



LADEC
LAHDEN SEUDUN KEHITYS

LAHTI GEM⁺

**Selvitys vedyn liikennekäytön mahdollisuuksista
Päijät-Hämeessä Lahti GEM -klusterin näkökulmasta**

wsp

Esipuhe

Tässä hankkeessa selvitettiin vedyn liikennekäytön näkymiä Päijät-Hämeessä Lahti GEM -klusterin näkökulmasta. Osana työtä tarkasteltiin kuinka vahvasti maankäytön suunnittelussa kannattaa huomioida liikennettä palvelevien vetyasemien sijoittaminen. Lisäksi selvitettiin, voiko paikallinen vedyntuotanto synnyttää synergiahyötyjä vedyn liikennekäyttöön tai onko Lahden seudun näkökulmasta jotakin sellaista, mitä vedyn liikennekäytössä kannattaisi ottaa huomioon tai voisi tarjota siihen hyvän mahdollisuuden.

Työ perustui laajaan taustaselvitykseen, haastattelukierrokseen sekä niiden pohjalta tehtyyn teknoekonomiseen analyysiin. Työn tulokseksi laadittiin johtopäätökset vedyn liikennekäytön näkymistä ja aluevarausten tarpeista Päijät-Hämeen alueella.

Työn tilaaja oli Lahden seudun kehitys LADEC Oy, jossa työtä ohjasivat Pekka Komu ja Isto Vanhamäki. Työn laatimisesta WSP Finland Oy:ssä ovat vastanneet Johanna Nyberg, Timo Kärkinen, Juhani Bäckström, Kirsi Venho ja Topi Soivio.

Lahdessa tammikuussa 2025

Sisällys

Esipuhe	2
1. Työn tausta ja tavoite	4
2. Taustaselvitys	5
2.1 Vedyn tuotanto maailmalla, Euroopassa ja Suomessa	5
2.2 Vedyn liikennekäyttö maailmalla, Euroopassa ja Suomessa	8
2.3 Muut käyttövoimat liikenteessä ja niiden kehitysnäkymät	11
2.4 Liikenne ja ajoneuvokanta Päijät-Hämeessä	15
3. Haastattelut	18
4. Skenaariotarkastelu	22
5. Teknoekonominen analyysi	27
5.1 Markkina-analyysi	27
5.2 Teknologinen analyysi	28
5.3 Ympäristövaikutusten analyysi	30
5.4 Taloudellinen analyysi	31
5.5 Kannattavuusanalyysi	33
5.6 Riskianalyysi	36
6. Johtopäätökset	38
Lähdeluettelo	41

1. Työn tausta ja tavoite

Vedyn käyttö liikenteessä on jo pitkään ollut tulossa ”vain muutaman vuoden päästä”. Vetyä käyttövoimanaan käyttäviä henkilö- tai kuorma-autoja on kuitenkin ollut tarjolla rajallisesti ja niiden hinta on ollut huomattavasti perinteisillä käyttövoimilla liikkuvia autoja kalliimpia. Lisäksi vedyn varastoinnissa ja kuljetuksessa on haasteita. Vety karkaa herkästi. Kilossa vetyä on kolme kertaa enemmän energiaa kuin bensiinissä, mutta koska vety on erittäin kevyttä, vie kilo vetyä nesteytettynäkin paljon bensiiniä enemmän tilaa.

EU:n tavoite on, että jopa viidennes jäsenmaiden energiatarpeesta katettaisiin vihreällä tai vähähiilisellä vedyllä vuoteen 2050 mennessä. EU:n komissio myös linjasi jo ennen Ukrainan sotaa, että maanosan tulisi vähentää energiariippuvuutta ja tulevaisuuden vetykauppaa käytäisiin dollarien sijaan euroissa.

Suomen hallitus hyväksyi 9.2.2023 periaatepäätöksen vedystä. Siinä tavoitteina ovat mm. kasvattaa Suomeen uusi vetyyn ja siitä valmistettuihin tuotteisiin pohjautuva teollisuudenala ja puhtaan vedyn ja sähköpolttoaineiden valmistus kotimaisen teollisuuden, liikenteen ja energiajärjestelmän tarpeisiin. Suomella on edellytykset tuottaa vähintään kymmenen prosenttia EU:n päästöttömästä vedystä vuonna 2030. (Valtioneuvosto 2023).

Liikenteen synnyttämien kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen on yksi keskeinen keino hidastaa ilmastonmuutosta. Euroopassa tähän on tähdätty EU:n jakeluinfra-asetuksella (AFIR, Alternative Fuels Infrastructure Regulation), joka

määrittelee vähimmäisvaatimukset liikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluinfrastruktuurille. AFIR-asetus hyväksyttiin Euroopan komissiossa heinäkuussa 2023 ja se on tullut jäsenmaiden sovellettavaksi kevästä 2024 alkaen. Yhtenä vaihtoehtoisena käyttövoimana on myös vety.

AFIR-asetus määrittää, että vuoden 2030 lopussa TEN-T-ydinverkon varrella on oltava yleisesti saatavilla olevia vetytankkausasemia enintään 200 kilometrin välein. Päijät-Hämeessä TET-T-ydinverkkoon kuuluu valtatie 4. Lisäksi kussakin kaupunkisolmukohdassa on oltava yksi yleisesti saatavilla oleva vetytankkausasema. Lahti on yksi kaupunkisolmuista.

Asetus määrittää myös, että jäsenvaltioiden on näiden tankkausasemien parhaan sijainnin määrittämiseksi tehtävä analyysi ja että analyysissa on tarkasteltava erityisesti tällaisten tankkausasemien käyttöönottoa multimodaalikeskuksissa, joissa voitaisiin palvella myös muita liikennemuotoja.

Tämän hankkeen tavoitteena oli selvittää vedyn liikennekäytön näkymiä Päijät-Hämeessä Lahti GEM -klusterin näkökulmasta. Erityisesti työssä selvitettiin kuinka vahvasti maankäytön suunnittelussa kannattaa huomioida liikennettä palvelevien vetyasemien sijoittaminen. Lisäksi selvitettiin, voiko paikallinen vedyntuotanto synnyttää synergiahyötyjä vedyn liikennekäyttöön tai onko Lahden seudun näkökulmasta jotakin sellaista, mitä vedyn liikennekäytössä kannattaisi ottaa huomioon tai voisi tarjota siihen hyvän mahdollisuuden.

2. Taustaselvitys

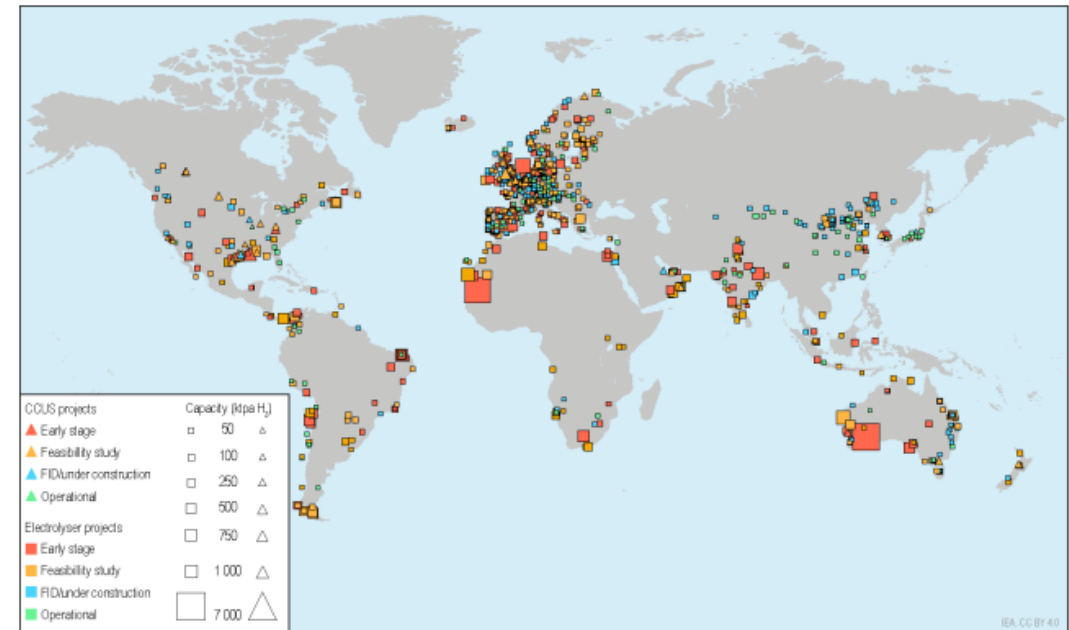
2.1 Vedyn tuotanto maailmalla, Euroopassa ja Suomessa

Vedyn tuotanto maailmalla

Maailmanlaajuisesti vedyn kysyntä vuonna 2023 oli 97 miljoonaa tonnia, mikä on 2,5 % enemmän kuin vuonna 2022. Kysyntä on keskittynyt pääasiassa jalostukseen ja kemianteollisuuteen, ja se katetaan pääosin fossiilisilla polttoaineilla tuotetulla vedyllä. Vähäpäästöinen vety on vain marginaalisessa roolissa: sen tuotanto oli alle 1 miljoonaa tonnia vuonna 2023. (IEA 2024).

Vähäpäästöisen vedyn tuotanto voi vuoteen 2030 mennessä nousta 49 miljoonaan tonniin vuodessa tähän mennessä ilmoitettujen hankkeiden perusteella. Määrä on lähes 30 % enemmän kuin vielä vuotta aikaisemmin arvioitiin. Tämä voimakas kasvu aiheutuu pääosin uusista elektrolyysihankkeista, joissa ilmoitettu elektrolyysikapasiteetti on lähes 520 gigawattia. (IEA 2024).

Lopullisen investointipäätöksen saavuttaneiden hankkeiden määrä kasvoi myös: ilmoitettu tuotanto kaksinkertaistui edellisestä vuodesta ja oli 3,4 miljoonaa tonnia vuodessa. Tämä viisinkertaistaisi nykyisen tuotannon vuoteen 2030 mennessä. Kasvu jakautuu suunnilleen tasan elektrolyysin (1,9 miljoonaa tonnia vuodessa) ja fossiilisten polttoaineiden hiilidioksidin talteenoton, hyödyntämisen ja varastoinnin (CCUS, 1,5 miljoonaa tonnia vuodessa) välillä. (IEA 2024).



Vähäpäästöisen vedyn tuotantohankkeet 2024. (Lähde: IEA Global Hydrogen Review 2024.)

Vedyn tuotanto Euroopassa

Strategia

Euroopan komissio on vuonna 2020 laatinut tiedonannon Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle otsikolla ”Vetystrategia ilmastoneutraalille Euroopalle”. Siinä todetaan, että vety on lupaava vaihtoehto liikenteessä silloin, kun sähköistämistä on vaikeaa toteuttaa. Aluksi vetyä voidaan ottaa käyttöön tietyissä rajatuissa käytöissä, kuten paikallisissa kaupunkibusseissa, hyötyajoneuvoissa (esimerkiksi taksit) tai erityisissä raideliikenneverkon osissa, joissa sähköistäminen ei ole toimiva ratkaisu. (European Union 2020).

Vetytankkausasemat voivat helposti saada toimituksia alueellisilta tai paikallisilta elektrolyysilaitoksilta, mutta niiden käyttöönottoa varten tarvitaan selkeä analyysi kaluston kysynnästä sekä kevyitä ja raskaita hyötyajoneuvoja koskevista vaatimuksista.

Vetypolttokennojen käyttöä olisi edistettävä raskaissa maantieajoneuvoissa sähköistämisen ohella. Tällaisia ajoneuvoja ovat linja-autot, erikoiskäyttöön tarkoitettut raskaat ajoneuvot ja pitkän matkan rahtiliikenne. Tavoite on vähentää niiden suuria hiilidioksidipäästöjä.

Hiilidioksidipäästönormeja koskevassa asetuksessa asetetut vuosien 2025 ja 2030 tavoitteet vauhdittavat edelläkävijämarkkinoita vetyratkaisuille, kun polttokennoteknologiasta on tullut riittävän valmis ja kustannustehokas vaihtoehto.

Useat Euroopan maat ovat laatineet omat vetystrategiansa. Niissä on tavoitteena kehittää vedyn tuotantoa ja käyttöä osana maan siirtymistä kohti vähähiilistä taloutta. Strategiat sisältävät useita toimenpiteitä, kuten investointeja vedyn tuotantoon ja infrastruktuuriin, tutkimus- ja kehityshankkeita sekä tukia vedyn käytön edistämiseksi teollisuudessa ja liikenteessä.

Vedyn tuotanto ja käyttö

Vuonna 2023 Euroopassa tuotettiin noin 11 miljoonaa tonnia vetyä, josta 96 % tuotettiin maakaasun avulla. Vuonna 2022 vedyn käyttö jakautui seuraavasti:

- öljynjalostus 57 %
- ammoniakin tuotanto 25 %
- metaanin tuotanto 12 %
- muu käyttö 4 %
- lämmöntuotanto 3 %.

Liikenteen käyttövoimana vetyä käytettiin noin 140 000 tonnia. (Hydrogen Europe 2023).

Vedyn tuotanto Suomessa

Strategia

Hallitus hyväksyi 9.2.2023 periaatepäätöksen vedystä. Periaatepäätöksessä hallitus kuvaa Suomen vetyyn liittyviä tavoitteita ja toimia, joilla tavoitteita edistetään. Suomi tavoittelee Euroopan johtavaa asemaa vetytaloudessa läpi koko arvoketjun. Suomella on edellytykset tuottaa vähintään kymmenen prosenttia EU:n päästöttömästä vedystä vuonna 2030. (Valtioneuvosto 2023).

Periaatepäätöksen tavoitteena on kasvattaa Suomeen uusi vetyyn ja siitä valmistettuihin tuotteisiin pohjautuva teollisuudenala, joka tukee valmistavan teollisuuden uudistumista ja kasvattaa alan teknologiayrityksistä kansainvälisesti johtavia toimittajia. Tavoitteina ovat puhtaan vedyn ja sähköpolttoaineiden valmistus kotimaisen teollisuuden, liikenteen ja energiajärjestelmän tarpeisiin, teollisuuden uudistuminen ja korkean jalostusarvon vientiliiketoiminnan kasvu sekä investointien varmistaminen Suomeen.

Periaatepäätökseen sisältyvät toimenpiteet rahoitetaan osin suuntaamalla olemassa olevia määrärahoja toimenpiteiden toteutukseen. Määrärahalisäyksiä vaativat toimenpiteet päätetään julkisen talouden suunnitelmassa ja vuosittaisissa valtion talousarvioissa. Periaatepäätös linjaa valtioneuvoston tavoitetasoa.

Tuotanto ja käyttö

Vuonna 2020 vetyä tuotettiin Suomessa arviolta 145 000 tonnia (5 TWh) teollisuuden tarpeisiin, mikä vastaa noin 1,5 % Euroopassa tuotetusta vedystä. Suomen suurin vedyn käyttäjä on Nesteen öljynjalostamo. Sen lisäksi vetyä käytetään mm. lannoitteiden valmistuksessa, kemianteollisuuden prosesseissa, metallien jalostuksessa sekä kaivosteollisuudessa. (Nordea 2023).

Suomalainen projektikehitysyhtiö Flexens Oy Ab suunnittelee 275 MW:n laitosta vihreän vedyn ja ammoniakkin tuotantoa (200 000 tonnia/vuosi) varten Kokkolaa. Laitoksen on tarkoitus olla tuotantokäytössä vuoden 2028 lopulla tai vuoden 2029 alussa. Tämän lisäksi Flexensillä on muita projekteja suunnitteilla Suomessa, Itämeren ympäristössä ja Manner-Euroopan ulkopuolella. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2024)

Ahvenanmaalla Flexens on solminut kumppanuuden Copenhagen Infrastructure Partnersin ja Lhyfen kanssa integroidun energiasaarekeratkaisun kehittämiseksi ja rakentamiseksi. Tämä mahdollistaisi laajamittaisen offshore-tuulen ja vihreän vedyn tuotannon sekä muun arvoa luovan toiminnan Ahvenanmaalla. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2024)

2.2 Vedyn liikennekäyttö maailmalla, Euroopassa ja Suomessa

Vedyn liikennekäyttö maailmalla

Vedyn käyttö tieliikenteessä kasvoi vuonna 2023 noin 40 %. Tämä johtuu erityisesti raskaiden polttokennoautojen ja -bussien määrän kasvusta Kiinassa. Tästä huolimatta vedyn kysyntä tieliikenteessä vuonna 2023 oli vain 60 kilotonnia, mikä on alle 0,1 % maailmanlaajuisesta vedyn kysynnästä.

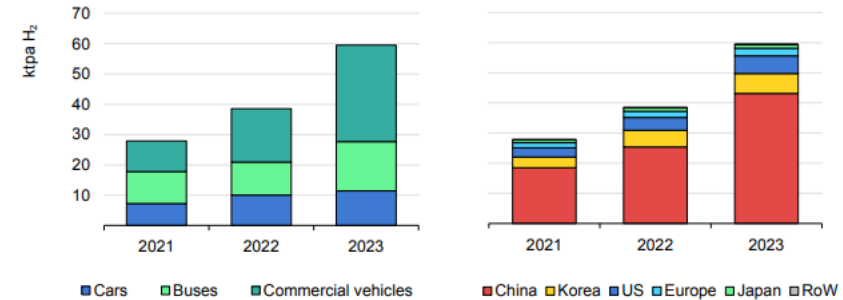
Kuorma-autot ovat polttokennoajoneuvojen nopeimmin kasvava sektori. Niiden määrä kasvoi yli 50 % vuonna 2023, mikä on yli kaksi kertaa nopeammin kuin bussien ja kolme kertaa nopeammin kuin henkilöautojen määrä.

Kesäkuuhun 2024 mennessä maailmassa oli yli 12 000 vetykäyttöistä kuorma-autoa, joista noin 95 % oli Kiinassa. Vuoden 2022 lopussa Euroopassa oli noin 135 polttokennokuorma-autoa, mutta määrä oli kasvanut noin 350:een kesäkuuhun 2024 mennessä. Yhdysvalloissa polttokennokuorma-autojen määrä kasvoi samana ajanjaksona noin 10:stä noin 170:een. Kuorma-autojen osuus maailmanlaajuisesta polttokennoautokannasta kesäkuussa 2024 oli lähes 13 %.

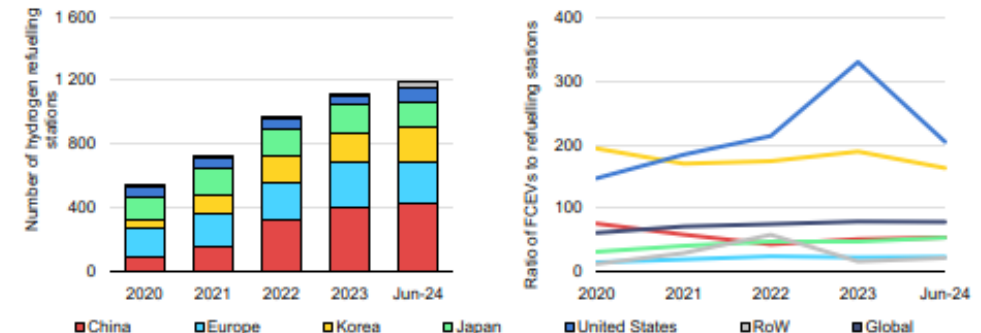
Vuonna 2023 maailmanlaajuisesti myytiin noin 14 500 polttokennokäyttöistä henkilöautoa. Laskua edellisvuodesta oli noin 30 %. (SNE Research 2024).

Maailmanlaajuisesti käytössä on lähes 1 200 vedyn tankkausasemaa. Asemien kokonaismäärä kasvoi vain vähän vuoden 2023 aikana, koska uusien asemien avaaminen kompensoitui osittain asemien sulkemisilla ja vanhempien asemien korvaamisella. Vuonna 2023 eniten asemia oli Kiinassa, yli 400, seuraavina Eurooppa 280 asemaa, Korea 180 asemaa ja Japani yli 170 asemaa.

Vedyn tankkausasemia suljettiin mm. Tanskassa, Englannissa ja Kaliforniassa. Syinä olivat vedyn vähäinen kysyntä sekä ongelmat vedyn saatavuudessa.



Vedyn liikennekäyttö maailmalla ajoneuvotyyteittäin ja alueittain vuosina 2021-2023. (Lähde: IEA Global Hydrogen Review 2024.)



Vedyn jakeluasemat maailmalla alueittain sekä vetyautojen määrä tankkausasemaa kohden vuosina 2020-6/2024. (Lähde: IEA Global Hydrogen Review 2024.)

Vedyn liikennekäyttö Euroopassa

Vetykäyttöinen kalusto

Vedyn osuus liikenteen käyttövoimana on pieni. Eniten polttokennokäyttöisiä ajoneuvoja on Saksassa 2024 oli noin 2100 henkilöautoa, noin 150 bussia ja noin 50 kuorma- ja pakettiautoa. Polttokennokäyttöisten henkilöautojen osuus kaikista henkilöautoista Saksassa oli 0,004 %. Seuraavaksi eniten polttokennokäyttöisiä autoja oli Ranskassa ja Hollannissa. (European Hydrogen Observatory 2024).

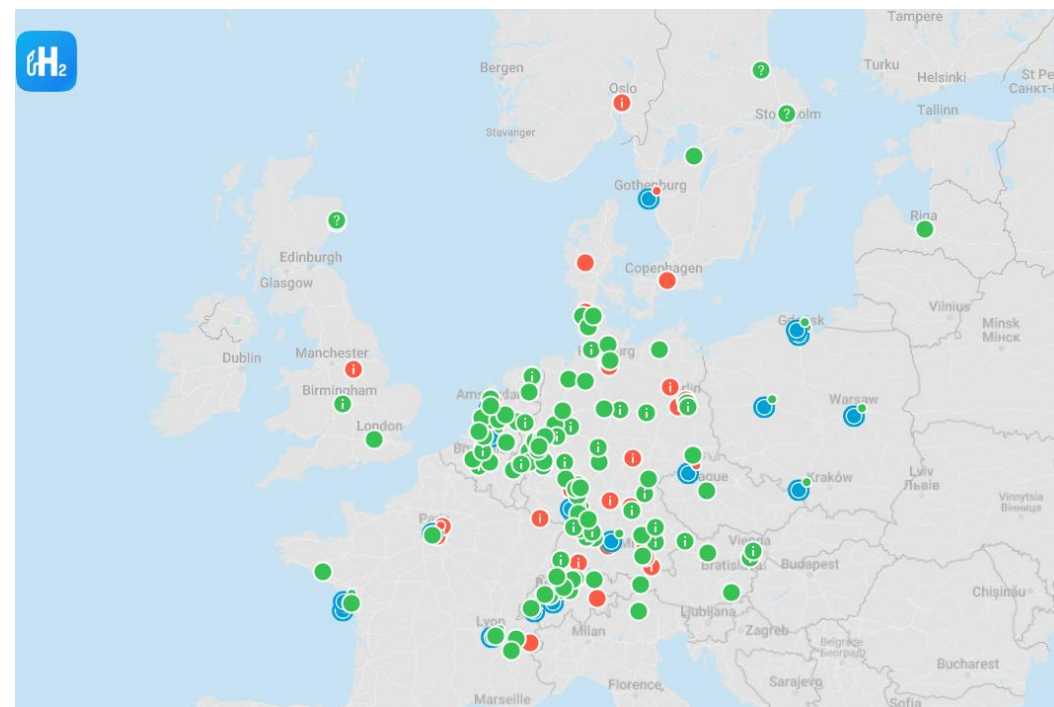
Polttokennokäyttöisten henkilöautojen myynti ei ole lähtenyt odotetusti käyntiin Euroopassa, mikä on jättänyt suuren osan kalliista infrastruktuurista vajaakäytölle.

Uusien vedyn polttokennokäyttöisten ajoneuvojen (FCEV) rekisteröinnit ovat pysähtyneet useimmilla Euroopan markkinoilla huolimatta useiden yritysten suunnitelmista avata kymmeniä uusia vedyn tankkausasemia (HRS) useissa maissa ja uudesta EU-lainsäädännöstä, joka edellyttää satojen uusien tankkauspaikkojen rakentamista vuoteen 2027 mennessä.

Kolmea maata lukuun ottamatta kaikissa Euroopan maissa, joissa on vähintään yksi vedyn tankkausasema, FCEV-rekisteröinnit ovat joko vähentyneet tai pysähtyneet. Euroopan suurimmilla vedyn henkilöautomarkkinoilla, jossa toukokuussa, Saksassa, uusien FCEV-rekisteröintien määrä väheni lähes 70 % vuonna 2023. Ranska, Iso-Britannia ja Tšekki ovat ainoat muut Euroopan maat, joissa on ollut yli 10 FCEV-rekisteröintiä vedyn jakeluasemaa kohden vuonna 2023. (Hydrogen Insight).

Vedyn jakeluinfra

Euroopassa oli toukokuussa 2024 noin 190 vedyn tankkausasemaa. Kattavimmat jakeluasemaverkot olivat Saksassa, Sveitsissä ja Benelux-maissa. Ruotsissa vedyn jakeluasemia oli 4, Tanskassa 2 ja Norjassa 1.



Vedyn jakeluasemaverkosto vuonna 2024 (vihreä = toiminnassa oleva asema, sininen = toteutusvaiheessa oleva asema, punainen = epäkunnossa tai ei toiminnassa. (Lähde: <https://h2.live/en/>.)

Vedyn liikennekäyttö Suomessa

Vetykäyttöinen kalusto

Syksyllä 2024 Suomessa on kaksi vetykäyttöistä henkilöautoa. Polttokennoa käyttäviä henkilöautoja valmistavat mm. Toyota ja Hyundai.

Jyväskylässä on vuonna 2025 tarkoitus ottaa käyttöön viisi polttokennokäyttöistä bussia. Bussit valmistaa portugalilainen yritys CaetanoBus. Vetykäyttöisten henkilöautojen määrän on ennustettu olevan hyvin pieni.

Vetykäyttöisiä kuorma-autoja on vielä hyvin rajoitetusti saatavissa ja ne ovat moninkertaisesti dieselkuorma-autoja kalliimpia. Valtaosa valmistajista on kiinalaisia, poikkeuksina eteläkorealainen Hyundai ja amerikkalainen Nikola.

Uusimpien autokantaennusteiden mukaan (Tieliikenne PEIKKO-WEM 2023) Suomessa on vuonna 2030 käytössä noin 200 vetykuorma-autoa ja yhdistelmäajoneuvoa. Liikenne- ja viestintäministeriön jakeluinfraohjelmassa tavoitteelliseksi määräksi samana ajankohtana on merkitty 500 vetykäyttöisten kuorma-autoa. Perusennusteessa vetykäyttöisiä kuorma-autoja ja yhdistelmäajoneuvoja vuonna 2040 olisi noin 2 500.

Vuonna 2023 Suomessa rekisteröitiin noin 4000 uutta kuorma-autoa. Jotta vetykäyttöisiä kuorma-autoja vuoden 2030 lopussa olisi 500, tulisi niitä rekisteröidä joka vuosi yli 80. Vuonna 2022 koko Euroopassa rekisteröitiin 109 polttokennokuorma-autoa, joista lähes puolet (47) Sveitsissä. (European Hydrogen Observatory 2023).

Infratuet

Energiaviraston hauissa vedyn jakeluasemille on myönnetty tukea mm. vuonna 2022. Asemia ei kuitenkaan ole toteutettu.

Vireon Oy saanut CEF:in AFIF-hausta (Transport Alternative Fuels Infrastructure Facility) EU-tukea neljään laitokseen Suomessa. (European Commission 2024).

Helsingin Energialaitoksen Helenin tavoitteena on käynnistää vedyn tuotanto Vuosaarella vuonna 2026 ja avata tankkausasema laitoksen yhteyteen vuonna 2027. Hankkeelle on myönnetty työ- ja elinkeinoministeriön uuden energiateknologian suurten demonstraatiohankkeiden investointitukea 8,25 miljoonaa euroa.

Jakeluinfra

Suomessa ei ole tällä hetkellä yhtään julkista vedyn tankkausasemaa. Vireon Oy:llä on käynnissä viisi suunnitelmaa vedyn tankkausasemien toteuttamiseksi :

- Tornio
- Liminka
- Jyväskylä (yhdessä Cefmof-säätiön kanssa)
- Helsinki-Vantaan lentoasema
- Vuosaaren satama (yhdessä Helenin kanssa, [uutinen](#) 18.4.2024)

2.3 Muut käyttövoimat liikenteessä ja niiden kehitysnäkymät

Sähkö

Kalusto

Syyskuun 2024 lopussa Suomessa liikennekäytössä oli 108 732 täyssähköautoa ja 160 892 ladattavaa hybridiä, yhteensä siis 269 624 sähkökäyttöistä henkilöautoa (10 % koko henkilöautokannasta). Vuotta aiemmasta täyssähköautojen määrän kasvu (+46 %) oli selkeästi hybridien määrän kasvua suurempi (+26 %). (Traficom).

Sähkökäyttöisiä kuorma-autoja oli liikennekäytössä syyskuun 2024 lopussa 94. Vuoden aikana oli rekisteröity 36 uutta sähkökäyttöistä kuorma-autoa.

Liikenteen uusimman perusennusteen (WEM 2024) mukaan Suomessa olisi vuonna 2030 yhteensä noin 925 000 sähkökäyttöistä henkilöautoa. Ennusteessa on huomioitu jo toteutunut kannan kasvunopeus sekä EU:n autovalmistajia koskevat CO2-raja-arvot. Ennuste sisältää kuitenkin merkittävän määrän epävarmuuksia. Sähköajoneuvokannan kasvu on merkittävästi hidastunut Suomessa vuonna 2024 ja tavoitteiden saavuttamiseksi kehitykseen tarvittaisiin huomattava muutos. (Traficom 2024).

Saman ennusteen mukaan vuonna 2030 Suomessa on 2 370 sähkökäyttöistä kuorma-autoa tai yhdistelmäajoneuvoa. Näiden osuus olisi 2,5 % koko kuorma-auto- ja yhdistelmäajoneuvokannasta. Liikenne- ja viestintäministeriön jakeluinfraohjelmassa sähkökäyttöisten kuorma-autojen määrän tavoitteeksi on esitetty 4 800.

Lähes kaikilla autonvalmistajilla on valikoimissaan täyssähköisiä henkilöautoja, samoin useimmilla kuorma-autojen valmistajilla. Täyssähköautot ovat toistaiseksi olleet kalliimpia kuin fossiilisilla käyttövoimilla toimivat autot, mutta hintaero tasoittunee painopisteen ainakin henkilöautoissa siirtyessä täyssähköisiin autoihin.

AFIR-asetuksessa sähkön rooli varsinkin raskaassa liikenteessä on korostunut. Tämä voidaan tulkita niin, että sähkön nähdään yleistyvän merkittävimmäksi raskaan liikenteen käyttövoimaksi.

Sähköinen tie (electric road) on yksi sähkökäyttöiseen raskaaseen liikenteeseen liittyvä tutkittava vaihtoehto. Siinä sähkökäyttöinen ajoneuvo voi ladata akkujaan ajon aikana erilaisilla teknisillä järjestelyillä, mm. tien yläpuolisista virtajohdoista. Tätä tutkimusta ja kehittelyä tehdään mm. Saksassa ja Ruotsissa. Electric road: <https://electric-road-systems.eu/e-r-systems/project-publications.php>

Akkuteknologian kehitysnäkymät

Tällä hetkellä sähköautoissa yleisimpiä ovat litium-ioniakut. Niihin tarvitaan harvinaisia maametalleja, joiden tuottaminen aiheuttaa ympäristöhaittoja. Käytetyt litiumakut ovat tällä hetkellä haastavia kierrättää ja käsitellä, sillä ne aiheuttavat palovaaran kuljetuksen, varastoinnin ja kierrätysprosessin aikana.

Maametallien tarpeen vähentämiseksi tutkitaan mm. solid state akkuja, jotka ovat on kiinteän olomuodon akkuja. Elektrolyytteinä voidaan hyödyntää epäorgaanisia aineita, komposiitteja tai polymeerejä. Kiinteä rakenne tekee akuista perinteisiä litiumioniakkuja turvallisempia, sillä näiden akkujen paloriski on pieni. Akkujen etuna on myös suurempi energian tiheys. Akut kestävät hyvin purkamista ja lataamista, joten niiden käyttöikä on moninkertainen nykyisiin akkuihin verrattuna. (Yle 2024).

Myös akkujen latausstandardit kehittyvät. Standardointivaiheessa oleva megawattilataus (MWC) tehostaa sähkökäyttövoimaista raskasta liikennettä ja lyhentää merkittävästi latausaikoja.

Sähköautoissa käytettyjen akkujen kierrätyksen kuljetuksesta ja varastoinnista aina litiumin talteenottoon on kehitteillä ratkaisuja. Uuden menetelmän avulla akkujen varaus voidaan purkaa automaattisesti jo varhaisessa vaiheessa, jopa ennen kuljetusta kierrätyslaitokselle tai heti kierrätyslaitokselle saavuttaessa.

Battery swap

Battery-swap -teknologia tarjoaa tavan vaihtaa tyhjä akku täyteen ladattuun muutamassa minuutissa. Menetelmä on kehittynyt ja yleistynyt viime vuosina erityisesti Kiinassa. Euroopassa menetelmä on toistaiseksi hyvin harvinainen.

Menetelmää kohtaan tunnetaan kiinnostusta. Japanilainen autonvalmistaja Isuzu suunnittelee tuovansa markkinoille akkua vaihtavia kuorma-autoja. Lappeenrannassa tehdään selvitystä battery swap -teknologian kannattavuudesta.

Amerikkalainen autonvalmistaja Tesla tarjosi vaihtoakkujärjestelmää vuosina 2011-2015, mutta hylkäsi sen vähäisen kysynnän vuoksi.

Tavalliseen sähkölataukseen nähden battery swap edellyttää huomattavasti enemmän rakentamista, koska pelkän latauspaikan lisäksi tarvitaan rakennus, jossa akut vaihdetaan ja ladataan. Järjestelmä soveltunee toimintaan, jossa kalusto liikkuu rajatulla alueella, kuten alueellisessa jakeluliikenteessä. Nopeutuvat latausstandardit pienentävät akun vaihdosta saatavaa hyötyä.

Vedyn liikennekäytön näkökulmasta myös battery swap –ajoneuvot ovat sähkökäyttöisiä.

Biometaani ja e-metaani

Kaasut

Liikenteen käyttövoimana käytettävä kaasu on metaania (CH₄). Sitä voidaan valmistaa joko jätteistä mädättämällä (biokaasu) tai synteettisesti vedystä ja hiilidioksidista (e-metaani). Biokaasu sisältää myös muita kaasuja, ja siksi se on puhdistettava ennen kuin sitä voidaan käyttää polttoaineena (biometaani). Myös maakaasu on metaania, ja siitä käytetään nimitystä fossiilinen metaani. Raskas liikenne käyttää metaania nesteytettynä (LBG, liquefied biogas), henkilöautot ja kevyet kuorma-autot käyttävät paineistettua kaasua (CBG, compressed biogas).

Tuotanto

Tilastokeskuksen mukaan vuonna 2022 biometaanin tuotanto Suomessa oli noin 210 GWh, noin 22 prosenttia biokaasun ja siitä puhdistetun biometaanin yhteenlasketusta kokonaistuotannosta. Suurin osa Suomessa tuotetusta biometaanista hyödynnetään liikennesektorilla. Vuonna 2022 liikenteen biometaanin kulutus Suomessa oli 322 GWh (biometaania on myös tuotu ulkomailta) ja maakaasun kulutus 44 GWh, josta 37 GWh alusliikenteessä. Suurin osa (98 %) tieliikenteen käyttämästä metaanista oli biometaania.

Suomen Biokierto ja Biokaasu ry:n tietojen mukaan Suomessa on vuosina 2024–2027 rakenteilla ja suunnitteilla 42 uutta biokaasun ja biometaanin tuotantolaitosta. Näiden tuotantokapasiteetti on yhteensä 1,2 terawattituntia, josta yli 90 % on nesteytettyä biometaania käytettäväksi kuorma-autoissa ja laivoissa.

Suomeen on suunnitteilla useita e-metaania valmistavia tuotantolaitoksia 2020-luvulla. P2X Solutions Oy:n uusiutuvilla lähteillä tuotetun vihreän vedyn ja synteettisen polttoaineen tuotantolaitos valmistui Harjavaltaan vuonna 2024. Nordic Ren-Gasin tuotantolaitos valmistuu Tampereelle.

Biomassapohjaisen biometaanin hinta tieliikenteessä on Suomessa vuosina 2022–2023 ollut noin 1,8–1,9 euroa/kg. Komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2018/732 mukaan laskettuna biometaanin vertailuhinta Suomessa syksyllä 2022 oli noin 7,5 €/100 km. Ainoastaan sähkön vertailuhinta oli tätä alhaisempi.

Kalusto

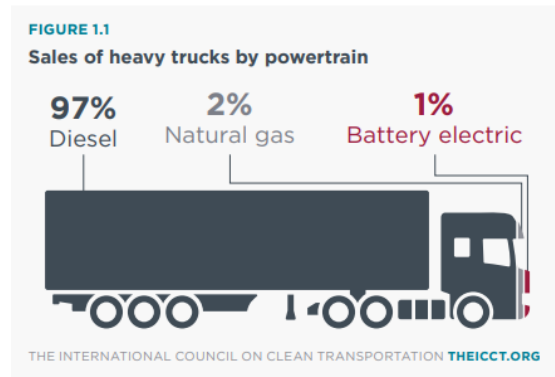
Syyskuun 2024 lopussa Suomessa liikennekäytössä oli 16 700 kaasuhenkilöautoa (0,6 % koko henkilöautokannasta) ja noin 1200 kaasupakettiautoa. Vuotta aiemmasta kaasuhenkilöautojen määrä kasvoi noin 300 autolla. Päijät-Hämeessä syyskuun 2024 lopussa oli liikennekäytössä 680 kaasukäyttöistä henkilöautoa.

Kaasukäyttöisiä kuorma-autoja oli liikennekäytössä Suomessa syyskuun 2024 lopussa noin 700. Vuoden aikana määrä oli kasvanut noin 170 autolla.

Liikenteen uusimman perusennusteen (WEM 2024)¹⁶ mukaan Suomessa olisi vuonna 2030 yhteensä noin 15 500 kaasukäyttöistä henkilöautoa. Ennusteessa kaasukäyttöisten henkilöautojen määrä alkaa laskea jo vuoden 2026 jälkeen ja vuonna 2040 ennusteen mukaan Suomessa on liikennekäytössä 6 700 kaasukäyttöistä henkilöautoa. (Traficom 2024).

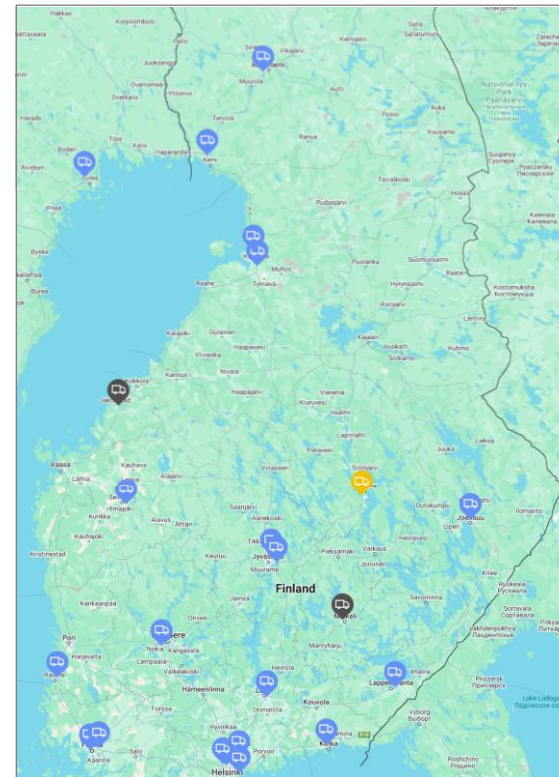
Perusennusteessa vuonna 2030 Suomessa on 1 200 kaasukäyttöistä kuorma-autoa ja 1040 kaasukäyttöistä yhdistelmäajoneuvoa. Liikenne- ja viestintäministeriön jakeluinfraohjelmassa kaasukäyttöisten kuorma-autojen määrän tavoitteeksi vuodelle 2030 on esitetty 5 000. Perusennusteessa vuonna 2040 kaasukäyttöisiä kuorma-autoja on 2 500 ja yhdistelmäajoneuvoja 2 800.

Valmistajien kannalta olennaisen tärkeä reunaehto kaasuajoneuvojen tuotekehityksen jatkumiselle on uusien raskaiden ajoneuvojen hiilidioksidipäästöjä EU:ssa sääntelevä raja-arvoasetus. Raskaan kaluston raja-arvolainsäädäntö sallisi jatkosakin myös polttomoottoriajoneuvojen valmistamisen, joten kaasukäyttöisten ajoneuvojen tuotekehityksen ja valmistamisen ennakoidaan jatkuvan jo nykyisellä markkinakysynnällä.



Euroopassa vuonna 2023 myytyjen raskaiden kuorma-autojen käyttövoimien jakauma.)Lähde: https://theicct.org/wp-content/uploads/2024/03/ID-125-%E2%80%93-EU-R2Z-2023_final-1.pdf)

Kaasukuorma-autoja valmistavat esimerkiksi Volvo ja Scania. Kehitystyötä kaasukäyttöisten kuorma-autojen parissa tehdään edelleen. Kuorma-autojen yhdistelmäpainot voivat olla yli 60 tonnia ja toimintamatka jopa 1000 km



Nesteytetyn biokaasun jakeluverkko Suomessa syksyllä 2024. (Lähde: Gasum Oy.) Kartalta puuttuvat St1:n tankkauspisteet Hämeenlinnassa ja Mäntsälässä.

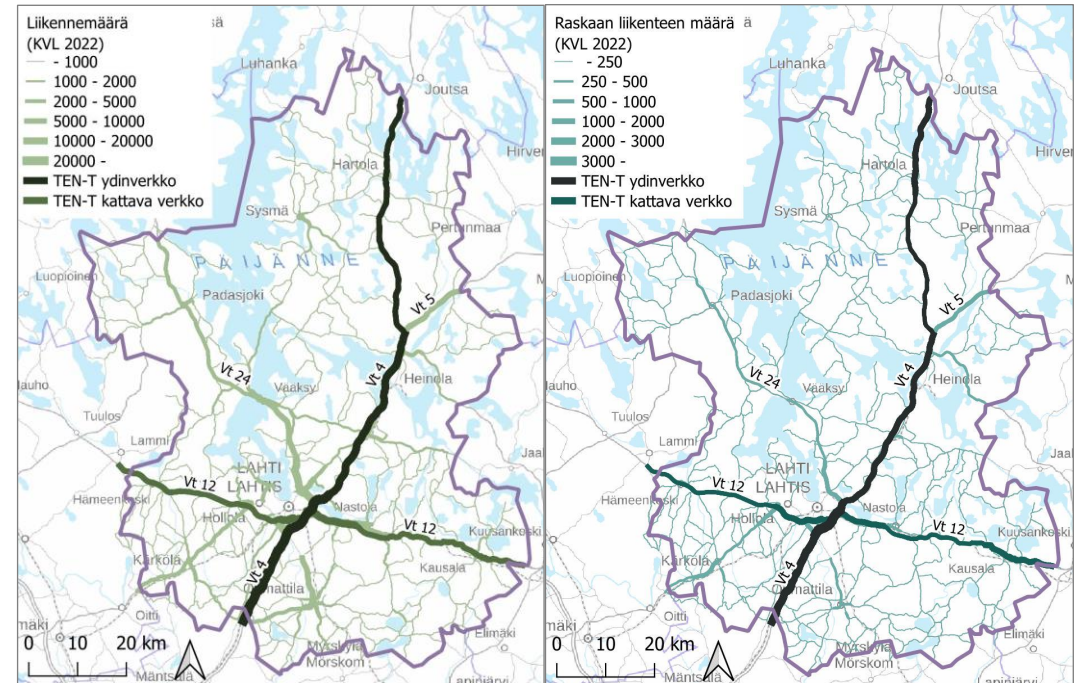
2.4 Liikenne ja ajoneuvokanta Päijät-Hämeessä

Nykyiset liikennemäärät

Henkilöautoliikenne Päijät-Hämeessä keskittyy pääväylille, erityisesti valtateille 4, 5, 12 ja 24. Suurimmat liikennemäärät ovat valtatiellä 4 Lahden kohdalla, noin 34 000 autoa/vrk. Lahden eteläpuolella liikennettä on noin 23 000 autoa ja pohjoispuolella noin 19 000 autoa vuorokaudessa. Valtatiellä 12 liikennettä Hollolan länsipuolella ja Lahden itäpuolella on noin 6 000 autoa vuorokaudessa. Valtatiellä 24 Vääksyn kohdalla kulkee vuorokaudessa noin 4 300 autoa. Liikennemäärät on esitetty kuvissa seuraavalla sivulla. (Väylävirasto 2024).

Raskaassa liikenteessä valtateiden rooli on vieläkin merkittävämpi. Keskeisin väylä on valtatie 4, jolla Lahden eteläpuolella liikennöi runsaat 2 000 ja pohjoispuolella noin 1 700 raskasta ajoneuvoa vuorokaudessa. Yhdistelmäajoneuvoja näistä on suuri osa: Lahden eteläpuolella noin 1 500 ja pohjoispuolella 1 200.

AFIR-asetuksessa on vetyjakelun kannalta TEN-T-ydinverkolla lievennys. Niiden teiden varrella, joilla yhteenlaskettu vuotuinen keskimääräinen vuorokausiliikenne on alle 2 000 raskasta hyötyajoneuvoa, yleisesti saatavilla olevan vetytankkausaseman kapasiteettia voidaan alentaa enintään 50 prosentilla. Tämä ei kuitenkaan vaikuta vetytankkausasemien välistä enimmäisetäisyyttä ja jakelulaitteen painetta koskevia vaatimuksia. Suomessa 2 000 raskaan ajoneuvon määrä vuorokaudessa ylittyy vain valtatiellä 3 Helsinki–Tampere, valtatiellä 4 Helsinki–Lahti ja E18-tiellä Lohja–Porvoo.



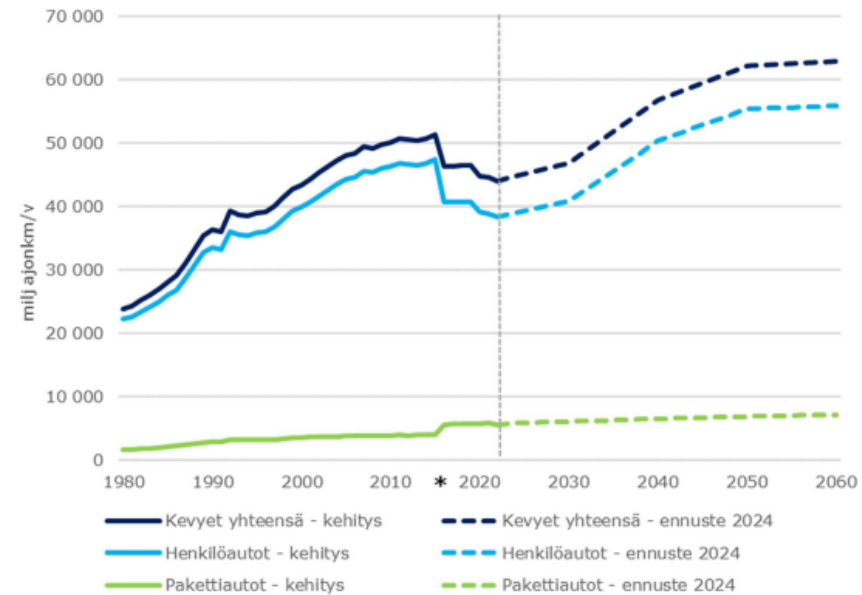
Autoliikenne (autoa/vrk) tieverkolla vuonna 2022. (Lähde: Väylävirasto)

Raskas liikenne (autoa/vrk) tieverkolla vuonna 2022. (Lähde: Väylävirasto)

Liikenne-ennusteet

Henkilöautoliikenteen suoritteiden (ajoneuvokilometriä/vuosi) ennustetaan koko maassa kasvavan vuoteen 2030 mennessä noin 6 % ja vuoteen 2040 mennessä noin 31 %. Kasvua lisää henkilöautoliikenteen sähköistyminen, minkä seurauksena autoilun hinnan oletetaan ennusteessa laskevan (Traficom 2024).

Raskaan liikenteen suoritteiden (ajoneuvokilometriä/vuosi) ennustetaan koko maassa kasvavan vuoteen 2030 mennessä runsaat 8 % ja vuoteen 2040 mennessä

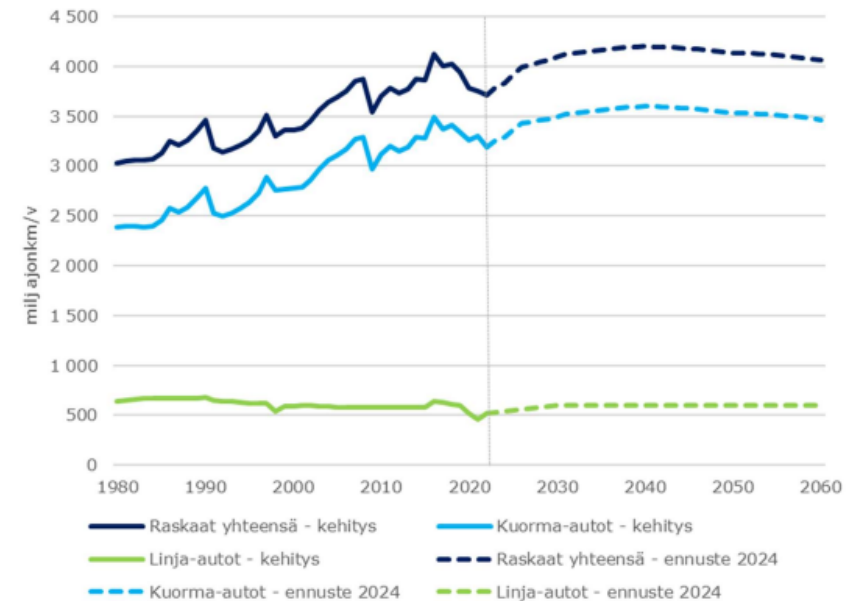


Kevyiden ajoneuvojen suoritteiden kehitys 1980–2022 ja ennuste 2022–2060.

** tilastointimenetelmä muuttui vuosien 2015 ja 2016 välillä. (Lähde: Traficom)*

sä noin 11 %. Maantieverkolla yhdistelmäajoneuvojen suorite kasvaa perävau-
nuttomien kuorma-autojen suoritetta voimakkaammin.

Kuljetusten kasvu jää 2010-luvulla vallinneen trendin mukaisesti selvästi hitaam-
maksi kuin Suomen bruttokansantuotteen ja teollisuustuotannon arvon kehitys.
Syynä tähän ovat mm. teollisuuden tuotantorakenteessa tapahtuvat muutokset
ja tuotteiden jalostusasteen kasvu.

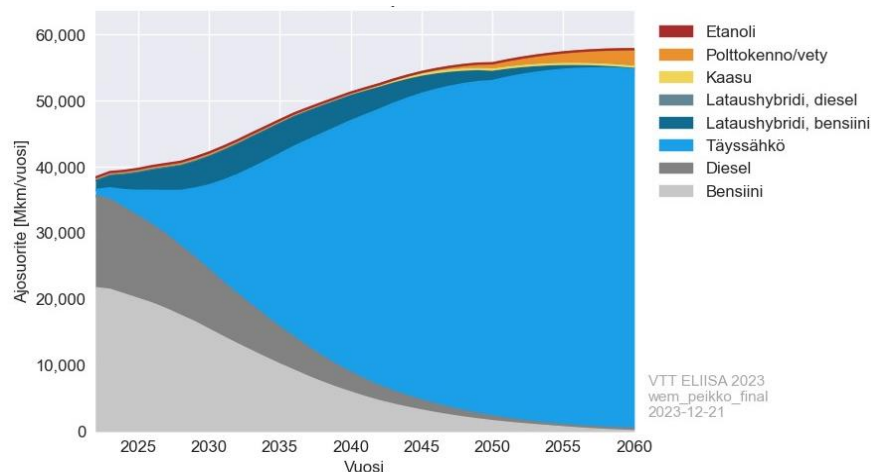


*Raskaiden ajoneuvojen suoritteiden toteutuma vuosina 1980–2022 ja
ennustettu kehitys vuoteen 2060. (Lähde: Traficom)*

Ajoneuvokanta ja -ennusteet

Päijät-Hämeessä oli syyskuun 2024 lopussa liikennekäytössä noin 108 000 henkilöautoa, joista täyssähköisiä oli 2,9 %, sähköhybridejä 5,0 % ja kaasukäyttöisiä 0,6 %. Koko maassa vastaavat osuudet olivat 3,8 %, 5,7 % ja 0,6 %. Sähköautojen osuus kaikista henkilöautoista oli Päijät-Hämeessä pienempi kuin koko maassa keskimäärin. Autotiheys Päijät-Hämeessä oli 529 henkilöautoa/1000 asukasta, koko maan keskiarvo oli 504 ha/1000 as.

Kuorma-autoja alueella oli liikennekäytössä 3 444. Vuonna 2023 rekisteröitiin Päijät-Hämeessä 101 uutta kuorma-autoa, joista dieselkäyttöisiä oli 98 %. Tällä rekisteröintien vuosittaisella määrällä Päijät-Hämeeseen rekisteröidään noin 700

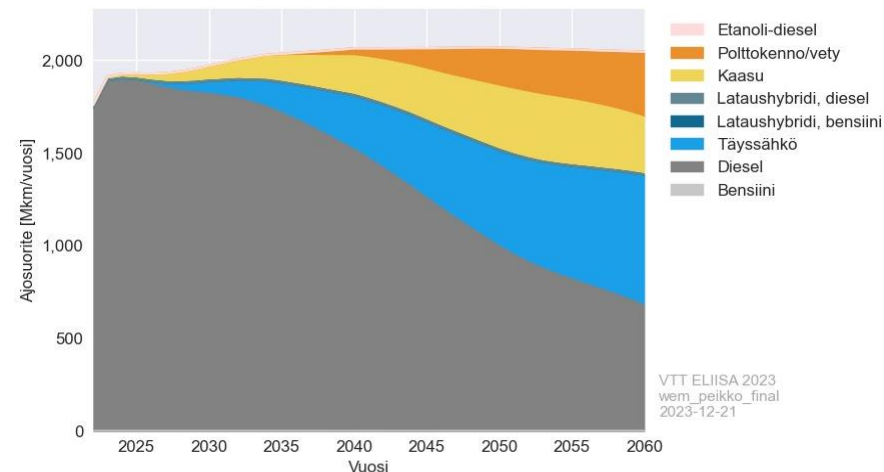


Henkilöautojen vuosisuoritteen kehitys käyttövoimittain Suomessa 2022-2060 (Mkm/v). (Lähde: VTT [PEIKKO | HIISI2035](#))

uutta kuorma-autoa vuoden 2030 loppuun mennessä. Kuorma-autojen osalta on huomattava, että osa alueella liikkuvista autoista voi olla rekisteröitynä yhtiön pääkonttoriin eikä siten näy tilastossa. Paikallisen liikenteen lisäksi vetytankkaukselle potentiaalia synnyttää seudun läpiajoliikenne, jota varsinkin valtateillä 4, 5 ja 12 on paljon.

VTT:n laatiman ennusteen mukaan henkilöautoliikenteessä täyssähköautoilla ajetaan suurin osuus suoritteesta vuodesta 2034 alkaen ja vuonna 2040 niiden osuus ajoneuvokilometreistä on 74 %. Vedyn osuus on 0,1 % vuonna 2040.

Raskaiden yhdistelmäajoneuvojen suoritteesta ajetaan dieselillä vuonna 2035 yli 84 % ja vedyllä 0,7 %. Vuonna 2045 vastaavat luvut ovat noin 61 % ja noin 6 %.



Yhdistelmäajoneuvojen vuosisuoritteen kehitys käyttövoimittain Suomessa 2022-2060 (Mkm/v). (Lähde: VTT [PEIKKO | HIISI2035](#))

3. Haastattelut

Haastatellut tahot

Haastattelut olivat keskeinen osa työtä. Haastatteluissa kysyttiin eri tahojen näkemyksiä mm. vedyn roolista liikenteen käyttövoimana tulevaisuudessa, vedyn jakeluvälvoitteen toteutumisesta Suomessa, vedyn hinnasta ja saatavuudesta, saatavilla olevista tuista ja niiden riittävydestä sekä vetykäyttöisestä kalustosta. Haastattelujen tuloksia hyödynnettiin laajasti koko selvityksessä. Haastattelut toteutettiin marras-joulukuussa 2024.

Haastatellut tahot olivat:

- liikenne- ja viestintäministeriö
- Cefmof-säätiö Jyväskylästä, joka edistää hiilineutraaliutta kestävän liikkuvuuden ja kaupunkikehityksen avulla Keski-Suomessa
- vedyn tankkausinfraa toteuttava Vireon Oy
- Teknologian tutkimuskeskus VTT
- kuljetuksia tilaavia tai toteuttavia yrityksiä: Kaukokiito, Valio ja Posti
- vaihtoehtoisten käyttövoimien tuottajia ja jakelijoita: Gasum Oy, Recharge Finland Oy ja Ren-Gas Oy
- muita tahoja: Suomen Kuorma-autoliitto SKAL, Kuntaliitto.

Haastattelujen keskeiset tulokset

Vedyssä nähdään potentiaalia

Vety nähdään laajasti potentiaalisena käyttövoimana raskaassa liikenteessä tulevaisuudessa. Henkilöautojen osalta vedyn potentiaali ei noussut esille keskusteluissa.

Vedyn hyvinä puolina pidettiin pitkiä toimintamatkoja. Siksi se olisi hyvä käyttövoima pitkissä ja painavissa kuljetuksissa. Tällä hetkellä vedyn käyttöä tutkitaan tieliikenteen lisäksi erittäin raskaissa ja pitkämatkaisissa kuljetuksissa, eli laivoissa. Kotimaisena käyttövoimana vedyn merkitys voi kasvaa huoltovarmuuden näkökulmasta.

Kehitystä eri käyttövoimissa seurataan tarkasti. Suuret kuljetusyritykset uusivat kalustoaan jopa kolmen vuoden välein ja ne voivat siten nopeastikin ottaa uusia käyttövoimia käyttöön, aluksi testausta varten, mutta nopeasti myös tuotantoon. Tämä edellyttää, että jakeluinfraa on olemassa. Vedyn suhteen ollaan hyvin kiinnostuneita kuinka hyvin mm. pitkiä luvattut toimintasäteet Suomen olosuhteissa toteutuvat.

Tällä hetkellä vety ei vielä ole realistinen vaihtoehto tieliikenteessä johtuen korkeista kustannuksista, kaluston heikosta saatavuudesta sekä infran puuttumisesta. Diesel nähdään keskeiseksi käyttövoimaksi vielä hyvin pitkään. Vedyn käyttöönotto riippuu jakeluinfran ja kaluston saatavuuden kehittämisestä.

Vedyn tuotantoon on hyvät valmiudet

Vedyn tuotantoon on Suomessa hyvät valmiudet. Vetyä on yksinkertaista tehdä, mutta haasteitakin on: vedyn nesteyttäminen on hankalaa ja paineistettuna se vie paljon tilaa. Tällä hetkellä vedylle ei ole kysyntää liikenteessä.

P2X Solutions -yhtiön vihreän vedyn ja synteettisen metaanin tuotantolaitos Harjavallassa valmistui vuoden 2024 lopussa. Ren-Gas -yhtiö suunnittelee kuutta vedyn tuotantolaitosta, joista yksi on tulossa Lahteen. Lahden tuotantolaitos tuottaa e-metaania ja vetyä mm. raskaalle liikenteelle sekä hukkalämmöstä tuotettua kaukolämpöä.

Gasumin jakeluverkosto on jo pitkälti rakentunut ja e-metaania käyttävää autokalustoa on olemassa ja saatavilla, joten vety kannattaa toistaiseksi jatkojalostaa e-metaaniksi. E-metaani ja nesteytetty biokaasu käyttävät samaa tankkausinfraa ja soveltuvat samoihin ajoneuvoihin, joten e-metaaniin on helppo siirtyä.

Vedyn jakelu lähelle tuotantolaitoksia

Vedyn jakelu kannattaa toteuttaa lähellä vedyn tuotantoa. Vedyn kuljettaminen konteilla tuotantolaitoksilta on kallista ja se voi olla ratkaisu toimintaa käynnistettäessä. Kun vedyn kysyntä lisääntyy, on aseman yhteydessä oleva elektrolyyseri toimiva ratkaisu. Maksimissaan 5 MW:n elektrolyyseri voi tuottaa 1 800 kg vetyä päivässä. Tämä edellyttää myös, että kohteeseen on saatavissa tarvittavan antotehon mahdollistava sähköliittymä.

Jakelupiste suuremman tuotantolaitoksen yhteydessä on toimiva ratkaisu edellyttäen, että tuotantolaitos on helposti saavutettavissa päätieverkolta. Esimerkiksi Ren-Gas -yhtiön Lahden vedyntuotantolaitos Kymijärven voimalaitoksen läheisyydessä sijoittuu siten, että siitä on lyhyt matka valtateiden 4 ja 24 liittymään.

Jakeluverkon on oltava riittävä

Vedyn tankkausasemien verkosto voi periaatteessa olla samankaltainen kuin nesteytetyllä biokaasulla on tällä hetkellä. Suurin peruste infrassa on toimintavarmuus, eli jos yksi asema ei toimi, niin lähistöllä pitää olla vara-asema.

Yksi vedyn hyöty on se, että polttokennoautoille luvatus pitkä toimintasäteen vuoksi tankkausasemaverkon ei tarvitse ainakaan alkusi olla kovin tiheä. Vety sopii hyvin kuljetuksiin sellaisille alueille, joille ei kannata toteuttaa tiheää jakeluinfraa.

Toteutettavat jakeluasemat voisivat sijaita ensisijaisesti tavaraliikenteen vilkkaimpien väylien varsilla tai niiden risteyksissä. Näillä väylillä vedyn käyttö voisi yleistyä nopeastikin sitten, kun jakeluinfraa on tarjolla.

Siinä vaiheessa, kun selviää tarkemmin vetyautojen toimintasäde, voi verkostoa suunnitella tarkemmin. Asemia tarvittaisiin mahdollisimman pian, jotta vetyä voitaisiin alkaa testaamaan kuljetuksissa.

Vedyn jakelu nykyisten huoltoasemien yhteyteen

Jyväskylään Suomen ensimmäistä vedyn jakeluasemaa rakentavan yhtiön mukaan ei ole estettä toteuttaa vedyn jakelua nykyisten huoltoasemien yhteydessä. Vedyn jakeluaseman turvaetäisyydet ovat samansuuruisia kuin nesteytetyllä biokaasulla, jos asemalla ei varastoida yli 2 000 kg vetyä.

Esimerkki yllä kuvausta on St1:n huoltoasema Iittalassa. Siellä LBG:n jakelu lisättiin nykyiselle huoltoasemalle. Alueella on myös kuorma-autojen taukopaikka. Sijoittamalla biokaasun taukopaikan toiseen reunaan on saatu järjestettyä tarvittava turvaetäisyys huoltoasemarakennukseen.



St1:n dieselin ja biokaasun (LBG) jakeluasema Iittalassa. (Kuva: WSP)

Mahdollisuudet hyödyntää nykyistä huoltoasemaverkostoa vedyn jakeluun kannattaa ehdottomasti käyttää mahdollisuuksien mukaan hyväksi. Alueet ovat valmiita ja niillä raskaan liikenteen kuljettajille on tarjolla taukopaikalta tarvittavat palvelut, joita täysin uusille asemille voi olla hyvin hankalaa saada.

AFIR-vaatimuksista pidetään kiinni

Suomessa liikenne- ja viestintäministeriölle kuuluu yleinen jakeluinfran kehityksen valvonta. Ajatuksena on, että vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluinfra kehittyy ensisijaisesti markkinaehtoisesti. Sekä infran että kaluston kehitystä edistetään erilaisilla tuilla.

Energiavirasto seuraa myönnettyjä tukia. Tukea saaneissa toteutumisprosentti on ollut aika heikko. Uusimmassa asetuksessa pyritty tähän puuttumaan, jotta hankkeet, jotka rahoitusta saavat myös toteutuisivat.

AFIR-asetus on jäsenvaltioita sitovaa lainsäädäntöä ja siten jakeluinfraa koskevista määräyksistä pidetään kiinni. Mikäli AFIR-asetuksen velvoitteita ei noudateta, on EU:ssa tällaisia tilanteita varten käytössä rikkomusmenettely. Vedyn jakeluinfran velvoitteiden kiristämisestä on ollut puhetta ja vaatimusten ulottamisesta myös TEN-T-ydinverkon lisäksi kattavalle verkolle.

EU-tasolla käydään keskustelua toimista vähäpäästöisten tai kokonaan päästötömien ajoneuvojen siirtymän nopeuttamisesta. Eräs tällainen aloite on Greening corporate fleets, jossa tutkittiin mahdollisia toimia, joilla nopeutetaan siirtymistä nollapäästöisiin ajoneuvoihin yritysajoneuvoissa.

Tukia tarvitaan erityisesti kalustohankintoihin

Haastatteluissa nähtiin, että kalustohankintatuki on tällä hetkellä tärkeämpää kuin jakeluinfran rakentamisen tukeminen. Rakentamisen pääomakustannukset ovat hoidettavissa, kun vedyn käyttö yleistyy.

Kotimaisten tukien lisäksi Verkkojen Eurooppa (CEF) EU-rahoituksesta on mahdollista saada rahoitusta vaihtoehtoisten käyttövoimien infralle. CEF:ssä painotus on raskaassa liikenteessä.

Tukien lisäksi muita keinoja käyttövoimasiirtymän nopeuttamiseksi ei ole juuri pohdittu. Monesti huoltoasemien kohdalla tulee vastaan myös kasvavaan tilantarpeeseen liittyviä maankäytöllisiä kysymyksiä.

Jyväskylän kokeilua seurataan innokkaasti

Jyväskylään toteutettavaa vedyn jakeluasemaa ja vedyllä toimivien bussien pilotteja seurataan laajasti. Kokeilusta saadaan paljon tietoa sekä vedyn jakelun että vedyllä toimivan kaluston toimivuudesta Suomen olosuhteissa.

Jos kokeilun tulokset ovat positiivisia, nähdään se potentiaalisena vedyn käyttöönoton vauhdittajana. Jyväskylän pilotti on erinomainen myös siksi, että siinä toteutuvat samalla kertaa sekä vedyn kysyntä (kalusto) että tarjonta (jakeluasema). Tähän asti vedyn jakelua ei ole kannattanut rakentaa, kun ei ole ollut sitä käyttävää kalustoa.

Vetyä tarvittaisiin liikenteen päästöttömäksi käyttövoimaksi

Laajasti ollaan yhtä mieltä siitä, että liikenteen synnyttämien päästöjen vähentämiseksi tarvitaan tulevaisuudessa kaikkia vaihtoehtoisia käyttövoimia: sähköä pääasiassa henkilöautoihin, kaupunkilogistiikkaan ja pakettiautoihin, kaasua raskaampaan liikenteeseen ja tulevaisuudessa kaasun rinnalle myös vetyä.

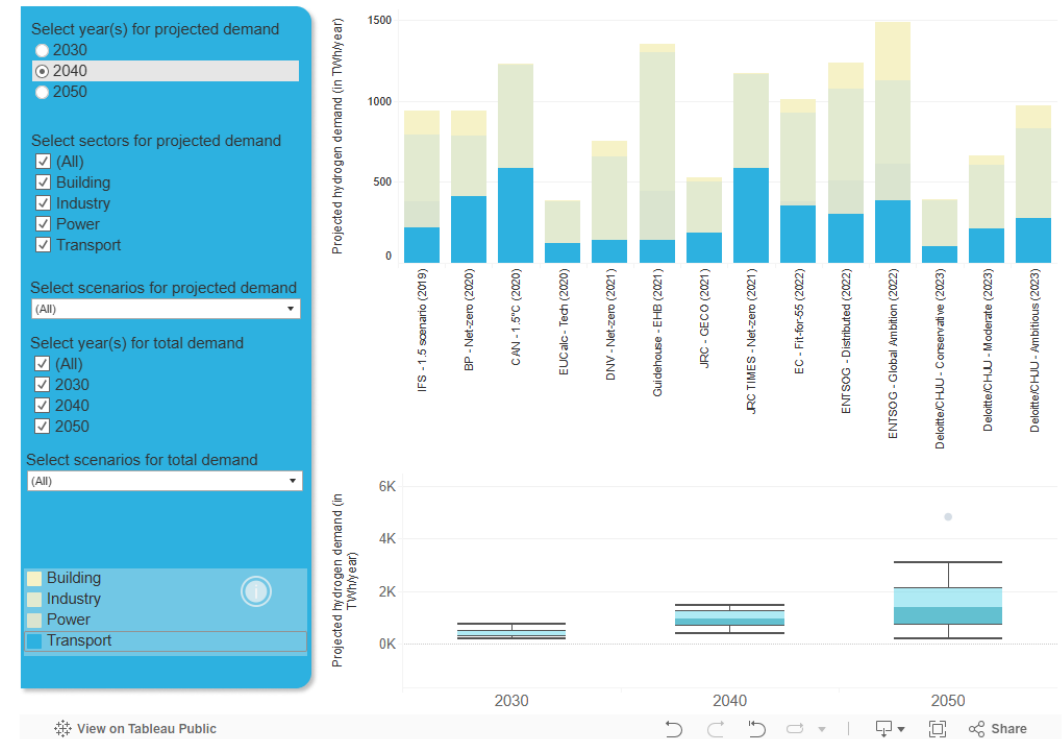
4. Skenaariotarkastelu

Eurooppalaisia vetyskenaarioita

European Hydrogen Observatory on koonnut yhteen eri tahoilla vuosina 2018–2023 laadittujen vedyn käyttöä koskeneiden skenaarioiden tuloksia. Niissä vedyn kysyntä vaihtelee suuresti, erityisesti kaukaisimpina ennustevuosina. Skenaarioissa esitetyistä ennusteista on laadittu interaktiivinen työkalu, jossa on esitetty skenaarioiden vedyn kysyntäennusteet vuosille 2030, 2040 ja 2050 Euroopassa sektoreittain (teollisuus, liikenne, rakennukset ja sähkö). Työkalu on suunniteltu helpottamaan skenaarioiden tulosten vertailua ja tarjoamaan katsauksen ennustetun kysynnän jakautumiseen toimialoittain.

Skenaarioissa vedyn kysynnässä Euroopassa on suurta hajontaa. Ero suurimman ja pienimmän ennakoidun vedyn kokonaiskysynnän välillä vuoden 2030 tilanteessa on 3,5-kertainen ja vuoden 2050 tilanteessa yli 11-kertainen. Vuodelle 2050 on mukana 28 eri skenaariota, joista osa on saman tarkastelun eri versioita, kuten varovainen, kohtuullinen ja kunnianhimoinen skenaario.

Tulosten mukaan myös liikenteen osuus vedyn kokonaiskysynnästä Euroopassa vaihtelee kaikkina tarkasteluajankohtina. Pienin vedyn liikennekysynnän osuus on vuotta 2030 koskevista skenaarioista, jossa se on keskimäärin 15 %. Vuoden 2040 skenaarioissa osuus oli 31 % ja vuonna 2050 jo 36 %. Myös liikenteen kysynnän absoluuttinen arvo vaihtelee merkittävästi. Vuoden 2030 skenaarioissa vedyn liikennekysyntä vaihteli 223–767 TWh/v. Vuoden 2050 skenaarioissa vaihteluväli oli 433–4818 TWh/v.



Eurooppalaisia vetyskenaarioita. Pylväs kuvaa vedyn kokonaiskysyntä eri skenaarioissa ja alaosan sininen osa liikenteen kysynnän osuutta.

(Lähde: <https://observatory.clean-hydrogen.europa.eu/tools-reports/scenarios-future-hydrogen-demand>)

Tämän selvityksen yhteydessä laadittu skenaariotarkastelu

Vedyn liikennekäytön tulevaisuuden arviointi Suomessa sisältää tällä hetkellä suuria epävarmuuksia. Skenaariot helpottavat hahmottamaan mahdollisia tulevaisuuden kehityspolkuja ja tavan pohtia strategisia valintoja, kun monet lähtökohdat ovat epävarmoja. Skenaariot kuvaavat erilaisia mahdollisia tulevaisuuksia.

Tässä työssä laadittiin skenaariotarkastelu, jolla pyrittiin hahmottamaan vedyn liikennekäyttöä Suomessa. Prosessissa oli seuraavat vaiheet.

1. Aluksi tunnistettiin tekijät, jotka voivat vaikuttaa vedyn käyttöön tulevaisuudessa. Tällaisiksi määriteltiin talouden kehitys, vedyn saatavuus ja hinta sekä vetyä käyttövoimanaan käyttävien ajoneuvojen saatavuus ja hinta. Tärkeitä tekijöitä vedyn yleistymisen kannalta ovat myös kuljetusten tilaajien vaatimukset vähäpäästöisyydelle sekä vetytankkausinfran rakentamisen hinta.
2. Seuraavaksi tarkasteltiin epävarmuustekijöitä. Mukaan valittiin vedyn kysyntä muissa käyttökohteissa, hallituksen päätökset tuista jakeluinfraan ja kalustohankintoihin sekä muiden käyttövoimien tekninen ja taloudellinen kehittyminen.
3. Kriittisiksi epävarmuustekijöiksi valittiin vetyteknologian kehityksen ja kuorma-autokaluston uusiutumisen nopeudet, jotka pitävät sisällään edellä mainittuja asioita. Kriittiset epävarmuustekijät on esitetty viereisen kuvan epävarmuustekijöinä.
4. Kullekin laadittavalle skenaariolle määritettiin kehysolosuhteet, joita on avattu skenaarioiden yhteydessä. Lisäksi tarkasteltiin millaista vedyn liikennekäyttö kussakin skenaariossa olisi.

Neljä skenaariota

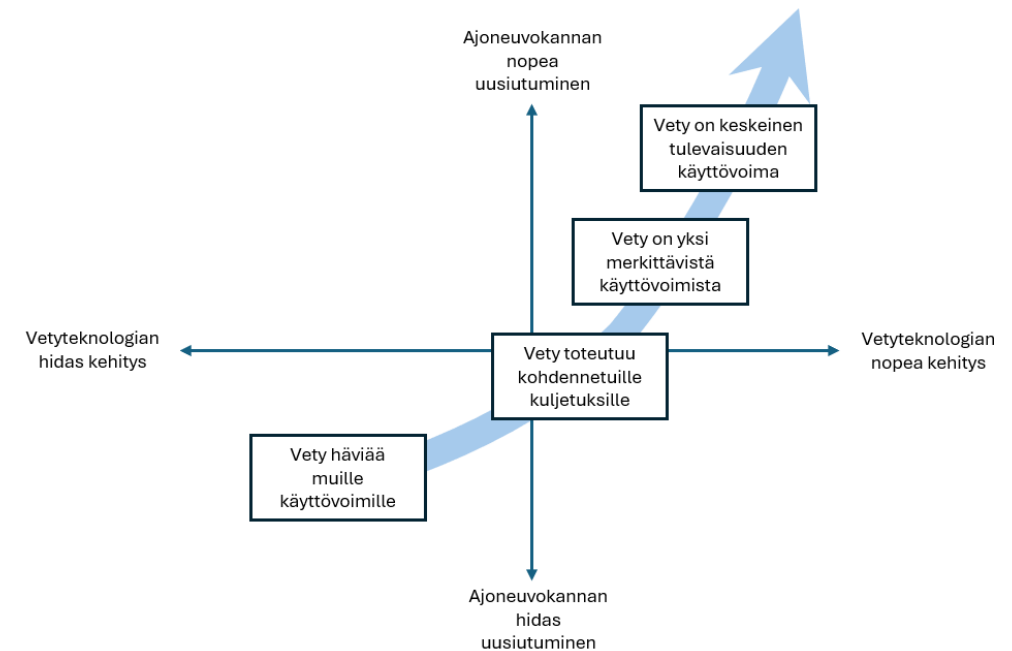
Työssä hahmoteltiin seuraavat skenaariot:

Skenaario 1. Vety häviää muille käyttövoimille

Skenaario 2. Vety toteutuu kohdennetuille kuljetuksille

Skenaario 3. Vety on yksi merkittävistä käyttövoimista

Skenaario 4. Vety on keskeinen tulevaisuuden käyttövoima



Vedyn liikennekäytön skenaariot

Skenaario 1. Vety häviää muille käyttövoimille

Tämä skenaario kuvaa tilannetta, jossa vety ei yleisty eikä käytännössä ole vaihtoehto muille käyttövoimille perusjakeluverkon (AFIR) toteuttamisesta huolimatta. Tilanteen taustalla on mm. polttokennokuorma-autojen hidas kehitys sekä niiden ja vedyn merkittävästi muita käyttövoimia korkeampi hinta. Talouden matalasuhdanne voi osaltaan hidastaa ajoneuvokannan uusiutumista ja suunnata kysynnän edullisempiin käyttövoimiin. Skenaario vastaa siten nykytilannetta.

Edellä mainitut syyt ovat pitkälti kansainvälisiä ja mahdollisuudet vaikuttaa niihin kansallisilla toimilla ovat vähäiset. Vedyn yleistymistä liikenteen käyttövoimana voi merkittävästi hidastaa myös infran toteuttamiseen alkuvaiheessa suunnatun tuen vähäinen määrä. Siihen voidaan vaikuttaa kansallisilla päätöksillä. Tosin pelkkä jakeluinfra yksinään ei vielä riitä, jos monet muut syyt tekevät vedystä kuljetusryityksille taloudellisesti kannattamattoman käyttövoiman.

Vedyn hintaa voi nostaa myös sen kysyntä muissa käyttökohteissa varsinkin, jos kysyntä ylittää tuotannon. Vedyn suuri kysyntä Keski-Euroopassa voi nostaa vedyn hintaa Suomessakin vastaavasti kuin sähkön hinnalle on syksyllä 2024 käynyt Norjassa. (Yle 2024 b).

Tässä skenaariossa vedyn kysyntä jää kokeilujen jälkeen hyvin pieneksi ja jakeluinfran käyttö on lähes olematonta.

Skenaario 2. Vety toteutuu kohdennetuille kuljetuksille

Tässä skenaariossa vety on yksi käyttövoima, mutta vain rajatussa käytössä. Sellaista voi olla pitkämatkainen raskas liikenne. Kyseiselle liikenteelle riittää harva jakeluinfraverkko, koska yhdessä tankkauksella auto voi ajaa noin 1000 km. AFIR-asetuksen mukainen jakeluverkko sellaisenaan riittää tässä tilanteessa. Tosin yhdenkin jakelupisteen häiriö vaikeuttaa tuolloin toimintaa ja tekee sen epävarmaksi, vaikka tankkausväli polttokennokuorma-autoilla onkin pitkä. Tämä tilanne vastaa kaasun käyttöä raskaassa liikenteessä tällä hetkellä.

Suurilla kuljetusryityksillä voi olla omat tankkauspisteet terminaaleillaan, mikä pienentää julkisen tankkausinfran kysyntää. Raskaan liikenteen sähkölataus toimii pitkälti näin tänä päivänä.

Tämä skenaario vastaa tämänhetkisiä Suomen autokantaennusteita, jossa vuonna 2030 ennustetaan olevan noin 200 vetykäyttöistä kuorma-autoa ja yhdistelmäajoneuvoa. Näistä suurin osa toiminee pitkämatkaisissa kuljetuksissa, joissa ajoa yhdistelmälle voi kertyä noin 120 000 km vuodessa. Vedyn kysynnän voidaan tällöin arvioida olevan noin 2 600 tonnia vuodessa. Jakeluverkostossa olisi AFIR-asetuksen mukaisesti noin 10 asemaa, joista yksi Lahden seudulla. Vedyn kulutus asemilla olisi keskimäärin 720 kg päivässä.

Vedyn kuljetus asemille olisi mahdollista hoitaa konteilla, joskin se on kallista. Kaliforniassa tehdyn selvityksen mukaan vedyn kuljetuskustannukset jakelupisteelle olivat kaksin-kolminkertaiset vedyn tuotantokustannuksiin nähden. (Argonne National Laboratory). Jakelupisteillä olevat elektrolyysarit olisivat kallis vaihtoehto. Parasta olisi jakeluinfran sijainti vedyn tuotantolaitoksen yhteydessä.

Skenaario 3. Vety on yksi merkittävistä käyttövoimista

Tässä skenaariossa vety on yleistynyt liikennekäytössä ja on merkittävä raskaan liikenteen käyttövoima sähkön ja kaasun rinnalla. Skenaario edellyttää, että sekä polttokennokuorma-autojen että vedyn hinta ovat kilpailukykyisiä sähkö- ja kaasukuorma-autojen kanssa. Dieselin osuus käyttövoimana pienenee.

Jakeluinfraan tulee tukea polttokennokuorma-autojen käyttöä. AFIR-asetuksen mukainen jakeluverkko sellaisenaan on liian harva tässä tilanteessa.

Tämä skenaario vastaa jakeluinfraohjelmassa esitettyä tavoitetta, jossa vuonna 2030 tavoitteena on noin 500 vetykäyttöistä kuorma-autoa ja yhdistelmäajoneuvoa. Skenaariossa 2 esitettyjen suoritteiden mukaisesti vedyn kysynnän voidaan tällöin arvioida olevan noin 6 600 tonnia vuodessa. Jos jakeluverkostossa on 15 asemaa, on vedynkulutus niillä keskimäärin 1200 kg päivässä. Vilkkaimmilla jakelupisteillä elektrolyysarit saattavat tällöin olla kannattava vaihtoehto. Lahden seudulla olisi 1–2 jakeluasemaa.

Autokantaennusteen mukaan vuonna 2050 Suomessa olisi yhteensä 2 800 vetyä käyttövoimanaan käyttävää yhdistelmäajoneuvoa.

Skenaario edellyttää, että polttokennokokäyttöinen kuorma-autokalusto kehittyi teknisesti luotettavaksi ja hinnaltaan sähkökuorma-autojen kanssa kilpailukykyiseksi. Kalustoa on myös oltava saatavilla useilta eri valmistajilta.

Skenaario 4. Vety on keskeinen tulevaisuuden käyttövoima

Tämä skenaario poikkeaa merkittävästi uusimmista autokantaennusteista. Sen taustalla voisi olla esimerkiksi sähköllä toimivan kuorma-autokannan kasvun hidastuminen akkumineraalien rajallisen saatavuuden vuoksi ja käyttö ensisijaisesti henkilöautoissa tai vetyteknologian nopea kehittyminen. Dieselkuorma-autojen sijaan valmistettaisiin vetypolttomoottorilla toimivia kuorma-autoja. Niiden hinnat laskisivat ja vety voisi olla raskaassa liikenteessä hallitseva käyttövoima. Kaluston uusiutumisnopeuden vuoksi tämä voisi tapahtua niin raskaan kuin myös henkilöautoliikenteen osalta vasta vuoden 2040 jälkeen.

Tässä skenaariossa Suomessa vuonna 2040 olisi noin 30 000 vetykäyttöistä kuorma-autoa ja yhdistelmäajoneuvoa, mikä on noin kolmasosa kaikista Suomen kuorma-autoista. Vedyn liikennekysyntä olisi noin 277 000 tonnia vuodessa.

Tämä edellyttää, että vedyn jakeluinfraa ja tuotantoa on runsaasti ja että vedyn hinta jakelupisteillä on kilpailukykyinen. Tässä skenaariossa vedyn kysyntä useilla keskeisillä jakeluasemilla olisi suurta, joten elektrolyysarit, sijainti vetyä tuottavien laitosten tai vetyputken yhteydessä olisi välttämätöntä.

Skenaario edellyttää, että vetypolttomoottori kehittyi teknisesti luotettavaksi ja hinnaltaan kilpailukykyiseksi ja saadaan laajaan tuotantoon heti 2030-luvun alussa.

Yhteenveto skenaarioista

Vedyn kysyntä vaihtelee suuresti skenaarioiden välillä. Todennäköisin kehityspolku seuraavien 10-15 vuoden aikana vaikuttaisi tällä hetkellä olevan lähellä skenaariota 2. Skenaarion 3 mukainen vedyn käytön yleistymisen on mahdollista, mutta niin raskaan liikenteen kuin henkilöautojenkin rajoitetun saatavuuden vuoksi vasta kauempana tulevaisuudessa.

Teknologisessa kilpailussa suuri merkitys on polttokenno- tai vetypolttomoottorikuorma-autojen yleistymisen aikataululla. Jos vedyn yleistymisen alkaa nykyennusteiden mukaisesti vasta 2040-luvulla, saattaa kaasu- ja sähkökäyttöisillä kuorma-autoilla olla jo liian suuri tekninen ja taloudellinen etumatka kiinnikurottavaksi. Jakeluinfraan ja kaluston hankintaan liittyvät tuet ovat siten hyvin tärkeitä vedyn liikennekäytön yleistymisen kannalta mahdollisimman aikaisin.

Toinen merkittävä tekijä on vedyn hinta. Kuljetusala on hyvin kustannussensitiivistä. Koska myös sähkökuorma-autot voivat tarjota päästöttömyyden TTW-mittaustavalla, ei vety käyttövoimana voi olla kokonaiskustannuksiltaan sähköä kalliimpaa. Myös vetyä käyttävän ajoneuvokaluston hintojen tulee laskea huomattavasti nykyisestä tasosta lähelle sähkökuorma-autoja tai jopa sen alle.

Jakeluinfran kannalta näyttää siltä, että lähivuosina toteutuu enintään AFIR-vaatimusten mukainen minimimäärä vedyn tankkausasemia. Päijät-Hämettä ajatellen tämä tarkoittaa yhtä jakeluasemaa. Teknisesti se voisi sijoittua suunnitellun vedyn tuotantolaitoksen yhteyteen Lahteen. Aseman toteuttamiseksi tarvitaan asemaa ylläpitävä yrittäjä, jollainen vetyä tuottava laitos ei sellaisenaan ole.



Kuva laadittu Microsoftin Copilot-ohjelmalla.

5. Tekno-ekonominen analyysi

5.1 Markkina-analyysi

Vuonna 2020 vetyä tuotettiin Suomessa arviolta 145 000 tonnia (5 TWh) pääasiassa teollisuuden tarpeisiin. Liikenteeseen vetyä ei tällä hetkellä ole yleisesti tarjolla.

Suomessa on suunnitteilla vihreän vedyn tuotantoa 14 miljardin euron edestä. Julkistettuja hankkeita on kymmeniä, mutta investointipäätöksen saaneita on vain kolme. P2X:n vetytehdas Harjavallassa valmistui vuoden 2024 lopussa. Monet hankkeet ovat viivästyneet, koska niiden riittävään kannattavuuteen liittyy vielä liikaa epävarmuuksia kehittymättömän markkinan vuoksi. Tämä tilanne on sekä tieliikenteessä että meriliikenteessä. Lisäksi investointikustannukset ovat nousseet merkittävästi alkuperäisestä arviosta. (Hitachi 2024).

Globaali pyrkimys vähentää kasvihuonekaasuja lisää varsinkin vihreän vedyn kysyntää. Vedyn liikennekäytön kannalta on olennaista millaiseksi vedyn kysynnän ja tuotannon suhde muuttuu ja sen myötä vedyn hinta. Teollisuudessa vetyä käytetään laajasti esimerkiksi lannoitteiden tuotannossa ja öljynjalostuksessa, missä sen kysyntä on jo vakiintunutta. Nämä kohteet voivat olla vedyn tuottajille houkuttelevampia kuin liikenne, koska teollisuus voi hyödyntää suurempia määriä ja sillä on vakiintuneita toimitusketjuja.

Vihreä vety on Suomessa nähty myös potentiaalisena vientituotteena, mikä lisänsä vedyn kysyntää. Vihreästä vedystä Keski-Euroopassa maksettavan hinnan noustessa, nostaa se vedyn hintaa myös Suomessa.

Liikenteessä vedyn hinta sisältää tuotantokustannusten lisäksi myös infrastruktuurikustannuksia, kuten tankkausasemia ja jakeluverkostoja, mikä nostaa vedyn hintaa. Tämä voi vähentää vedyn kysyntää liikennekäytössä.

Vedyn hinnan ja saatavuuden kehitykseen vaikuttavat useat muutkin tekijät, kuten teknologian kehitys, energiaan ja päästöihin liittyvät politiikkatoimet ja investoinnit infrastruktuuriin.

Vetyä voidaan jo nyt käyttää liikenteessä tuottamalla siitä e-metaania. Etuna on tällöin se, että e-metaanilla on valmiina jakeluinfraa sekä kaasua käyttävää autokalustoa. Ren-Gas Oy suunnittelee Power-to-Gas -tuotantolaitosta Lahteen. Hankkeen tavoitteena on rakentaa tuotantolaitos, joka tuottaa uusiutuvaa synteettistä metaania, vetyä ja hukkalämmöstä tuotettua kaukolämpöä. Laitos toimisi osana puhtaiden P2X-kaasupolttoaineiden tuotanto- ja jakeluketjua raskaalle liikenteelle.

5.2 Teknologinen analyysi

Vedyn liikennekäytön järjestelmä koostuu vedyn valmistuksesta, vedyn toimittamisesta jakelupisteille, jakelupisteiden laitteistoista sekä vetykäyttöisistä ajoneuvoista. Järjestelmän kaikki osat ovat koettua tekniikkaa. Kaikkien osalta on kuitenkin käynnissä merkittävästi kehitystyötä.

Vedyn tuotantoteknologioissa painopiste jatkossa on uusiutuvan energian käytämisessä. Vedyn erottaminen vedestä elektrolyysillä vaatii paljon sähköä. Suomessa suunnitelmat nojaavat tuuli- ja aurinkosähkön käyttöön. Näin tuotettava vety on puhdasta, vihreää vetyä.

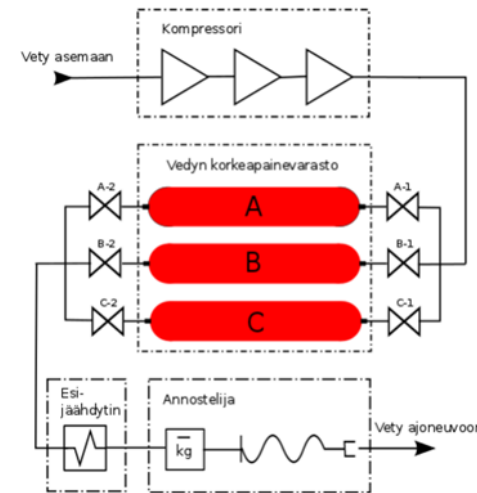
Vedyn pääasialliset vaihtoehtoiset toimitustavat jakelupisteille ovat putkikuljetus, tuominen konteilla tai valmistus jakelupisteen läheisyydessä. Vetyputkistoja Suomessa ei vielä ole, mutta suunnitelmissa on Suomen kansallinen vetyverkko. Kansallinen vetyverkko suunnitellaan yhdistettäväksi myös laajempiin kehityshankkeisiin, kuten Nordic Hydrogen Route, Baltic Sea Hydrogen Collector ja Nordic-Baltic Hydrogen Corridor -vetyhankkeisiin. (Gasgrid 2024).

Vedyn konttikuljetus on toimiva, mutta kallis toimitustapa. Edullisin tapa vedyn saamiseksi liikennekäyttöön on sen tuottaminen jakelupisteen lähetyvillä. Tällä voidaan välttää vedyn korkeiden kuljetuskustannusten lisäksi riskit vedyn saatuuden ja hankintahinnan vaihtelujen osalta.

Jakelupisteellä tarvittavia laitteita ovat varastosäiliöt, kompressorit, vedyn korkeapainevarasto, esijäähdytin ja annostelija. Nämä laitteet toimittaa niiden val-

mistukseen erikoistuneet yritykset. Yksittäin tilattuina laitteet ovat kalliita, mutta hinta laskenee, kun tilaussarjat ovat suurempia.

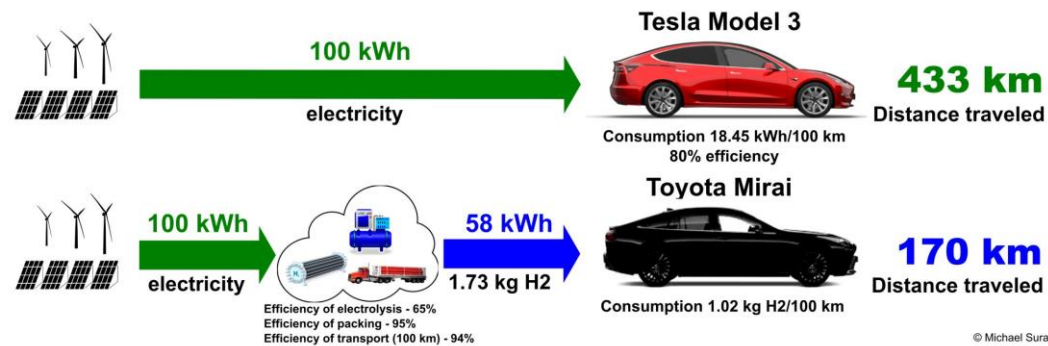
Vetykäyttöisissä ajoneuvoissa on nykyisin polttokenno, joka muuttaa vedyn sähköksi. Käytännössä vetyautot siis toimivat sähköllä. Teknologia on valmista, ongelmana on vain varsinkin raskaassa kalustossa korkeaksi muodostuva hinta.



Periaatekuvaus vedyn jakelupisteen laitteistoista. (Tukes)

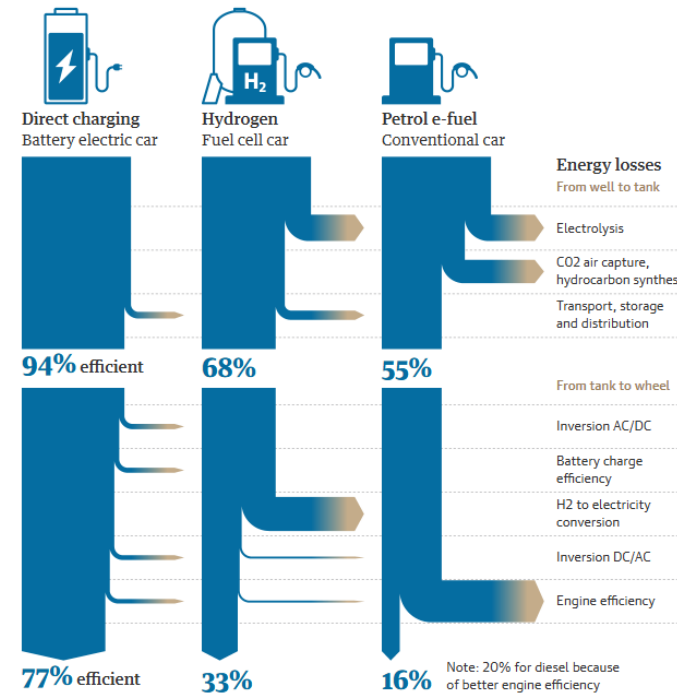
Kehitystyötä tehdään vetypolttomoottorien kanssa. Niissä vetyä käytetään samoin kuin nestemäisiä polttoaineita. Tämän menetelmän hyötyinä ovat edullisemmat ajoneuvot. Tällaisia kehittää mm. Volvo, joka arvioi vetypolttomoottoristen kuorma-autojen tulevan markkinoille kuluvan vuosikymmenen lopulla.

Yksi näkökulma vedyn liikennekäyttöön on energiankäytön tehokkuus. Vedyn valmistus esimerkiksi tuulivoimalla tuotetusta sähköstä kuluttaa huomattavasti energiaa. Jos sama määrä sähköä käytetään sähkömoottori- ja polttokenno-autoissa, pystyy sähkökäyttöisellä autolla ajamaan huomattavasti pitemmän matkan. Sama koskee myös synteettisiä polttoaineita.



Sähkö- ja vetykäyttöisten autojen suoritevertailu, jossa molemmat käyttävät 100 kWh tuulivoimalla tuotettua sähköä. (Lähde: Michael Sura, x.com)

Hydrogen cars use more energy overall than battery cars



Guardian graphic. Source: transportenvironment.org

Sähkön, vedyn ja synteettisten polttoaineiden tehokkuusvertailu.

(Lähde: The Guardian. <https://www.goodcarbadcar.net/why-hydrogen-vehicles-havent-taken-off-and-probably-never-will/>)

5.3 Ympäristövaikutusten analyysi

Kasvihuonekaasupäästöt

Vety liikenteen käyttövoimana ei synnytä kasvihuonekaasupäästöjä (KHK) ja siirtyminen fossiilisista käyttövoimista vetyyn vähentää liikenteen KHK-päästöjä.

Lähipäästöt

Vety kaasuna on ympäristön kannalta haitaton: siitä ei aiheudu riskejä esimerkiksi pohjavedelle. Vedyn jakeluasemalla tankkaukseen liittyvät laitteet, kuten vedyn varastosäiliöt, kompressori, korkeapainevarasto ja esijäähdytysjärjestelmä, eivät synnytä fossiilisten polttonesteiden valumis- tai vuotoriskejä.

Tankkaamassa käyvistä autoista voi myös vedyn jakelupisteelle valua voitelu- yms. aineita, ja lisäksi autojen renkaista irtoaa mikromuovia. Tämän vuoksi alueen hulevedet on kerättävä. Pohjavesialueella hulevesien käsittelyssä on otettava huomioon vesilain säännökset. Huleveden ominaisuuksien mukaan sitä koskee jäteveden mukaiset säännökset. Tällaisia hulevesiä on muun muassa huoltoaseman hulevedet, jotka sisältävät jäämiä esimerkiksi öljystä, raskasmetalleista tai bensiinistä. (Vinka, Annika 2022.)

Turvallisuus

Tukes on julkaissut oppaan Vedyn käsittelyn ja varastoinnin turvallisuus (Tukes). Oppaassa on kuvaus jakeluaseman laitteistoista ja ohjeet mm. jakeluaseman katoksen suunnittelusta. Turvaetäisyyksiä ympäröiviin rakennuksiin tai muihin asemaan liittyviin ympäristöllisiin vaatimuksiin oppaassa ei ole esitetty. Bio- ja

maakaasun jakeluaseman turvaetäisyyksiä on esitetty Kaasuyhdistyksen julkaisussa Ohje kaasun tankkausasemille. (Kaasuyhdistys).

Tutkimuksessa Risk based safety distances for hydrogen refueling stations vetyasemille laskettiin enimmäisturvaetäisyydeksi 35 metriä. Huolimatta suhteellisen pienistä turvaetäisyyksistä, suurimmat vaikutusetäisyydet voivat pahimmillaan olla erittäin suuria, erityisesti asemilla, joissa on nestemäisen vedyn toimitusta ja varastointia. (H2tools.org 2017.)



Australiassa on koottu yhteen kaikki vedyn jakeluasemia koskevat standardit, joihin pääsee tutustumaan toiminnoittain oheisen kaaviokuvan avulla. (Lähde: <https://research.csiro.au/hylearning/hystandards/hydrogen-refuelling-station/>)

5.4 Taloudellinen analyysi

Vedyn liikennekäytön taloudellisuutta pitää tarkastella kahdesta eri näkökulmasta: vedyn jakelua toteuttavan operaattorin näkökulmasta sekä vetyä käyttövoimanaan käyttävän kuljetusyrityksen näkökulmasta.

Vedyn jakeluinfra

Vedyn jakeluinfran toteuttamisen talouteen vaikuttavia tekijöitä ovat tarvittavat investointikustannukset (laitteistot, rakennuskustannukset ja lupamaksut), käyttökustannukset (vedyn kuljetus jakeluasemalle konteissa tai putkella tai tuotanto paikan päällä, huolto- ja henkilöstökulut) sekä rahoitus (tuet, avustukset ja EU-rahoitus ja lainapääoma).

Suomessa ei ole rakennettu yhtään vedyn jakeluasemaa, joten tarvittavista investointikustannuksista ei ole vielä toteumatietoja. Ensimmäinen jakeluasema valmistunee Jyväskylään kesällä 2025. Sen ensimmäisen vaiheen kustannuksiksi on arvioitu 4-4,5 milj. euroa. Merkittävä osa kustannuksista syntyy jakeluasemalla tarvittavan laitteistojen hankinnasta. Tukea hankkeeseen on saatu 1 milj. euroa. (Cefmof)

Jyväskylän aseman kapasiteetti on aluksi 2 000 kg vetyä päivässä, mikä vastaa noin 50 raskaan ajoneuvon tankkausta. Vety asemalle tuodaan konteissa. Toisessa vaiheessa jakeluaseman yhteyteen on tarkoitus toteuttaa 5 MW:n tehoinen elektrolyysilaitteisto, jolla tuotetaan vetyä 2 000 kg/päivä. Tämän vaiheen kustannusten on arvioitu olevan yli 10 milj. euroa.

Aseman käyttökustannuksista ei ole julkisesti esitettyjä kustannusarvioita. Kustannukset riippuvat myös mitä rakennuksia aseman yhteyteen toteutetaan ja mitä palveluja asemalla on tarjolla.

Yleistyäkseen liikenteen käyttövoimaksi vedyn jakeluinfraa on oltava koko maassa. AFIR-asetuksen mukaan Suomessa pitäisi vuonna 2030 olla noin 10-15 vedyn tankkausasemaa. Tällainen verkko palvelisi riittävästi pitkän matkan liikennettä ajavia yhdistelmäajoneuvoja, koska osalla kuljetusyrityksistä todennäköisesti olisi oma tankkaus terminaaleillaan.

Koko jakeluverkon toteuttamiskustannukset ovat Jyväskylän esimerkin perusteella siten varsin huomattavat. Haasteena on se, että ensimmäisinä vuosina asemien käyttö on vähäistä ja yrittäjän kassavirta on pitkään negatiivinen.

Kaluston hankintakustannukset

Raskaisiin yhdistelmiin tarkoitettujen kuorma-autojen keskimääräiset hinnat vaihtelevat huomattavasti käyttövoiman mukaan:

- dieselkäyttöinen kuorma-auto noin 100 000 - 150 000 euroa.
- kaasukäyttöinen kuorma-auto noin 120 000 - 180 000 euroa.
- sähkökäyttöinen kuorma-auto noin 200 000 - 300 000 euroa.
- vetykäyttöinen kuorma-auto noin 300 000 - 400 000 euroa (arvio).

Hinnat vaihtelevat merkittävästi valmistajan, mallin ja varustelutason mukaan. Diesel- ja kaasukäyttöisten kuorma-autojen saatavuus on hyvä ja sähkökäyttöisten on paranemassa. Polttokennokuorma-autoja ei ole vielä yleisesti saatavilla.

Kuljetusyritysten käyttökustannukset

Kuljetusyrityksen kannalta olennaista ovat kaluston kokonaiskustannukset, mm. hankintahinta, huolto- ja ajokustannukset, vakuutukset ja jälleenmyyntiarvo. The International Council on Clean Transportation ICCT:n on laatinut selvityksen fossiilisia polttoaineita korvaavien käyttövoimien kokonaiskustannuksista (TCO, Total Cost of Ownership) kuorma-autoliikenteessä erilaisissa kuljetuksissa. Diesel on ollut vertailuvaihtoehtona mukana selvityksessä. Tarkastelu on tehty vuosille 2030 ja 2040.

Tarkastelussa on toteutettu sovellus, jossa voi tarkastella kustannuksia erilaisilla kuljetustyypeillä. Tarkasteltaessa pitkämatkaista liikennettä (800 km) on edullisin käyttövoima molempina tarkasteluvuosina sähkö. Vuonna 2030 toiseksi edullisin käyttövoima on diesel ja vety on sijalla neljä. Polttokennokuorma-auton kilometrikustannus on 22 % sähkökuorma-autoa suurempi. Suurimmat kilometrikustannukset ovat sähköpolttoaineilla, vetypolttomootorilla sekä biometaanilla.

Kuljetusyrityksille myös kuljetusten varmuus on erittäin tärkeää. Jos ajoneuvo on poissa käytöstä, niin sillä on negatiivinen vaikutus tuloihin ja voi aiheuttaa myös sanktioita ja mainehaittoja. Jakeluverkon tiheys ja toimintavarmuus on siksi yksi tärkeä käyttövoiman valintakriteeri.

Vuonna 2040 polttokenno on jo toiseksi edullisin käyttövoima heti sähkön jälkeen. Polttokenno on tuolloin sähköä 16 % kalliimpi. Kolme kalleinta käyttövoimaa ovat samat, mutta niiden keskinäinen järjestys on hieman vaihtunut.



Eri käyttövoimien vertailu 800 km:n kuljetusmatkoilla. (Lähde: International Council on Clean Transportation)

5.5 Kannattavuusanalyysi

Kysymys kannattavuudesta vedyn liikennekäytön yhteydessä on laaja. Kannattavuutta pitää tarkastella usealta eri näkökulmalta. Lisäksi voidaan arvioida mihin tekijöihin Päijät-Häme ja sen kunnat voivat itse eniten vaikuttaa ja mihin eivät. Seuraavassa kannattavuutta on tarkasteltu tahoittain.

Valtio

Valtion kannalta keskeisiä näkökulmia vedyn liikennekäytön kannattavuudesta ovat tarvittavat liikenteen päästövähennykset sekä niiden suhde liikenteelle myönnettäviin tukiin. Kysymys on: pystytäänkö vedyn liikennekäyttöä tukemalla saamaan enemmän päästövähennyksiä sijoitettua euroa kohden kuin esimerkiksi tukemalla liikenteen sähköistymistä?

Toistaiseksi yksiselitteistä vastausta ei voida antaa. Valtio on myöntänyt tukea vedyn jakeluinfraan toteuttamiseen, mutta luultavimmin kysynnän puuttumisen vuoksi infra ei ole toteutunut. Ei ole selvää onko tukia määriteltäessä arvioitu tuilla saatavien päästövähennysten kustannuksia.

Vedyntuotanto on valtion kannalta merkittävää myös vedyn liikennekäyttöä laajemmassa katsannossa. Siitä kertoo hallituksen periaatepäätös vedystä. Periaatepäätöksen mukaan tavoitteena on kasvattaa Suomeen uusi vetyyn ja siitä valmistettuihin tuotteisiin pohjautuva teollisuudenala, joka tukee valmistavan teollisuuden uudistumista ja kasvattaa alan teknologiayrityksistä kansainvälisesti johtavia toimittajia. Liikenne nähdään yhdeksi keskeiseksi vedyn käyttökohteeksi.

Vedyn tuottajat

Vedyn tuottajat rakentavat toimintansa sen varaan, että myytävän vedyn hinta on heille riittävä taloudellisen toiminnan ylläpitämiseksi. Vedyllä on monta käyttökohdetta, mikä pienentää vedyntuottajien riskiä verrattuna tilanteeseen, jossa liikenne olisi tuotetun vedyn ainoa käyttökohde.

Vedyn hinnan kehitys riippuu edelleen monista tekijöistä, kuten tuotantomenetelmistä, kysynnän kehityksestä, poliittisista päätöksistä ja kansainvälisistä suhteista. Jälkimmäisiin vedyn tuottajilla on vain rajalliset mahdollisuudet vaikuttaa, jos niitäkään.

Vedyn hinta on ollut laskusuunnassa viime vuosina, erityisesti vihreän vedyn tuotantokustannusten laskiessa. Tämä johtuu uusiutuvan energian kustannusten alenemisesta ja elektrolyysiteknologian kehittymisestä. EU:n ja kansallisten hallitusten tukitoimet, kuten investoinnit vetyinfrastruktuuriin ja tuotantokapasiteetin laajentamiseen, ovat myös vaikuttaneet hintojen laskuun. Markkinoiden kasvaessa ja teknologian kehittyessä vedyn hinnan odotetaan laskevan edelleen tulevina vuosina.

Päijät-Häme voi omilla toimillaan tukea vedyn tuotantoa alueella, ja näin on jo toimittukin. Ren-Gas Oy suunnittelee Power-to-Gas -tuotantolaitosta Lahteen. Hankkeen tavoitteena on rakentaa tuotantolaitos, joka tuottaa uusiutuvaa synteettistä metaania, vetyä ja hukkalämmöstä tuotettua kaukolämpöä. Laitos toimii osana puhtaiden P2X-kaasupolttoaineiden tuotanto- ja jakeluketjua raskaalle liikenteelle. Hanketta edistetään tiiviissä yhteistyössä Lahti Energian kanssa.

Vedyn jakelijat

Vedyn jakeluinfrastruktura vastaavat pyrkivät taloudellisesti kannattavaan toimintaan. Heille olennaisia kustannuksia ovat infran rakentaminen ja ylläpito sekä vedyn hankintakustannus. Nämä on saatava katettua vedyn myynnillä.

Jakeluyrittäjän kannalta vedyn liikennekäyttöön liittyy useita riskejä. Tällaisia ovat mm. kalliin jakeluinfran rakentaminen, vedyn hankintahinnan mahdolliset vaihtelut, vedyn arvioidun kysynnän toteutuminen, liikenteessä olevan vetykaluston määrä ja yleistymisen aikataulu. Infran rakentamisen aikana kysyntää vedylle on hyvin vähän, mutta epävarmaa on millä aikataululla kysyntä kasvaa. Yrittäjän pitää varautua siihen, että toiminta saattaa olla tappiollista pitkään.

Jakeluyrityksen kannalta paras on tilanne, jossa sillä on tarjota liikenteelle useita eri käyttövoimia sekä muita palveluja, kuten kahvila- tai ravintolapalveluja. Suomessa huoltoasemilla kahvila- ja ravintolapalvelut tuovat lisäliikevaihtoa 30-60 % suhteutettuna polttoaineiden myynnin liikevaihtoon. (Liikennepalvelukauppiat 2023).

Edellisten lisäksi vedyn jakeluyritys tarvitsee hyvän liikennepaikan lähellä suuria liikennevirtoja. Tässä alueen viranomaiset voivat tukea tarjoamalla hyviä sijain- teja yrityksille ja mahdollistamalla tarvittaessa alueen laajentamisen.

Jakeluvetoisuuteen liittyvä tikettikauppa tarjoaa vedyn jakelijoille keinon saada tuloja. Kauppaa käydään jakelijoiden välillä jakelu- ja lisävelvoitteesta. Tiketti- kaupassa jakelija voi sopia velvoitteensa siirtämisestä osittain tai kokonaan toi- selle jakelijalle, jotta se täyttää jakeluvetoisuutensa. (Energiavirasto 2023).

Vety kuljetusyrityksen kannalta

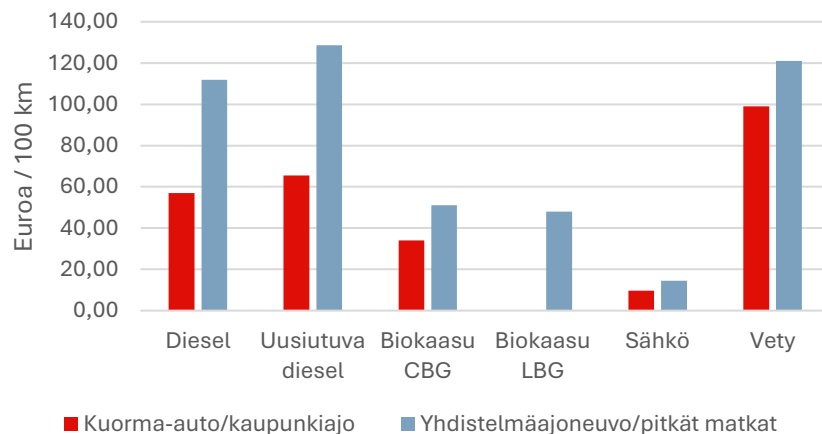
Kuljetusyritykselle kaluston hankinta on suuri menoerä, ja varsinkin pienille kul- jetusyrityksille taloudellisesti aivan ratkaiseva kysymys. Siksi valittavan käyttövoi- man on oltava sellainen, että sillä toimivan kaluston hinta mahdollistaa taloudel- lisesti kannattavan toiminnan, sille löytyy lataus- tai tankkausmahdollisuuksia riittävän luotettavasti ja se on edullista.

Dieselmatalusto on tässä hetkellä raskaissa kuljetuksissa vaihtoehtoista edullisinta. Kaasukuorma-autot ovat jonkin verran kalliimpia ja niitä on saatavissa. Sähkö- kuorma-autot ovat merkittävästi kalliimpia ja niiden saatavuus lienee rajallinen. Vetykuorma-autojen hintataso on vielä määrittymättä ja niitä ei ole saatavilla.

Kuljetusyritykselle merkitystä on myös sillä, kuinka hyvin käyttövoima soveltuu käyttöön. Tällä hetkellä sähkö ei vielä parhaalla mahdollisella tavalla palvele pitkämatkaista, raskasta liikennettä ja kuorma-auton akkujen lataaminen vie varsin pitkään. Akkuteknologia kehittyy, samoin akkujen latausstandardit. Kaasu on valmis tuote ja sillä on myös jakeluverkko, vaikkakin toistaiseksi vielä hieman harva. Vedyn suhteen ollaan odottavalla kannalla, koska kokemuspohjaista tie- toa Suomen olosuhteista ei vielä ole.

Kuljetusyritysten päätöksiin voivat vaikuttaa pelkkien taloudellisten laskelmien lisäksi myös kuljetuksia tilaavien tahojen päätökset tai vaatimukset. Tulevaisuu- dessa kilpailutuksissa vaatimukset päästöttömistä kuljetuksista todennäköisesti yleistyvät ja tähän yrittäjien on varauduttava kalustohankinnoissaan.

Vedyn hinta liikennekäytössä vaihtelee eri Euroopan maissa keskimäärin välillä 8-12 euroa/kg. Alla olevassa kuvassa on verrattu raskaan liikenteen eri käyttövoimien kustannuksia tällä hetkellä Suomessa. Vedyn kustannuksena laskelmassa on 10 euroa/kg. Sillä arvolla vety on hinnaltaan samalla tasolla dieselin kanssa, mutta selkeästi kalliimpaa kuin biokaasu ja huomattavasti kalliimpaa kuin sähkö.



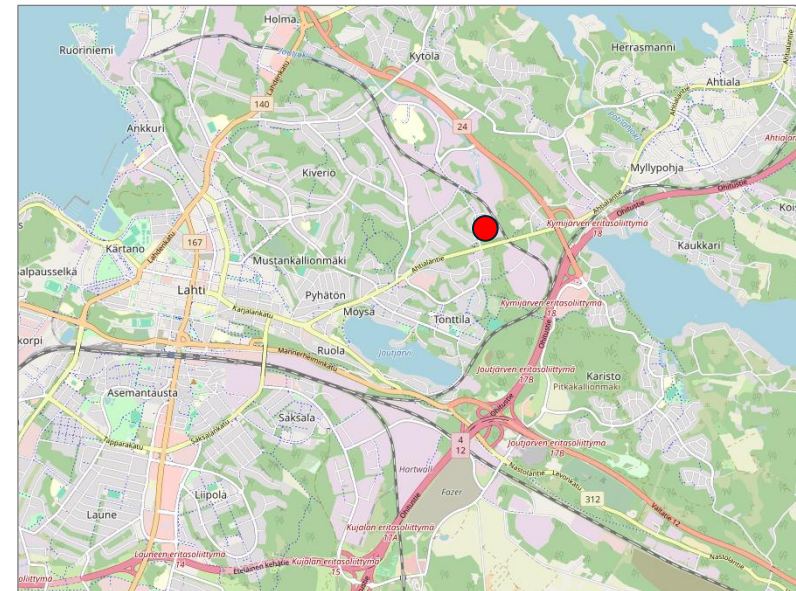
Eri käyttövoimien kustannusvertailu. (Lähde: WSP 2024)

Liikennevedyn kannattavuus Päijät-Hämeen kannalta

Vedyn jakeluinfra yhdistettynä suunnitteilla olevan P2X-kaasupolttoaineiden yhteistuotantolaitoksen kanssa on yksi alueen ja erityisesti Lahden ympäristömaailmaa tukeva synergiatekijä. Yhdistettynä Lahden monipuolisiin koulutus- ja opis-

kelumahdollisuuksiin on vedystä ja vetytaloudesta mahdollista muodostaa klusteri, joka voi synnyttää ja houkuttaa alueelle yritystoimintaa. Vedyn hyötykäyttö liikenteessä on vasta hyvin alussa, joten kehitystyölle on paljon tarvetta ja mahdollisuuksia. Näin toimitaan Jyväskylässäkin.

Päijät-Hämeessä risteävät tärkeät pohjois-etelä- ja itä-länsisuuntaiset kuljetusvirrat, joten alue on potentiaalinen pitkämatkaisten kuljetusten vedyn jakeluinfra kohde. Lisäksi Lahti on yksi TEN-T-verkon kaupunkisolmuista, joissa vedyn jakelupisteet on oltava vuonna 2030.



Suunnitellun P2X-kaasupolttoaineiden yhteistuotantolaitoksen sijainti Lahdessa.

5.6 Riskianalyysi

Vedyn liikennekäyttöön liittyvät riskit voidaan jakaa teknisiin riskeihin (teknologian toimivuus ja käytön häiriöttömyys), taloudellisiin riskeihin (markkinahintojen ja kysynnän vaihtelut) sekä riskiin vedyn saatavuudesta.

Tekniset riskit

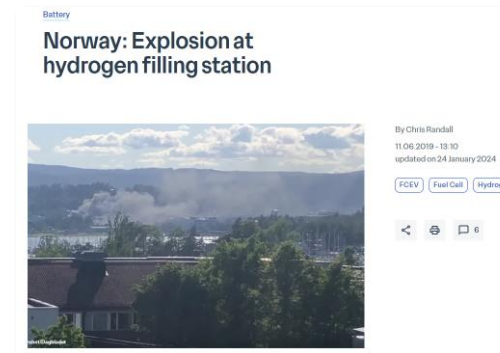
Teknisistä riskeistä olennaisimmat koskevat jakeluinfran toimivuutta. Tilanteessa, jossa jakeluinfraa on vähän, hankaloittaa yksikin toimimaton asema vedyn käyttöä. Varsinkin vedyn jakeluverkoston toteuttamisen alkuvaiheissa tämä voi vaikeuttaa mielikuviin vedyn käytettävyydestä ja hidastaa käytön yleistymistä.

Vety on erittäin helposti räjähtävä kaasu. Merkittävä riski on siten vedyn tankkaus. Onnettomuuksia voi sattua esimerkiksi, jos kuljettaja unohtaa tankkausletkun kiinni autoon lähtiessään ajamaan. Tätä ehkäistään esim. infrapunakommunikaatiolla auton ja tankkausaseman välillä, jolloin auto ei lähde käyntiin tai liikkeelle, kun letku on kiinni eli tankkaus on vielä käynnissä. Automallista riippuu, miten kyseinen varotoimenpide käytännössä toimii. (Tukes)

Turvajärjestelyistä huolimatta vedyn syttyminen jakeluasemalla on mahdollista. Näin kävi Norjassa kesällä 2019. Onnettomuuden syynä oli väärin asennettu liitin vedyn korkeapainevarastotankissa. Joulukuussa 2024 tapahtui Etelä-Koreassa räjähdys bussin tankkauksen yhteydessä.

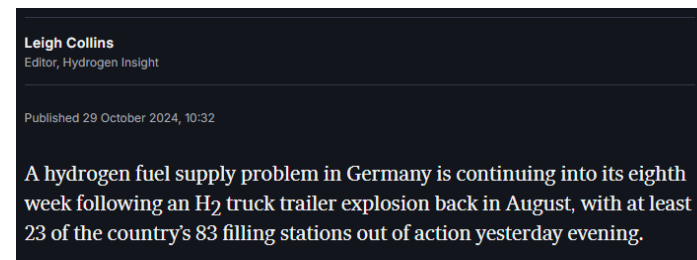
Toinen vetyyn liittyvä tekninen riski, joka vaikutti myös vedyn saatavuuteen, konkretisoitui Saksassa elokuussa 2024. Vetyä kuljettaneen kuorma-auton säiliöt räjähtivät vedyn tuotantolaitoksella. Onnettomuudesta ei aiheutunut suuria

vahinkoja, mutta turvallisuuden vuoksi kaikki saman tyyppiset kuljetusautot kuin räjähtänyt otettiin pois liikenteestä, kunnes syy räjähdykseen saadaan selville. Tämän seurauksena lokakuun lopussa yli neljännes Saksan vedyn tankkausasemista oli poissa käytöstä jo kahdeksatta viikkoa vedyn puutteen vuoksi.



Vedyn räjähdysjäkeluasemalla. (Lähde:

<https://www.electrive.com/2019/06/11/norway-explosion-at-fuel-cell-filling-station/>)



Uutisia vetyräjähdysistä.

(Lähde: <https://www.hydrogeninsight.com/transport>)



Taloudelliset riskit

Vedyn yleistymiseen liittyy useita taloudellisia riskejä. Suomessa ei ole tällä hetkellä liikenteen vetymarkkinoita. Koska kysyntää ei ole, niin tukeakin saaneita jakeluasemia ei ole toteutettu.

Vedyn tuotanto, varastointi ja jakelu vaativat suuria alkuinvestointeja infrastruktuuriin. Tämä voi olla taloudellinen riski, jos investoinnit eivät tuota odotettua tuottoa tai jos teknologia ei yleisty odotetulla tavalla.

Vedyn kysyntä liikennekäytössä voi olla epävarmaa, mikä voi johtaa taloudellisiin tappioihin. Jos kuluttajat eivät ota vetyajoneuvoja laajasti käyttöön, investoinnit infrastruktuuriin voivat jäädä vajaakäytölle. Lisäksi sähköajoneuvot ja synteettiset polttoaineet kilpailevat vedyn kanssa, mikä vaikuttaa vedyn markkinaosuu-teen ja taloudelliseen kannattavuuteen.

Vedyn tuotantokustannukset voivat olla korkeat. Tämä voi tehdä vedystä kalliimman vaihtoehdon verrattuna muihin polttoaineisiin, mikä voi vähentää sen houkuttelevuutta kuluttajien silmissä.

Muutokset sääntelyssä tai politiikassa voivat vaikuttaa vedyn liikennekäytön taloudellisiin näkymiin. Esimerkiksi tukien poistaminen tai uusien sääntelyvaatimusten asettaminen voi lisätä kustannuksia ja vähentää kannattavuutta.

Vedyn tuotanto- ja jakeluteknologiat ovat vielä kehittymässä. Teknologian kehityksen hidastuminen tai odottamattomat tekniset ongelmat voivat viivästyttää vedyn laajamittaista käyttöönottoa. Toisaalta teknologiassa tapahtuvat parannukset ja kehitys voivat nopeuttaa vedyn yleistymistä liikennekäytössä.

Home Insights Blog Pulse Forum Charger Error Codes

Why Pulse Energy?



Uncertain Future: Hydrogen Fuel Stations UK - What's Next?

Hydrogen fuel stations UK: Why they're closing, how they compare to EV chargers & the future for trucks. Get facts on costs & safety in simple terms.

Iso-Britanniassa on vuoden 2024 aikana suljettu vedyn jakeluasemia. Yksi merkittävä syy sulkemisiin on vedyn riittämätön kysyntä, mikä tekee asemien ylläpidosta kannattamatonta. Lisäksi korkeat käyttökustannukset ja huomattavat investoinnit, joita tarvitaan vetyasemien rakentamiseen ja ylläpitoon, aiheuttavat merkittäviä haasteita. Teknologiset ja skaalautuvuuteen liittyvät ongelmat vaikeuttavat tilannetta entisestään ja tekevät laajamittaisen käyttöönotosta hankalaa. (Lähde: <https://pulseenergy.io/blog/hydrogen-fuel-stations-uk>)

6. Johtopäätökset

Vedyllä on potentiaalia, mutta käytön yleistymisessä on vaikeuksia

Vedyllä nähdään runsaasti potentiaalia liikennekäytössä. Erityisesti pitkän matkan raskaan liikenteen tiekuljetuksissa nähtiin vety lupaavaksi käyttövoimaksi. Parhaaksi käyttökohteeksi saattavat kuitenkin osoittautua laivat. Henkilöautoissa vedyllä ei nähty olevan potentiaalia ainakaan vuoteen 2040 mennessä. Vedyllä on paljon potentiaalisia käyttökohteita mm. teollisuudessa, mikä mahdollistaa synergiahöyryjä liikennekäytön kanssa.

Teknisesti vety on valmis tuote myös liikennekäyttöön, vaikka se herkästi räjähtävänä kaasuna saattaa synnyttää mielikuvan merkittävästi vaarallisemmasta liikenteen käyttövoimasta kuin vaikkapa sähkö. Kokemuksia vetyautojen toiminnasta ja varmuudesta Suomen oloissa ei käytännössä ole.

Monet vetyyn liittyvät hankkeet ovat Euroopassa ja Suomessa viime vuosina lykkääntyneet, mikä tuo tiettyä epävarmuutta vedyn käytön laajenemiselle. Vetykäyttöisten autojen myynti on vähentynyt ainakin hetkellisesti useissa maissa ja vähäisen kysynnän vuoksi veden tankkausasemia on suljettu.

Tällä hetkellä sekä vähäinen kalustontarjonta sekä jakeluinfran täydellinen puuttuminen Suomessa vaikeuttavat vedyn käyttöönottoa liikenteessä. Yleistymistä vaikeuttaa myös kaluston rajallinen saatavuus sekä polttokennokäyttöisten kuorma-autojen korkeat hinnat. Lisäksi joissakin vertailututkimuksissa vety on kokonaiskustannuksiltaan ollut raskaassa liikenteessä sähköä kalliimpaa.

Sähkö yleistyy ensin, ehtiikö vety mukaan

Vetykuorma-autojen nähdään yleistyvän vasta 2040-luvulla. Sähkö käyttövoimana yleistyy henkilöautoissa jo nyt ja sopivien latauspaikkojen yleistyessä sähköistyminen nopeutunee myös raskaassa liikenteessä lähivuosina. Tarve liikenteen synnyttämien päästöjen pienentämiseen nopeuttaa tätä kehitystä.

Epäselvää on kuinka paljon raskaan liikenteen sähköiset ratkaisut ehtivät kehittyä ennen vedyn yleistymistä ja ovatko sähkö ja kaasu siihen mennessä saaneet jo niin vahvan jalansijan myös raskaassa liikenteessä, että vety jää liikenteessä hyvin rajallisten kuljetusten käyttövoimaksi. Henkilöautoissa tämä näyttää autokantaennusteiden mukaan todennäköiseltä skenaariolta ja vedyn asema henkilöautoliikenteessä tulevaisuudessa olisi sama kuin kaasulla on tänä päivänä.

Polttokennokuorma-autoja kokeillaan käytössä ja vetypolttomoottorit ovat vielä kehitysvaiheessa. Näin ollen nopeaa vedyn käyttöönottoa raskaassa liikenteessä ei ole näköpiirissä. Vertailukohtana voidaan pitää kaasun hidasta yleistymistä raskaassa liikenteessä, vaikka kaasukalustoa on ollut saatavilla ja jakeluinfraakin on ainakin Etelä-Suomessa ollut tarjolla.

Raskaan liikenteen siirtyminen pois fossiilisista käyttövoimista on valtava muutos, jossa on tilaa kaikille päästöttömille vaihtoehdoille. Vihreä vety käyttövoimana täyttää vaatimukset hyvin, kunhan se vain saadaan käyttöön.

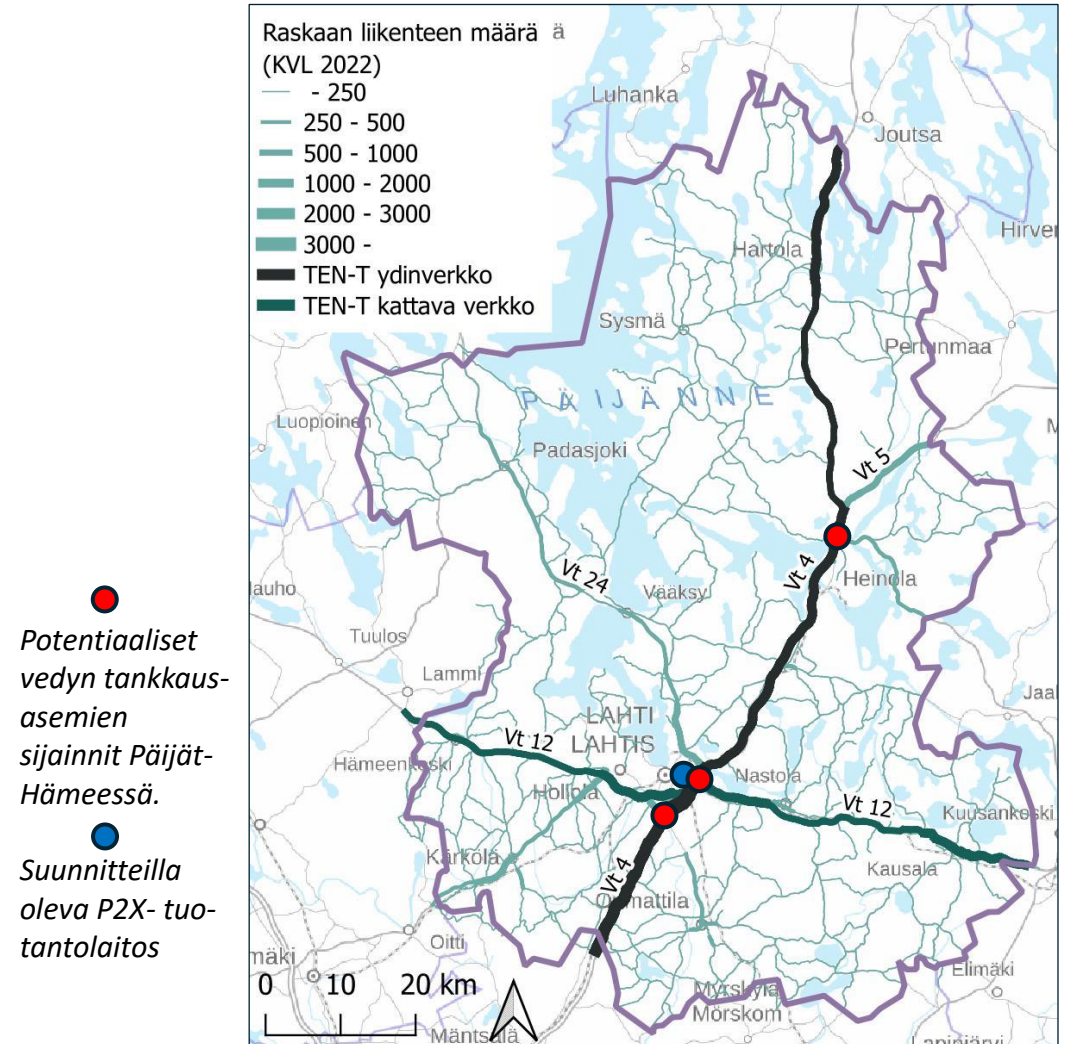
Kaikki käyttövoimat samasta paikasta

Laaditun selvityksen perusteella useille vedyn jakeluasemille ei ole tarpeen varata tilaa. Raskaan liikenteen sähkölataukseen sen sijaan on syytä varautua. Laatusasemien suunnittelussa olisi hyvä ottaa huomioon se, että myöhemmin niille olisi tilan puolesta mahdollista sijoittaa myös vedyn jakeluinfraa. Näin saavutetaan synergiahyötyjä vaihtoehtoisten käyttövoimien tarjonnan ja huoltoasemapalvelujen osalta.

AFIR-asetuksen mukaan Suomessa tulee toteuttaa vedyn jakeluasema TEN-T-ydinverkolla 200 km:n välein sekä kaikissa kaupunkisolmuissa. Lahti on yksi kaupunkisolmuista, joten yksi vedyn jakeluasema Lahden kaupunkiseudulle tulee toteuttaa vuoteen 2030 mennessä. Edullisinta olisi, jos se palvelisi sekä itä-länsi-että etelä-pohjoissuuntaista liikennettä.

Vedyn tankkausasemien yhteydessä olisi hyvä olla palveluja kuljettajalle. Alueella olisi myös oltava runsaasti tilaa HCT-yhdistelmille. Parhaat edellytykset ehtojen täyttymiselle olisi nykyisillä huoltoasemilla. Olennaista tulevaisuudessa onkin saada vaihtoehtoiset käyttövoimat yhdisteltyä samoille jakeluinfra-alueille. Näin ei tarvita rinnakkaisia jakeluasemaverkkoja ja voidaan tarjota paremmat palvelut sekä henkilöautojen että raskaan liikenteen kuljettajille.

Vedyn jakeluasemia olisi niiden hyvä raskaan liikenteen pääreittien varrella. Parhaat sijainnit olisivat Lahdessa lähellä valtateitä 4, 12 ja 24 sekä Heinolassa valtatien 4 ja 5 läheisyydessä. Vedyn jakeluverkoston toimintavarmuuden takaamiseksi Lahden seudulla olisi hyvä olla toinenkin jakeluasema. Kaksi vetyasemaa Päijät-Hämeessä vastaa tämän työn skenaarion 3 mukaista jakeluverkkoa.



Yhteistyöllä ja rohkeilla kokeiluilla liikkeelle

Vedyn jakeluinfran toteuttaminen on kallista ja käyttö toteutuu näillä näkymin vasta pitkähkön ajan kuluttua. Jos vedyn käyttöä halutaan nopeuttaa, tarvitaan Jyväskylän kaltaista toteutusta, jossa jokin taho toteuttaa infraa päämäärätie-toisen etupainotteisesti pystyen samalla kytkemään asemiin myös niitä tarvitsevaa käyttöä.

Rohkeuden lisäksi tällainen kokeilu vaatii merkittäviä investointeja, koska sekä jakelupisteellä tarvittava laitteisto että vetykäyttöiset kuorma-autot ovat toistaiseksi pienten tuotantosarjojen vuoksi hyvin kalliita. Jyväskylässä pelkän vedyn tankkausaseman ensimmäisen toteutusvaiheen kustannukset ovat yli 4 miljoonaa euroa.

Tekoäly ei löytänyt oikotietä vedyn yleistymiseen

Kysimme Microsoftin kehittämältä Copilot-tekoälyltä miten vedyn liikennekäyttö saataisiin käynnistymään Päijät-Hämeessä. Näin se vastasi:

Vedyn liikennekäytön käynnistäminen Päijät-Hämeen maakunnassa vaatii useita toimenpiteitä ja yhteistyötä eri tahojen välillä. Tässä muutamia keskeisiä askeleita ja tukitoimia:

1. Infrastruktuurin kehittäminen

- Vedyn jakeluverkosto: ensimmäinen askel on rakentaa vedyn jakeluverkosto, joka sisältää vedyn tuotanto- ja jakeluasemat. Gasgrid Finland on jo aloittanut vedyn infrastruktuurin kehittämisen Suomessa.

- Elektrolyysilaitokset: investoimalla elektrolyysilaitoksiin voidaan tuottaa vetyä paikallisesti uusiutuvista energialähteistä, kuten tuuli- ja aurinkovoimasta.

2. Ajoneuvokannan kehittäminen

- Raskaat ajoneuvot: kannustetaan raskaan liikenteen toimijoita siirtymään vetykäyttöisiin ajoneuvoihin tarjoamalla taloudellisia kannustimia ja tukia. Esimerkiksi Jyväskylässä on suunnitteilla vedyn tankkausasema raskaille ajoneuvoille.
- Julkinen liikenne: Julkisen liikenteen, kuten linja-autojen, siirtyminen vetykäyttöisiksi voisi toimia pilottihankkeena ja esimerkkinä muille toimijoille.

3. Taloudelliset kannustimet ja tuki

- Valtion tuet ja avustukset: Hyödynnetään EU:n ja kansallisia tukiohjelmia vedyn infrastruktuurin ja ajoneuvojen hankinnan tukemiseksi.
- Yhteistyö yritysten kanssa: Kannustetaan paikallisia yrityksiä investoimaan vetyteknologiaan ja tarjoamaan taloudellisia kannustimia varhaisille omaksujille.

4. Koulutus ja tietoisuuden lisääminen

- Koulutusohjelmat: järjestetään koulutusohjelmia ja seminaareja, joissa kerrotaan vedyn eduista ja käyttömahdollisuuksista liikenteessä.
- Yhteistyö kuntien kanssa: Kuntien aktiivinen osallistuminen ja tuki infrastruktuurin suunnittelussa ja toteutuksessa on tärkeää.

5. Pitkän aikavälin tuki

- Sääntely ja standardit: Kehitetään selkeät sääntely- ja standardikehykset vedyn käytölle liikenteessä, jotta varmistetaan turvallisuus ja yhteensopivuus.
- Jatkuva innovaatio: Tuetaan jatkuvaa tutkimusta ja kehitystä vedyn tuotannon, jakelun ja käytön parantamiseksi.

Lähdeluettelo

Argonne National Laboratory. (2019). Analysis of Cost Impacts of Integrating Advanced On-Board Storage Systems with Hydrogen Delivery [Analysis of Cost Impacts of Integrating Advanced On-Board Storage Systems with Hydrogen Delivery](#)

Energiavirasto. (2023). Kestävyysskriteerit, jakeluvelvoite ja tikettikauppa. [https://vanha.oamk.fi/images/Hankkeet/BioKaMa/Tenhovirta_kestavyyskriteerit_ja_tikettikauppa_biokaasu.pdf](#)

European Commission. (2024). [Transport infrastructure: over EUR 424 million of EU funding to boost zero-emission mobility - European Commission](#)

European Hydrogen Observatory. (2023). The European hydrogen market landscape October 2023. [https://observatory.clean-hydrogen.europa.eu/sites/default/files/2023-11/Report%2001%20-%20November%202023%20-%20The%20European%20hydrogen%20market%20landscape.pdf](#)

European Hydrogen Observatory. (2024). [https://observatory.clean-hydrogen.europa.eu/tools-reports/datasets](#)

European Union. (2020). Vetystrategia ilmastoneutraalille Euroopalle. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX%3A52020DC0301](#)

Gasgrid. (2024). Suomen kansallinen vetyverkko. [https://gasgrid.fi/kehitys/suomen-kansallinen-vetyverkko/](#)

H2tools.org. (2017). Risk based safety distances for hydrogen refueling stations ([https://h2tools.org/sites/default/files/2019-07/Paper-107.pdf](#))

Hitachi. (2024). [https://www.hitachienergy.com/news-and-events/features/2024/06/fi-suomi-aikoo-vihrean-vedyn-edellakavijaksi-kadessa-nelja-assaa](#)

Hydrogen Europe. (2023). [https://hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2023/11/Clean Hydrogen Monitor 2023 DIGITAL.pdf](#)

Hydrogen Insight. (2024). [https://www.hydrogeninsight.com/transport](#)

IEA. (2024). [https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2024](#)

Kaasuyhdistys. Ohje kaasun tankkausasemille. [https://www.kaasuyhdistys.fi/julkaisut/suunnitteluohje-maa-ja-biokaasun-tankkausasemille/](#).

Liikenne- ja viestintäministeriö. (2024). Kansallinen liikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluinfraohjelma. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 2024:10. [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/165917](#)

Liikennepalvelukauppiat. (2023). Huoltoasemat 2020 täydennysraportti 2023. <https://www.liikennepalvelukauppiat.fi/ajankohtaista/huoltoasemat-2020-taydennysraportti/>

McKinsey. (2023). <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/global-energy-perspective-2023-hydrogen-outlook>

Nordea. (2023). Vetytalous. <https://corporate.nordea.com/article/80926/vetytalous>

SNE Research. Global FCEV Monthly Tracker – January 2024. (2024). https://www.sneresearch.com/en/insight/release_view/229/page/

Traficom. (2024). Valtakunnalliset liikenne-ennusteet 2024. Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä 8/2024.

TUKES. (2024). Vedyn käsittelyn ja varastoinnin turvallisuus. <https://tukes.fi/vedyn-kasittelyn-ja-varastoinnin-turvallisuus#vedyn-jakeluasemat>

Valtioneuvosto. (2023). Valtioneuvoston periaatepäätös vedystä <https://tem.fi/paatos?decisionId=0900908f8080db83>

Valtioneuvosto. (2024). Kansallinen liikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluinfraohjelma. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/165917>

Vinka, Annika. (2022) Hulevesijärjestelmien nykytilaselvitys ja järjestelmien kehittäminen Heinolassa. LAB-ammattikorkeakoulu. Insinööri (AMK), Energia- ja ympäristötekniikka. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/759129/Vinkka_Annika.pdf?sequence=2

Vireon. (2024). <https://vireon.com/our-stations>

YLE. (2024a). Akkutekniikan läpimurto lähellä <https://yle.fi/a/74-20121510>

YLE. (2024b). Norja haluaa lopettaa sähkönsä viennin naapurimaille <https://yle.fi/a/74-20131328>

