

Vety Kymenlaakson logistiikassa

Raportti - 19.12.2023



Vipuvoimaa
EU:lta
2014-2020

KYMEN
LAAKSON
LIITTO



cursor
Kouvola
Innovation

Sisältö

- 1 Tiivistelmä
 - 2 Hankkeen tausta ja tavoitteet
 - 3 Vedyn ja vetyjalosteiden rooli tulevaisuuden logistiikassa
 - 4 Vedyn ja vetyjalosteiden potentiaali Kymenlaakson logistiikka-alalle
 - 5 Kymenlaakson logistiikka-alan rooli vetytalouden kehityksessä kansallisesti ja kansainvälisesti
 - 6 Johtopäätökset ja toimintaehdotukset
-
- I Liite 1: Haastatteluissa esille nousseet asiat
 - II Liite 2: Haastatellut tahot

Selvityksen tiivistelmä

Vedyn & vetyjalosteiden rooli tulevaisuuden logistiikassa Suomessa ja maailmalla

- Lyhyellä n. 10 vuoden aikavälillä Suomessa raskas tieliikenne ja meriliikenne tulevat muodostamaan suuren osan vedyn ja vetyjalosteiden kulutuksesta logistiikassa tiukentuvan regulaation ja suurten volyymien vuoksi. Meriliikenteen kulutuksessa painottuu erityisesti nestemäiset vetyjalosteet. Raskaan tieliikenteen osalta kulutus jakaantuu todennäköisesti puhtaan vedyn ja sekä nestemäisten, että kaasumaisten vetyjalostevaihtoehdon kesken.
- Pitkällä aikavälillä lentoliikenteen rooli nousee vetyjalosteiden kuluttajana, kun toistaiseksi kevyt, mutta tiukentuva regulaatio ei anna juuri vaihtoehtoja
- Raideliikenteen ja raskaiden työkoneiden rooli kulutuksessa jää Suomessa todennäköisesti kohtalaisen vähäiseksi muihin sektoreihin verrattuna sähköisten ratkaisujen kilpailukyvyyn ja rajallisen potentiaalın johdosta.

Kymenlaakson vahvuudet ja logistiikan potentiaali vetytaloudessa

- Kymenlaaksolla on hyvät edellytykset vetytalouden hyödyntämiseen erityisesti jo suunniteltujen vetyinvestointien, biogeenisen CO₂:n saatavuuden sekä vahvan logistiikkasektorin vuoksi.
- Kymenlaakso on Suomen logistiikan pääsolmukohtia, jonka vahvuutena ovat erityisesti Suomen suurin yleissatama ja erinomaiset Suomen sisäiset ja erityisesti idän suuntaan kansainväliset rautatie- ja kumipyöräyhteydet. Alueella on myös Suomen ensimmäinen sisämaan kuivasatama
- Kymenlaakson kulutuspotentiaalit seuraavat koko maan suuntaa eli tulevaisuudessa selkeästi potentiaalisimmat vetyä ja vetyjalosteita kuluttavat sektorit ovat raskas tieliikenne ja meriliikenne. Myös lentoliikenteessä on potentiaalia, mikäli alue pystyy toimittamaan Helsinki-Vantaalle polttoainetta.
- Vedyn ja vetyjalosteiden siirrossa korostuu mahdollisen siirtoputken lisäksi niin meriliikenne, raskas tieliikenne kuin raideliikennekin riippuen isoimpien tuotantopaikkojen sijainneista ja vientiin menevistä määristä.

Vetytalouden kehitys Kymenlaaksossa logistiikan kautta

- Yleisesti vihreän vedyn kysyntä jakautuu teollisuuden ja logistiikan kesken lähtien ensimmäisenä todennäköisesti harmaan vedyn korvaamisesta teollisuudessa. Tässä työssä on kuitenkin keskitytty erityisesti logistiikan rooliin vetytaloudessa.
- Vetytalouden kasvamista tietyillä alueilla ajaa kustannustehokkuus, jossa vaikuttaa erityisesti sähkön hinta, raaka-aineiden saatavuus ja toimitusmatkojen minimointi, johon puolestaan vaikuttaa saatavilla olevat logistiikan ratkaisut merkittävästi.
- Siirtoputki on yleisesti kustannustehokkain tapa vedyn siirtoon erityisesti suurissa määrissä. Lyhyillä matkoille joustavuutta tuo joko kumipyörä- tai junaliikenne. Kumipyörä- ja junaliikenne vaativat kuitenkin investointeja sopivaan siirtokalustoon.
- Vetyjalosteita pystyy siirtämään vetyä joustavammin niin laivoilla, kumipyörillä kuin rautateitsekin ja logistinen valinta riippuu tällöin volyymista ja matkasta.
- Työssä laaditut skenaariot Kymenlaakson vetytalouden kehitykselle osoittavat, että logistiikkasektoreiden merkitys osana kehitystä riippuu paljon niin alueen tavoitetasosta, vetytalouden kansainvälisestä kehityksestä kuin tuotantolaitosten lopullisista sijainneista.

Toimenpiteet alueen julkisille toimijoille

- Yleisesti on hyvä huomioida, että vetytalouden kehitys vaatii toimia ja yhteistyötä niin julkiselta kuin yksityiseltäkin sektorilta.
- Eniten kehityspotentiaalia julkisen puolen toimijoiden kautta on meri- ja raskaassa tieliikenteessä sekä poikkileikkaavissa toimissa. Lentoliikenteen kehittymiseen on puolestaan vaikeinta vaikuttaa.
- Raideliikenteellä on vähäisistä kulutusvolyymeista huolimatta uniikki rooli Kymenlaaksossa, jolloin myös esimerkiksi pilotointi tai kuivasataman mahdollisuuksien kehittäminen ovat tärkeitä.
- Vaikuttavia toimia ovat esimerkiksi erilaiset kalustokartoitukset, viestintä, datan keruu tai julkisen sektorin ostositoumukset.
- Kymenlaaksolle tärkeää olisi myös pyrkiä kartoittamaan mahdollisten tuotantolaitosten sijainti tarkempien kehityskohteiden selvittämiseksi.

Hankkeen tavoitteena on selvittää millaisia vaatimuksia vetytaloudella on logistiikkasektorille Kymenlaaksossa

- Vihreään sähköön ja vetyyn perustuvalla teollisuudella on suuri rooli Kymenlaakson alueen teollisessa murroksessa ja alueen kehittämisessä. Alueella on suuri tarve saada lisää uusiutuvaa energiaa ja tehdyn Itä-Kaakko vetylaakso selvityksen* perusteella alueella onkin erittäin merkittävät uusiutuvan energian ja vetyteollisuuden mahdollisuudet.
- Työn tarkoituksena on tutkia vedyn ja vetyjalosteiden roolia tulevaisuuden logistiikassa, vedyn ja vetyjalosteiden potentiaalia Kymenlaakson logistiikka-alalle, sekä Kymenlaakson logistiikka-alan roolia vetytalouden kehityksessä kansallisesti ja kansainvälisesti. Työn tavoitteena on koota synteesi Kymenlaakson logistiikka-alan investointimahdollisuuksista vetytaloudessa.
- Työ on toteutettu haastatteleamalla alueen vetytalous- ja logistiikkatoimijoita, konsultin työpöytätyönä ja järjestämällä sidosryhmätyöpaja.

Hankkeen tavoitteena on vastata erityisesti seuraaviin kysymyksiin



Millainen rooli vedyllä- ja vetyjohdannaisilla on eri logistiikkasektoreilla ja millä aikataululla muutoksen voidaan odottaa tapahtuvan?



Miten alue ja sen yritykset voivat hyödyntää vetyä tai vetyjalosteita toiminnassaan? Millaisia mahdollisuuksia vetytalous tarjoaa Kymenlaakson logistiikka-alalle?



Mitä palveluita/ratkaisuja alue ja sen yritykset voivat tarjota muille vetytalouden kehityksessä ja miten Kymenlaakson logistiikkainfra voi edesauttaa investointien syntymistä?



Millaisia kehitystarpeita ja vaatimuksia vetytalouseliiketoiminta logistiikkaan luo ja mihin investointeja tulisi kohdistaa?

Vedyn ja vetyjalosteiden rooli tulevaisuuden logistiikassa

Raskas tieliikenne lähimpänä päästöttömyyttä - sähkö ja biopohjaiset polttoaineet vielä vetyä edellä



Ajurit

- Suomen tavoitteena on puolittaa kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöt vuoden 2005 tasosta vuoteen 2030 mennessä ja olla **kokonaan fossiilitonta vuonna 2045**. Tavoite on hieman EU-asetusta tiukempi.
- **AFIR-asetus ajaa tieliikenneinfrastruktuurin parantamista niin vetykuin sähköautoille** tarkoittaen esimerkiksi tiheämpää lataus/tankkausverkostoa ja tehokkaampia latauspisteitä.
- Sähköisien ja kaasulla toimivien paketti- ja kuorma-autojen hankintatuki jatkuu ainakin vuoden 2024 loppuun asti, myös vetytukea harkitaan

Vähähiiliset ratkaisut ja niiden kilpailukyky

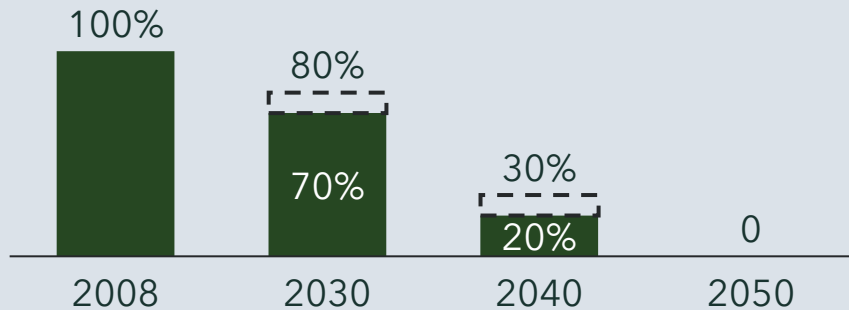
- Sektorin oletuksena sähköistäminen, jos mahdollista. Vedyn kilpailijoina maakaasu- ja biopohjaiset polttoaineet, jotka tällä hetkellä halvempia ja paremmin saatavilla olevia vaihtoehtoja.
- Kansainvälisen energiajärjestön IEA:n arvion mukaan **vedyllä ja vetyjalosteilla voi olla merkittävä vaikutus** liikenteen käyttövoimana, **jos sen myyntihinta laskee alle kuuden dollarin/kg vuoteen 2030 mennessä**. Tällöin noin **15 prosenttia liikenteen energiankäytöstä** voitaisiin täyttää kilpailukykyisesti vedyllä.
- Vedyn käyttö **tarkoituksenmukaisinta erityisen raskaissa ja pitkää matkaa tekevissä ajoneuvoissa**

Meriliikenteessä tiukentuvat päästörajat ja useita ratkaisuja päästöttömyyteen



Siirtymä

- Meriliikenteessä nähdään vahvoja ajureita päästöjen laskemiseen: erityisesti **FuelEU Maritime** ja **IMO:n** päästötavoitteet
- Lisäksi meriliikenne siirtyy **päästökaupan piiriin 1. tammikuuta 2024.**



Kasvihuonekaasujen päästötavoitteet (IMO)*

Vähähiiliset ratkaisut

- **Biopolttoaineet** tällä hetkellä **halvin hiilineutraali ratkaisu**, mutta myös haastava riittävän volyymin kannalta
- **Keskiössä synteettiset polttoaineet** kuten synteettiset LNG ja metanoli. Myös ammoniakki on meriliikenteen näkökulmasta potentiaalinen polttoaine. Ongelmana kaikissa vielä kannattavuus.
- Erilaisia **akukuratkaisuja** tullaan todennäköisesti integroimaan merkittävään osaan **Suomen varsinaisen kauppalaivaston aluksia vuoteen 2050 mennessä**, sillä ne sopivat erityisesti lyhyeen merenkulkuun, jossa vedyllä on ehkä myös roolinsa.

Lentoliikenteen päästöttömyys hidasta – potentiaali synteettisissä polttoaineissa



Siirtymä

- ReFUElEU Aviation -aloite **velvoittaa EU:n lentokenttien ilma-alusten** polttoaineen toimittajia portaittain **lisäämään toimituksissaan kestävien lentopolttoaineiden (SAF) osuutta** (erityisesti synteettisten polttoaineiden osuutta).
- EU:ssa on myös ryhdytty toimiin lentoliikenteen päästökauppatoiminnan tiukentamiseksi.

ReFUElEU Aviationin kestävien
lentopolttoaineiden
vähimmäisosuudet vuosittain
[%]



Vähähiiliset ratkaisut

- Merkittävimpana ja nopeimpana toimenpiteenä **kestävien lentopolttoaineiden lisäys** – nykyisellään hyvin pienessä roolissa (0,1 – 0,2 % maailmanlaajuisesti). Muut ratkaisut liittyvät enemmän operoinnin optimoimiseen.
- **Vetypohjaiset synteettiset polttoaineet kuten e-kerosiini tulevat muodostamaan merkittävän osan kestävästä polttoaineista** biopolttoaineiden lisäksi – tällä hetkellä kuitenkin 99 % SAF:ista biopohjaisia.
- Vedyllä mahdollinen rooli lyhyen matkan lentoliikenteessä n. 2035 eteenpäin.
- Sähkö mahdollinen vedyn kilpailija pienissä lentokoneissa.

Työkoneissa potentiaali on vedyn ja sähkön hybridiratkaisuissa



Siirtymä

- Työkonesektorin **säädöskehikko- ja toimet ovat vielä heikkoja.**
- Toimia ajaa kuitenkin tällä hetkellä mm. **jakeluvelvoitteen nosto**, ympäristöministeriön ja Teknisen Kaupan Liitto ry:n työkonealan green deal-sopimus sekä maatalouden investointituet
- Jakeluvelvoite (13,5 % vuonna 2024 > 22,5 % 2027) on tehokas keino laskea työkoneiden CO₂-päästöjä.
- Skenaariolla, jossa jakeluvelvoite nostettaisiin ensin 34 % (2030) ja siitä 40 % (2035) saavutettaisiin jopa **48 % päästövähennys vuonna 2035 vuoden 2005 tasoon** nähden

Vähähiiliset ratkaisut

- **Potentiaalisimpana ratkaisuna biopolttoöljyn jakeluvelvoitteen korotus.**
- Sähköistäminen kohteille, joihin voidaan järjestää jatkuva sähkönsyöttö-
- **Vety erityisen hyvä, saasteeton ratkaisu sisätiloissa jatkuvasti käytössä oleville koneille kuten trukeille.**
- Hybridiratkaisut esim. sähkö + metanoli voivat sopia ulkokäytössä oleville koneille, joille ei voida järjestää sähkösyöttöä.

Raideliikenteessä vetyratkaisulla Suomessa ei juuri potentiaalia käyttövoimana



Siirtymä

- Liikenteen vaihtoehtoisia käyttövoimia koskevassa kansallisessa jakeluinfraohjelmassa (2017) tavoitteeksi on asetettu, että **raideliikennesuorite tuotettaisiin vuonna 2050 lähes sataprosenttisesti sähköllä.**
- Nykyisin hieman yli **90 % junakilometreistä hoidetaan Suomessa sähkövedolla**, loput dieselillä. Sähkövedon osuus matkustajaliikenteestä on 95 % ja tavaraliikenteestä 78 %. VR kompensoi sähköttömät matkustajaliikenneosuudet.

Muut vähähiiliset ratkaisut

- Maailmalla on kehitetty ratojen sähköistämisen vaihtoehtona myös **vetykäyttöä** radoille, joilla liikenne ei ole kovin vilkasta, ensimmäisiä kokeiluja Saksassa ja Japanissa - **Suomessa vety nähdään mahdollisena vaihtoehtona olemassa olevien diesel-veturien korvaajaksi.**
- Todennäköisyys Suomeen tuleville laajamittaisille ratkaisuille on kuitenkin pieni, sillä vetyjunien kokonaishyötysuhde on huonompi kuin sähköradan suoralla ratajohdon syötöllä. Pilotointi erityisalueilla kuten ratapihoilla ja satamissa on kuitenkin mahdollista n. 10 vuoden aikajänteellä.

Isoja päästökiristystä nähtävillä erityisesti meri- ja lentoliikenteessä sekä raskaassa liikenteessä



Raskas tieliikenne

EU Komissio ehdotus 2023: CO2 raja-arvo kiristys niin, että 2030 lähtien uusien ajoneuvojen päästöt vähenevät 45%, 2035 65% ja 2040 90% verrattuna 2019. (Nykyinen tavoite 15% 2025 ja 30% 2030 mennessä)

AFIR: Latausasemia raskaille ajoneuvoille 60/100 km välein TEN-T-verkossa 2025 eteenpäin (koko kattavuus 2030) ja vetytankkausasemat kaupunkien solmukohtissa ja TEN-T verkossa 200km välein 2030>



Meriliikenne

FuelEU Maritime: yli 5000 tonnin bruttovetoisuuden ylittävien alusten tulee alittaa portaittain tiukentuva CO2-intensiteetti v. 2025 alkaen ja alusten ollessa ankkuroituna satamissa, edellytetään maasähkön käyttöä

IMO: Nollanettopäästöt vuoteen 2050 ja tätä ajavien teknologioiden, polttoaineiden tai energialähteiden osuuden on oltava vähintään 5 %, tavoitellen 10 %, merenkulun käyttämästä energiasta.



Lentoliikenne

ReFUEU Aviation: SAF 2% polttoaineesta EU:n lentokentillä vuonna 2025 nouden 70% 2050. Lisäksi 2030 alkaen 1,2% polttoaineesta pitää olla synteettistä nouden 35% 2050.

EU:n ETS: ilmaisten päästöoikeuksien vähentäminen asteittain 2024 alkaen, kunnes siirrytään täysin huutokauppajärjestelmään 2026 sekä ilmoitusvelvollisuus muistakin kuin CO2-päästöistä v. 2025 alkaen



Raideliikenne

Kansallinen jakeluinfrarahjelma 2017: tavoitteeksi on asetettu, että raideliikennesuorite tuotettaisiin vuonna 2050 lähes sataprosenttisesti sähköllä.



Raskaat työkonet

Jakeluvuote: 13,5% vuosina 2023-2024, 16,5% v. 2025, 19,5% v. 2026 ja 22,5% vuonna 2027

Green deal: Edistetään täyssähköisten koneiden yleistymistä niin että sähköisiä vastapainotrukkeja on väh. 70%, nostimia väh. 90% ja pyöräkuormaajia väh. 5% v. 2025 mennessä

Vedyllä ja synteettisillä polttoaineilla on potentiaalia monella sektorilla, mutta suurin muutos vasta 10 vuoden päästä



Sektoreiden kehitykseen ja vähähiilisten ratkaisujen yleistymisen aikatauluun vaikuttavat merkittävästi lähivuosina tapahtuva vetytalouden kehitys ja edullisen puhtaan sähkön saatavuuden parantuminen. Lisäksi Euroopan talouskehityksellä ja poliittisella ilmapiirillä on merkittävä vaikutus ilmastotavoitteiden saavuttamisessa.



Tiukkojen päästötavoitteiden ohjaamana raskas tieliikenne todennäköisesti kehitty nopeimmin kohti vähäpäästöisiä ratkaisuja. Vedyn käytöllä voi olla tässä sektorissa merkittävä ja nopeasti kasvava rooli, mahdollisesti jopa 15 %:n osuus, edellyttäen että myyntihinta saavuttaa houkuttelevan kilpailukyvyn. Aiemmin merkittävä hidaste on ollut sopivan kaluston ja infran puute.



Meriliikenteessä keskiössä ovat synteettiset polttoaineet kuten synteettiset LNG ja metanoli. Myös ammoniakki voi toimia polttoaineena. Haasteena synteettisillä polttoaineilla on kuitenkin vielä kannattavuus. Todennäköisesti kaikkia vähähiilisiä ratkaisuja tullaan näkemään tulevaisuudessa.



Lentoliikenteessä asetetut päästötavoitteet vaikuttavat suhteellisen maltillisilta. Synteettisillä polttoaineilla on kuitenkin huomattava merkitys päästöjen vähentämisessä, samalla kun vedyllä saattaa olla potentiaalia lyhyen matkan liikenteen polttoaineena vuodesta 2035 eteenpäin.



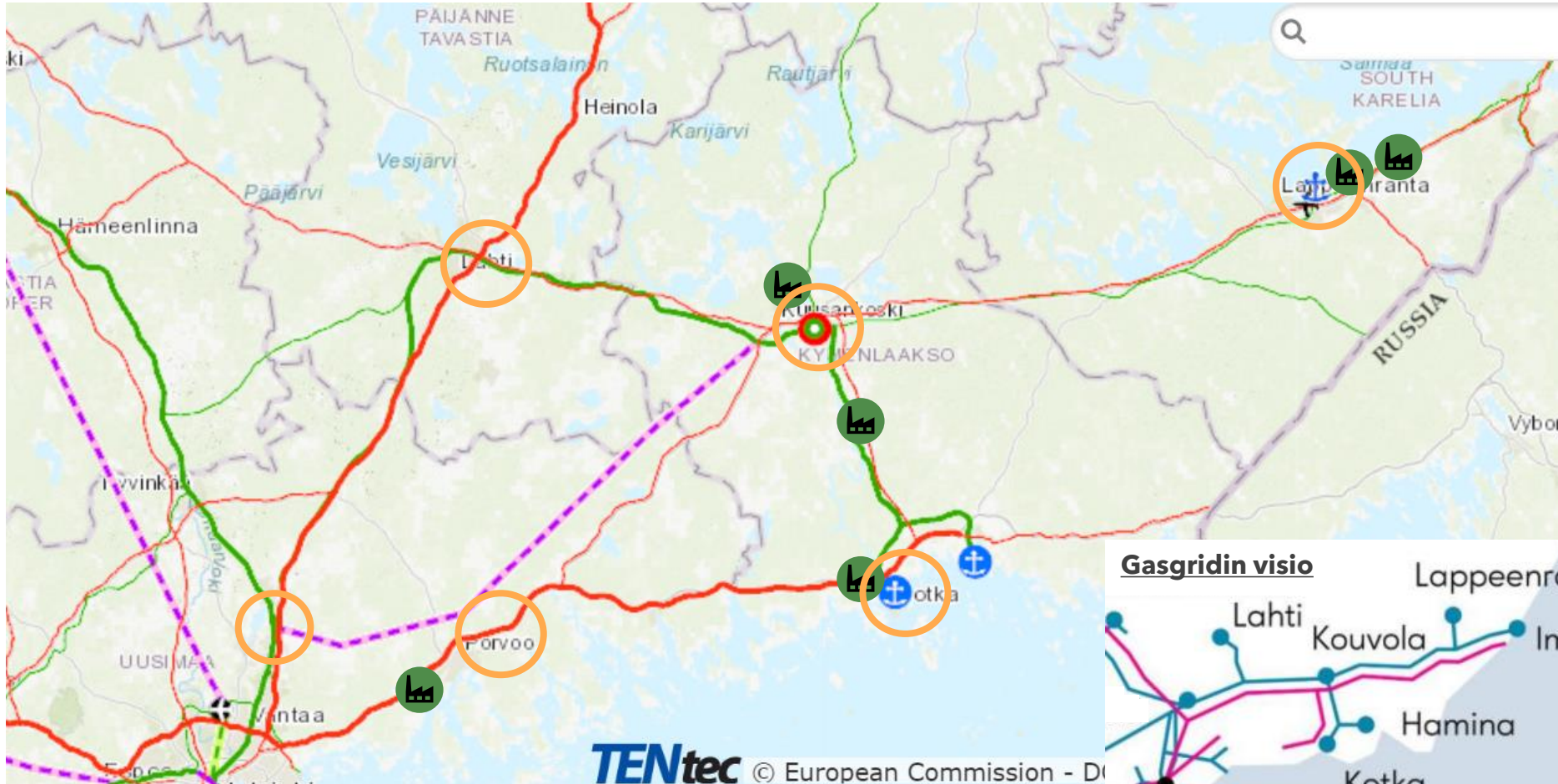
Raskaiden työkoneiden päästövähennyksille ei vielä ole olemassa samalla tavalla regulaatiota tai tutkimusta kuin muille sektoreille. Vety vaikuttaa kuitenkin potentiaaliselta erityisesti sisätiloihin ja pienempiin laitteisiin, kun taas synteettisistä toivotaan perinteisen dieselin korvaajaa joko suoraan tai yhdessä sähkön tukena.



Junaliikenne on jo pääosin sähköistä eikä siten tarjoa suuria mahdollisuuksia vetyratkaisuille. Erityisesti Kymenlaaksossa pilotointimahdollisuudet kuitenkin korostuvat

Vedyn ja vetyjalosteiden potentiaali Kymenlaakson logistiikka-alalla

Kymenlaakso on Suomen logistiikan pääsolmukohtia



- TEN-T-päätie
- Core-raide
- Nopea raide (uusi)
- TEN-T-tie
- Raide
- Kuivasatama
- Core-satama
- Isompi CO2-lähde
- Vetytalousprojekti
- Maakaasuverkko
- Suunniteltu vetyverkko



Kymenlaaksossa on potentiaalia vedyn tuotannolle ja laajamittaiselle hyödyntämiselle



Koulutus ja osaaminen: Alueen toimijat (kunnat, yritykset, koulutus- ja tutkimuslaitokset kuten LUT ja XAMK) ovat järjestäytyneet aiheen tiimoilta, esimerkkinä Suomen Vetylaakso ry:n perustaminen. Alueella on alan huippuosaamista.



Vedyn ja vetyjalosteiden tuottajat: Kymenlaaksossa ja sen lähialueilla on merkittäviä vihreän vedyn ja vetyjalosteiden pilottihankkeita vireillä, esim. P2G laitos Kotkaan, Solvay Chemicals Finlandin suunnitelmat siirtyä vihreään vetyyn, Lappeenrannan e-metanolilaitos ja Porvoon vihreän ja sinisen vedyn tuotantolaitos. Lisäksi alueella on jo olemassa olevaa harmaan vedyn tuotantoa.



Edullinen uusiutuva sähkö, bioperäiset CO₂-päästölähteet ja veden saatavuus: Alueella on merkittävästi olemassa olevaa ja suunniteltua uusiutuvaa sähköntuotantoa sekä potentiaalia merkittävään kasvuun (mm. aurinkoenergiaa, tuulivoimaa, ja bioperäistä CHP-tuotantoa). Lisäksi alueella on paljon bioperäisiä CO₂-päästöjä tuottavaa teollisuutta, kuten paperi- ja selluteollisuus, energiateollisuus ja kemianteollisuus. Isoimpia CO₂-tuottajia ovat Nesteen Porvoon jalostamo ja UPM-Kymmenen Kymin ja Kaukaan tehtaat. Voimalaitokset kuten Kaukaan Voiman, Kotkamills:in ja Kymin Voiman tehtaat ovat myös merkittäviä CO₂-lähteitä. Kymenlaaksossa on myös hyvin saatavilla elektrolyysiin tarvittavaa vettä.



Logistiikka* ja siirtoverkostot: Alueella on vahva sähkön kanta- ja siirtoverkko, esim. Fingridin Korian 400 kV sähköasema on yksi Suomen suurimmista sähköasemista. Alueella on kaukolämmön kulutusta, jossa vedyntuotannon hukkalämpöä voidaan hyödyntää. Lisäksi tulevaisuudessa todennäköinen iso vetyjalosteiden kuluttaja, Helsinki-Vantaan lentokenttä on nopeasti saavutettavissa. Alueen vahva logistiikka mm. Hamina-Kotkan satama, juna- ja tieyhteydet sekä kuivasatama tukevat vetytalouden sijoittumista alueelle.*



Vedyn ja vetyjalosteiden sekä sivutuotehapen loppukäyttäjät: Alueella on lukuisia vedyn, vetyjalosteiden ja sivutuotehapen loppukäyttäjiä, kuten teolliset toimijat, logistiikkatoimijat, paperi ja selluteollisuustoimijat ja vedenpuhdistuslaitokset. Lisäksi Suomen suurin yleissatama ja vahvat raidereitit tarjoavat mahdollisuudet vedyn- ja vetyjalosteiden vientiin..

*Alueen logistiikan vahvuuksia käsitellään tarkemmin seuraavalla kalvolla.

Kymenlaakson vahva logistiikka voi tukea vetytalouden sijoittumista Kymenlaaksoon

| <p>Pilotointimahdollisuudet</p>  | <p>Vahva tieliikenneverkko</p>  | <p>Raideverkosto ja kuivasatama</p>  | <p>Vahva satama</p>  | <p>Maakaasuverkosto, LNG-terminaali</p>  |
|--|--|---|---|--|
| <p>Kymenlaaksossa on erinomaiset mahdollisuudet pilotoida esimerkiksi vety- ja vetyjalosteiden kuljetusmahdollisuuksia raideliikenteessä, vedyn tai vetyjalosteiden käyttöä junaliikenteen käyttövoimana (esim. satama-alueella) ja lentoliikenteen erilaiset pilotit yhdessä Redstone Aeron kanssa Pyhtäällä.</p> | <p>TEN-T päätie ja TEN-T tieverkostoa kulkee alueen läpi. Vahvat tieyhteydet mahdollistavat vedyn- ja vetyjalosteiden siirron tuotantolaitokselta kulutuspisteisiin. Lisäksi regulaatio ohjaa vedyn tankkausasemien syntymistä TEN-T verkon ympärille.</p> | <p>Kymenlaakson vahva raideverkosto ja Suomen ensimmäinen kuivasatama voivat mahdollistaa sekä investointien syntymistä alueelle, vedyn, vetyjalosteiden ja raaka-aineiden kuljetuksen ja välivarastoinnin raideliikenteen avulla. Olemassa oleva raideverkko biogeenisten päästölähteiden lähetyvillä voi ohjata investointeja raideliikenteen varrelle.</p> | <p>Hamina-Kotka on Suomen suurin yleissatama. Toimivaa satamainfraa voidaan pitää merkittävänä tekijänä vety- ja vetytalousinvestointien syntymisessä alueelle. Lisäksi satamalla on merkittävä rooli myös vedyn kulutuksessa meriliikenteessä ja mahdollisessa ulkomaan viennissä.</p> | <p>Olemassa oleva maakaasuverkko kulkee alueen läpi. Lisäksi Haminassa on LNG-terminaali, joka mahdollistaa LNG:n tuonnin, viennin ja kaasutuksen myös maakaasuverkon ulkopuolelle. Olemassa olevalla maakaasuverkolla ja LNG-terminaalilla voi jatkossa olla merkittävä rooli vedyn tai vetyjalosteiden (erit. e-metaani) kuljetuksessa ja viennissä.</p> |

Raskas tieliikenne lähimpänä päästöttömyyttä - sähkö ja biopohjaiset polttoaineet vielä vetyä edellä



Käyttövoimapotentiaali

- **Mahdollinen 2035 realisoituva Kymenlaakson potentiaali: 150 - 260 GWh, joka vastaa 2-3 kertaisesti Suomen ensimmäistä vihreän vedyn tuotantolaitosta (P2X Solutions, Harjavalta, 20 MW).**
- Kymenlaakson laskennallinen kokonaispotentiaali ~ 519 GWh.
- Arvio perustuu Suomen raskaan liikenteen määrään (2021) maakunnittain ja liikenteen kokonaisenergiankäyttöön (2020) ajoneuvotyypeittäin. 30-50% potentiaalista on arvioitu asiantuntija-arvioihin perustuen realisoituvan 2035 mennessä.



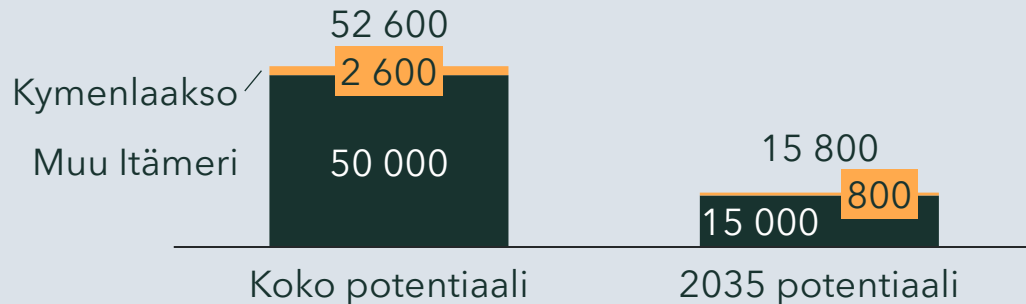
Mahdolliset roolit vetytaloudessa

- **Vedyn ja vetyjalosteiden käyttäminen käyttövoimana:** Raskaassa liikenteessä sekä vety- että vetyjalosteet tulevat olemaan osa monipuolista ratkaisukenttää raskaan liikenteen vähähiilistymisessä. Todennäköisesti raskas liikenne tulee olemaan ensimmäisten kuluttajien joukossa vihreän vedyn tuotannon alkaessa.
- **Mahdollisia muita rooleja:** Raskaalla liikenteellä todennäköisesti rooli myös vedyn/vetyjalosteiden ja raaka-aineiden kuljetuksessa esim. tuotantopaikalta satamaan/terminaaliin, vedyntankkausasemalle ja teollisuuslaitoksille.

Meriliikenteessä tiukentuvat päästörajat ja useita ratkaisuja päästöttömyyteen

Käyttövoimapotentiaali

- **Mahdollinen 2035 realisoituva Kymenlaakson potentiaali: ~500 - 800 GWh, joka vastaa 5-10 kertaisesti Suomen ensimmäistä vihreän vedyn tuotantolaitosta (P2X Solutions, Harjavalta, 20 MW).**
- Kymenlaakson laskennallinen kokonaispotentiaali 2630 GWh
- Arvio perustuu koko Itämeren keskimääräiseen kokonaisenergiakulutukseen (2021), joka on skaalattu vertaamalla HaminaKotkan satamakäyntimääriä muihin Itämeren satamiin 20 - 30% potentiaalista on arvioitu asiantuntija-arvioihin perustuen realisoituvan 2035 mennessä.



Mahdolliset roolit vetytaloudessa

- **Vedyn ja vetyjalosteiden käyttäminen käyttövoimana:** Vetyjalosteilla, kuten e-metanolilla, e-ammoniakilla, synteettisellä LNG:llä ja/tai nesteytetyllä vedyllä merkittävä rooli tulevaisuuden meriliikenteen käyttövoimana.
- **Mahdollisia muita rooleja:** Satamilla ja meriliikenteellä merkittävä rooli tulevaisuuden vedyn- ja vetyjalosteiden tuotannon ja viennin mahdollistamisessa. Meriliikenteen rooli voi olla vedyn ja vetyjalosteiden ulkomaan viennissä käyttövoimapotentiaaliin verrattuna moninkertainen, jos putkiyhteydet maailmalle eivät toteudu.

Lentoliikenteen päästöttömyys hidasta - potentiaali synteettisissä polttoaineissa



Käyttövoimapotentiaali

- **Mahdollinen 2035 realisoituva Kymenlaakson potentiaali: 20-60 GWh, joka vastaa 20-60% Suomen ensimmäisestä vihreän vedyn tuotantolaitoksesta (P2X Solutions, Harjavalta, 20 MW).**
- Kymenlaakson laskennallinen kokonaispotentiaali ~ 2971 GWh
- Arvio perustuu Suomessa lentopolttoaineen myyntimääriin (2017) ja oletuksiin, että 1) 2% myytävästä polttoaineesta on 2035 synteettistä ReFUElEU Aviationin mukaan 2) Kymenlaakso onnistuisi toimittamaan tästä määrästä 10-30%.



Mahdolliset roolit vetytaloudessa

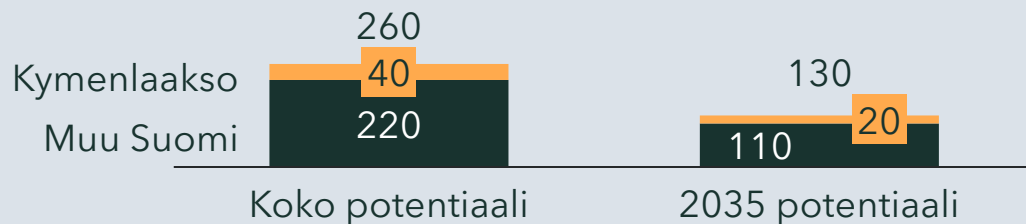
- **Vedyn ja vetyjalosteiden käyttäminen käyttövoimana:** Vedyllä ja vetyjalosteilla mahdollisesti merkittävä rooli pidemmällä tulevaisuudessa muihin logistiikkasektoreihin nähden.
- **Mahdollisia muita rooleja:** Ei merkittävää muuta roolia vetytaloudessa.

Työkoneissa potentiaali on vedyn ja sähkön hybridiratkaisuissa



Käyttövoimapotentiaali (satamatyökoneet)

- **Mahdollinen 2035 realisoituva Kymenlaakson potentiaali pelkästään satamatyökoneita tarkasteltaessa: 7-18 GWh, joka vastaa 10-20% Suomen ensimmäisestä vihreän vedyn tuotantolaitoksesta (P2X Solutions, Harjavalta, 20 MW).**
- Kymenlaakson laskennallinen satamatyökoneiden kokonaispotentiaali ~ 36 GWh. Tämän lisäksi potentiaalia löytyy muussa käytössä olevista satamatyökoneista, jolloin luku todennäköisesti ainakin 2-3 kertaistuu.
- Arvio perustuu Helsingin satamakoneiston päästöihin, jotka on skaalattu tavaraliikenteen mukaan HaminaKotkan sataman tasolle. Tästä on edelleen laskettu dieselin tarve litroina ja sitten tarve gigawattitunteina. 20-50% potentiaalista on arvioitu asiantuntija-arvioihin perustuen realisoituvan 2035 mennessä.



Mahdolliset muut roolit vetytaloudessa

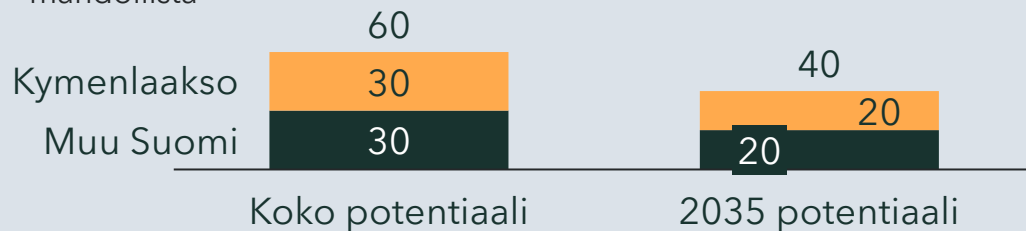
- **Vedyn ja vetyjalosteiden käyttäminen käyttövoimana:** Vedyllä ja vetyjalosteilla mahdollisesti rooli osana muita ratkaisuja sektorin vähähiilistyessä. Meriliikenteen ja satamien tulevaisuudella merkittävä vaikutus vedyn ja vetyjalosteiden realisoitumiseen satamatyökoneissa ja siten yleisesti myös muissakin työkoneissa
- **Mahdollisia muita rooleja:** Työkoneilla yleisesti rooli vetyinfran rakentamisessa sekä lyhyen matkan siirroissa terminaalien, varastojen ja tehtaiden sisällä.

Raideliikenteessä vetyratkaisulla Suomessa ei juuri potentiaalia käyttövoimana



Käyttövoimapotentiaali

- **Mahdollinen 2035 realisoituva Kymenlaakson potentiaali, jos alueelle tulee pilotointia : 10-30 GWh, joka vastaa 10-30% Suomen ensimmäisestä vihreän vedyn tuotantolaitoksesta (P2X Solutions, Harjavalta, 20 MW).**
- Koko Kymenlaakson potentiaali ~ 10-60 GWh
- Arvio perustuu jo nykyisten sähköistämättömien vetureiden pieneen määrään ja siihen, että todennäköisesti näihin osuvat vähäpäästöiset ratkaisut painottuvat joko sähköön tai biopolttoaineisiin. Samalla kuitenkin erityisesti Kymenlaaksossa pilotointimahdollisuudet ja muutamien junien siirtäminen vety/vetyjalostekäyttöiseksi on mahdollista



Mahdolliset muut roolit vetytaloudessa

- **Vedyn ja vetyjalosteiden käyttäminen käyttövoimana:** Vedyn ja vetyjalosteiden rooli käyttövoimana jää todennäköisesti pieneksi raideliikenteen osalta, vaikka jäljellä olevissa dieselkäyttöisissä vetureissa on tulevaisuudessa mahdollisuuksia myös vety/vetyjalostekäyttöisyyteen
- **Mahdollisia muita rooleja:** Mahdollisesti merkittävä rooli vedyn ja vetyjalosteiden sekä tarvittavien raaka-aineiden, kuten biopohjaisen CO₂-päästön kuljetuksessa sekä kotimaan sisällä, että viennissä ulkomaille.
- **Kymenlaaksolla erityinen rooli kuivasataman ansiosta,** joka nostaa Kymenlaakson potentiaalia pilotointialueena.

Eri logistiikkatoimijoilla voi olla hyvin erilaisia vetytaloutta tukevia rooleja

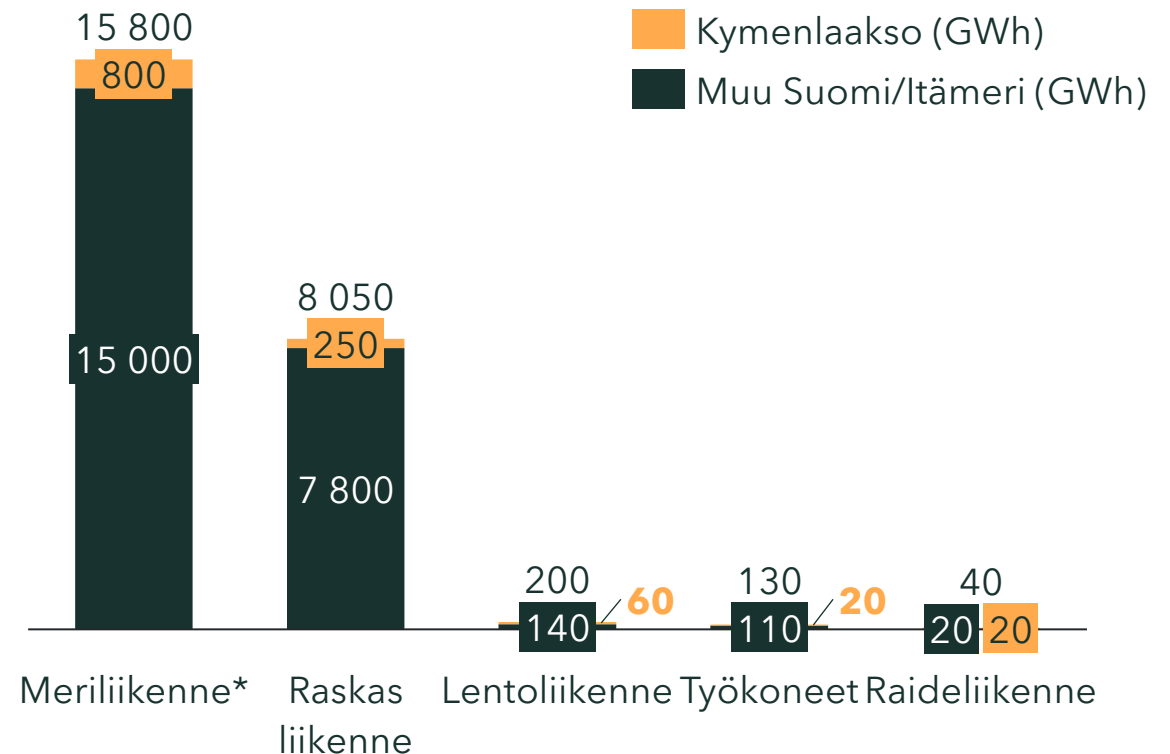
- Merkittävä rooli/potentiaali
- Mahdollinen rooli/potentiaali
- Ei merkittävää roolia/potentiaalia

| | Sähkön tuotanto | Vedyn ja vetyjalosteiden tuotanto | Vedyn ja jalosteiden siirto, jakelu ja varastointi | Vedyn ja vetyjalosteiden loppukäyttö |
|--------------------------|---|---|--|--|
| Meriliikenne- ja satamat | Erityisesti tuulivoimarakentamisen tuki | Toimiva satamainfra on tärkeä tekijä vedyntuotannon syntymiseen alueelle. | Merkittävä rooli siirrossa, jakelussa ja varastoinnissa viennin näkökulmasta | Merkittävä rooli vedyn ja vetyjalosteiden loppukäytössä |
| Raideliikenne | Ei merkittävää roolia aurinko- tai tuulivoimassa. Biovoimaloissa mahdollisesti merkitystä | Mahdollinen rooli raaka-aineiden (esim. CO2) kuljetuksessa | Mahdollinen rooli siirrossa ja jakelussa | Ei merkittävää roolia |
| Raskas tieliikenne | Tuuli- ja aurinkovoimarakentamisen tuki erityisesti kotimaan sisällä | Mahdollinen rooli raaka-aineiden (esim. CO2) kuljetuksessa | Mahdollinen rooli siirrossa ja jakelussa erityisesti kotimaassa | Merkittävä rooli vedyn ja vetyjalosteiden loppukäytössä |
| Lentoliikenne | Ei merkittävää roolia | Ei merkittävää roolia | Ei merkittävää roolia | Pidemmällä aikavälillä merkittävä rooli vetyjalosteiden käytössä |
| Raskaat työkoneet | Tuuli- ja aurinkovoimarakentamisen tuki. | Roolina esimerkiksi rakentaminen, raivaus ja tuotantologistiikka | Rooli osana lyhyitä siirtoja esimerkiksi satamien sisällä | Rooli vedyn ja vetyjalosteiden käytössä |

Suurin potentiaali Kymenlaaksossa vedylle ja sen jalosteille muodostuu lähitulevaisuudessa meriliikenteestä ja raskaasta tieliikenteestä

- Meriliikenne ja lentoliikenne ovat volyymeitaan suurimmat sektoreita, mutta meriliikenteen tiukempien päästötavoitteiden takia alan potentiaali on nopeammin valjastettavissa
- Raskaalle liikenteelle on asetettu tiukimmat tavoitteet ja siten iso osa potentiaalista voidaan todeta jo lähitulevaisuudessa
- Satamatyökoneiden käyttövoimapotentiaali on niin pieni, ettei alan 100% uusiutumislakanaan ole suurta vaikutusta kokonaispotentiaaliin. Työkoneiden laajempi vähähiilistyminen todennäköisesti seuraa kullekin alueelle syntyviä vähähiilisiä ratkaisuja työkoneiden työtehtäviä mukaillen.
- Raideliikenteellä on merkittävä rooli vetytalouden mahdollistajana, mutta käyttäjänä pieni, sillä raideliikenne on jo enimmäkseen vähäpäästöistä.
- Kymenlaakson olemassa olevalla vahvalla logistiikkasektorilla, hyvillä tie- ja raideyhteyksillä sekä toimivalla satamalla voi olla merkittävä rooli kansallisen vetytalouden syntymiseen ja sen sijoittumiseen.

Eri logistiikkasektoreiden kokonaispotentiaali ja Kymenlaakson potentiaali vuoteen 2035 mennessä

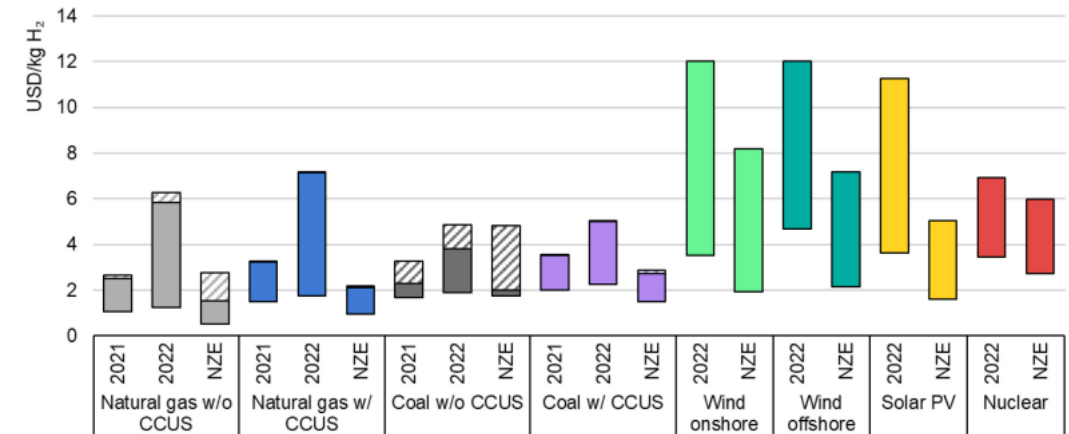


Kymenlaakson logistiikka-alan rooli vetytalouden kehityksessä kansallisesti ja kansainvälisesti

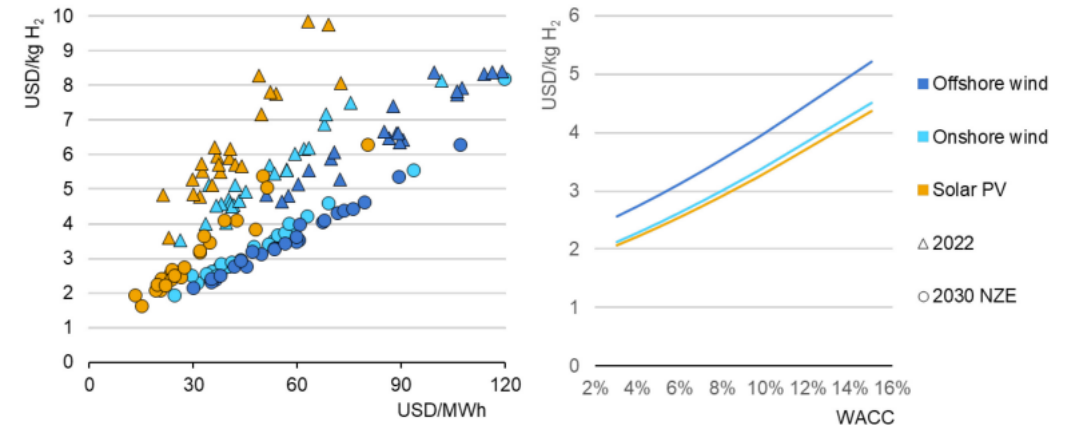
Vedyn ja vetyjalosteiden kehityksessä on paljon muuttujia

- Vetyteollisuuden kasvumahdollisuudet perustuvat vedyn- ja uusiutuvan sähköntuotannon rinnakkaiseen kehitykseen, sillä n. 60 % vedyn tuotantokustannuksista muodostuu sähkön hinnasta.
- Samalla vetytalouden kehittyminen alueella vaatii hyvää logistista sijaintia, sähköverkon vahvuutta, helposti saatavalla olevaa vettä, kustannustehokkaiden elektrolyysereiden saatavuutta ja vetyjalosteiden osalta biogeenistä CO₂:sta.
- Tämänhetkisten ennusteiden mukaan vedyn hinnan odotetaan tulevaisuudessa kehittyvän n. 3-7 €/kg luokkaan.
- Suomen tilanne on Euroopan tasolla positiivinen: meillä on mahdollisuus ja tavoitteet tuottaa jopa 10 % Euroopan vedystä vuoteen 2030 mennessä puhtaan tuulivoimaenergian voimin.
- Tuotannon lisäksi myös jakelun ja siihen liittyvän logistiikan kulujen minimointi on tärkeää, jotta vedystä muodostuisi mahdollisimman kilpailukykyinen vaihtoehto. Tällöin vety pyritään mahdollisuuksien mukaan todennäköisesti joko siirtämään siirtoputkea pitkin tai jalostamaan jo tuotantopaikalla pidemmälle, jotta kustannustehokkuus pystytään optimoimaan
- Lopullisia linjauksia vetyputken saatavuudesta eri alueilla ei ole vielä linjattu, mutta alustavan suunnitelman mukaan, se tulisi kuitenkin kulkemaan Länsi-Suomesta Etelään ja Kaakkoon, hyvin todennäköisesti ainakin Kymenlaaksoon asti ja siitä Baltiaan.

Vedyntuotannon kustannusten vaihteluväli käytetyn teknologian mukaan vuosina 2021-2022 sekä 2030 Net Zero 2050 -skenaarion mukaan



Vedyntuotannon kustannukset riippuen pääoman hinnasta (oik.) ja sähkön hinnasta (vas.)



Jalosteet tarjoavat joustavuutta kuljetukseen ja käyttöön




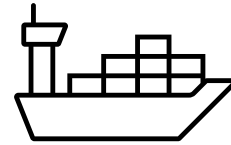
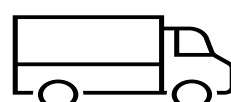
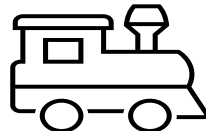
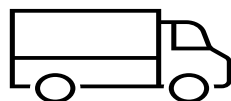
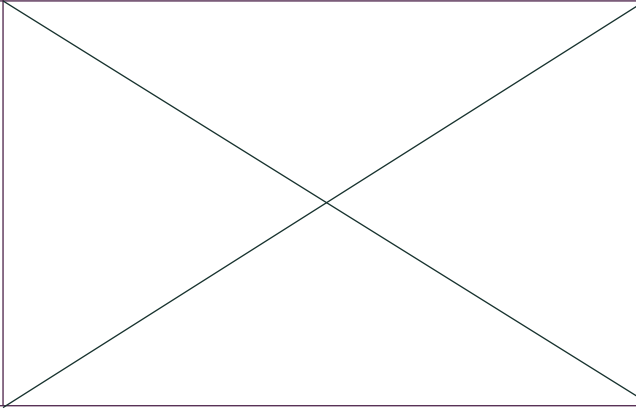
| Polttoaine | Yleiskuvaus | Siirto |
|--------------------------|--|---|
| Vihreä vety | <ul style="list-style-type: none"> Yleisesti harmaalla vedyllä (alkuperä fossiilisista polttoaineista) on pitkä ja vakiintunut markkina esim. kemianteollisuudessa ja öljynjalostuksessa. Vihreällä vedyllä puolestaan tarkoitetaan uusiutuvalla sähköllä ja vedellä elektrolyysin kautta tuotettavaa tuotetta, jota voidaan käyttää harmaan vedyn korvaajana ja laajemmin energiakäytössä polttoaineena. Vetyä voi käyttää tai siirtää suoraan joko kaasumaisessa tai nesteytetyssä muodossa tai siitä voi jatkojalostaa CO₂:ta lisäämällä muita polttoaineita. Vedyn rakenne tekee sen siirtämisen jalostamattomana kuitenkin usein haastavaksi tai kalliiksi. Vetykäyttöisiin kulkuvälineisiin on tarjolla kahdenlaisia moottoreita: perinteisiä polttomoottoreita sekä polttokennomoottoreita (fuel cell), jotka toimivat elektrolyysin käänteisprosessin kautta luoden sähkövirtaa sivutuotteenaan vesihöyry. | <ul style="list-style-type: none"> Kustannustehokkainta tyypillisesti kaasuna putkessa Muuten siirto paineistettuna maata pitkin tai jalosteina |
| E-Metaani / E-LNG | <ul style="list-style-type: none"> Synteettinen metaani on hiilestä ja vihreästä vedystä synteesisprosessilla tuotettava kaasumainen tuote, jota voi hyödyntää samoin kuin maakaasua (joka koostuu lähes kokonaan metaanista) eli esimerkiksi kaasuautoissa tai lämmöntuotannossa samalla infralla, jolla maakaasua kuljetetaan ja säilytetään E-LNG:seen puolestaan viitataan, kun synteettinen metaani nesteytetään -162°C lämpötilassa. LNG on koostumukseltaan kirkasta, väritöntä ja myrkytöntä nestettä. Nesteytetyksen pienentää kaasun tilavuutta 600 kertaisesti, helpottaen kaasun varastointia ja mahdollistaen sen kuljetuksen kaasuverkoston ulkopuolisiin kohteisiin. | <ul style="list-style-type: none"> Siirto joko kaasuna putkessa tai nesteytettynä säiliöaluksilla/autoilla/junilla |
| E-Metanoli | <ul style="list-style-type: none"> Synteettinen metanoli on hiilestä ja vihreästä vedystä synteesisprosessilla tuotettava nestemäinen tuote, jota voi hyödyntää meriliikenteen polttoaineena sellaisenaan tai käyttää sekoitekomponenttina joko sellaisenaan tai jalostettuna tieliikenteen polttoaineissa korvaamaan fossiilisia polttoaineita. Lisäksi sillä on keskeinen rooli yhtenä kemianteollisuuden perusraaka-aineista. Säilyttäminen ei vaadi erikoisolosuhteita kuten korkeaa painetta ja matalaa lämpötilaa, vaikkakin säilyttäminen myrkyllisyyden ja alhaisen syttymispisteen vuoksi vaatii erityisominaisuuksia säilytystankilta ja polttoaineen syötöltä. Metanolin osalta teknologiakehitys on huomattavasti pidemmällä kuin ammoniakkin ja vedyn osalta: esim. IMO:lla on jo väliaikainen ohjeistus, joka ohjaa metanolin käyttöä meriliikenteen polttoaineena. | <ul style="list-style-type: none"> Voidaan tuoda markkinoille olemassa olevan logistiikka- ja jakeluinfrastruktuurin kautta huomioiden turvallisuusvaatimukset |
| E-Ammoniakki | <ul style="list-style-type: none"> Vedystä ja typestä valmistettava tuote, jota voidaan käyttää joko perinteisen ammoniakkin tavoin esim. lannoitteissa tai uusin tavoin polttoaineena tai vedyn "sitojana" helpottamassa pitkän matkan kuljetuksia. Typen etuna on, että sitä voidaan kannattavasti ottaa suoraan ilmasta, toisin kuin hiiltä. Ammoniakkia voidaan polttaa dieselmootoreissa sekoitettuna, mutta ei puhtaana ammoniakkina ilman teknisiä muutoksia sytytykseen ja moottoreihin. Säilyttäminen nesteinä onnistuu jo -33 °C lämpötilassa ja normaalissa ilmanpaineessa, mutta ongelmana on esim. mahdolliset ammoniakkivuodot, jotka ovat vaarallisia ihmisille sekä ympäristölle. | <ul style="list-style-type: none"> Siirtäminen noudattelee LNG:n vaatimuksia, erityishuomiona turvallisuusetäisyydet |
| E-kerosiini | <ul style="list-style-type: none"> Vedyn ja hiilen jatkojalostuksesta syntynyt lentokoneisiin tarkoitettu polttoaine, jonka siirto ja käyttö perinteisen kerosiinin tapaan Joskus viitataan "SAF"-termillä, joka kuitenkin on laajempi kattotermi kestäville lentopolttoaineille | <ul style="list-style-type: none"> Olemassa olevalla kalustolla |

Vedyn ja sen jalosteiden siirtotapaa voidaan analysoida yksinkertaisimmin etäisyyksien ja volyymien kautta

| Siirtotapa | Kuvaus | Vahvuudet | Heikkoudet |
|---------------------------|--|---|--|
| Raskas tieliikenne | <ul style="list-style-type: none"> Vetyä voidaan siirtää rekoilla maantiekuljetuksina paineistettujen (200-700 bar) konttien tai putkiperävaunujen avulla. Tyypillisesti yhteen putkiperävaunuun mahtuu 30 000 - 50 000 litraa vetyä. Kuljetus voi tapahtua joko paineistettuna vetykaasuna tai nesteytettynä vetynä. Kuljetettava energiamäärä jää vedyn maantiekuljetuksessa suhteellisen alhaiseksi ja tästä syystä soveltuukin pääsääntöisesti lyhyiden matkojen (alle 500 km) ja pienien vetymäärien (alle 10 tonnia vetyä/päivä) kuljetukseen. Vetyjalosteita puolestaan helpompi siirtää, koska monet synteettiset polttoaineet korvaavat fossiilisista peräisin olevia polttoaineita kuten metanolia ja LNG:tä, joilla on jo oma vakiintunut kalustonsa. Tässäkin tapauksessa kannattavuus on kuitenkin paras lyhyemmille kuljetusmatkoille. | <ul style="list-style-type: none"> Suurin joustavuus | <ul style="list-style-type: none"> Siirtomäärien on oltava kohtalaisen pieniä |
| Raide-liikenne | <ul style="list-style-type: none"> Vedyn siirto noudattelee rekoille tehtävää siirtoa ja kalustovaatimuksia, juna kuitenkin monesti kilpaileva rekkojen joustavuuden ja putkiyhteyden volyymien kanssa. Nestemäisten vetyjalosteiden osalta mahdollisesti kannattava kuljetusmuoto yli 250 km matkoille kunhan käytössä on siirtoon sopiva kalusto. | <ul style="list-style-type: none"> Keskipitkät matkat kohteisiin, jonne ei mene vetyputkea Vähäpäästöinen | <ul style="list-style-type: none"> Rajoittuu vain rautatie-verkostoon |
| Meri-liikenne | <ul style="list-style-type: none"> Vedyn kuljettaminen laivalla mahdollisesti kannattavaa erittäin pitkillä, mantereiden välisillä matkoilla (~5 000 - 10 000 km), sitä lyhyemmillä vedyn nesteyttäminen usein liian kallista, jotta siirto olisi kannattavaa. Todennäköisesti esimerkiksi siirtäminen ammoniakkinä on potentiaalisempi vaihtoehto. Hyvä nestemäisten vetyjalosteiden kuten E-LNG:n ja e-metanolin vientiin Vaatii kuitenkin satamalta mahdollisia investointeja kuten LNG-terminaalia | <ul style="list-style-type: none"> Mantereiden väliset matkat, joilla ei ole putkiyhteyttä | <ul style="list-style-type: none"> Vaatii nestemäisen kuljetusmuodon |
| Siirto putkella | <ul style="list-style-type: none"> Yleisesti kustannustehokkain tapa vedyn kuljetukseen erityisesti, jos matkat ovat pitkiä ja/tai siirrettävät määrät suuria (>10 tonnia vetyä/päivä). Vedylle suunniteltua ja käytössä olevaa siirtoputkistoa on jo maailmalla n. 5 000km. Uutta verkostoa voi luoda joko hyödyntäen olemassa olevaa metaaniverkkoa tai rakentamalla uutta vedylle suunniteltua verkkoa (greenfield). Olemassa olevaa metaaniputkistoa voidaan hyödyntää joko sekoittamalla vetyä metaanin joukkoon tai korvaamalla metaanin käyttö vedyllä. Molemmat ratkaisut vaativat tapauskohtaista toteutettavuuden selvittämistä esimerkiksi teknisten ratkaisuiden ja putkistomateriaalin osalta | <ul style="list-style-type: none"> Kustannustehokkain vaihtoehto monille matkoille | <ul style="list-style-type: none"> Rajoittuu vain olemassa olevaan putkistoon |


Putki on pitkillä matkoilla kustannustehokkain siirtotapa suurille volyymeille, rekat ja juna pienemmille

Vedyn kuljetuskustannukset ja vaihtoehdot etäisyyden ja määrän mukaan*





| | | | |
|-------------------------------|--|---|--|
| <p>>10 tonnia päivässä</p> |  <p>n. 0,05 e/kg Siirto kompressoituna vetynä</p> |  <p>n. 0,05-1,8 e/kg Siirto kompressoituna vetynä</p> |   <p>n. 0,6-3 e/kg Siirto kompressoituna vetynä</p> <p>n. +3 e/kg Siirto esim. ammoniakkina</p> |
| <p>0-10 tonnia päivässä</p> |  <p>n. 0,7e/kg Siirto kompressoituna vetynä</p> |   <p>N/A, Siirto kompressoituna vetynä</p> <p>n. 0.7-4 e/kg Siirto kompressoituna vetynä</p> |  |
| | <p>Kymenlaakson sisäiset kuljetukset (n. 1-100km)</p> | <p>Suomen sisäiset kuljetukset (n. 100-1000km)</p> | <p>Kuljetukset ulkomaille >1000km</p> |

Vetytalouden vaatimien logistiikkaketjujen analysoinnissa on useita muuttujia



 **Tässä vaiheessa vetytalouden kehitystä monissa muuttujissa on vielä epävarmuutta, joten kehitykselle tarpeellisia logistiikkaketjuja on pyritty arvioimaan 4:ssä eri skenaariossa**

Vetytalouden merkitystä Kymenlaakson logistiikkatoimijoille tarkastellaan neljässä eri skenaariossa

| Skenaario | Skenaarion kuvaus |
|---|---|
|  <p>1. Kymenlaaksosta tulee Itämeren alueella merkittävä vedyn- ja vetyjalosteiden tuottaja ja viejä</p> | <p>Tässä skenaariossa Kymenlaaksosta on tullut Itämeren alueella merkittävä vedyn- ja vetyjalosteiden tuottaja ja viejä. Merkittävän oman vedyntuotannon lisäksi vetyä virtaa kansainväliseen vientiin Kymenlaakson kautta myös muualta Suomesta. Vetyä ja vetyjalosteita siirretään kansainvälisille markkinoille joko Hamina-Kotkan sataman tai putkiyhteyden kautta. Skenaarion toteutuminen vaatii merkittäviä panostuksia tuotanto- (erityisesti sähkön kantaverkko) ja logistiikkainfraan.</p> |
|  <p>2. Kymenlaaksosta tulee Suomen tasolla merkittävä vedyn- ja vetyjalosteiden tuotannon alue</p> | <p>Tässä skenaariossa Kymenlaaksossa vetyä ja vetyjalosteita tuotetaan ja viedään lähinnä alueellisen ja kotimaisen markkinan tarpeisiin. Skenaariossa erityisesti sataman ja meriliikenteen rooli jää edellistä skenaariota pienemmäksi ja vetyä siirretään pääasiassa raskaan tieliikenteen avulla. Verrattuna edelliseen skenaarioon on paikallinen vedyntuotanto pienimuotoisempaa, mutta panostusta tuotanto- (erityisesti sähkön kantaverkko) ja logistiikkainfraan vaaditaan silti.</p> |
|  <p>3. Kymenlaakso on alueena merkittävä vedyn- ja vetyjalosteiden viejä, mutta ei omaa laajaa tuotantoa</p> | <p>Tässä skenaariossa Kymenlaaksossa keskitytään pääasiassa vedyn ja vetyjalosteiden vientiin ja kuljetukseen, mutta vedyntuotanto tapahtuu muualla Suomessa. Toiminnan laajuudesta riippuen vaatii skenaarion toteutuminen merkittävää panostusta satama-, merilogistiikka-, rautatie- ja tieliikenneinfraan, mutta ei yhtä merkittäviä lisäyksiä tai parannuksia sähköverkkoon</p> |
|  <p>4. Kymenlaaksossa ei merkittävää vedyntuotantoa eikä vientiä</p> | <p>Tässä skenaariossa Kymenlaaksossa ei ole merkittävää vedyntuotantoa eikä vientiä. Paikalliseen tarpeeseen vetyä tuodaan muualta Suomesta. Paikallisilla logistiikkatoimijoilla voi silti olla rooli kansallisessa vetytaloudessa ja maakunta voi tukea paikallisen vetytalouden kehitystä esimerkiksi biopohjaisen hiilidioksidin tuotannossa. Vaatii mahdollisia kalustoinvestointeja paikallisten toimijoiden tavoitteiden mukaan.</p> |

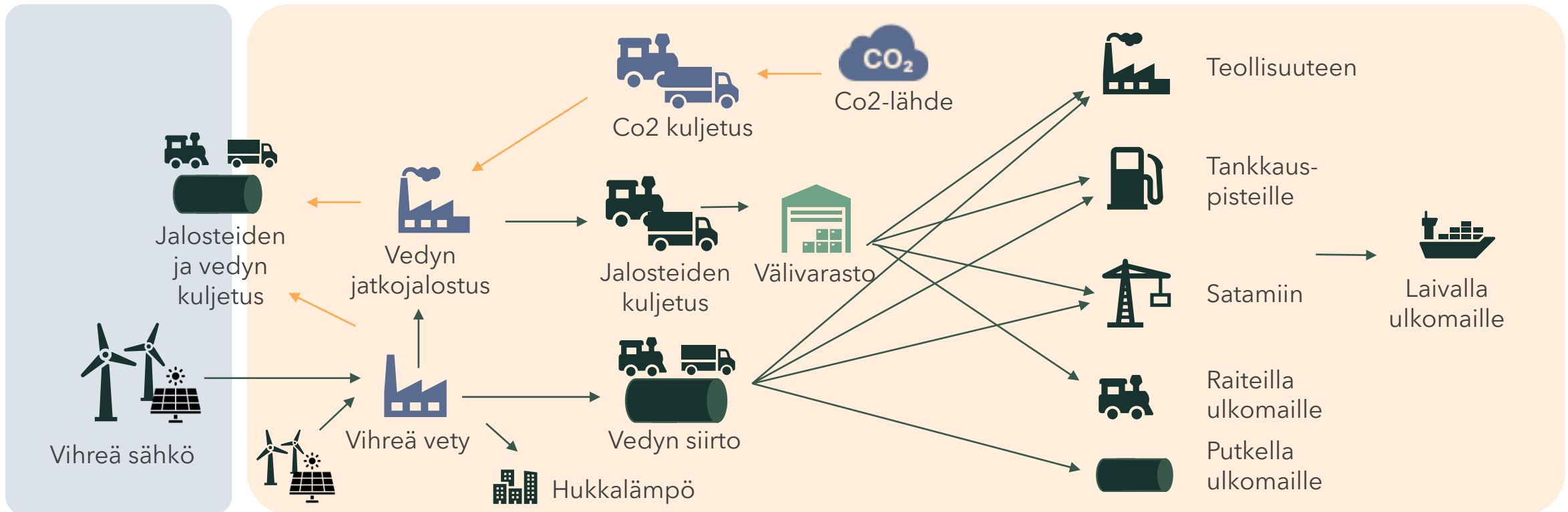
1. Kymenlaaksosta tulee Itämeren alueella merkittävä vedyn- ja vetyjalosteiden tuottaja ja viejä

- Skenaariossa kaikkien logistiikkasektoreiden, lukuun ottamatta lentoliikennettä, tulee tehdä merkittäviä investointeja kuljetuskalustoonsa (kaluston muuntoa ja lisäystä) kun vetyä ja jalosteita kuljetetaan niin Kymenlaakson- ja Suomen sisäisesti kuin viedään ulkomaillekin
- Kuljetuskaluston lisäksi investoinnit omaan laitteistoon ovat tärkeitä, sillä logistiikka on varsinkin lyhyellä aikavälillä yksi isoimmista tuotteiden kohderyhmistä. Lentoliikenteelläkin on tässä roolinsa.

Kymenlaakson ulkopuoliset*

Kymenlaaksossa tapahtuva käyttö ja logistiikka*

■ Mahdollinen välivaihe
■ Mahdollisuuksien mukaan samalla alueella



*Pääpiirteittäin, pienemmän koon virtoja voi tunnistaa lisää Kymenlaaksossa ja Kymenlaakson ulkopuolella

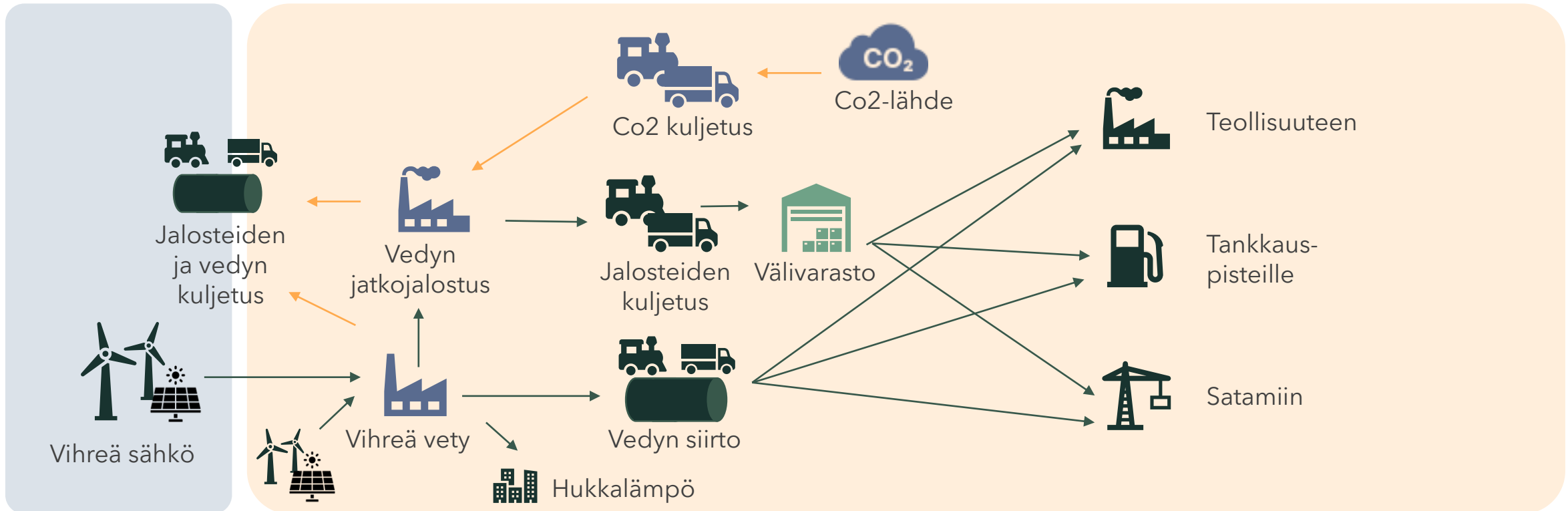
2. Kymenlaaksosta tulee Suomen tasolla merkittävä vedyn- ja vetyjalosteiden tuotannon alue

- Skenaariossa korostuu erityisesti raskaan tieliikenteen ja raideliikenteen rooli kuljetuksissa, erityisesti siinä tapauksessa, että tuotanto keskittyisi vedyn jatkojalostukseen. Tämä tarkoittaisi näille sektoreille huomattavia lisäyksiä kalustoon.
- Lisäksi tässäkin skenaariossa kaikkien sektorien on investoitava omaan kalustoonsa.

Kymenlaakson ulkopuoliset*

Kymenlaaksossa tapahtuva käyttö ja logistiikka*

Mahdollinen välivaihe
Mahdollisuuksien mukaan samalla alueella



*Pääpiirteittäin, pienemmän koon virtoja voi tunnistaa lisää Kymenlaaksossa ja Kymenlaakson ulkopuolella

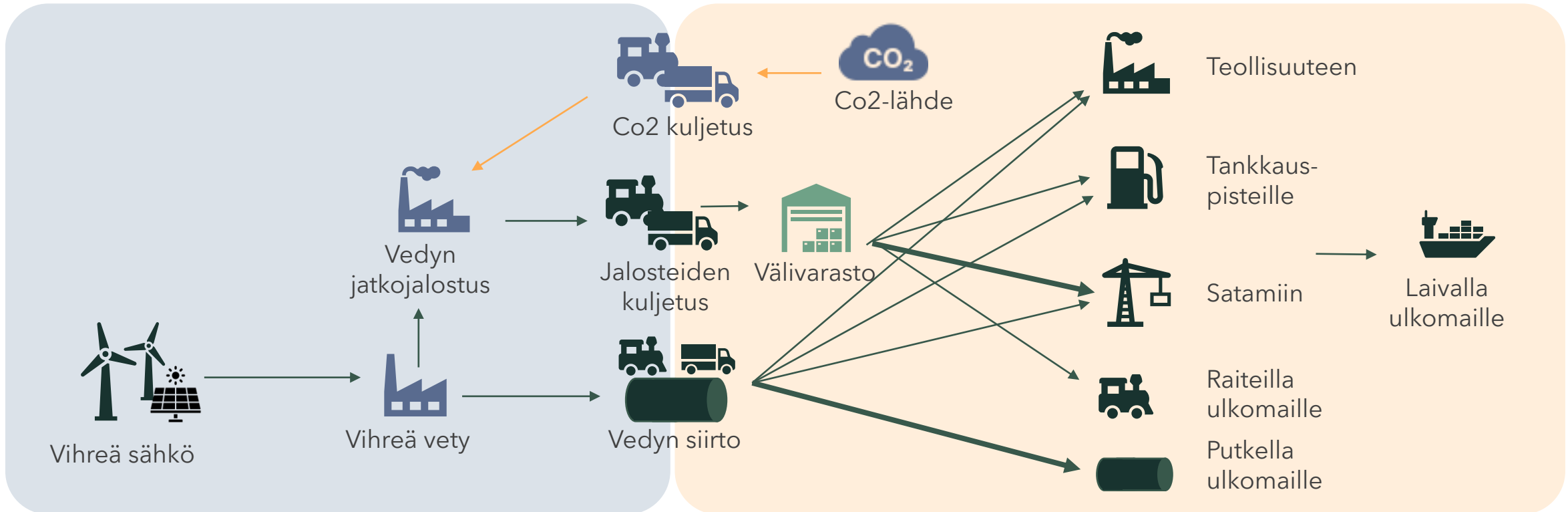
3. Kymenlaakso on alueena merkittävä vedyn- ja vetyjalosteiden viejä, mutta ei omaa laajaa tuotantoa

- Skenaario korostaa kuljetuksissa erityisesti meriliikenteen roolia, mutta vaatii myös muita logistiikkasektoreilta investointeja, kun tuotteita kuljetetaan esimerkiksi välivarastolta asiakkaille. Myös vetyputken mahdollinen reitti vaikuttaa tähän skenaarioon merkittävästi.
- Kaluston uusimisen puolesta skenaario mahdollistaa paikallisille toimijoille halutessaan enimmäkseen alueen läpivirtaavan polttoaineen hyödyntämisen.

Kymenlaakson ulkopuoliset*

Kymenlaaksossa tapahtuva käyttö ja logistiikka*

█ Mahdollinen välivaihe
█ Mahdollisuuksien mukaan samalla alueella




*Pääpiirteittäin, pienemmän koon virtoja voi tunnistaa lisää Kymenlaaksossa ja Kymenlaakson ulkopuolella

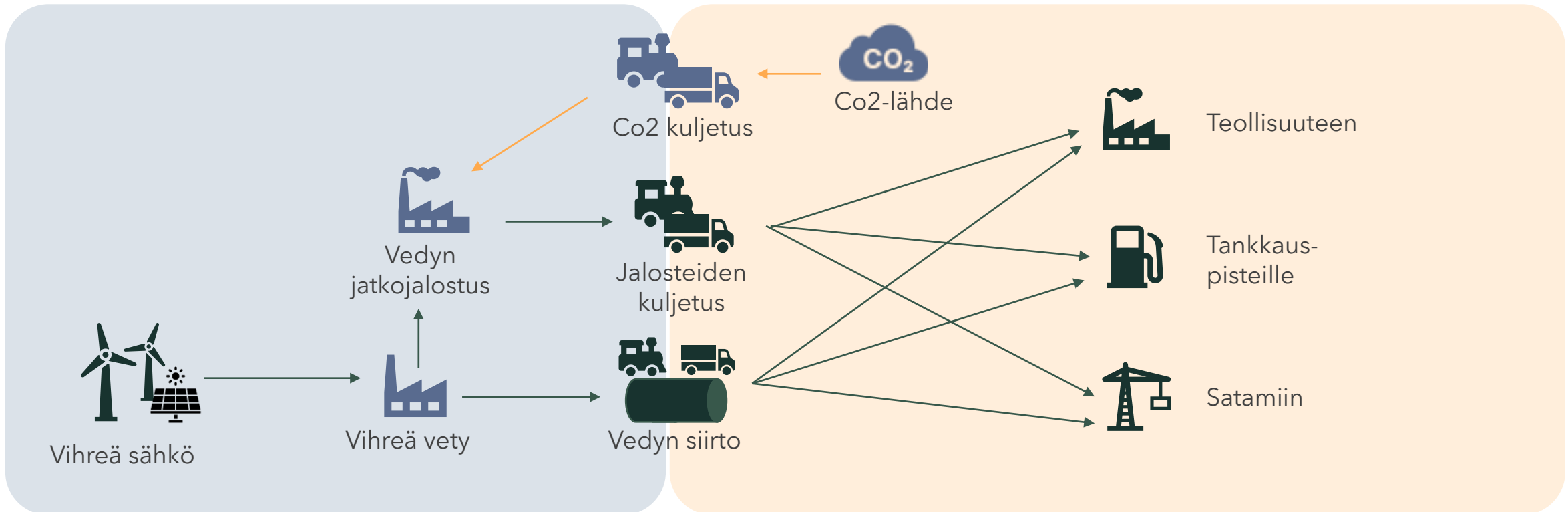
4. Kymenlaaksossa ei merkittävää vedyntuotantoa eikä vientiä

- Skenaariossa minkään logistiikkasektorin ei tarvitse tehdä merkittäviä investointeja kalustoonsa regulaation vaatimien päivitysten lisäksi, vaikka tuotteiden kuljetus varmasti lisääntyikin alueella jonkin verran.
- On kuitenkin huomioitava, että vetytalouden kasvaessa muualla Suomessa mahdollisuus vetytalouden tuotteiden hyödyntämiseen omassa kalustossa on todennäköisesti edelleen hyvä, jolloin paikallinen logistiikkasektori voi ottaa isompaa roolia tuotteiden loppukäyttäjinä.

Kymenlaakson ulkopuoliset*

Kymenlaaksossa tapahtuva käyttö ja logistiikka*

 Mahdollisuuksien mukaan samalla alueella



*Pääpiirteittäin, pienemmän koon virtoja voi tunnistaa lisää Kymenlaaksossa ja Kymenlaakson ulkopuolella

Toimialojen roolien merkitys vaihtelee eri skenaarioiden välillä

- Merkittävä rooli
- Mahdollinen rooli
- Ei merkittävää roolia

| | Kymenlaaksosta tulee Itämeren alueella merkittävä vedyn- ja vetyjalosteiden tuottaja ja viejä | Kymenlaakso tulee Suomen tasolla merkittävä vedyn- ja vetyjalosteiden tuotannon toimialue | Kymenlaakso on merkittävä vedyn- ja vetyjalosteiden viejä, mutta ei omaa tuotantoa | Kymenlaaksossa ei merkittävää vedyntuotantoa eikä vientiä |
|---------------------------------|--|--|---|--|
| Meriliikenne- ja satamat | Merkittävä rooli vedyn ja vetyjalosteiden viennissä, kuljetuksessa ja kulutuksessa. | Mahdollinen rooli vedyn ja vetyjalosteiden viennissä, kuljetuksessa ja kulutuksessa. | Merkittävä rooli vedyn ja vetyjalosteiden viennissä, kuljetuksessa ja kulutuksessa. | Mahdollinen rooli vedyn kulutuksessa. |
| Raideliikenne | Merkittävä rooli vedyn- ja vetyjalosteiden ja/tai raaka-aineiden kuljetuksessa. | Mahdollinen rooli vedyn- ja vetyjalosteiden ja/tai raaka-aineiden kuljetuksessa. | Mahdollinen rooli vedyn ja vetyjalosteiden viennissä ja kuljetuksessa muualta Suomesta. | Mahdollinen rooli vedyn- ja vetyjalosteiden ja/tai raaka-aineiden kuljetuksessa. |
| Raskas tieliikenne | Merkittävä rooli vedyn- ja vetyjalosteiden ja/tai raaka-aineiden kuljetuksessa ja kulutuksessa. | Merkittävä rooli vedyn- ja vetyjalosteiden ja/tai raaka-aineiden kuljetuksessa ja kulutuksessa. | Rooli vedyn- ja vetyjalosteiden ja/tai raaka-aineiden kuljetuksessa muualta Suomesta ja kulutuksessa. | Rooli vedyn- ja vetyjalosteiden ja/tai raaka-aineiden kuljetuksessa ja kulutuksessa. |
| Lentoliikenne | Mahdollinen rooli vedyn kulutuksessa kansainvälisillä lentokentillä. | Mahdollinen rooli vedyn kulutuksessa kansainvälisillä lentokentillä. | Ei merkittävää roolia. | Ei merkittävää roolia. |
| Raskaat työkoneet | Merkittävä rooli vedyn ja vetyjalosteiden viennissä, kuljetuksessa ja kulutuksessa. | Mahdollinen rooli vedyn ja vetyjalosteiden viennissä, kuljetuksessa ja kulutuksessa. | Merkittävä rooli vedyn ja vetyjalosteiden viennissä, kuljetuksessa ja kulutuksessa. | Mahdollinen rooli vedyn kulutuksessa. |

Johtopäätökset ja toimintaehdotukset

Potentiaaliset toimenpiteet sektoreittain vetytalouden tukemiseksi logistiikan kautta

| Sektori | Vetytaloutta yleisesti tukevat toimenpiteet | Julkisten tahojen vaikutuksen alaiset toimet | Potentiaali |
|-------------------------|--|---|-------------|
| Meriliikenne ja satamat | <ul style="list-style-type: none"> • Hamina-Kotkaan vetyjalosteiden bunkraus- ja lastausmahdollisuuksien kehittäminen • Vedyn ja vetyjalosteiden tuotannon laajamittaisempi mahdollistaminen satama-alueella • Välivarastointimahdollisuuksien kasvattaminen satamassa LNG:n lisäksi | <ul style="list-style-type: none"> • Tilantarve- ja turvallisuusselvitykset eri polttoaineiden säilytys- ja tankkausmahdollisuuksista satamissa, erityisesti ammoniakkin kannalta | Korkea |
| Raskas liikenne | <ul style="list-style-type: none"> • Panostukset kalustoon vetyjalosteiden kuljettamiseksi • Julkisen sektorin investoinnit synteettisiä polttoaineita käyttävään kalustoon • Kuivasataman (Kouvola RRT) tarpeiden analysointi rekka-junaketjulla • Investoinnit synteettisten polttoaineiden tankkausasemiin • Yhteiset useamman toimijan sopimukset polttoaineiden käytöstä | <ul style="list-style-type: none"> • Kartoitus mahdollisesti sopivaa kalustoa omistavista tahoista sekä siihen investoijista • Aluekartoitus ja vaatimukset vedyn ja vetyjalosteiden tankkauspisteille | Korkea |
| Raideliikenne | <ul style="list-style-type: none"> • Käyttövoiman ja siirtokaluston pilotointi esim. Hamina-Kotkan satamassa • Investoinnit siirtokalustoon (junavaunu) tai olemassa olevan kaluston uudelleenkäyttöä • Kuivasataman lastaus- ja välivarastointimahdollisuuksien tutkiminen ja kehittäminen vetyjalosteiden kannalta | <ul style="list-style-type: none"> • Kuivasataman mahdollisuuksien kartoitus. Viestintä ja kehityksen ajaminen • Kymenlaaksossa toimivan siirtokaluston kartoitus (esim. sopivat junavaunut LNG:n siirtoon) • Pilotointi varastoinnista tai vedyn/vetyjalosteiden testaamisesta käyttövoimana joko RRT:ssä tai satamassa | Keskitaso |
| Työkoneet | <ul style="list-style-type: none"> • Synteettisiä polttoaineita hyödyntävien satamakoneiden pilotointi • Muiden synteettisiä polttoaineita hyödyntävien työkoneiden pilotointi esim. varastoissa tai raivauksessa | <ul style="list-style-type: none"> • Työkoneklustereiden kartoitus satamien lisäksi (isommat varastot ja teollisuusalueet) • Satamatyökoneiden pilotointi | Keskitaso |
| Lentoliikenne | <ul style="list-style-type: none"> • Pilotointi Pyhtäällä esim. lentokenttähuoltoa tekevien koneiden käyttövoiman osalta | | Pieni |

Sektoreita läpyleikkaavat potentiaaliset toimenpiteet vetytalouden tukemiseksi logistiikan kautta



Logistiikkatoimijoiden aktiivinen osallistaminen olemassa olevaan klusteriin esimerkiksi yhteisen tiekartan luomisen avulla tai yhteistarjooman kehittämisellä.



Datan keruu alueelta mahdollisten investoijien päätösten tueksi



Viestintä ja tiedonjako, logistiikkatoimijoille tulevista investointimahdollisuuksista, vetytalouden kehityksestä sekä investointipäätösten tukimahdollisuuksista



Aluekartoitus mahdollisille tuotantolaitoksille sekä kyseisten alueiden logistiikkatarpeiden kartoitus



Julkisen sektorin ostositoumukset esimerkiksi liikennöiville linja-autoille

Johtopäätökset

Kymenlaakson logistiikka vetytalouden tukena

- Tässä selvityksessä on tarkasteltu logistiikan roolia Kymenlaakson vetytalouden mahdollistajana kuin myös vertailtu eri logistiikkasektoreita niin lopputuotteiden käyttäjinä kuin kuluttajina
- Yleisesti voidaan todeta, että Kymenlaaksolla on paljon laajempaa vetytaloutta tukevia vahvuuksia, joista yksi tärkeimmistä on hyvä logistinen sijainti: **alueella on Suomen suurin yleissatama, kattava raideliikenneverkosto kuivasatamineen ja hyvät tieväylät.**
- **Vetytalouden kehittämisessä korostuu erityisesti meri- ja raskaan liikenteen rooli** niin kulutus- kuin siirtopuolellakin. **Raideliikenteelläkin on myös mahdollisesti tärkeä rooli tuotteiden siirrossa** ja Kymenlaaksolla on erityisen hyvät mahdollisuudet edistää kulutuspuolta myös erilaisina pilotointikokeiluina. Analyysiä tulevaisuuden tarkemmista logistiikkaketjuista tai investointitarpeista on kuitenkin hankala toteuttaa ilman tarkempaa tietoa alueelle tulevista tuotantolaitoksista, jotka määrittelevät niin kuljetusmatkat kuin siirrettävät volyymitkin.

Ehdotetut toimenpiteet

- Logistinen analyysi ja siihen liittyvät investointitarpeet ovat vahvasti riippuvaista vetyteollisuuden tuotantolaitoksista ja niiden sijainneista. Tätä varten olisi **hyvä kartoittaa Kymenlaaksosta mahdollisia sijainteja vetytalouden tuotantolaitoksille** logistiset rajoitukset huomioon ottaen.
- Selvityksessä tuli ilmi, että erityisesti **viestinnän rooli logistiikkatoimijoille korostuu** niin ymmärryksen luomisessa tarvittavista investoinneista kuin yhteistyön luomisessa toimijoiden välille.
- Näiden lisäksi olisi hyvä **toteuttaa kalustokartoituksia**, joiden tarkoituksena on selvittää mahdollinen jo olemassa oleva kalusto, sen hyödyntämismahdollisuudet ja uuden kaluston tarve.
- Julkinen puoli voi edistää myös erityisesti tankkausasemien sijoittumista alueelle **ostositoumuksilla tai investoimalla itse vetyjalosteita käyttävään kalustoon.**

Liitteet

Haastatellut toimijat näkevät vedyssä tulevaisuuden potentiaalia



Hankkeen aikana on toteutettu 10 haastattelua eri logistiikan, vetytalouden ja koulutuksen aloilta



Kokemukset ja valmius: Haastatelluilla yrityksillä ei ole vielä muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta edes tarkempia suunnitelmia vety- tai vetypohjaisten polttoaineiden pilottiratkaisuista. Haastatteluissa vety ja vetypohjaiset polttoaineet on tunnistettu potentiaalisena ratkaisuna ja sen kehitystä seurataan yrityksissä, mutta sen teknistaloudellinen valmiutta ei nähdä vielä riittävänä.



Vihreän siirtymän ajurit: Suurimpina ajureina vähähiilisiin ratkaisuihin nähdään regulaation ohjauksen lisäksi asiakaskunnan tarve ja tahto vähähiilisiin ratkaisuihin. Monet asiakkaat raportoivat tuotteidensa elinkaaripäästöt ja vaativat toimitusketjuiltaan kestävämpiä ratkaisuita. Haastatteluissa nousi kuitenkin myös ilmi, että asiakkaat eivät ole valmiita maksamaan juurikaan ekstrapäästöjä vähähiilisistä ratkaisuksista.



Mahdollisuudet, haasteet ja kilpailevat ratkaisut: Haastatellut yritykset näkevät vedyn ja vetypohjaiset polttoaineet suurena mahdollisuutena ja sen kehitystä seurataan aktiivisesti. Haasteena haastatellut yritykset näkevät vetypohjaisissa ratkaisuissa kokonaistarjonnan ja kysynnän kehittymisen. Pahimpina vedyn kilpailijoina nähdään sähkö- ja akkuratekniikat. Sähköistymisen merkitys on jo nyt nähtävissä erityisesti liikenteessä ja työkaluissa. Myös biopohjaiset ratkaisut ovat suoria kilpailijoita vetyratkaisuille, mutta niiden suurimpana ongelmana nähdään riittämätön volyyymi. Vetypohjaisten ratkaisuiden potentiaali nähdään suurimpana toimialoilla, jossa siirrettävä kuorma on raskas ja etäisyydet pitkiä, kuten laiva- ja lentoliikenne.



Aikataulu: Vetyratkaisuiden laajamittaisen hyödyntämisen nähdään olevan mahdollista noin 10-15v kuluttua. Monella alalla nähdään, että koska arvoketjun investoinnit ovat pitkäikäisiä, pitäisi kehitys- ja pilottihankkeet aloittaa mahdollisimman pian.



Kymenlaakson vahvuudet ja heikkoudet: Yleisellä tasolla nähdään, että Kymenlaaksossa on hyvät valmiudet vetytalouden kehittämiseen. Kymenlaakson vahvuuksina vetytalouden kannalta nähdään olemassa olevat tie-, raide ja satamayhteydet. Lisäksi Kymenlaakson laajat maa-alueet, sähköverkko, olemassa oleva teollisuus, koulutus ja läheinen sijainti verrattuna PK-seutuun nähtiin etuna. Yksittäisiä mainintoja sai myös esimerkiksi LNG-varasto sekä kuivasatama. Suurimmaksi haasteeksi nähtiin vihreän sähkön, erityisesti tuulivoiman, puute.



Mahdollisuudet Kymenlaakson logistiikkatoimijoille: Haastatellut yritykset näkevät vedyn ja vetypohjaisten polttoaineiden tuotannon arvoketjussa kohtia missä eri toimijat voisivat olla mukana. Myös joitain synergiaetuja eri toimialojen välillä nähdään, mutta konkreettisia ideoita synergian parantamiseksi nousi haastatteluissa esiin vähän. Osa haastatelluista nosti esiin, että täyden synergiaedun saamiseksi tulisi alueellisen logistiikkasektorin järjestäytyä ja järjestää esimerkiksi valmiita "green corridorreja".

| Yritys | Päivämäärä |
|---------------------|------------|
| Nurminen Logistics | 19.9.2023 |
| Redstone Aero | 19.9.2023 |
| St1 | 22.9.2023 |
| HaminaKotkan satama | 26.9.2023 |
| Railgate Finland | 26.9.2023 |
| Flexens | 27.9.2023 |
| Steveco | 27.9.2023 |
| North Rail Suomi | 3.10.2023 |
| Advario | 6.10.2023 |
| XAMK | 9.10.2023 |