

Pienten ja keskisuurten  
yritysten rooli

**tulevaisuuden  
globaalin  
vetytalouden  
ekosysteemissä**



EUROPEAN UNION

**Interreg**  
Botnia-Atlantica

European Regional Development Fund

**FCS**

FUTURE CLEANTECH SOLUTIONS

# Sisältö

<b>1. Yhteenveto</b>	<b>3</b>
<b>2. Tausta</b>	<b>5</b>
2.1 Selvityksen kohde ja tarkoitus	5
2.2 Future Cleantech Solutions	5
<b>3. Johdanto</b>	<b>6</b>
3.1 Tietoa vedystä	6
3.2 Vedyn käyttö ja tuotanto tänä päivänä	7
3.3 Vedyn ympäristöluokat	7
3.4 Miten vaarallista vety on?	9
<b>4. Vetytalouden trendit</b>	<b>10</b>
4.1 EU:n vetystrategia	10
4.2 Tuoko EU:n vetypanostus työpaikkoja?	14
4.3 Vetytalouden kehittymisen visiot ja suunnitelmat	16
4.4 Vetytalouden kehittymiseen vaikuttavia tärkeitä tekijöitä	17
<b>5. Vetytalouden potentiaali Future Cleantech Solutions -alueella</b>	<b>22</b>
5.1 Alueelle ja sen lähialueille sijoittuvat vetyhankkeet	22
5.2 Voivatko Euroopan reuna-alueilla toimivat yritykset osallistua globaaliin vetytalouteen?	24
5.3 Alueellisten yritysten ajatuksia vetytalouden kehityksestä	29
<b>6. Mitä on tehtävä, jotta alueen pk-yritykset pääsevät osalliseksi globaalista vetytaloudesta?</b>	<b>31</b>
6.1 Verkostot	31
6.2 Paikalliset pilottihankkeet	33
6.3 Yhteenveto	35
<b>Liite 1</b>	<b>37</b>
Linkkejä verkostoihin, raportteihin ja muille kiinnostaville verkkosivulle	37

**Onko sinulla kysyttävää? Ota meihin yhteyttä!**

**Kjell-Owe Ahlskog**

Vaasanseudun Kehitys Oy VASEK

[kjell-owe.ahlskog@alcea.fi](mailto:kjell-owe.ahlskog@alcea.fi)

**Lasse Pohjala**

Vaasanseudun Kehitys Oy VASEK

[lasse.pohjala@vasek.fi](mailto:lasse.pohjala@vasek.fi)

# 1

## Yhteenveto

Euroopan komissio julkisti heinäkuussa 2020 Euroopan ilmastoneutraaliutta edistävän vetystrategian, jonka tavoitteena on tehdä vedystä ilmastoneutraalin energijärjestelmän kulmakivi vuoteen 2050 mennessä. Euroopan komission pitkän aikavälin odotusten mukaan vety kattaa tuolloin noin 25 % EU:n kokonaisenergiantarpeesta. Vihreän vedyn odotetaan vähentävän hiilidioksidipäästöjä mm.

- Korvaamalla maakaasusta valmistetun harmaan vedyn käytön teollisuuden eri prosesseissa.
- Tekemällä terästeollisuudesta fossiilittoman korvaamalla pelkistysaineina käytetyn hiilen ja koksen.
- Tarjoamalla fossiilittoman vaihtoehdon ajoneuvojen polttoaineeksi polttokennoissa tai vetykäyttöön sovitetuissa moottoreissa.
- Toimimalla energiavarastona auringosta ja tuulesta tuotetulle sähkölle.

Vetykaasua on käytetty teollisuudessa yli sadan vuoden ajan, ja nykyään se on yksi teollisuudessa yleisimmin käytetyistä kaasuista. Euroopassa käytetystä vedystä yli 90 % kuluu öljynjalostuksessa sekä ammoniakkin ja metanolin valmistuksessa. Teollisuuden käyttämä vety on tällä hetkellä nk. harmaata vetyä, jonka tuotannossa syntyy verrattain paljon hiilidioksidia. Vihreä vety valmistetaan elektrolyysillä, jossa veden molekyylit pilkotaan vedyksi ja hapeksi. Elektrolyysiprosessi kuluttaa suuria määriä uusiutuvaa sähköä, jonka tarve sen vuoksi moninkertaistuu tulevina vuosikymmeninä.

Rakenteeltaan mutkikkaan vetytalouden kehittyminen riippuu monista toisiinsa vaikuttavista tekijöistä. Kehitys on vahvasti riippuvainen nk. sektorikytkennästä eri energijärjestelmien välillä. Tällä tarkoitetaan sitä, että eri energian kuluttajat toimivat yhteistyössä, jotta erilaisia energiamuotoja pystytään hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti ja joustavasti.

Siirtyminen vetyyn painottuvaan energijärjestelmään ei tapahdu yhdessä yössä, vaan Euroopan komission tavoitteet voidaan saavuttaa vain monta kymmentä vuotta kestävässä prosessissa. Toistaiseksi alueella on vain vähän vetyhankkeisiin osallistuvia yrityksiä.

Vetytalouden arvioidaan luovan yhteensä noin miljoona työpaiikkaa Euroopan korkeakoulutetuille vuoteen 2030 mennessä. Työpaikoista valtaosa syntyy vetykaasun valmistuksessa tarvittavan vihreän sähkön tuotantoon, vetytalouden kasvun edellyttämien laitteistojen valmistukseen sekä tarvittavan infrastruktuurin, palvelujen, tutkimuksen ja koulutuksen järjestämiseen. Osallistuminen tulevaisuuden vetyekosysteemiin ei siten edellytä vedyn omaa tuotantoa tai kulutusta, vaan suuri osa liiketoimintamahdollisuuksista luodaan arvoketjun muissa osissa.

Vetytalouden alueellista kehittämistä varten tarvitaan verkostoja, joissa yritykset ja muut toimijat voivat tehdä yhteistyötä, huolehtia edunvalvonnasta sekä jakaa tietoa ja osaamista. Verkostoja tarvitaan myös aktiviteettien koordinointiin sekä maiden väliseen yhteistyöhön ja lobbaukseen.

Alueen vetytalous kehittyy aluksi erikokoisten pilotti- ja demonstraatiohankkeiden avulla. Hankkeiden tulee mahdollisuuksien mukaan toimia suuren mittakaavan koelaboratoriona, joissa alueen yritykset saavat mahdollisuuden testata ja kehittää tekniikoitaan ja palvelujaan sekä hankkia kokemuksia ja referenssejä voidakseen kilpailla sekä paikallisilla että globaaleilla markkinoilla.

Vaikka suuren vetyboomin odotetaan tulevan vasta monen vuoden kuluttua, on kehitykseen mukaan haluavien yritysten, organisaatioiden ja koulutuslaitosten toimittava jo nyt. Vetytalouden tulevaisuuteen uskovien yritysten tulee satsata verkostoitumiseen, pysyttävä ajankohtaisen tiedon ja tilanteen tasalla, kehitettävä tuotteitaan ja palvelujaan, jotta ne sopivat vetytalouden tarpeisiin sekä varmistettava pätevän työvoiman saatavuus. Ennen kaikkea on kuitenkin tärkeää olla valmis tekemään yhteistyötä alan muiden toimijoiden kanssa.



## 2

# Tausta

## 2.1 Selvityksen kohde ja tarkoitus

Tämä vetytalouden roolia ja mahdollisuuksia pk-yritysten näkökulmasta käsittelevä selvitys on osa Future Cleantech Solutions -yhteistyötä ja kattaa sen koko toiminta-alueen (Västerbotten ja Örnköldsvik sekä Pohjanmaa ja Keski-Pohjanmaa). Selvitys toteutettiin syksyllä 2021. Raportti on laadittu yhteistyössä H2 Ecosystem Roadmap for Ostrobothnian kanssa<sup>1</sup>.

Selvityksen tavoitteena on kartoittaa alueen pk-yritysten mahdollisuuksia hyödyntää vetytalouden arvioitua kasvupotentiaalia sekä alueellisesti että globaalisti. Raportti on suunnattu yrityksille, kunnille ja toimialajärjestöille, jotka haluavat saada yleiskuvan vedyn tämänhetkisestä käytöstä sekä arvion vetytalouden kehittymisestä ja sen luomista liiketoimintamahdollisuuksista alueen pk-yrityksille. Raportti ei edellytä lukijoilta kemian tai tekniikan erityisosaamista ja sisältää sen vuoksi jonkin verran yleistä ja yksinkertaistuksia.

Raportissa ei oteta kantaa niihin poliittisiin päätöksiin ja mahdollisiin lakimuutoksiin, jotka olisivat muutosprosessin kannalta suotavia.

## 2.2 Future Cleantech Solutions

Future Cleantech Solutions on vuosina 2019–2021 toteutettu kolmivuotinen hanke. Future Cleantech Solutions -hankkeen tarkoituksena on ollut vahvistaa Merenkurkun alueen kestävä kehitystä luomalla cleantech-yrityksille edellytyksiä hyödyntää uusia liiketoiminta- ja yhteistyömahdollisuuksia. Hanketta ovat vetäneet yhteistyössä alueelliset organisaatiot ja yritykset EU-ohjelman Interreg Botnia-Atlantica tuella.

Future Cleantech Solutions -hankkeen rahoittajia ovat Interreg Botnia-Atlantica, Pohjanmaan liitto, Region Västerbotten, Region Västernorrland, Uumajan kunta, Skellefteån kunta, Örnköldsvikin kunta, Vaasan kaupunki, Kokkolan kaupunki, Teknologiakeskus Merinova, Vaasanseudun kehitys Oy (VASEK), Kokkolanseudun kehitys Oy (KOSEK), Umeå Energi ja Skellefteå Kraft.

<sup>1</sup> H2 Ecosystem Roadmap for Ostrobothnia on Pohjanmaan alueen yritysten ja organisaatioiden alueellinen vetyverkosto. <https://www.h2ecosystem.org/>

# 3 Johdanto

## 3.1 Tietoa vedystä



Vety on alkuaineista yleisin ja kevein.



Suurin osa maapallomme vedystä on sitoutuneena veteen.



Normaalipaineessa ja -lämpötilassa vety on hajuton, väritön ja mauton sekä hyvin herkästi syttyvä kaasu.



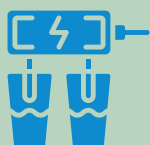
Vety ei palaessaan aiheuta hiilidioksidipäästöjä.



Vedyn valmistuksessa sen sijaan voi syntyä suuriakin määriä hiilidioksidia valmistusmenetelmästä riippuen.



Vetyä voidaan käyttää energian varastointiin ja kuljettamiseen sekä tarjontaan jatkojalostettavaksi.



Vetyä ei tavata maapallolla sellaisenaan missään olosuhteissa, vaan se pitää aina valmistaa eikä sitä sen vuoksi luokitella energia-lähteeksi, vaan sähkön tavoin energian kantajaksi.



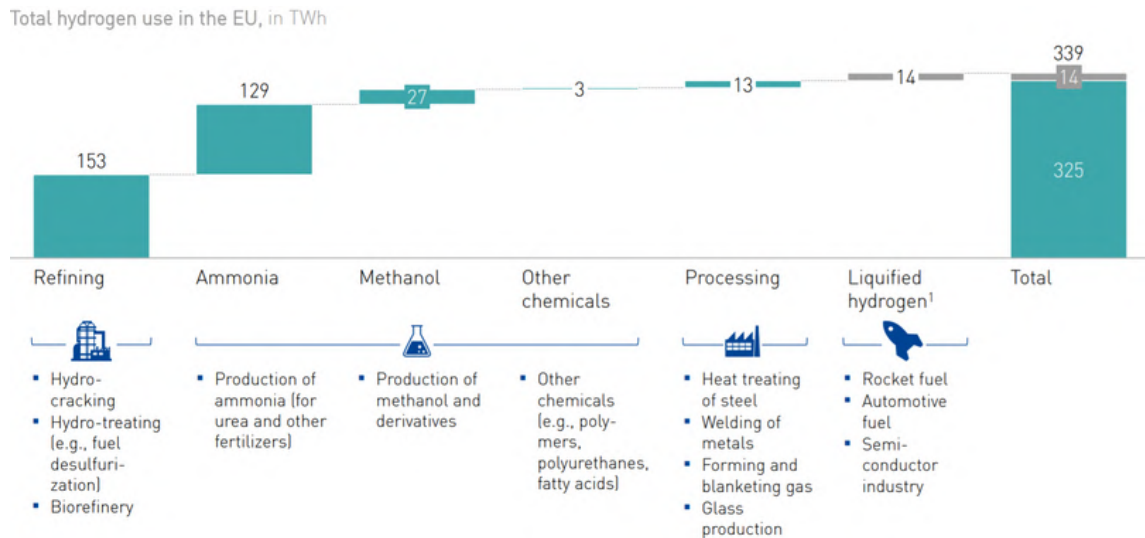
Vety varastoidaan tavallisesti kaasumuodossa 200-700 baarin paineessa. Vety muuttuu nestemäiseksi -253 °C:ssa.



Vedyn tilavuuteen suhteutettu energiatiheys on alhainen (noin kolmannes verrattuna biokaasuun).

### 3.2 Vedyn käyttö ja tuotanto tänä päivänä

Vetyä on käytetty teollisuudessa yli sadan vuoden ajan, ja tällä hetkellä se on yksi teollisuudessa eniten käytetyistä kaasuista. Vetyä käytetään lähes yksinomaan kemian- ja jalostusteollisuuden raaka-aineena. Euroopassa vetykaasua kuluu noin 340 TWh:n verran vuodessa. Euroopassa yli 90 % vedystä käytetään öljynjalostukseen (rikkiyhdisteiden poistamiseksi) sekä ammoniakkin (jota käytetään pääasiassa lannoitteiden tuotannossa) ja metanolin valmistukseen. Vetyä käytetään myös vitamiinien ja muiden lääketuotteiden valmistuksessa sekä lämpökäsittelyssä, lasinvalmistuksessa ja hitsauksessa.



Kuva 1. Vedyn kokonaiskulutus EU:ssa 2019<sup>2</sup>

Noin 95 % Euroopassa käytetystä vetykaasusta valmistetaan fossiilisista raaka-aineista, käytännössä höyryreformoimalla maakaasua (tätä kutsutaan yleisesti harmaaksi vedyksi). Loput 5 % syntyy pääasiallisesti kemianteollisuuden prosessien sivutuotteena. Niin kutsutun vihreän vedyn osuus on tällä hetkellä alle prosentin koko maailman vetytuotannosta.

### 3.3 Vedyn ympäristöluokat

Kuten jo aiemmin todettiin, vetyä voidaan valmistaa eri tavoin käyttämällä erilaisia raaka-aineita ja tekniikoita. Yleisimmät tekniikat:

- Maakaasun höyryreformointi.
- Elektrolyysi, jossa vesi pilkotaan vedyksi ja hapeksi.
- Pyrolyysi, jossa metaani hajotetaan vedyksi ja hiileksi.

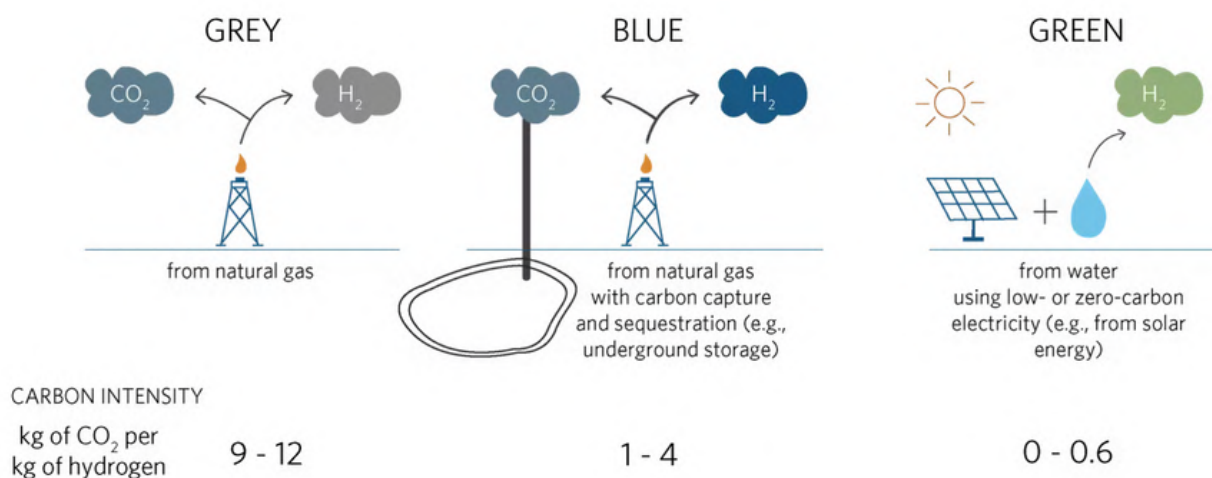
<sup>2</sup> Hydrogen Roadmap Europe. January 2019



Vedyn valmistukseen on näiden lisäksi myös useita muita tekniikoita ja menetelmiä, mutta useimmat niistä ovat vielä kehitysvaiheessa. On todennäköistä, että tulevaisuudessa käytössä on useampia sellaisiatuotantomenetelmiä, joista ei aiheudu välittömiä tai välillisiä hiilidioksidipäästöjä.

Vedyn ympäristöystävällisyys riippuu valmistuksessa käytetystä tekniikasta ja raaka-aineesta. Höyryreformoinnilla tuotettu vety ei ole kovin ympäristöystävällistä, koska prosessissa syntyy suhteellisen suuria hiilidioksidimääriä. Euroopassa ja muualla maailmalla tehtävät suuret satsaukset vetyyn liittyvät luonnollisesti tuotannon hiilidioksidipäästöjen minimoimiseen.

Vetyä kuvataan usein eri väreillä, jotka ilmaisevat käytetyn tuotantotekniikan ja siten myös vedyn ympäristöystävällisyysasteen. Vety itsessään on kuitenkin väritöntä, joten väriskaala on pelkästään symbolinen. Tavallisimmat (ja alkuperäiset) värikoodit ovat harmaa - sininen - vihreä. Viime aikoina värejä on tullut lisää, ja niiden avulla halutaan nostaa esiin myös muut kuin kolmen alkuperäisen värikoodin kattamat tuotantomenetelmät <sup>3</sup>.



Kuva 2. Vedyn pääluokat ja niiden arvioidut hiilidioksidipäästöt <sup>4</sup>

Toisinaan käytettyjä "uusia" värikoodeja ovat mm.:

- Turkoosi - vedyn raaka-aineena on käytetty metaania. Hiili otetaan talteen kiinteässä muodossa ja sitä voidaan käyttää muihin teollisiin käyttötarkoituksiin.
- Pinkki - sama valmistusprosessi kuin vihreässä vedyssä mutta energianlähteenä on ydinvoima.
- Ruskea/musta - vedyn raaka-aineena on käytetty hiiltä.

<sup>3</sup> Ks. esim.. <https://globalenergyinfrastructure.com/articles/2021/03-march/hydrogen-data-telling-a-story/>

<sup>4</sup> <https://theconversation.com/why-green-hydrogen-but-not-grey-could-help-solve-climate-change-162987>



Kaikista lähestulkoon hiilineutraaleista vetymuodoista käytetään joissakin yhteyksissä nimityksiä "fossiiliton vety" tai "puhdas vety". Toivottujen ympäristövaikutusten saavuttamiseksi (hiilidioksidipäästöjen vähentäminen) on ratkaisevan tärkeää, että vedyn tuotannossa käytetään uusiutuvia energianlähteitä. Keskiössä tällä hetkellä oleva ja tulevaisuuden vedyntuotantoa todennäköisesti hallitseva vety valmistetaan elektrolyysillä tuuli- ja aurinkoenergian avulla<sup>5</sup>. Uusiutuvan sähkön tarve kasvaa sen vuoksi elektrolyysillä valmistetun vedyn tuotannon lisääntyessä. Tutkijoiden ja asiantuntijoiden mukaan sininen, turkoosi ja jossain määrin myös pinkki vety tulevat olemaan tärkeitä vaihtoehtoja, joita kehitetään ja joiden käyttöä laajennetaan rinnakkain vihreän vedyn yleistyessä.

### 3.4 Miten vaarallista vety on?

Vedyn palo- ja räjähdysherkkyydestä on olemassa monenlaisia huhuja ja kuvitelmia. Vetykaasu on luokiteltu erittäin helposti syttyväksi, minkä vuoksi sen tuotantoa, varastointia, kuljetusta ja käyttöä säädellään lukuisilla turvallisuusmääräyksillä.

Vety palaa ilmassa miltei näkymättömällä liekillä 2 000°C:ssa. Vedyn täydellisessä palamisreaktiossa syntyy vain vesihöyryä mutta ei savua. Vedyn palamisliekin näkymättömyys on onnettomuus- ja turvallisuusnäkökulmasta haitallista. Vety palaa noin kymmenen kertaa muita kaasuja nopeammin, ja pahimmassa tapauksessa se voi räjähtää joutuessaan kosketuksiin ilman (tai hapen) kanssa. Vedyn ja ilman sekoittuessa syntyvä kaasuseos on helposti syttyvää ja räjähdysaltista, mutta se ei voi syttyä itsestään.

Yli 14 kertaa ilmaa kevyempi vety haihtuu nopeasti avotilassa. Sisätiloihin mahdollisesti vuotanut vety nousee sen vuoksi myös verrattain nopeasti ylöspäin.

Vety on jo tällä hetkellä teollisuudessa eniten käytetty kaasu. Vetyä on käytetty yli 50 vuoden ajan erilaisissa teollisuusprosesseissa, ja siten sen turvalliseen tuottamiseen, varastoimiseen, kuljettamiseen ja käyttöön on jo kehitetty menetelmiä ja menettelytapoja. Vetyonnettomuudet ovat melko harvinaisia ottaen huomioon vedyn käytön yleisyyden teollisuusprosesseissa. Vedyn "uudemmissa" käyttökohteissa, joita ovat mm. ajoneuvojen polttoaine, lämmitys ja uudet teollisuusprosessit, pyritään koko ajan kehittämään vuoto-, palo- ja räjähdysvaaraa vähentäviä tekniikoita ja menetelmiä.

Usein korostetaan sitä, että vaikka teollisuudessa onkin paljon kokemusta vedyn turvallisesta käsittelystä, turvallisuusajattelu ja vedyn käyttöön liittyvä osaaminen ovat tärkeitä tekijöitä vedyn käytön lisääntyessä sellaisilla toimialueilla, joilla ei vielä ole kokemusta vedyn käytöstä.

Suurien vetymäärien käsittely voi aiheuttaa globaalista näkökulmasta myös terroriuhan. Herkästi syttyvä vety tekee esimerkiksi säiliöaluksista ja varastoista mahdollisia terrori-iskujen kohteita.

<sup>5</sup> EU strategy on hydrogen final (July 2020)

# 4 Vetytalouden trendit

## 4.1 EU:n vetystategia

Vetyyn kohdistuvat odotukset tulevaisuuden energijärjestelmissä ovat kasvaneet viime aikoina erittäin voimakkaasti. Euroopassa ennen kaikkea EU:n uusi vetystategia on tuonut vedyn mahdollisuudet teollisuuden, poliitikoiden, tutkijoiden ja myös suuren yleisön tietoisuuteen. Euroopan komissio julkisti heinäkuussa 2020 vetystategian ilmastoneutraalin Euroopan saavuttamiseksi. Strategian tavoitteena on tehdä vedystä ilmastoneutraalin energijärjestelmän kulmakivi vuoteen 2050 mennessä. Euroopan komission pitkän aikavälin odotuksen mukaan vety kattaa noin 25 % EU:n yhteenlasketusta energiantarpeesta vuonna 2050.

Vihreän vedyn tuotannon lisäämisen toivotaan vähentävän hiilidioksidipäästöjä monilla aloilla<sup>6</sup>. Sen odotetaan ennen kaikkea:



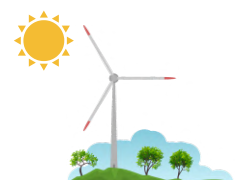
korvaavan tällä hetkellä käytettävän maakaasusta valmistetun harmaan vedyn,



tekevän terästeollisuudesta fossiilittoman korvaamalla pelkistysaineena käytetyn hiilen ja kaksin,



toimivan ajoneuvojen polttoaineena polttokennoissa tai vedyllä toimivissa moottoreissa,



varastoivan aurinko- ja tuulienergiaa.

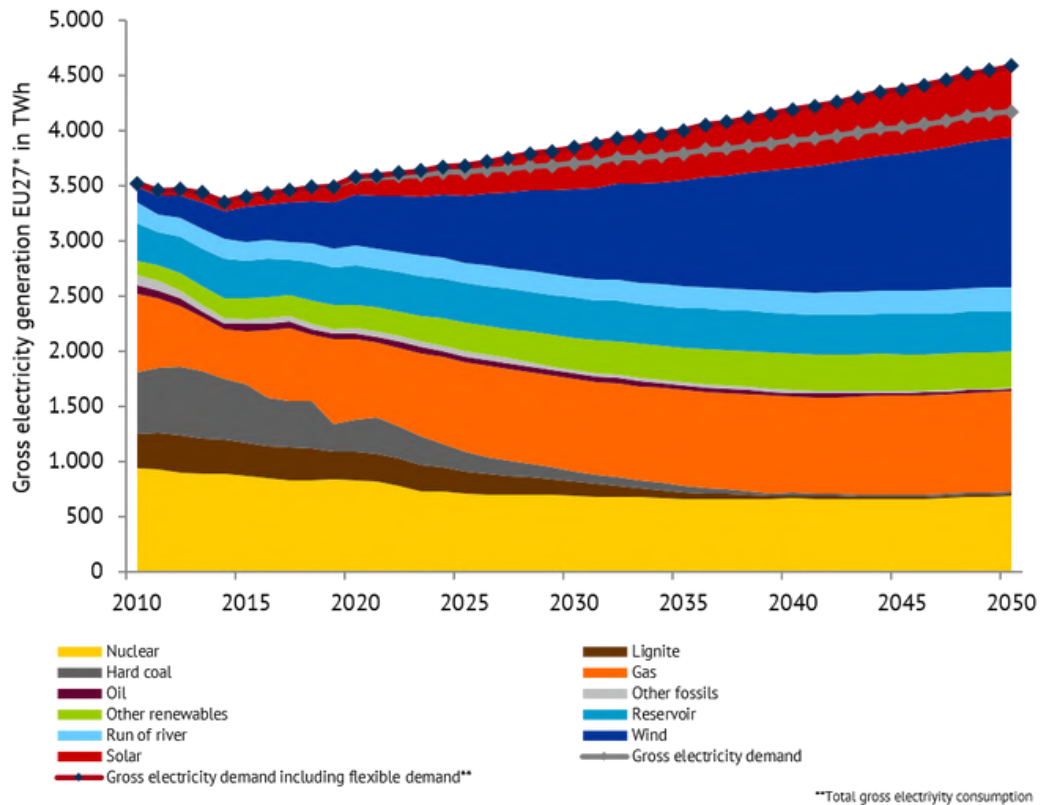
<sup>6</sup> EU-strategiassa käytetään termiä "puhdas vety", mutta koska strategiassa priorisoidaan tuuli- ja aurinkoenergiaan perustuvaa vetyä tässä raportissa käytetään termiä "vihreä vety".



EU:n vetystrategian mukaan vedyntuotantokapasiteettia lisätään voimakkaasti Euroopassa, nykyisestä noin 60 megawattista 40 gigawattiin vuoteen 2030 mennessä. EU arvioi, että vetytalouteen investoidaan tämän seurauksena vähintään 320 miljardia euroa vuoteen 2030 mennessä. Arvioidut investoinnit jakautuvat seuraavasti:

- Elektrolyysilaitoksiin tehtävät investoinnit ovat arviolta 24-42 miljardia euroa.
- Sähköntarpeen täyttämiseksi on lisättävä aurinko- ja tuulienergian tuotantokapasiteettia ja kytkettävä järjestelmät elektrolyysilaitteisiin, ja tähän käytetään arviolta 220-340 miljardia euroa.
- Nykyisten laitosten varustaminen hiilidioksidin erottamis- ja varastointiratkaisuilla maksaa arviolta noin 11 miljardia euroa.
- Lisäksi tulevat vedyn kuljetuksista, jakelusta ja varastoinnista sekä tankkausasemista aiheutuvat kustannukset, jotka ovat yhteensä noin 65 miljardia euroa.

Kuten jo todettiin, vihreän vedyn tuotanto perustuu tulevaisuudessa todennäköisesti vihreää sähköä energianlähteenä käyttävään elektrolyysiin. Tämä merkitsee uusiutuvan sähkön tarpeen moninkertaistumista tulevina vuosikymmeninä. Useimmat laskelmat ja analyysit osoittavat, että kasvu perustuu tuuli- ja aurinkovoimaloiden voimakkaaseen lisäämiseen.



Kuva 3. EU:n arvioitu sähköntuotanto tulevaisuudessa<sup>7</sup>

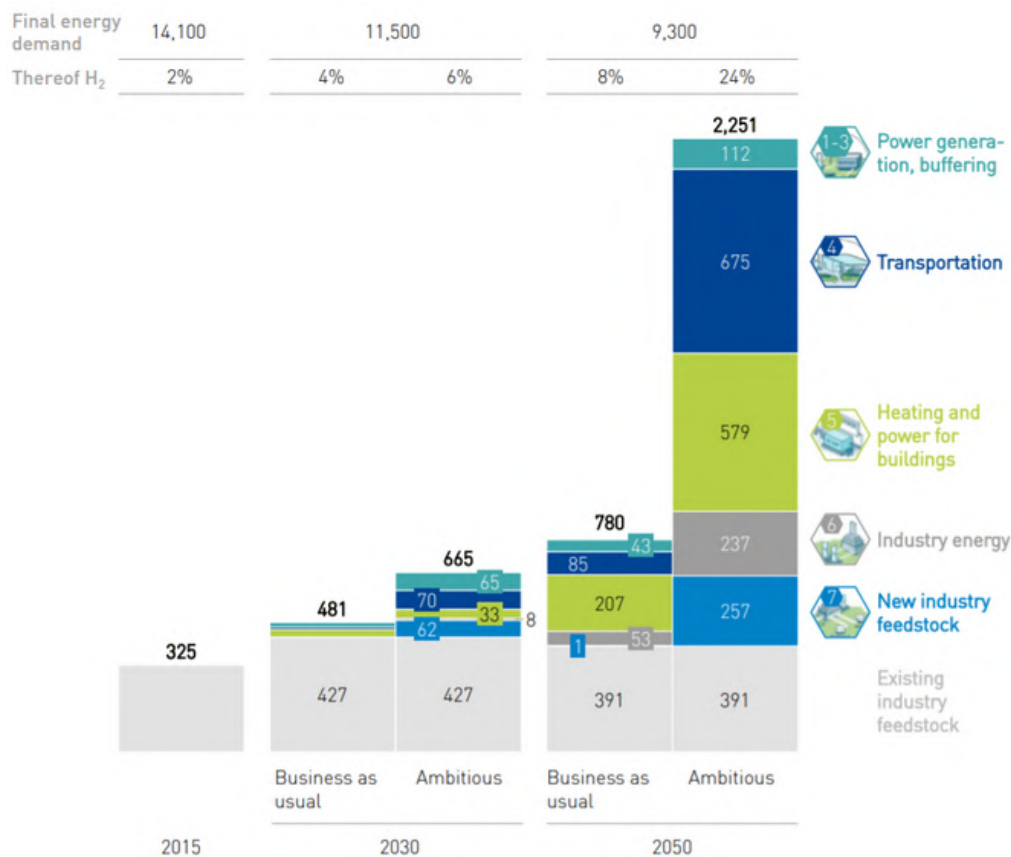
Kuten kuvasta 3 ilmenee, EU:n sähköntuotannon arvioidaan kasvavan noin 1 000 TWh:lla vuoteen 2050 mennessä. Hiilen ja öljyn käytöstä sähköntuotannossa on siihen mennessä arvion mukaan luovuttu lähes kokonaan. Aurinko- ja tuulienergian arvioidaan siten muodostavan noin 45 % EU:n yhteenlasketusta sähköntuotannosta vuonna 2050.

Vihreän sähköntuotannon voimakkaasta kasvusta huolimatta asiantuntijat arvioivat, ettei Euroopasta voi tulla vedyntuotannon suhteen omavaraista. Keski- ja Etelä-Euroopassa ei väestötiheyden vuoksi yksinkertaisesti ole riittävästi tilaa tuottaa sitä valtavaa määrää uusiutuvaa sähköä, jota vihreän vedyn valmistamiseen arvioidaan kuluvan. Pohjoismaissa tilanne on kuitenkin toinen. Väestötiheys ei ole Pohjolassa yhtä suuri haaste, ja tuulivoiman lisäämiselle arvellaan yleisesti olevan erinomaiset mahdollisuudet (vaikka tuulivoimahankkeet kohtaavatkin aina jonkin verran paikallista vastustusta). Pohjoismaiden yhteenlaskettu sähköntuotanto nousee Nordic Energy Researchin erilaisten skenaarioiden mukaan 455 terawattitunnista vuonna 2020 650-950 terawattituntiin vuoteen 2050 mennessä. Tuulivoiman osuuden arvioidaan vuonna 2050 olevan 40-50 % Pohjoismaiden yhteenlasketusta sähköntuotannosta.

Tuulivoiman lisäämisen ja vihreän vedyn valmistuksen välillä on tulevaisuudessa voimakas synergia. Vety voi luoda sekä "push" että "pull" vaikutuksen uusiutuvan sähköntuotannon lisäämiselle. Vihreän vedyn kasvava tarve lisää uusiutuvan sähkön tuotannon tarvetta.

<sup>7</sup> <https://blog.energybrainpool.com/en/eu-energy-outlook-2050-how-will-europe-evolve-over-the-next-30-years-3/>

Uusiutuvan energian tuotanto on kuitenkin usein riippuvaista säästä (tuulesta ja auringosta), mikä luo tarpeen varastoida ja puskuroida tuotettua energiaa. Tuottamalla vetyä tuuli- ja aurinkovoimaloiden ylituotannosta voidaan tasoittaa niiden sähköntuotannon heilahteluja. Vetyä voidaan sen jälkeen toimittaa käytettäväksi erilaisissa teollisuusprosesseissa tai käyttää myöhemmin sähköntuotantoon uusiutuvan sähkön tarpeen ollessa saatavuutta suurempi.



Kuva 4. Vedyn arvioitu kulutus eri segmenteissä vuosina 2030 ja 2050<sup>8</sup>.

Vetyyn kohdistuvat visiot ja odotukset Euroopan tulevissa energiajärjestelmissä ovat siten erittäin suuret. Pohjoismaisesta näkökulmasta kysymys ei ole vain ilmasto-ongelmien ratkaisemisesta, vaan vety-yhteiskuntaan siirtymisen odotetaan luovan täysin uuden teollisuudenalan, jossa Suomi ja Ruotsi ovat kehityksen kärjessä ja pystyvät saavuttamaan keskeisen aseman tällä uudella energiasektorilla. Tulevaisuuden vety-yhteiskunnan oletetaan myös pystyvän tekemään Ruotsista ja Suomesta lähes omavaraisia uusiutuvan sähköntuotannon suhteen.

Visiot ovat joidenkin skeptikoiden mielestä kuitenkin aivan liian korkealentoisia ja perustuvat sellaisiin teknisiin ratkaisuihin, joita ei ole vielä edes suunnitteilla. Vihreään vetyyn tehdyt investoinnit ovat itse asiassa edelleen marginaaliset verrattuna esimerkiksi uusiutuvaan energiantuotantoon tai liikennesektorin sähköistämiseen tehtyihin investointeihin.

<sup>8</sup> [https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/Hydrogen%20Roadmap%20Europe\\_Report.pdf](https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/Hydrogen%20Roadmap%20Europe_Report.pdf)



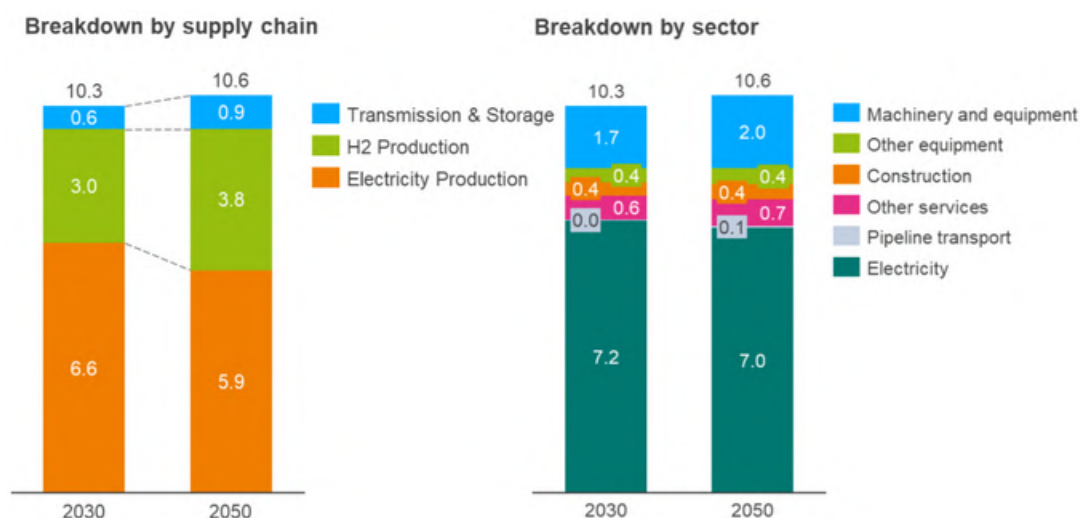
Vuonna 2020 maailmassa investoitiin yhteensä noin 435 miljardia euroa uusiutuvaan energiaan siirtymiseen<sup>9</sup>. Vihreän vedyn tuotantoon, jakeluun ja käyttöön tehdyt suorat investoinnit olivat samana ajanjaksona vain 1,3 miljardia euroa.

Jää nähtäväksi, kuka lopulta on oikeassa vedyn merkityksestä tulevaisuudessa. Toimialalla suunniteltavia valtavia investointeja ajatellen on kuitenkin todennäköistä, että vedyn rooli tulevaisuuden energiajärjestelmissä on merkittävä. Kehitykseen mukaan haluavien yritysten on mietittävä omaa välillistä tai välitöntä rooliaan tässä tulevaisuuden ekosysteemissä

## 4.2 Tuoko EU:n vetypanostus työpaikkoja?

Vetytalouden arvioidaan luovan Euroopan koulutetuille työntekijöille yhteensä noin miljoona työpaikkaa vuoteen 2030 mennessä ja jopa 5,4 miljoonaa vuoteen 2050 mennessä<sup>10</sup>. Näistä miljoonasta työpaikasta noin 500 000 arvioidaan olevan vedyn tuotantoon ja jakeluun tarvittavan laitteiston valmistuksessa sekä vedyn käytössä tarvittavan infrastruktuurin rakentamisessa. Polttoainekennojen, erikoiskomponenttien ja loppukäytön sovellusten valmistamisessa arvioidaan syntyvän noin 350 000 työpaikkaa.

Euroopan komission raportissa ”Hydrogen generation in Europe: Overview of costs and key benefits” on tehty arvioita vetytalouden välittömistä ja välillisistä vaikutuksista uusien työpaikkojen syntyyn. Laskelma perustuu niiden työpaikkojen lukumäärään, joiden arvioidaan syntyvän jokaista vetytalouteen investoitua miljardia euroa kohti.

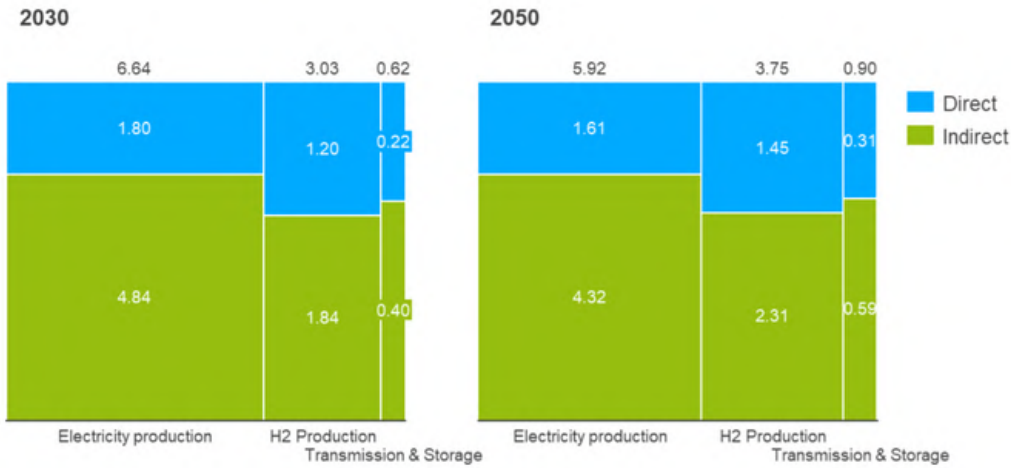


Kuva 5. Arvio siitä, miten monta uutta työpaikkaa (1 000) luodaan vetytalouteen tehtyä miljardin euron suuruisia investointia kohti<sup>11</sup>.

<sup>9</sup> [https://assets.bbhub.io/professional/sites/24/Energy-Transition-Investment-Trends\\_Free-Summary\\_Jan2021.pdf](https://assets.bbhub.io/professional/sites/24/Energy-Transition-Investment-Trends_Free-Summary_Jan2021.pdf)

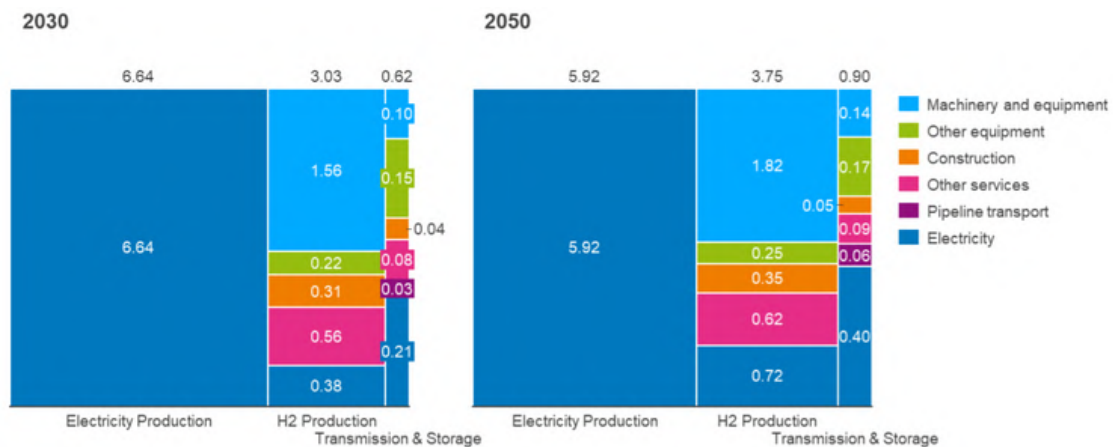
<sup>10</sup> Hydrogen Roadmap Europe. January 2019

<sup>11</sup> European Commission, Hydrogen generation in Europe: Overview of key costs and benefits. July 2020



Kuva 6. Vetytalouteen tehtyjen investointien luoma uusien työpaikkojen arvioitu määrä (1 000) miljardia euroa kohti - jaettu välittömiin ja välillisiin työtilaisuuksiin.

Yllä olevissa kuvissa on huomattavaa se, miten paljon työtilaisuuksia arvioidaan syntyvän välillisesti vetyhankkeisiin tehtävien investointien seurauksena. Tulevaisuuden vetyekosysteemiin voivat osallistua myös ne, jotka eivät valmista tai käytä vetyä. Pääosa vetytalouden mahdollisesti synnyttämistä työpaikoista ei ole suoraan vetyä valmistavissa, kuljettavissa tai käytävissä yrityksissä. Työpaikat ovat sen sijaan esimerkiksi laitteistojen valmistuksessa, infrastruktuurissa, palveluissa, tutkimuksessa ja koulutuksessa, joita kaikkia tarvitaan vetytalouden kasvuedellytysten luomiseen.



Kuva 7. Vetytalouteen tehtyjen investointien luoma uusien työpaikkojen arvioitu määrä (1 000) miljardia euroa kohti - jaettu arvoketjun ja sektorin mukaan.

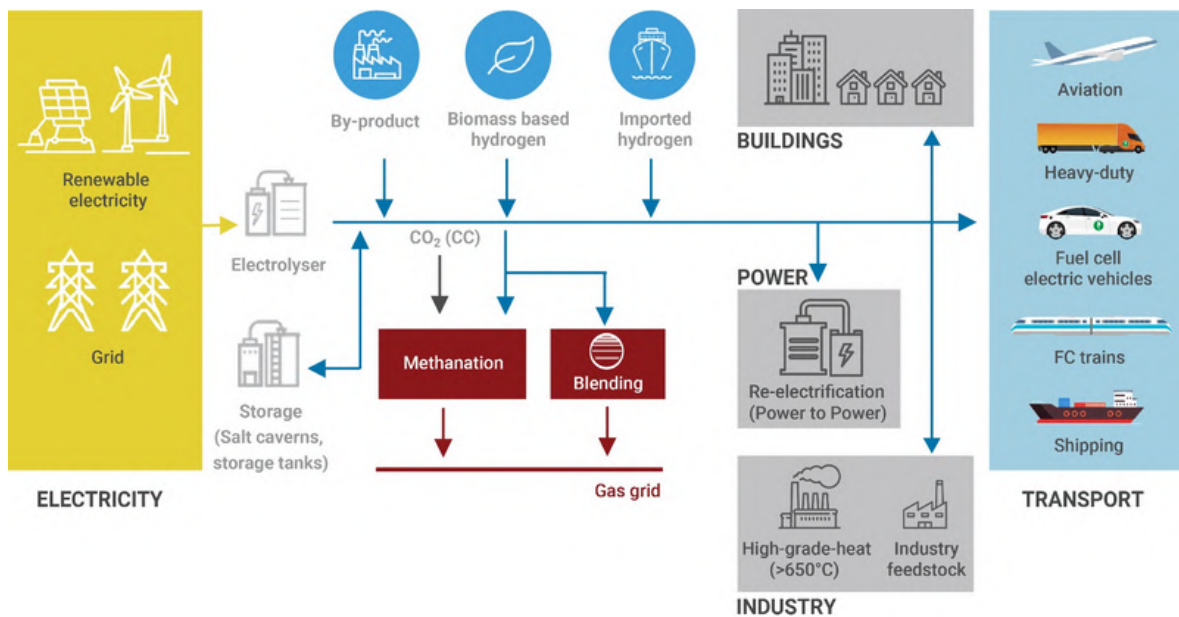
Suurin osa välittömistä ja välillisistä uusista työpaikoista syntyy vihreän sähkön tuotannossa. Myös koneiden ja laitteiden valmistuksen ja huollon arvioidaan tuovan melko paljon uusia, kasvavan vetytalouden tarvitsemia työpaikkoja. Nämä arvoketjun osat eivät siis aina ole riippuvaisia siitä, että yritykset sijaitsevat vedyn tuotannon tai käytön läheisyydessä.



### 4.3 Vetytalouden kehittämisen visiot ja suunnitelmat

Eri energiamuotojen muuntamisessa syntyy aina tehohäviötä, mikä heikentää kokonaishyötysuhdetta. Yleinen näkemys on, että hiilineutraaliin yhteiskuntaan siirtymisessä on aina priorisoitava suoraa sähköistämistä, kun on kysymys fossiilisen polttoaineen korvaamisesta. Sähköistämällä voidaan tarkoittaa sekä suoraa kytkentää sähköverkkoon että akkuvoimaa.

Jos prosessin sähköistäminen ei ole järkevää, se on korvattava muilla päästöttömillä energianlähteillä, joista vedyn uskotaan olevan monissa tapauksissa kilpailukykyinen vaihtoehto. Vedyn ei siis ole tarkoitus kilpailla sähkö- ja akkusektorin kanssa, vaan näiden tulee sen sijaan täydentää toisiaan siten, että jokaiseen käyttökohteeseen valitaan kulloinkin tehokkain tekniikka. Tavoitteena on luoda täysin uusia energiajärjestelmiä, joissa niin kutsutuissa yhdistetyissä energiankäyttösektoreissa (sector coupling) hyödynnetään uusiutuvaa sähköä ja vihreää vetyä optimaalisesti. Näissä energiajärjestelmissä voidaan siten hyödyntää vedyn mahdollisuutta varastoida energiaa samalla, kun energia voidaan tehokkaasti kohdistaa sinne, missä sitä kulloinkin eniten tarvitaan.



Kuva 8. Vedyn yhdistetyt energiankäyttösektorit tulevaisuudessa<sup>12</sup>.

Kuten jo aikaisemmin todettiin, vety ei ole energian lähde vaan sen kantaja. Sähkön tavoin vedyllä tulee olemaan monia eri käyttökohteita ja sitä myös tuotetaan monin eri tavoin. Vedyn valmistamiseen, varastointiin, jakeluun ja käyttöön liittyvissä asioissa tehdään tällä hetkellä runsaasti tutkimus- ja kehitystyötä. Tärkeää on mm. elektrolyysilaitteistojen valmistuskustannusten alentaminen, elektrolyysin tehostaminen, vedyn uusien tuotantomenetelmien kehittäminen sekä vedyn varastoinnin ja kuljetusten tehostaminen.

<sup>12</sup> <https://irena.org/energytransition/Power-Sector-Transformation/Hydrogen-from-Renewable-Power>

EU:ssa kohdistetaan suuria odotuksia vetytalouden mahdollisuuksiin vähentää yhteiskunnan hiilidioksidikuormitusta, ja vedyn uskotaan olevan tärkeässä asemassa monilla eri aloilla tulevaisuudessa. Näihin käyttökohteisiin lukeutuvat mm.:

- Vihreä vety, jolla korvataan prosessiteollisuuden tällä hetkellä käyttämä harmaa vety.
- Vihreä vety, jolla korvataan terästuotannossa käytettävät hiili ja koksi.
- Vihreä vety vaihtoehtona fossiilikaasulle kotitalouksien ja yritysten lämmön- ja energianlähteenä.
- Vihreä vety raskaan liikenteen polttoaineena.
- Vihreä vety ammoniakkin valmistuksessa tai raaka-aineena metaanin tai muiden sähköstä tuotettujen polttoaineiden (synteettisten polttoaineiden) valmistuksessa, jotka voivat korvata fossiiliset polttoaineet sekä henkilöliikenteessä että tavarankuljetuksissa.
- Vihreä vety tuulivoiman tuottaman energian varastoinnissa/puskurina.

#### 4.4 Vetytalouden kehittämiseen vaikuttavia tärkeitä tekijöitä

Kuten aikaisemmin jo todettiin, vetytalouteen kohdistuu suuria suunnitelmia ja visioita, mutta kehitystä jarruttaa vielä muutama pullonkaula. Vetytalouden kehitystä voidaan kuvata nk. ”kana ja muna” -käsitteellä, minkä vuoksi yhdessä segmentissä tapahtuva kehitys tulee ajoittaa muiden segmenttien kanssa, jotta kehityksen vauhdittamiseen tarvittavat synergiat voidaan saavuttaa. Kaikenkokoiset pilotti- ja demonstraatiohankkeet vaikuttavat aluksi merkittävästi vetytalouden kehitykseen, sekä globaalisti että alueellisesti.

Rakenteeltaan mutkikkaan vetytalouden kehittyminen riippuu monista yhdessä toimivista tekijöistä. Kehitys on vahvasti riippuvainen eri energiajärjestelmien välisestä sektorikytkennästä. Tällä tarkoitetaan sitä, että eri energiankuluttajat (lämmitys, teollisuus, liikenne) toimivat ja vaikuttavat yhdessä niin, että erilaisia energiamuotoja (sähköä, vetyä, maakaasua, biokaasua, biopolttoaineita jne.) käytetään koko ajan mahdollisimman tehokkaasti ja että erilaiset sivutuotteet voidaan ottaa talteen ja hyödyntää muissa teollisuusprosesseissa.

Vihreälle vedylle ei tällä hetkellä ole markkinoita. Vihreä vety on edelleen liian kallista kilpaillakseen harmaan vedyn kanssa teollisuudessa, ja vihreään vetyyn tehtävät suuret panostukset eivät vielä ole edenneet niin pitkälle, että siitä olisi ehtinyt tulla kauppatavaraa. Tämä asettaa lisävaatimuksia alkuvaiheen vetyhankkeille, joiden tulee yhteistoiminnan avulla pitää vihreän vedyn saatavuus ja kysyntä tasapainossa.

Siirtyminen vetypainotteiseen energiajärjestelmään ei tapahdu yhdessä yössä, vaan Euroopan komission tavoitteet voidaan saavuttaa vain monta kymmentä vuotta kestävä prosessin avulla. Vetypohjaiseen energiajärjestelmään siirtymiseksi on esitetty monia ideoita ja strategioita. Useimmat asiantuntijat tuntevat kuitenkin olevan yhtä mieltä siitä, että globaalista näkökulmasta on ennen kaikkea keskityttävä korvaamaan teollisuudessa tällä hetkellä käytetty harmaa vety sinisellä tai vihreällä vedyllä. Vasta sen jälkeen voidaan korvata muut fossiiliset energianlähteet tarkoitukseen sopivilla vetyratkaisulla.

Paikallisella ja alueellisella tasolla on luonnollisesti muita tekijöitä ja priorisointeja, jotka kohdistavat siirtymisen painopisteen muille sektoreille. Esimerkkinä ovat fossiilittomaan teräkseen tehdyt suuret panostukset, jotka luultavasti vauhdittavat voimakkaasti vetytalouden kehitystä Pohjois-Ruotsissa ja Suomessa.

Yleisellä tasolla kehitystahtiin vaikuttavat poliittiset päätökset, tutkimuksen ja kehityksen rahoitusmahdollisuudet sekä pilottilaitosten rakentaminen. Nämä ovat luonnollisesti tärkeitä, ja saatavilla on sekä eri maissa että EU:ssa laadittuja selvityksiä ja strategisia raportteja, joissa tarkastellaan siirtymiseen tarvittavia sääntömuutoksia ja rahoitusmahdollisuuksia. Nämä kysymykset ovat kuitenkin liian laaja-alaisia käsiteltäväksi tässä raportissa, joten asiasta kiinnostuneille on tähän liittyviä linkejä liitteessä 1.

#### **4.4.1 Alueen vahvuudet ja heikkoudet**

Suomella ja Ruotsilla on Manner-Eurooppaan verrattuna jonkin verran haittapuolia ja puutteita, jotka uhkaavat jossain määrin jarruttaa vetytalouden kehittymistä.

- Verrattain harvat yritykset käyttävät tällä hetkellä vetyä prosesseissaan. Sen vuoksi meillä on vain vähän kokemusta vedyn käsittelystä, ja alan huippuosaaminen on keskittynyt pienelle joukolle toimijoita. Tämä on luonnollisesti ongelma niille yrityksille, jotka ovat aikeissa panostaa vetytalouteen ja tarvitsevat pätevää ja kokenutta työvoimaa tai ulkopuolisia asiantuntijoita. Lisäksi se on haaste koulutuslaitoksille niiden käynnistäessä uusia vetytalouteen liittyviä kursseja ja koulutuksia. Huippuosaajien puuttuminen voi vaikeuttaa pätevien kouluttajien löytämistä.

- Haasteellista on myös se, että Suomi ja Ruotsi ovat vetytaloudessa melko anonyymejä toimijoita ja jäävät sen vuoksi helposti huomiotta suurien vetystrategioiden laadittaessa.

- Toinen kehitystä jarruttava seikka on se, ettei Suomessa ja Ruotsissa ole juuri lainkaan maakaasun jakeluun ja käyttöön rakennettua infrastruktuuria. Manner-Euroopassa on jo kattavia maakaasuverkkoja, joista osan arvellaan sopivan tulevaisuudessa myös vedyn jakeluun, joko puhtaana vetykaasuna tai muihin kaasuihin sekoitettuna.

- Koska Suomen ja Ruotsin taloudet ovat pieniä, myös mittavien vety- ja tuulivoimahankkeiden rahoittaminen voi olla vaikeaa riittävän vahvojen paikallisten tai kotimaisten rahoittajien puuttuessa.

Tästä huolimatta on kuitenkin myös lukuisia myönteisiä seikkoja, jotka todennäköisesti edistävät vetytalouden kehittymistä alueella.

+ Myönteistä on muun muassa se, että alueella on hyvät mahdollisuudet lisätä tuulivoiman tuotantoa. Sekä Pohjois-Ruotsissa että Suomessa on tällä hetkellä runsaasti uusiin tuulivoimapuistoihin liittyviä projekteja, ja useita hankkeita on lisäksi odottamassa projektin aloittamista.

+ Viime aikoina on lanseerattu useita erittäin mittavia vetyhankkeita, ennen kaikkea Pohjois-Ruotsissa. Ne vauhdittavat varmuudella vetytalouden kehittymistä Pohjanlahden molemmin puolin.

+ Sekä Suomessa että Ruotsissa on laaja-alaista sellu- ja paperiteollisuutta, jossa syntyy suuria määriä sivutuotteita (esim. ligniiniä) sekä biopolttoaineita (hakkuujätettä) ja biogeenistä hiilidioksidia. Näitä voidaan yhdessä vedyn kanssa käyttää erilaisten synteettisten polttoaineiden valmistukseen.

+ Lukuisat lämpövoimalat ja kattavat kaukolämpöverkot tarjoavat hyvät mahdollisuudet rakentaa tehokkaita järjestelmiä elektrolyysissä syntyvän hukkalämmön hyödyntämiseen.

+ Sekä Suomessa että Ruotsissa on tunnetusti joustava ja laadukas koulutusjärjestelmä. Meillä on toisin sanoen hyvät edellytykset paikata vetyalan osaamisessa tällä hetkellä vallitseva aukko, sekä ammatti- että korkeakoulutuksessa.'

+ Suomessa on kattava sähköverkko, jonka arvioidaan suhteellisen kauan riittävän siirtämään myös Länsi- ja Pohjois-Suomen tuulivoimapuistoissa tuotettu suuri määrä uusiutuvaa sähköä. Ruotsissa tilanne ei valitettavasti ole yhtä hyvä, ja siellä on jo nyt kapasiteettipulaa suurten sähkömäärien siirrossa maan pohjoisosista Keski- ja Etelä-Ruotsiin. Tulevaisuuden kattava vetyinfrastruktuuri voi toisaalta auttaa tasoittamaan osan suurimmista kapasiteettihuipuista.

#### **4.4.2 Kehitysprosessin tärkeät rakennuspalikat**

##### **Sektorien väliset synergiat**

Tärkeä tekijä, joka koskee periaatteessa kaikkia vedyn tuotanto- ja käyttömuotoja, on nk. sektorien välisten synergioiden optimointi. Vetytalouden täyden potentiaalin hyödyntämiseksi vedyn tuotanto on integroitava mahdollisimman pitkälle muihin teollisuusprosesseihin, joissa voidaan maksimoida esimerkiksi sähkönsiirron, sivutuotteiden, ylijäämälämmön ja varastointikapasiteetin hyödyntäminen. Tämä ei kuitenkaan välttämättä merkitse sitä, että vedyn tuotanto on aina sijoitettava teollisuuslaitosten yhteyteen, vaan toisinaan voi edellytyksistä riippuen olla parempi sijoittaa se sähköntuotannon läheisyyteen.





iStock.com/Petmal

## Varastointi ja jakelu

Vetytalouden kehittämiseen vaikuttaa suuresti se, miten vedyn varastointi ja jakelu saadaan hoidettua. Kuten jo todettiin, vedyn energiasisältö tilavuusyksikköä kohti on alhainen, minkä ansiosta sen varastointi ja jakelu kaasumaisessa muodossa vaatii runsaasti tilaa. Tällä hetkellä vetyä toimitetaan lähes pelkästään paineistetuissa säiliöissä.

(kaasupulloissa), joita kuljetetaan kuorma-autoilla. Kaasun paineistaminen aiheuttaa jonkin verran tehohäviöitä, mikä yhdessä kaasupullojen käsittely- ja kuljetuskustannusten kanssa tekee toimitusmuodosta huonon vaihtoehdon suurten vetymäärien varastointiin ja jakeluun. Asian tiimoilta tehdään kuitenkin runsaasti tutkimusta ja kehitystä, joten menetelmä saattaa tulevaisuudessa sopia myös suurten vetymäärien käsittelyyn.

Nestemäisenä vety vie vähemmän tilaa, ja monet näkevätkin tässä ratkaisun varastoitavan ja kuljetettavan vetymäärän kasvaessa. Vety muunnetaan kaasusta nesteeksi jäähdyttämällä se  $-253$  °C:seen, mikä on tällä hetkellä kallista ja vaatii runsaasti resursseja. Lisäksi se aiheuttaa paineistamista huomattavasti enemmän tehohäviöitä, mikä vuoksi menetelmä ei vielä ole yleistynyt.

Parhaillaan tutkitaan myös muita vedyn varastointikeinoja, esimerkiksi vedyn sitomista nk. orgaaniseen kantajaan (liquid organic hydrogen carriers - LOHC).

Monet uskovat, että vetytalouden laajamittainen kehitys edellyttää kattavan jakeluputkiston rakentamista. Suomessa ja Ruotsissa on rakennettu vetyputkistoja toistaiseksi vain muutamissa



teollisuusryppäissä, mutta maissa ei ole koko maan kattavaa kaasuverkkoa maakaasua tai vetyä varten. Pitkän tähtäimen visioissa on kaavailtu vetyputkistoa, joka yhdistäisi koko Pohjanlahtea ympäröivän rannikon ja jatkuisi edelleen Manner-Eurooppaan. Näiden visioiden toteutumisesta ei kuitenkaan ole mitään takeita. Todennäköisintä on, että vetytalouden on päästävä alueella kunnolla vauhtiin, ennen kuin kyseisen kokoluokan putkistoa edes voidaan harkita. Keskipitkällä aikavälillä on todennäköisintä, että paikalliset teollisuuslaitokset yhdistyvät ja panostavat yhdessä paikallisiin putkistoihin vedyn paikallisen tuotannon, varastoinnin ja jakelun koordinoimiseksi ja tehostamiseksi.

### **Vetyklusteri**

Monet kannattavat niin kutsuttujen vetyklusterien perustamista (Hydrogen Valleys) vetytalouden kasvun vauhdittamiseksi kansallisesti ja alueellisesti. Vetyklusterissa vedyn valmistus ja käyttö keskitettäisiin aluksi alueille, joilla jo on vetykaasua tällä hetkellä tai tulevaisuudessa käyttäviä teollisuuslaitoksia. Vedyn käsittelyssä tarvittava infrastruktuuri ja osaaminen koottaisiin siten tällaisiin klustereihin.

### **Energiayhtiöt**

Energiayhtiöillä tulee todennäköisesti olemaan tärkeä rooli monissa tulevaisuuden vetyhankkeissa. Sähköntuottajien kiinnostus vetyä kohtaan perustuu pääasiassa siihen, että ne voivat myydä tuottamaansa vihreää energiaa. Niiden rooli voi kattaa kaiken itse sähköntuotannosta vedyntuotantoon, vedyn myyntiin ulkopuolisille ja/tai vedyn omaan käyttöön kalliin säätövoiman sijaan.

### **Sähkönsiirtokapasiteetti**

Myös runkoverkon sähkönsiirtokapasiteetin arvellaan vaikuttavan vetytalouden kehitykseen. Ruotsin, ja pitkällä aikavälillä myös Suomen, runkoverkon kapasiteetti ei asiantuntijoiden mukaan riitä maan pohjoisosissa tuotetun suuren tuulivoimasähkömäärän siirtämiseen maan eteläisempiin osiin, jonne sähkönkulutus on tällä hetkellä suurelta osin keskittynyt.





## 5

# Vetytalouden potentiaali Future Cleantech Solutions - alueella

## 5.1 Alueelle ja sen lähialueille sijoittuvat vetyhankkeet

Viime aikoina käydyin laaja-alaisen vedyn tulevaa merkitystä ja kattavuutta käsittelevän keskustelun perusteella voisi luulla, että vihreää vetyä käytetään jo ahkerasti energianlähteenä eri sektoreilla. Näin ei kuitenkaan ole, vaan Future Cleantech -alueella<sup>13</sup> on toistaiseksi vain vähän vetyhankkeisiin osallistuvia yrityksiä. Sen sijaan on olemassa erikokoisia hankkeita, jotka ovat edenneet suunnittelussa eri vaiheisiin. Jotkut ovat jo toteutusvaiheessa, kun taas toiset ovat vasta vision asteella. Seuraavassa esitellään muutamia esimerkkihankkeita.

### Ruotsi

#### Hybrit

Vaikka laitos ei ole Future Cleantech Solutions -hankkeen toiminta-alueella, SSAB:n, LKAB:n ja Vattenfallin suurta Hybrit-hanketta ei voida ohittaa puhuttaessa Pohjanlanden Ruotsin puoleisista vetyhankkeista. Hybritin tavoitteena on tuottaa fossiilitonta terästä käyttämällä koksia ja kivihiilen sijaan vetyä. Hybrit on yksi harvoista jo käynnistyneistä vetyhankkeista. Toistaiseksi kyse on vain yhdestä (suuresta) pilottilaitoksesta, mutta suunnitteilla on lisätä toimintaa asteittain kohti täyden mittakaavan tuotantoa. Mittavasta hankkeesta tulee toteuduttuaan tärkeä moottori vetytoimialan kehitykselle koko Pohjois-Ruotsin alueella ja myös Pohjois-Suomessa.

#### H2 Green Steel

H2 Green Steel suunnittelee rakentavansa Bodeniin Hybritin kaltaista laitosta, jossa myös aloitetaan fossiilittoman teräksen valmistus vedyn avulla.

<sup>13</sup> Västerbotten ja Örnköldsvik sekä Pohjanmaa ja Keski-Pohjanmaa



### **Liquid Wind och Övik Energi**

Göteborgilainen Liquid Wind -yritys aikoo rakentaa suhteellisen suuren laitoksen Örnköldsvikiin vedyn valmistusta sekä e-metanolin jatkojalostusta varten. Laitos kehitetään yhteistyössä Övik Energin kanssa Örnköldsvikin lämpövoimalaitoksen yhteyteen. Polttoainetta valmistetaan yhdistämällä lämpövoimalaitoksen talteen otettu biogeeninen hiilidioksidi vihreällä sähköllä valmistettuun vetyyn. Valmistuksessa syntyvä e-metanoli on hiilineutraalia ja sopii käytettäväksi alusten polttoaineena fossiilipolttoaineiden tilalla. Hanke on mielenkiintoinen esimerkki siitä, miten eri prosessien sivutuotteita/jätteitä voidaan käyttää optimoidusti: elektrolyysin hukkalämpöä voidaan hyödyntää Övik Energin lämmöntuotannossa, kun taas Liquid Wind voi ottaa talteen ja käyttää lämpövoimalan palamisessa syntyvää biogeenistä hiilidioksidia.

### **Oazer**

Oazer on yksi alueen harvoista yrityksistä, jolla on jo vakiintunutta tuotantoa ja toimintaa vetytoimialalla. Oazer kehittää, asentaa ja myy erikokoisia vetytankkausasemia. Konseptin perustana ovat pienikokoiset asemat, jotka asennetaan ja kuljetetaan konteissa. Joissakin malleissa on integroitu vedyntuotanto. Asemia ei ole vielä myyty kovinkaan montaa, mutta keskustelua käydään useiden hankekumppaneiden kanssa ja toiminnan uskotaan vauhdittuvan lähitulevaisuudessa.

## **Suomi**

### **Hycamite**

Kokkolassa sijaitseva Hycamite on yksi harvoista vetyhankkeen käynnistäneistä FCS-alueen suomalaisyrityksistä. Hycamite rakentaa uuden täysimittaisen pilottilaitoksen Kokkolaan vedyn ja hiilen tuotantoa varten. Laitoksessa käytetään patentoitua menetelmää, jossa biokaasu ja/tai maakaasu pilkotaan lämpökatalyyttisesti. Prosessissa valmistetaan fossiilipolttoaineesta hiilineutraalia polttoainetta ja samalla syntyvää puhdasta hiiltä voidaan käyttää muissa teollisuusprosesseissa. Laitoksen rakennustyöt aloitetaan keväällä 2022.

### **H-Flex-E**

Wärtsilä Finland on yhdessä Vaasan Sähkö- ja EPV Energia -energiayhtiöiden sekä Vaasan kaupungin kanssa käynnistänyt hankkeen, jonka tarkoituksena on tuottaa vihreää vetyä varastoitavaksi ja käytettäväksi sähköntuotannossa. Kyse on täysimittaisesta demohankkeesta, johon osallistuvilla toimijoilla on mahdollisuus testata ja kehittää vedyn valmistuksessa, varastoinnissa ja käytössä tarvittavaa tekniikkaa ja osaamista. Tarkoituksena on tuottaa vetyä sähkön hinnan ollessa alhainen ja samalla hyödyntää vedyn valmistuksessa syntyvää ylijäämälämpöä paikallisessa kaukolämpöverkossa tai varastoida se maan alle rakennettuun suureen lämpövarastoon. Suunnitteilla olevan hankkeen toiminta sijoittuu Vaasaan ja sen arvioidaan käynnistyvän vuonna 2024.

### **WasaGroup**

Kiinteistö- ja rakennusalan yritys WasaGroup suunnittelee Vaasaan energian osalta täysin omavaraista rakennuskompleksia. Uusiin rakennuksiin asennetaan suunnitelmien mukaan aurinkopaneelit, joita käytetään ensisijaisesti maalämpölaitteiston, mutta myös toiminnan muun sähkönkulutuksen energianlähteenä. Lisäksi aiotaan rakentaa pieni elektrolyysilaitos vedyn valmistusta varten. Vedyn valmistuksessa syntyvää ylijäämälämpöä käytetään rakennusten lämmittämiseen. Laitokseen asennettavat polttokennot tuottavat sähköä paikan päällä valmistetusta vedystä silloin, kun aurinkopaneelien tuotanto ei riitä. Elektrolyysilaitos mitoitetaan siten, että vetyä tuotetaan kulutusta enemmän, jolloin ylijäämä voidaan myydä kiinteistön yhteyteen asennetulla siirrettävällä vetytankkausasemalla. Vaasaan sijoittuvan pilottihankkeen tarkoituksena on luoda konsepti, jota voidaan käyttää jatkossa myös muissa vastaavissa rakennuskohteissa.

### **P2X Solutions**

Harjavallassa sijaitseva P2X Solutions on maantieteellisesti FCS- alueen ulkopuolella, mutta koska se on yksi harvoista jo pitkälle edenneistä täysimittaisista vetyhankkeista, se on syytä mainita tässä yhteydessä. Laitokseen asennetaan suuri elektrolyysilaitos vedyn tuotantoa varten. Osa vedystä jalostetaan läheisissä teollisuuslaitoksissa talteen otetun hiilidioksidin kanssa edelleen synteettisiksi polttoaineiksi. Hankkeen rahoitus on juuri varmistunut ja rakennustöiden arvioidaan alkavan keväällä 2022.

## **5.2 Voivatko Euroopan reuna-alueilla toimivat yritykset osallistua globaaliin vetytalouteen?**

Paikallisten toimijoiden mahdollisuus osallistua edellä mainittuihin hankkeisiin vaihtelee hankkeittain. Joidenkin hankkeiden on nimenomaan tarkoitus toimia demonstraatiohankkeina, joissa eri toimijoilla on mahdollisuus testata ja kehittää tekniikkaansa ja palvelujaan. Toiset hankkeet taas perustuvat enemmän liiketaloudelliseen näkökulmaan, eikä niissä luultavasti tarjota paikallisille yrityksille mahdollisuutta osallistua muuten kuin tiukasti liiketaloudellisiin edellytyksiin.

Kuten raportissa jo todettiin, kasvavan vetytalouden välillisten vaikutusten odotetaan olevan huomattavasti suuremmat kuin vedyn valmistuksesta, jakelusta ja käytöstä suoraan aiheutuva kasvu. Koska tulevaisuuden työpaikoista suurimman osan arvioidaan liittyvän mm. laitteistojen valmistukseen, infrastruktuuriin, palveluihin, tutkimukseen ja koulutukseen, yritysten ei tarvitse osallistua vedyn käsittelyyn ollakseen osallisena vetyekosysteemissä.

Seuraavassa on lueteltu muutamia esimerkkejä vetytalouden erikoissektoreista, joilla jo on alueella toimivia yrityksiä tai joilla alueen yrityksillä on paljon potentiaalia luoda uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

### **5.2.1 Sähköistämisen, sähkökomponentit ja ohjausjärjestelmät**

Alueen suuret teknologiayritykset, joilla on sähköistämisen ydinosaaamista, ovat jo osallisina monissa sekä vedyntuotannon että tuulivoiman arvoketjun osissa. Kyse on mm. muuntajista, jäähdytysjärjestelmistä, suojareleista, taajuusmuuttajista, prosessinohjauksesta ja järjestelmäintegraatiosta. Nämä tuotteet ja palvelut ovat jo vakiinnuttaneet asemansa globaaleilla markkinoilla, ja liiketoiminnan kasvuedellytykset ovat hyvät vedyntuotannon sekä tuuli- ja aurinkovoiman kasvun myötä. Joissakin tapauksissa tuotteet joudutaan sovittamaan vetyteollisuuden tarpeisiin, kun taas toiset ovat vakiotuotteita eivätkä siten vaadi mukauttamista.

#### **Alihankkijat**

Merkittävä osa suurten teknologiayritysten raaka-aine- ja komponenttihankinnoista sekä ulkoisten konsulttipalvelujen kilpailuttamisesta tehdään paikallisesti, minkä vuoksi kasvava vetytalous todennäköisesti hyödyttää myös alihankkijoita. Alihankkijoilla on luonnollisesti oltava tarvittavaa osaamista ja laitteistoa teknologiayritysten tarvitsemien uusien tuotteiden ja palvelujen toimittamiseen.

### **5.2.2 Tuulivoiman laajentaminen**

Tuulivoiman laajentaminen Pohjois-Suomessa ja Ruotsissa lisää alueellisten yritysten liiketoimintamahdollisuuksia sekä välittömästi että välillisesti.

#### **Suunnittelu**

Ennen jokaisen tuulivoimahankkeen toteutusta tehdään huolelliset esitutkimukset esimerkiksi hankkeen kannattavuudesta, teknisistä edellytyksistä ja ympäristövaikutuksista. Lisäksi hankkeissa on pidettävä yhteyttä maanomistajiin, paikallisväestöön ja viranomaisiin sekä huolehdittava kaikista tarvittavista luvista, esimerkiksi rakennusluvista. Kaikki tämä edellyttää paikallista läsnäoloa ja hyvää paikallistuntemusta.

#### **Rakentaminen ja logistiikka**

Vaikka alueellamme ei olekaan omaa tuulivoimalatuotantoa, voi tuulivoimapuiston sekä siihen liittyvän tieverkoston ja voimaloiden perustusten rakentaminen luoda koko joukon väliaikaisia liiketoimintamahdollisuuksia paikallisille rakennusyriyksille. Runkojen, konehuoneiden ja siipien kuljettaminen on monimutkainen logistiikkatoimeksianto, jonka paikalliset logistiikkayritykset useimmiten hoitavat.

#### **Kytkeä voimaverkkoon**

Valmiin tuulivoimalaitoksen kytkeminen voimaverkkoon voi myös luoda välillisiä ja välittömiä liiketoimintamahdollisuuksia alueen yrityksille. Kytkenän rakentamisessa tarvitaan voimalinjoihin erikoistuneita yrityksiä sekä kaikkea siihen liittyvää osaamista ja tekniikkaa, esimerkiksi muuntajia. Kuten edellä mainittiin, alueella on useita yrityksiä, jotka valmistavat kyseisissä laitoksissa käytettäviä koneita ja laitteistoja.

## Huolto ja kunnossapito

Valmista laitosta voidaan tiettyssä määrin käyttää etäohjauksella, mutta tuulivoimaloiden huolto ja ylläpito vaativat yleensä tarkoitukseen koulutetun työvoiman läsnäoloa, mikä tarjoaa työpaikkoja tulevaisuudessa. Huolto ja ylläpito voivat sisältää myös lumen aurauksen ja tieverkoston muun kunnossapidon, jotta voimalaitoksiin johtavat tiet ovat kulkukelpoisia ympäri vuoden.

### 5.2.3 Vedyn tuotanto

#### Esitutkimukset ja hankesuunnittelu

Jos ja kun vihreän vedyn suurimittainen tuotanto tulee alueella ajankohtaiseksi, tarvitaan monenlaisia analyyseja ja selvityksiä hankkeiden kannattavuudesta, teknisistä edellytyksistä, ympäristövaikutuksista jne. Tämä edellyttää osaamista mm. maankäytön suunnittelussa, lupamenettelyissä, turvallisuutta koskevissa luvissa ja rahoituksessa. Tarvittavaa osaamista ja asiantuntemusta sekä paikallistuntemusta omaavilla yrityksillä ja asiantuntijoilla on tässä suuria liiketoimintamahdollisuuksia.

Paikalliset yritykset saavat mahdollisuuden huolehtia myös tuotantolaitoksen hankesuunnittelusta tai ehkä toimia myös järjestelmäintegraattorina.





## **Juridinen osaaminen**

Alueella käynnistetyissä suhteellisen harvoissa vetyhankkeissa on tullut ilmi, että sekä viranomaisilla että yrityksillä on puutteelliset tiedot voimassa olevasta lainsäädännöstä ja määräyksistä sekä niiden tulkinnasta. Tämän seikan korjaamiseksi tarvitaan kattavaa henkilöstökoulutusta. Lisäksi tarvitaan ulkopuolisia konsultteja, jotka voivat tarjota asiantuntemusta ja tukea sekä yrityksille että viranomaisille.

## **Vedyn varastointi ja jakelu**

Kuten jo mainittiin, vety on erittäin helposti haihtuvaa kaasua, mikä asettaa erittäin tiukat vaatimukset varastointi- ja jakelulaitteistolle. Yrityksillä, joilla on osaamista ja laitteistoa tällaisten säiliöiden, putkien, venttiilien ym. valmistamiseen, on tulevaisuudessa todennäköisesti suurta kysyntää paitsi paikallisesti myös globaalisti. Alueella on jo nyt vedyn varastointilaitteistoja valmistavia yrityksiä. Lisäksi alueella on useita yrityksiä, jotka valmistavat muiden kaasujen varastointi- ja jakelulaitteistoja. Näillä yrityksillä lienee hyvät edellytykset kehittää edelleen omaa tuotesalkkuaan, jotta ne jatkossa voivat valmistaa myös vedyn varastoinnille ja jakelulle asetetut vaatimukset täyttäviä laitteistoja.

## **Turvallisuus**

Helposti haihtuvan ja syttyvän vedyn valmistukselle ja käsittelylle asetetaan erittäin tiukat turvallisuusvaatimukset. Vetytalouden kasvaessa kasvaa myös sellaisten yritysten kysyntä, joilla on riittävästi osaamista ja laitteistoa turvallisuusvaatimusten täyttämiseksi. Kyseisen toimialan yrityksillä saattaa tulevaisuudessa olla tässä hyviä liiketoimintamahdollisuuksia. Toinen turvallisuuteen liittyvä markkinarako ovat ne vaatimukset, jotka asetetaan vedyn käsittelyssä käytettyjen tilojen valaistukselle. Alueella on jo kansainvälisten standardien vaatimukset (ATEX) täyttäviä valaisimia valmistavia yrityksiä.

## **Ohjausjärjestelmät, mittauslaitteistot jne.**

Kaikenkokoisissa tuulivoimapuistoissa ja vedyn tuotantolaitoksissa tarvitaan kehittyneitä ohjausjärjestelmiä ja muita IT-laitteita. Eri energiamuotojen integrointi tekee järjestelmistä monimutkaisempia, mikä puolestaan asettaa entistä suuremmat vaatimukset mittauslaitteistoille ja ohjausjärjestelmille. Alueella on useita yrityksiä, jotka suunnittelevat ja kehittävät nykyisissä laitoksissa jo tällä hetkellä käytettävien järjestelmien kaltaisia ratkaisuja.

Tämän tyyppiset tuotteet ja palvelut eivät ole sidoksissa maantieteelliseen sijaintiin, ja toimialan yrityksillä lienee sen vuoksi suuret kasvumahdollisuudet globaaleilla markkinoilla vety- ja tuulivoima-alojen kasvaessa.

## **Vetylaitosten asennus- ja huoltotyöt**

Vedyn valmistuksessa ja varastoinnissa käytettävien laitteistojen ja koneiden asennuksessa tarvitaan koulutettua työvoimaa, jolla on työhön muodollinen pätevyys. Heistä on tällä hetkellä pulaa koko alueella. Vetyyn liittyvien asennus- ja huoltotöiden tekemiseen valtuutettujen työntekijöiden tarpeen uskotaan moninkertaistuvan alueella paikallisten vetyhankkeiden määrän kasvaessa.

## **Koulutus**

Kuten edeltä käy ilmi, osaamisessa ja muodollisessa pätevydessä on alueella suuria puutteita monella eri tasolla. Muun muassa asentajille, asiantuntijoille ja viranomaisten edustajille räätälöityvien koulutusten ja kurssien tarve kasvaa. Luulajassa on jo käynnistetty kattava koulutus- ja tutkimusohjelma vetytoimialan eri segmenteissä. Siihen sisältyy mm. Luulajan teknisen yliopiston vastajulkaistu 10-vuotinen ohjelma, jossa koulutetaan 500 diplomi-insinööriä vetyalan huippuosajiksi.

Lisäksi tarvitaan paikallisia ja alueellisia koulutuspanostuksia kasvavan vetytalouden mukanaan tuomien tarpeiden ja vaatimusten täyttämiseksi. Merenkurkun molemmin puolin sijaitsevien koulutuslaitosten on varmasti syytä tarkastella yhteistyömahdollisuuksia maiden välisten yhteisten koulutusohjelmien perustamiseksi.

### **5.2.4 Biokaasun tuottajat**

Alueella toimivat biokaasun tuottajat ja jakelijat ovat niitä harvoja toimijoita, joilla on jo kokemusta kaasumuotoisen energian käsittelystä. Näiden yritysten osaaminen on varmasti arvossaan vetytalouden vauhdittuessa, jolloin kaasun tuotannosta, jakelusta ja käytöstä kokemusta hankkineista yrityksistä ja asiantuntijoista on pulaa.

Biokaasun tuottajat voivat jatkossa olla kiinnostuneita myös synteettisten polttoaineiden (nk. e-polttoaineiden) valmistamisesta vedyn ja talteen otetun hiilidioksidin (CCU) avulla.

Jatkossa voidaan mahdollisesti myös pilkkoa maakaasua (ja biokaasua) vedyksi ja biohiileksi, jolloin syntyy hiilidioksidia sisältämätöntä polttoainetta sekä biohiiltä (jota tarvitaan useissa teollisuusprosesseissa).

### **5.2.5 Rahoitus**

Vetytaloudessa tarvittavat suuret panostukset vaativat toteutuakseen luonnollisesti paljon pääomaa. Investointien tukemiseksi on jo käynnistetty useita rahoitusohjelmia sekä EU:ssa että kansallisella tasolla. Ohjelmien hakuprosessit ovat kuitenkin usein melko byrokraattisia, ja toimijat joutuvat usein käyttämään apunaan kokeneita ulkopuolisia asiantuntijoita. Tällaista apua tarjoavilla konsulteilla ja asiantuntijoilla on mahdollisuuksia tarjota palvelujaan yrityksille ja organisaatioille. Vihreään siirtymään tehdyt suuret panostukset tarjoavat myös paikallisille sijoittajille kiinnostavia mahdollisuuksia rahoittaa sekä paikallisia yrittäjiä että ympäristöä hyödyttäviä alueellisia hankkeita.

### 5.3 Alueellisten yritysten ajatuksia vetytalouden kehityksestä

Osana tätä selvitystä tehtiin kysely Pohjanmaalla toimivien paikallisten yritysten sekä myös muutamien muualla Suomessa toimivien yritysten keskuudessa. Lisäksi haastateltiin noin 30 yritystä Merenkurkun molemmin puolin niiden roolista nykyisessä vetytaloudessa sekä siitä, millaisena ne näkevät kehityksen tulevaisuudessa. Kyselyn vastausprosentti oli noin 15 %. Lähes kaikki kyselyyn vastanneet ja haastatteluihin osallistuneet yritysten edustajat uskoivat, että vedyllä on tärkeä rooli tulevaisuuden energiajärjestelmissä.

Kyselyyn ja haastatteluihin osallistuneet yritykset voidaan periaatteessa jakaa kolmeen eri ryhmään sen perusteella, mitä ne ajattelivat vetytalouden kehityksestä ja sen merkityksestä yrityksen toiminnalle. Optimistit – Realistit – Skeptikot.

#### **Optimistit**

Optimistien joukossa on useita vetyarvoketjussa, ja ennen kaikkea segmentissä ”Sähköistäminen, sähkökomponentit ja ohjausjärjestelmät”, jo mukana olevia suuria teknologiayrityksiä. Ne ovat hyvin perillä markkinoiden tapahtumista ja tarjoavat tuotteita, joita jo käytetään esimerkiksi elektrolyysissä ja tuulivoimapuistoissa. Optimismista huolimatta yritykset suhtautuvat tulevaisuuden kehitykseen melko pragmaattisesti. Monet näiden yritysten edustajista arvioivat, että vetytalouteen liittyy juuri nyt paljon ”hypeä”, mutta ennen pitkää tilanne vakiintuu ja kehitystahti rauhoittuu. He ovat kuitenkin vakuuttuneita siitä, että vetytalous on vahvasti tulossa ja että kehityksessä on syytä olla mukana heti alusta lähtien, jos ei halua jäädä junasta. Optimisteja ovat myös useimmat niistä yrityksistä, joissa parhaillaan suunnitellaan ja käynnistellään erilaisia vetyyn liittyviä pilottihankkeita.

#### **Realistit**

Useimmat kyselyyn vastanneista ja haastatteluihin osallistuneista yrityksistä kuuluvat tähän ryhmään. Yritysten edustajat arvioivat yritystensä olevan tavalla tai toisella osallisena vetytalouden arvoketjuissa seuraavien 10 vuoden aikana, ja he arvelevat tämän vaikuttavan myönteisesti yrityksen toimintaan. He uskovat kuitenkin useimpien ennusteiden olevan liian optimistisia, koska elektrolyysin ja vedyn varastoinnin tekniseen kehitykseen liittyy edelleen liian monta epävarmuustekijää. Vaikka vedyn kehitykseen suhtaudutaankin verrattain pragmaattisesti, sen arvioidaan olevan tärkeä osa tulevaisuuden energiajärjestelmiä. Useimmat tämän ryhmän yritykset painottavat paikallisten pilottihankkeiden merkitystä, koska näissä toimijat voivat oppia ja kehittää tuotteitaan ja palvelujaan.

#### **Skeptikot**

85 % yrityksistä jätti vastaamatta kyselyyn, emmekä voi varmuudella sanoa, mitä mieltä he ovat. Voimme luultavasti kuitenkin olettaa, että suuri osa on jättänyt vastaamatta, koska he eivät pitäneet kysymystä riittävän tärkeänä tai koska he eivät ole uskoneet vetytalouden vaikuttavan omaan toimintaansa tulevaisuudessa.





### **5.3.1 Suurimmat haasteet**

Kyselyn ja haastattelujen avulla on haluttu tunnistaa ne asiat, jotka yritysten mielestä ovat niiden omalla toiminta-alueella vetytalouden kehittämisen suurimmat haasteet ja esteet.

#### **Lait, säännöt ja lupaprosessit**

Monimutkaiset säännöt, epäselvät laillisuusvaatimukset ja epäjohdonmukaiset viranomaispäätökset ovat esimerkkejä kokonaisvaltaisista haasteista, jotka yritysten mielestä on ratkaistava mahdollisimman pian. Monista on turhauttavaa, ettei viranomaisten edustajilla ole riittävästi perustietoutta vedystä ja siihen sovellettavista säännöistä. Tämä hidastaa luvanhakuprosessia, ja tarvittavat luvat jäävät pahimmassa tapauksessa myöntämättä viranomaisten puutteellisen osaamisen takia.

#### **Talous**

Vallalla olevan melko yleisen käsityksen mukaan vihreän vedyn valmistuskustannukset ovat edelleen niin korkeat muihin energiamuotoihin verrattuna, ettei vetyyn panostaminen ole vielä taloudellisesti puolusteltavaa. Kehityksen vauhdittamiseksi tehohäviöitä on pystyttävä vähentämään ja elektrolyysilaitteistojen hinnan on laskettava.

#### **Rahoitus**

Pilotti- ja demonstraatiohankkeet ovat kalliita ja taloudellisesti riskialttiita, joten niiden toteuttamiseksi tarvitaan valtion tukea. Monet pitävät tarjolla olevien tukimahdollisuuksien selvittämistä vaikeana ja hakuprosesseja monimutkaisina ja byrokraattisina.

#### **Osaaminen ja pätevyys**

Monet yritykset mainitsevat puutteena myös oman heikon osaamisensa vetytaloudessa sekä vaikeudet löytää pätevää työvoimaa ja ulkopuolisia asiantuntijoita.



## 6 Mitä on tehtävä, jotta alueen pk-yritykset pääsevät osalliseksi globaalista vetytaloudesta?

**Vaikka suuren vetyboomin odotetaankin tulevan vasta monen vuoden kuluttua, kehitykseen mukaan aikovien yritysten, organisaatioiden ja koulutuslaitosten on toimittava jo nyt. Vetytalouden kehittymistä sivusta seuraavat saattavat jäädä muista jälkeen ja joutua myöhemmin vaikeuksiin yrittäessään pitää puoliaan kilpailussa. Tässä luvussa on lueteltu joukko aktiviteetteja ja toimia, joiden arvellaan vaikuttavan ratkaisevasti siihen, miten alueen yritykset pärjäävät vetytoimialan kansainvälisessä kilpailussa.**

### 6.1 Verkostot

Rakenteeltaan mutkikkaan vetytalouden kehittyminen riippuu eri energijärjestelmien onnistuneesta yhteen liittämisestä. Tämä koskee sekä yksittäisiä pilottihankkeita että alueellisella ja kansallisella tasolla tapahtuvaa kehitystä. Yksikään toimija ei ole riittävän vahva viedäkseen kehitystä eteenpäin omin avuin, vaan kaikkien toimijoiden on onnistuakseen oltava valmiita tekemään yhteistyötä ja jakamaan tietoa ja osaamista. Sen vuoksi tarvitaan verkostoja, joissa yritykset ja muut toimijat voivat toimia yhdessä, huolehtia edunvalvonnasta sekä jakaa tietoa ja osaamista.

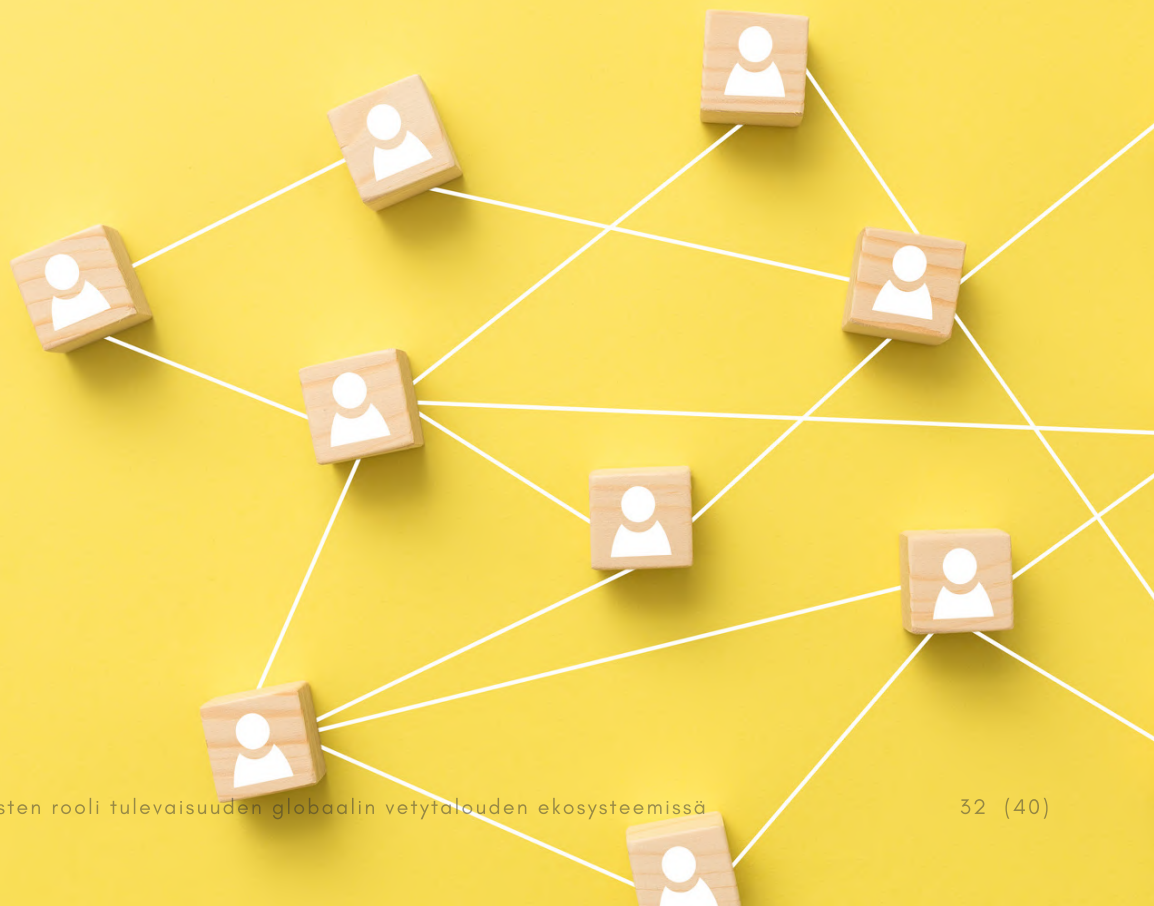
Suuret toimijat Euroopassa ja maailmalla ovat jo muodostaneet vahvoja edunvalvontaverkostoja, kuten "Hydrogen Europe" ja "Clean Hydrogen Partnership". Kansainvälisen pelikentän kehitykseen mukaan mielivien toimijoiden tulisi hakeutua näihin verkostoihin.

Paikallisen ja alueellisen kehityksen edistämiseksi tarvitaan myös vahvoja alueellisia verkostoja edunvalvontaa ja aktiviteettien koordinoitua varten. Tarvitaan tiedottamista sekä maiden välistä yhteistyötä ja lobbausta, jotta voidaan vaikuttaa poliittisiin päätöksiin, pilottihankkeiden rahoitukseen, luvanhakuprosesseihin, säädöksiin, verotukseen jne.

Sekä Suomessa että Ruotsissa on jo perustettu kansallisia vetyverkostoja ja toimialajärjestöjä, jotka edistävät eri tavoin vetytoimialan kehitystä. Ruotsissa toimivat mm. koko maan kattavat Energigas Sverige, Vätgas Sverige ja Swedish Hydrogen Development Center (SHDC). Suomessa toimii Hydrogen Cluster Finland sekä Kansallinen vetyverkosto. Molempien toimialue kattaa koko maan, mutta hieman erilaisin painopistealuein.

BotH<sub>2</sub>nia on uusi suomalais-ruotsalainen verkosto, jonka tavoitteena on luoda maille yhteinen kattobrändi sekä yhteistyöalusta Pohjanlahden ympäristössä toimiville vetyyn liittyville hankkeille. BotH<sub>2</sub>nia ottaa mielellään joukkoonsa uusia jäseniä Pohjanlahden molemmin puolin.

Pohjanmaan maakunnan alueella toimii paikallinen vetyverkosto nimeltä H2 Ecosystem Roadmap for Ostrobothnia. Verkoston tavoitteena on mm. luoda tietopankki paikallista vetytaloutta varten, tukea uusien liiketoimintamahdollisuuksien kehitystä, kytkeä elinkeinoelämä yliopistoihin ja korkeakouluihin sekä järjestää seminaareja ja tapahtumia. Verkosto tarjoaa alueellisille toimijoille mahdollisuuden löytää toisensa ja tunnistaa uusia yhteistyömahdollisuuksia alueelle sopivien vetypilottihankkeiden luomiseksi. Lisäksi halutaan luoda informaatioalusta, jonka kautta sidosryhmät saavat tietoa markkinoiden tapahtumista sekä meneillään olevista hankkeista, kilpailutuksista, messuista, koulutuksista jne.



## 6.2 Paikalliset pilottihankkeet

Useimmat tähän selvitykseen haastatellut yritykset painottavat paikallisten pilottihankkeiden merkitystä, koska näissä toimijat voivat oppia kehittämään tuotteitaan ja palvelujaan. Eri toimialojen pk-yrityksille suunnatuilla paikallisilla ja alueellisilla hankkeilla on siten sekä kysyntää että tarvetta. Hankkeiden tulee toimia suuren mittakaavan koelaboratoriona, joissa yritykset saavat mahdollisuuden testata ja kehittää tekniikoitaan ja palvelujaan sekä hankkia kokemusta ja referenssejä pystyäkseen kilpailemaan sekä paikallisilla että globaaleilla markkinoilla. Monet haastatelluista painottavat kuitenkin sitä, että hankkeiden tulee olla liiketoimintavetoisia, koska muuten saatetaan luoda hankkeita, joilla ei ole todellisuuspohjaa ja joiden taloudelliset edellytykset ovat epärealistisia.

Näillä demohankkeilla on erittäin tärkeä rooli tekniikka- ja prosessiosaamisen kehittämisessä ja kustannuskehityksessä. Lisäksi ne auttavat lisäämään mm. alueen yrittäjien, päätöksentekijöiden ja median vetyyn liittyvää tietoisuutta. Pilottihankkeiden avulla voidaan muun muassa vähentää vedyn turvallisuusriskien aiheuttamaa huolta sekä kiinnittää suuren yleisön huomio kasvavan vetytalouden tuomiin mahdollisuuksiin.

Uusia pilottihankkeita käynnistettäessä on tärkeää koordinoida ne siten, etteivät ne samanaikaisesti kilpaile keskenään, vaan luovat toisilleen synergioita. Lisäksi on tärkeää huolehtia siitä, että hankkeet hajautuvat mahdollisimman laajalle, sekä maantieteellisesti mutta ennen kaikkea toiminnaltaan, jotta niiden piiriin saadaan mahdollisimman monenlaisia toimintoja ja arvoketjun osia. Edellisessä luvussa mainitut paikalliset verkostot saavat tässä oletettavasti tärkeän roolin tulevaisuudessa.

Tätä raporttia laadittaessa on saatu jonkin verran ehdotuksia paikallisista pilottihankkeista, joiden kehittäminen voisi olla kiinnostavaa ja oleellista. Seuraavassa luetellaan näistä ehdotuksista muutamia sekä joitakin raportin kirjoittajan omia ideoita.

### **Autojen testauslaitokset Ruotsin sisämaassa**

Pohjois-Ruotsissa on useita vakiintuneita autojen testauslaitoksia, joiden asiakkaina on autojen ja renkaiden valmistajia eri puolilta maailmaa. Kun vetyä aletaan käyttää autojen ja kuorma-autojen polttoaineena, autontestauspaikkakunnille syntyy tarve huolehtia vihreän vedyn saatavuudesta. Tämä luo mahdollisuuden rakentaa vihreän vedyn paikallista tuotantokapasiteettia pienessä (tai suuressa) mittakaavassa vetytankkausasemien yhteyteen.

### **Inlandsbanan**

Inlandsbanan Ab on laatinut kiinnostavan strategian, jonka mukaan liikenteen päästöjä voitaisiin vähentää siirtymällä vetyä polttoaineena käytäviin juniin. Samalla kehitettäisiin täysin uudenlainen logistiikkakonsepti, jossa vihreä vety tuotetaan sisämaassa sijaitsevien tuulivoimapuistojen yhteydessä ja kuljetetaan sisämaan rataa pitkin Norrlandissa toimiville vedyn suurkuluttajille.

## **Närpiön seudun kasvihuoneitoimiala**

Närpiön seudulla on runsaasti kasvihuoneviljelijöitä, jotka ovat sekä sähkön että lämmön suurkuluttajia. Sähköä tarvitaan pimeinä vuodenaikoina taimien valaisemiseen ja lämpöä kylminä vuodenaikoina sekä kasvihuoneiden että kasteluveden lämmittämiseen. Närpiöön ja sen lähiympäristöön suunnitellaan tällä hetkellä useita suuria tuulivoimapuistoja, jotka tuottavat runsaasti sähköä (epätasaisena virtana). Asentamalla kasvihuoneiden yhteyteen pienikokoisia elektrolyysilaitteistoja kasvihuoneviljelijät voisivat hyödyntää elektrolyysissä syntyvän ylijäämälämmön kasvihuoneiden ja veden lämmittämiseen. Vetyä voidaan varastoida ja siitä voidaan tuottaa polttokennojen avulla omaa sähköä tyyneellä säällä tai kun sähkön hinta on liian korkea.

## **Metsäteollisuus**

Elektrolyysissä syntyvälle suurelle happimäärälle on ollut aika vaikeaa löytää markkinoita. Metsäteollisuus käyttää melkoisia määriä paikallisesti tuotettua happea massatehtaiden valkaisuolosuhteissa. Tässä voitaisiin saavuttaa kiinnostavia synergioita, jos valkaisuolosuhteissa voitaisiin hyödyntää vedyn valmistuksen sivutuotteena syntyvää lämpöä ja happea.

## **Biokaasu**

Paikallinen pilottihanke, jossa tuotettaisiin e-polttoainetta vihreästä vedystä ja talteen otetusta hiilidioksidista (CCU), antaisi alueella toimiville alan yrityksille mahdollisuuden testata ja kehittää tekniikkaa mahdollisia tulevaisuuden suurpanostuksia varten.

## **Lämpövoimalat**

Elektrolyysiprosessissa syntyvää hukkalämpöä voitaisiin hyödyntää kaukolämpöverkkoon kytketyn lämpövoimalan yhteyteen rakennettavassa elektrolyysilaitoksessa. Tällaisessa pilottihankeessa luotua konseptia voitaisiin tulevaisuudessa soveltaa myös muihin alueen lämpövoimaloihin.

## **Puutavaraterminaalit ja -kuljetukset**

Västerbottenin sisäosissa on useita suuria rautatietermiinaaleja, joissa lastataan suuria puutavaramääriä kuljetettavaksi edelleen rautateitse rannikolla sijaitseviin teollisuuslaitoksiin. Puutavaraa metsästä terminaaleihin kuljettavat kuorma-autot ja terminaaleissa käytetyt suuret lastauskoneet kuluttavat päivittäin paljon dieselpolttonestettä. Parhailaan keskustellaan dieselkäyttöisten ajoneuvojen ja koneiden korvaamisesta vetykäyttöisillä. Tämä edellyttäisi useampien vetytankkausasemien rakentamista sekä uusien koneiden ja kuorma-autojen hankintaa.

## **Meriteollisuus**

Merisektoria edustavien yritysten edustajat ovat haastatteluissa esittäneet toiveen paikallisista hankkeista, joissa voitaisiin kehittää ja testata aluksissa käytettäviä vetyratkaisuja. On ehdotettu mm. jonkin Merenkurkun molemmin puolin liikennöivän lossin muuntamista vedyllä toimivaksi.



## 6.3 Yhteenveto

Mitä vetytalouden tulevaisuuteen uskovien yritysten sitten tulisi tehdä pysyäkseen kehityksessä mukana?

Kuten jo aikaisemmin todettiin, vedyn arvoketju koostuu monista osista (laitteistot, ohjelmistot ja tietotaito), jotka ovat enemmän tai vähemmän riippuvaisia maantieteellisestä sijainnista. Vetytalouteen osallistumisen ei siis tarvitse merkitä sitä, että yritys tuottaa tai käyttää vetyä, vaan arvoketjussa on pk-yrityksille monia muitakin markkinarakoja.

Alueella on tällä hetkellä lukuisia eri toimialojen pk-yrityksiä, jotka myyvät laadukkaita tuotteitaan ja palveluitaan globaaleilla markkinoilla. Siten myös innovatiivisilla ja kehittymishakuisilla yrityksillä lienee hyvät mahdollisuudet kehittyä menestyksekkäiksi toimijoiksi vedyn globaalissa ekosysteemissä.

### **Verkostoituminen**

Tulevaisuuden vetytalouden ekosysteemin osaksi aikovien yritysten on syytä osallistua jo perustettujen vetyverkostojen toimintaan. Verkostoissa on helpompi luoda kontakteja ja pysyä perillä markkinoiden tapahtumista sekä meneillään olevista hankkeista, kilpailutuksista, messuista ja koulutuksista. Verkostoissa voidaan myös jakaa tietoa siitä, mistä jäsenet saavat tarvitessaan asiantuntija-apua. Vahvoissa toimialaverkostoissa voidaan myös harjoittaa aktiivista edunvalvontaa ja lobbausta kehityksen suunnan varmistamiseksi.

### **Alan tapahtumien seuraaminen**

Kuten kaikessa liiketoiminnan kehittämisessä myös tässä yritysten on seurattava aktiivisesti toimialan tapahtumia esimerkiksi osallistumalla seminaareihin ja työpajoihin. Lisäksi on tärkeää tiedottaa toiminnasta ja sen tarkoitusperistä jo aikaisessa vaiheessa, jotta arvoketjun muut yritykset saavat tietää lähialueella olevista tuotteista ja palveluista.

### **Onko tuotteita ja/tai palveluja syytä kehittää?**

Yritysten on myös käytävä läpi oma tuotesalkkunsu ja varmistettava, että tuotteet ja palvelut täyttävät markkinoiden asettamat odotukset ja vaatimukset. On ehkä tarpeen kehittää aivan uusia, vetymarkkinoiden tarpeisiin räätälöityjä tuotteita ja palveluita. Lisäksi on varmistettava, että tuotteet ja palvelut vastaavat kaikkia asianomaisia lakipykäliä ja määräyksiä.

### **Osaamisen varmistaminen**

Henkilöstö- ja osaamisasioissa on toimittava ennakoivasti ja varmistettava, että yrityksellä on saatavilla riittävän päteviä työntekijöitä sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä. Yritysten toiminnasta riippuen kyse voi olla sekä huippuosajista että muodollisen pätevyyden hankkineista työntekijöistä.

### **Pilottihankkeisiin osallistuminen**

Kuten jo aikaisemmin todettiin, vetytalouden kehitys alkaa ennen kaikkea erikokoisista pilotti- ja demonstraatiohankkeista. Alueella toimiville pk-yrityksille nämä hankkeet tarjoavat tärkeän mahdollisuuden testata ja kehittää yritysten tuotteita ja palveluita. Yritysten on sen vuoksi aktiivisesti seurattava alan kehitystä ja varmistettava paikkansa pilottihankkeissa.

### **Yhteistyötä - ei kilpailua**

Aivan erityisen tärkeää on olla valmis tekemään yhteistyötä alan muiden toimijoiden kanssa. Vetytalous on monitahoinen ja hankkeissa menestyminen edellyttää monien tekijöiden yhteisvaikutusta. Yksikään toimija ei ole riittävän vahva viedäkseen kehitystä eteenpäin omin avuin, vaan uudet innovaatiot ja menestyksekkäät hankkeet edellyttävät arvoketjujen ja eri toimialojen/sektoreiden välistä yhteistyötä.





# Liite 1: Linkkejä verkostoihin, raportteihin ja muille kiinnostaville verkkosivulle

## Verkostot


### BotH2nia

Suomalais-ruotsalainen verkosto, jonka tavoitteena on luoda maidenvälinen katto-brändi ja yhteistyöalusta Pohjanlahden ympäristössä toimiville vetyyn liittyville hankkeille.

 <https://clinnovation.fi/project/both2nia/>

### H2 Cluster Finland

Suomalainen vetyverkosto yrityksille ja toimialajärjestöille. Jäsenet ovat kaikenlaisia yrityksiä kansainvälisistä teollisuusyrityksistä startup-yrityksiin.

 <https://h2cluster.fi/>


### Swedish Hydrogen Development Center

Ruotsalainen yhtymä/kohtaamispaikka elektrolyysin ja vetysovellusten kehitysyhteistyölle.

 <https://shdc.se/sv/start/>


### Vätgas Sverige


Ruotsalainen yhdistys, joka työskentelee varsinkin autoalan vedynkäytön kehittämiseksi.

 <https://vatgas.se/>

### EU Clean Hydrogen Partnership

Virallinen EU-verkosto, joka koordinoi ja tukee yksityistä ja valtion harjoittamaa tutkimus- ja kehitystyötä sekä vetyalan investointeja Aikaisemmin "The Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU)".

 [https://www.clean-hydrogen.europa.eu/index\\_en](https://www.clean-hydrogen.europa.eu/index_en)

 <https://www.fch.europa.eu/>


### Kansallinen vetyverkosto

Suomalainen julkisten toimijoiden, kehitysyhtiöiden ja korkeakoulujen vetyverkosto.

 <https://raahenseudunkehitys.fi/index.php/kansallinen-vetyverkosto>

### H2 Ecosystem Roadmap for Ostrobothnia

Alueellinen vetyverkosto Pohjanmaan maakunnan yrityksille ja organisaatioille.

 <https://www.h2ecosystem.org/>

### Energigas Sverige

Ruotsalainen toimialajärjestö biokaasun, ajoneuvokaasun, nestekaasun, maakaasun ja vedyn toimijoille.

 <https://www.energigas.se/>


### Hydrogen Europe

Eurooppalaisten vetytoimialan yritysten jäsenverkosto.

 <https://hydrogeneurope.eu/>

### Hydrogen Valley platform


Kaikista vetyklustereista tietoa kokoava globaali alusta.

 <https://www.h2v.eu/>

# Julkiset strategiat


## Euroopan komissio

EU:n vetystrategia.

 [https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-system-integration/hydrogen\\_en](https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-system-integration/hydrogen_en)


## Business Finland

National hydrogen roadmap for Finland.

 [https://www.businessfinland.fi/4abb35/globalassets/finnish-customers/02-build-your-network/bioeconomy-cleantech/alykas-energia/bf\\_national\\_hydrogen\\_roadmap\\_2020.pdf](https://www.businessfinland.fi/4abb35/globalassets/finnish-customers/02-build-your-network/bioeconomy-cleantech/alykas-energia/bf_national_hydrogen_roadmap_2020.pdf)


## Svenska Energimyndigheten

Ehdotus Ruotsin kansalliseksi strategiaksi vedyn, elektropolttoaineiden ja ammoniakkin kehittämiseksi.

 <https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2021/forslag-till-nationell-strategi-for-fossilfri-vatgas/>

## German government


Englanninkielinen yhteenveto Saksan ilmasto- ja energiasuunnitelmasta 2021.

 <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/future-german-governments-key-climate-and-energy-plans-2021-coalition-treaty>

# Position papers


## Hydrogen Cluster Finland statement on EU policies on hydrogen

Hydrogen Cluster Finlandin yhteenveto poliittisista päätöksistä ja toimenpiteistä, jotka olisi syytä toteuttaa.

 <https://h2cluster.fi/wp-content/uploads/2021/10/H2Cluster-Finland-Position-Paper-on-Fit-for-55-and-EU-policies-10-2021.pdf>


## Fossilfritt Sverige. Fossiilittoman kilpailukyvyyn strategia - vety

Yhteenveto vetytalouden mahdollisuuksista ja haasteista Ruotsissa. Maantieteellinen ja toimialakohtainen katsaus.

 <https://fossilfritt Sverige.se/wp-content/uploads/2021/01/Vatgasstrategi-for-fossilfri-konkurrenskraft-1.pdf>

## Hydrogen Cluster Finland Whitepaper; A systemic view on the Finnish hydrogen economy today and in 2030

Yhteenveto vedyn mahdollisuuksista ja uhkista Suomessa.

 <https://h2cluster.fi/wp-content/uploads/2021/09/H2Cluster-Whitepaper-09-2021.pdf>

## Raportit ja selvitykset

### Hydrogen Roadmap Europe

Kattava selvitys vedyn haasteista ja mahdollisuuksista Euroopassa.

 [https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/Hydrogen%20Roadmap%20Europe\\_Report.pdf](https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/Hydrogen%20Roadmap%20Europe_Report.pdf)


### CertifHy

Vedyn ympäristöluokituksen ja sertifiointin kriteerejä kehittävä EU-organisaatio.

 <https://www.certifhy.eu/>

### SITRA - Enabling cost-efficient electrification in Finland

Vedyn ympäristöluokituksen ja sertifiointin kriteerejä kehittävä EU-organisaatio.

 <https://www.sitra.fi/en/publications/enabling-cost-efficient-electrification-in-finland/>

### Hydrogen Law Online Database

Yhteenvedo eri EU-maiden vetyä koskevasta lainsäädännöstä.

 <https://www.hylaw.eu/>

## Muita kiinnostavia linkkejä

### Kartta Suomeen jo rakennetuista ja suunnitelluista tuulivoimapaikoista

 <https://www.ethawind.com/en/finnish-wind-farms/>

### CH2ESS - Center for Hydrogen Energy Systems Sweden (Luleå Tekniska Universitet)

Luulajan teknillisen yliopiston uusi vedyn käyttöön kohdistuva tutkimus- ja osaamishanke.

 <https://www.ltu.se/centres/CH2ESS>


### The Clean Hydrogen Ladder

Kuvaus sektoreista, joissa vedyllä oletetaan olevan eniten kehityspotentiaalia.

 <https://www.linkedin.com/pulse/clean-hydrogen-ladder-v40-michael-liebreich/>


### Nordic Energy Research

Pohjoismaiden ministerineuvoston ylläpitämä energiatutkimuksen ja toimintaperiaatteiden kehittämisen alusta.

 <https://www.nordicenergy.org/>

### Project pipeline of the European Clean Hydrogen Alliance

Kooste kaikista Euroopassa meneillään olevista merkittävistä vetyhankkeista.

 [https://ec.europa.eu/growth/industry/strategy/industrial-alliances/european-clean-hydrogen-alliance/project-pipeline\\_en](https://ec.europa.eu/growth/industry/strategy/industrial-alliances/european-clean-hydrogen-alliance/project-pipeline_en)

**JULKAISIJA:** Future Cleantech Solutions,  
Vaasanseudun Kehitys Oy VASEK, 2022

**HANKEVETÄJÄT:** Mauritz Knuts ja Lasse  
Pohjala

**SUOMENTAJA:** Rainer Ahlvik, Lingvafix  
Communications

**KORJAUSLUKU:** Kaisa Penttilä ja Seppo  
Mäkinen, H2 Ecosystem Roadmap for  
Ostrobothnia

**TUOTANTO:** Emma Buss, H2 Ecosystem  
Roadmap for Ostrobothnia



EUROPEAN UNION

**Interreg**  
**Botnia-Atlantica**

European Regional Development Fund



Österbottens förbund  
Pohjanmaan liitto



region  
västerbotten



Region  
Västernorrland

**UMEÅ**  
**KOMMUN**



**Skellefteå**  
**kommun**



**ÖRNSKÖLDSEVIKS**  
**KOMMUN**

V A S A .  
V A S A .

**Kokkola**  
**Karleby**

**VASEK**



SKELLEFTEÅ  
SCIENCE CITY

**FCS**

FUTURE CLEANTECH SOLUTIONS



**KOSEK**



**MERINOVA**  
TECHNOLOGY CENTRE



**UMEÅ ENERGI**



**Skellefteå**  
**Kraft**