivat kattavasti eri painoluokkiin:

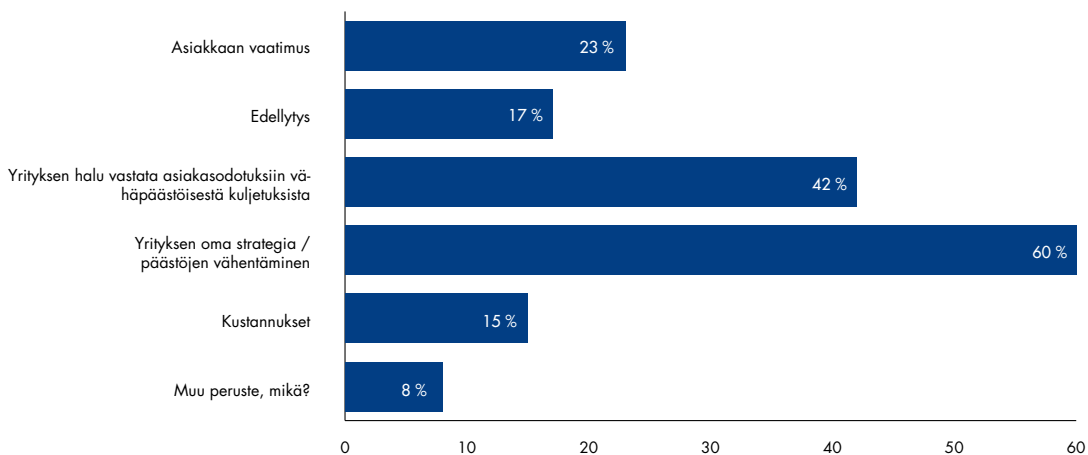
Mikä on ko. ajoneuvon kokonaismassa?
(Mikäli kyseessä on ajoneuvoyhdistelmä, valitse yhdistelmän kokonaismassa.)



SKALin Käyttövoimakysely 2022

Perusteet kalustoinvestointien taustalla viestivät kuljetusalan vastuullisuutta olla mukana ilmastopäästöjä vähentämässä:

Mikä sai kohdistamaan hankinnan uuteen käyttövoimaan?
(Voit valita myös useamman vaihtoehdon)



Lähdeluettelo

Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. TEM julkaisu 4/2017.

[https://www.motiva.fi/files/12818/Valtioneuvoston_selonteko_kansallisesta_energia- ja_ilmastostrategiasta_vuoteen_2030.pdf]

GASUM, 2022. Kysymyksiä ja vastauksia kaasuautoilusta. [<https://www.gasum.com/yksityisille/valitse-kaasuauto/kysymyksiä-kaasuautoilusta/>]

Autoteollisuus älähtää: Sähköautojen akut polttomoottori-kieltoa isompi ongelma. Talouselämä 6.7.2022. [https://www.talouselama.fi/uutiset/te/56f47951-834b-4232-8c45-5a7bf193223a?utm_medium=Social&utm_source=Facebook#Echobox=1657097673]

Vedyllä kulkevat autot ovat jopa sähköautoja ympäristöstä välisempiä – Suomessa niillä ei ajeta, sillä tankkausasemia ei ole. YLE 8.9.2021. [<https://yle.fi/uutiset/3-12079587>]

Polttokennoautot. Motiva, 2020. [https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/valitse_ auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/polttokenno-autot/]

Volvo visioi vetyä. Raskas Kalusto, 21.6.2022. [<https://www.raskaskalusto.fi/volvo-visioi-vetya/>]

SCA:n ja Scania:n sähköinen puutavara-auto töihin. Raskas Kalusto, 22.7.2022. [<https://www.raskaskalusto.fi/scan-ja-scania-n-sahkoinen-puutavara-auto-toihin/>]

Mercedes-Benz Trucks esittelee sähköisen eActros LongHaul-version IAA:ssa. Raskas Kalusto, 28.6.2022. [<https://www.raskaskalusto.fi/mercedes-benz-trucks-esittelee-sahkoisen-eactros-longhaul-version-iaassa/>]

Volvo, Daimler Truck ja Traton latausyhteistyöhön. Raskas Kalusto, 27.7.2022. [<https://www.raskaskalusto.fi/volvo-daimler-truck-ja-traton-latausyhteistyohon/>]

MAN rakentaa akkutehtaan Nürnbergiin. Raskas Kalusto, 6.7.2022. [<https://www.raskaskalusto.fi/man-rakentaa-akkutehtaan-nurnbergiin/>]

Kuljetusalalla on kova paine siirtyä sähköön. MetsäTrans, 21.9.2022. [<https://metsatrans.com/artikkeli/3347/kuljetusalalla-on-kova-paine-siirtya-sahkoon/>]

Hae hankintatukea sähkö- ja kaasukäyttöiselle kuorma-autolle. Traficom, 2022. [<https://www.traficom.fi/fi/asioi-kanssamme/hae-hankintatukea-sahko-ja-kaasukayttoiselle-kuorma-autolle?toggle=Tuen%20m%C3%A4%C3%A4r%C3%A4t%20s%C3%A4hk%C3%B6k%C3%A4ytt%C3%B6isen%20kuorma-auton%20ja%20s%C3%A4hk%C3%B6k%C3%A4ytt%C3%B6isen%20per%C3%A4vaunun%20hankintaan&toggle=Tuen%20m%C3%A4%C3%A4r%C3%A4t%20kaasuk%C3%A4ytt%C3%B6isen%20kuorma-auton%20hankintaan>]

Hyundai XCIENT -vetykuorma-autot saavuttivat miljoona ajokilometriä – ympäristöystävällinen kuljetuskalusto yleistyy Euroopassa tulevina vuosina vauhdilla. News Cision, 2.8.2021.

[https://news.cision.com/fi/hyundai-motor-finland/r/hyundai-xcient-vetykuorma-autot-saavuttivat-miljoona-ajokilometriä-ymparistoystavallinen-kuljetus_c3389245]

Volvon raskas sähkökuorma-auto testissä: loistotulokset sekä toimintamatkassa että energian-kulutuksessa. Volvo Trucks, 4.1.2022. [<https://www.volvotrucks.fi/fi-fi/news/press-releases/2022/jan/volvos-heavy-duty-electric-truck-is-put-to-the-test-excels-in-both-range-and-energy-efficiency.html>]

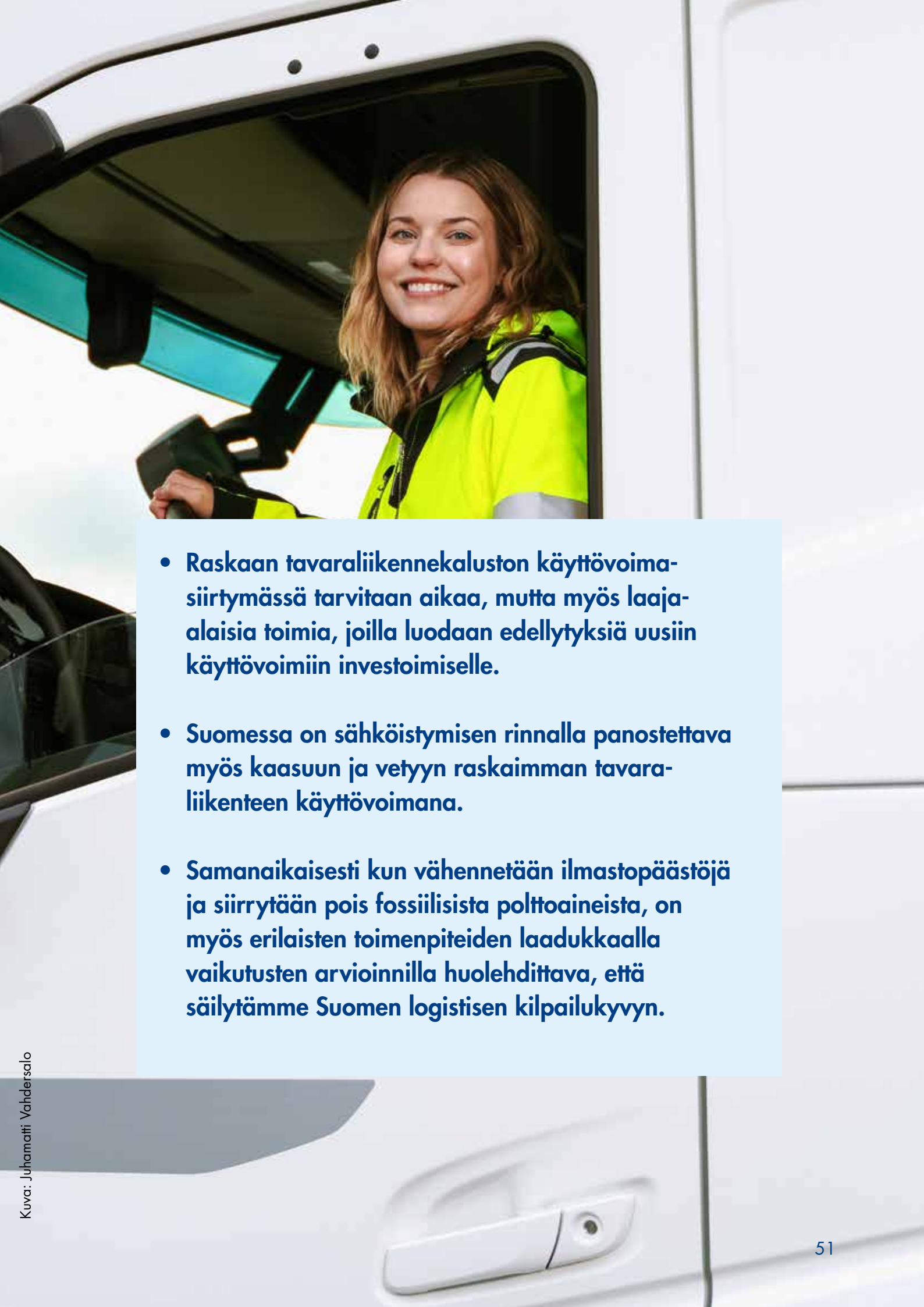
Hyundai Motor's XCIENT Fuel Cell Heavy-Duty Trucks to Hit German Roads. Hyundai Motor Group, 2.8.2022.

[<https://www.hyundaimotorgroup.com/news/CONT0000000000046014>]

Decarbonising Europe's Trucks - How to Minimise Cost Uncertainty. 2022. [<https://www.iif-oecd.org/sites/default/files/docs/decarbonising-europes-trucks-minimise-cost-uncertainty.pdf>]

Kohti hirmukasvua. Nesteen toimitusjohtaja Matti Lehmuksen haastattelu. Talouselämä 14.10.2022.

Autoalan käyttövoimaennusteet. Autoalan Tiedotuskeskus, 17.2.2022. [https://www.aut.fi/files/2551/Kaytto-voimaennusteet_17_02_2022.pdf]



- **Raskaan tavaraliikennekaluston käyttövoima-**siirtymässä tarvitaan aikaa, mutta myös laaja-alaista toimia, joilla luodaan edellytyksiä uusiin käyttövoimiin investoimiselle.
- Suomessa on sähköistymisen rinnalla panostettava myös kaasuun ja vetyyn raskaimman tavaraliikenteen käyttövoimana.
- Samanaikaisesti kun vähennetään ilmastopäästöjä ja siirrytään pois fossiilisista polttoaineista, on myös erilaisten toimenpiteiden laadukkaalla vaikutusten arvioinnilla huolehdittava, että säilytämme Suomen logistisen kilpailukyvyn.



Kuva: Aleksis Muraja

Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL ry on maanteiden tavaraliikenteen ja logistisia palveluja tarjoavien yritysten edunvalvontajärjestö. Järjestön jäsenistöön kuuluu noin 4 100 kuljetusyritystä ympäri Suomea.

skal.fi
[@SKALry](https://twitter.com/SKALry)



SKAL