



Karelia-ammattikorkeakoulu

Vetytalouden ja energiasiirtymän osaava työvoima -hanke

Vetytalouden osaamistarpeet

Kartoitus osaamistarveselvityksistä, koulutus-
tarjonnasta sekä aihepiiriin liittyvistä hank-
keista



Euroopan unionin
osarahoittama



POHJOIS-KARJALA
Maakuntaliitto

www.karelia.fi

Sisältö

1	Johdanto	3
2	Vetytalouden arvoketju	5
3	Vetytalouden osaamistarpeet	6
3.1	Vetyklusterin vetytalousstrategia	6
3.2	Osaamispulssi	6
3.3	Osaaminen vihreän siirtymän perustana -selvitys.....	9
3.4	Vihreällä vedyllä ja hiilidioksidilla voimaa Kaakkois-Suomeen - hankkeen koonti.....	10
3.5	Green Skills for Hydrogen Project.....	12
3.5.1	Identify Occupational Profiles and Urgent Skills Needs -raportti.....	12
3.5.2	European Hydrogen Skills Strategy -raportti.....	15
3.6	Hydrogen Competency Framework	22
3.7	Competency Standards for Emerging Hydrogen Related Activities ...	24
3.8	Identification of Skills Needed for the Hydrogen Economy	25
4	Vetytalouden koulutustarjonta.....	25
4.1	Ammattikorkeakoulujen tarjoama koulutus	25
4.2	Yliopistojen tarjoama koulutus	26
4.3	Ammattioppilaitosten tarjoama koulutus	28
4.4	Muu tarjolla oleva koulutus	28
4.5	Suomen vetytutkimusfoorumi.....	30
5	Vetytalouden koulutustarjonnan kehittämishankkeet	31
5.1	H2Koulu	31
5.2	VETU – Vihreän vedyn osaamista Kymenlaaksoon.....	32
5.3	Vihreällä vedyllä ja hiilidioksidilla voimaa Kaakkois-Suomeen.....	32
5.4	H2Excellence -hanke	33
5.5	FinH2 -hanke	34
6	Yhteenveto.....	34
	Lähteet.....	38

1 Johdanto

Vuonna 2022 laaditussa Valtioneuvoston Vetytalous – mahdollisuudet ja rajoitteet -selvityksessä todetaan, että yliopistojen ja ammatillisen koulutuksen ohjelmia on päivitettävä vetytalouteen suunnaten. Sen ohella uudelleen- ja täydennyskoulutustamahdollisuuksia on edistettävä. Lisäksi selvityksessä on nostettu esiin, että vetytalouteen liittyvän koulutetun työvoiman saatavuutta on edistettävä kaikilla koulutustasoilla (yliopistot, ammattikorkeakoulut, ammattikoulut, täydennyskoulutus). Selvityksessä todetaan myös, että koulutuksen kehittämistä tulisi selvittää tarkemmin. (Valtioneuvosto 2022.)

Suomalaisen tiedeakatemian Vety vihreässä siirtymässä -tiedeiskussa todetaan, että Suomesta löytyy vahvaa vetyosaamista, mutta osaajien kysyntä kasvaa edelleen. Asiantuntijoista on pulaa korkeakouluissa ja tutkimuslaitoksissa. Sen lisäksi esimerkiksi amk-tason suorittavalle sovellus- ja asennusosaamiselle on tunnistettu suuri tarve elektrolyysituotannon kehittämisessä. (Suomalainen tiedeakatemia 2023.)

Suomalainen tiedeakatemia toteaa, että vetyosaamista voidaan vahvistaa jatkuvan oppimisen keinoin. Tässä erityisensä kohderyhmänä ovat energia-, sähkö- ja kemian tekniikan alalla työskentelevät. Tiedeiskun mukaan osaamista voidaan lisätä myös kansallisilla koulutushankkeilla sekä kasvattamalla koulutuspaikkojen määrää ammattikouluissa, ammattikorkeakouluissa ja yliopistoissa. (Suomalainen tiedeakatemia 2023.)

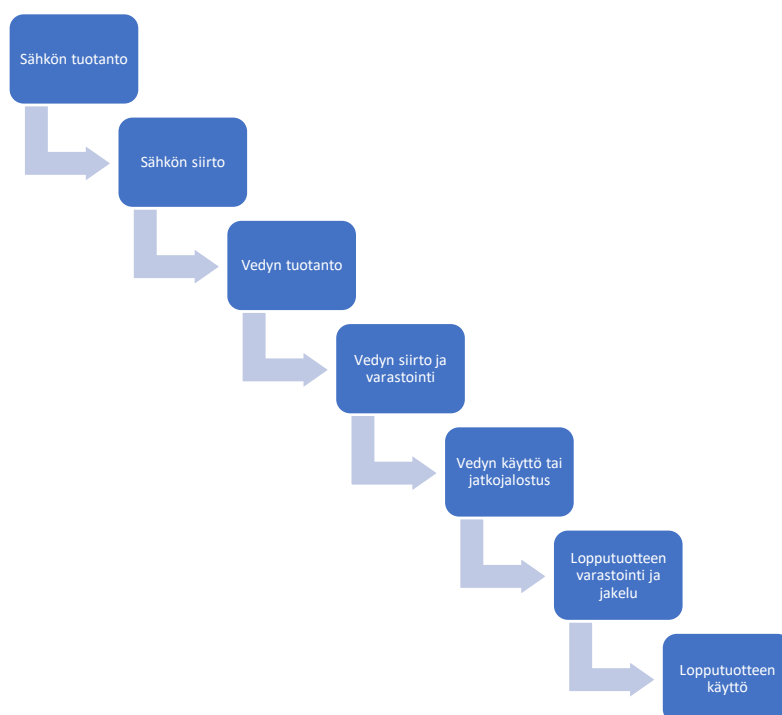
Vetytalous vaatii kehittyäkseen syvällistä osaamista ja innovaatioita, joita voidaan tukea tutkimus- ja oppilaitosten välisellä yhteistyöllä. Tätä kautta edistetään teknologioiden kehitystä ja vauhditetaan elinkeinoelämän uudistumista. Vetytalouden tarjoamien mahdollisuuksien hyödyntäminen ja laajamittainen vetytalouden käyttöönotto vaatii, että osaaminen ja koulutus pysyvät vetytalouden kehityksen tahdissa. Ne voivat jäädä toteutumatta ilman riittävää osaamista. (Xamk 2024.)

Myös Teknologiateollisuus ry on todennut osaamispulssiselvityksessä, että vetytalouden kehitys vaatii monipuolista osaamista vedyn tuotannosta ja vetylogistiikasta aina digitalisaatioon ja johtamisen osaamiseen. Osaamispulssin tuloksia tarkastellaan tarkemmin seuraavassa osiossa.

Tässä selvityksessä tarkastellaan vetytalouteen liittyviä osaamistarpeita Suomessa ja laajemmin Euroopassa. Selvityksen toteuttamisen yhteydessä on perehdytty lukuisiin teemaan liittyviin raportteihin, joiden tärkeimmät tulokset on koostettu yhteenvedoksi. Lisäksi selvityksessä tutkitaan Suomessa olemassa olevaa vetytalouteen liittyvää koulutustarjontaa sekä koulutuksen kehittämissankkeita. Selvitys on tehty osana Vetytalouden ja energiasiirtymän osaava työvoima -hanketta, jota toteuttaa Karelia-ammattikorkeakoulu. Hanketta rahoittaa Pohjois-Karjalan maakuntaliitto Oikeudenmukaisen siirtymän rahaston JTF:n kautta.

2 Vetytalouden arvoketju

Ennen osaamistarpeisiin keskittymistä on syytä määritellä vetytalouden arvoketju ja minkälaisista asiakokonaisuuksista siinä puhutaan, koska osaamistarpeet voivat olla erilaisia arvoketjun eri vaiheissa. Alla olevassa kuvassa on kuvattuna vetytalouden arvoketjun päävaiheet.



Kuten kuvasta nähdään, vedyn arvoketjut ovat pitkiä ja kaikkea tarvittavaa osaamista harvoin löytyy yhdeltä toimijalta. Vety sitoo myös teollisuuden alojen toimijoita yhteen. Tämän takia tarvitaan paitsi eri alojen välistä yhteistyötä ja kumppanuuksia myös vahvaa tutkimus- ja tuotekehitysyhteistyötä. (Helen 2021.)

Suomalaisten yritysten sijoittumista vedyn arvoketjuun on selvitetty mm. FinH2-projektissa. Kyselytutkimuksen perusteella voidaan todeta, että suomalaisilla yrityksillä on vahvaa osaamista, jota voidaan siirtää vetyalalle läpi arvoketjun. On kuitenkin huomattava, että iso osa yrityksistä hakee vielä rooliaan

vetyarvoketjussa. Arvoketjujen kehittämiseksi tarvitaankin sekä uusia kumppanuuksia yritysten välillä että hyviä esimerkkejä arvoketjujen toiminnasta. (VTT 2023.)

Edellä mainitun kyselyn mukaan yritykset kaipaavat lisätietoa ja uutta osaamista tuotekehityksensä tueksi. Esimerkiksi komponenttivalmistajat tarvitsevat tietoa siitä, millaisia vaatimuksia laitteistot, järjestelmät ja vedyn käyttökohteet asettavat komponenteille. Myös vedyn varastoinnista, markkinoiden kehityksestä ja turvallisuusnäkökohdista tarvitaan lisää tietoa. (VTT 2023.)

Tässä raportissa pyritään mahdollisuuksien mukaan tarkastelemaan osaamistarpeita arvoketjun kattavasti. On kuitenkin todettava, että tällä hetkellä olemassa oleva tieto osaamistarpeista keskittyy vedyn tuotantoon ja käyttöön.

3 Vetytalouden osaamistarpeet

3.1 Vetyklusterin vetytalousstrategia

Suomen vetyklusterin laatimassa vetytalousstrategiassa todetaan, että vetyekosysteemin rakentaminen vaatii panostuksia osaavan työvoiman houkutteluun teknologiateollisuuden osaajapulaan vastaamiseksi. Toimenpiteenä vetystrategiassa nostetaan esiin osaamistarpeiden tunnistaminen sekä koulutuksen tukeminen ja osaajien houkuttelu. Vastuussa toimenpiteiden edistämisestä on Suomen hallitus sekä oppilaitokset. (Vetyklusteri 2023.)

3.2 Osaamispulssi

Teknologiateollisuus ry on koonnut tietoa vetytalouden osaamistarpeista, koska vety nähdään yhtenä tärkeänä osatekijänä vähähiilisen teknologiateollisuuden kehittämisessä. Osaamispulssi-selvityksessä toteutettiin kysely, jossa puolet vastanneista yrityksistä näki vedyn tärkeänä osaamisalueena tulevana vuosina

ja noin 20 prosentille vastaajista se oli jo erittäin tärkeä teema. (Teknologiateollisuus ry 2025.)

Tiedonkeruutyö on toteutettu vuonna 2021 ja tuloksia on työstetty edelleen tekoälyanalyysin avulla keväällä 2023. Osaamispulssin tulosten perusteella voidaan todeta, että osaamista tarvitaan vedyn tuotannosta, vetylogistiikasta ja vedyn eri käyttötavoista. Lisäksi osaamistarpeissa korostuivat energian tuotannon, energiajärjestelmien, liiketoiminnan, tuotekehityksen, innovaatiotoiminnan sekä digitalisaation ja ICT:n osaaminen. (Teknologiateollisuus ry 2025.)

Osaamispulssin (Teknologiateollisuus ry 2025) mukaan vedyn tuotantoon liittyvässä osaamisessa korostuu:

- Elektrolyysarit
- Tehoelektroniikka
- Uusiutuva energia
- Lämmön sivuvirrat
- CCS (Carbon Capture and Storage, hiilidioksidin talteenotto)
- Biogeeninen CO₂
- Muu vedyn tuotantomenetelmiin liittyvä osaaminen
- Vedyn tuotannossa käytettäviin energialähteisiin liittyvä osaaminen
- Turvallisuussäädökset ja turvallisuuskäytännöt
- Vedyn ja sähköpolttoaineiden integroituun tuotantoon liittyvä osaaminen

Osaamispulssin (Teknologiateollisuus ry 2025) mukaan vetylogistiikan osalta keskeisessä roolissa on kyky rakentaa ja operoida infrastruktuuria vedyn tuotannolle, kuljetukselle ja varastoinnille. Siihen liittyvät osaamistarpeet ovat:

- Ympäristö- ja rakennustekniikka
- Vedyn siirtotekniikat
- Toimitusketjujen hallinta

Vetyä hyödynnetään monipuolisesti erilaisissa toiminnoissa, joka osaltaan näkyy myös vedyn käyttöön liittyvissä osaamistarpeissa (Teknologiateollisuus ry 2025):

- Metallien jalostusprosessit

- Synteettiset polttoaineet
- Power-to-x-prosessit
- Polttokennot
- Vety polttoaineena
- Meriteknikan sovellutukset
- Sähkön- ja lämmön yhteistuotanto
- Venttiilit, turbiinit, moottorit
- Kuinka vety voi korvata fossiilisia polttoaineita?
- Miten vetyjärjestelmä kytkeytyy muuhun energiajärjestelmään (sektorikytken osaan)?
- Turvallisuussäädökset ja -käytännöt

Aiemmissa osaamistarvekokonaisuuksissa on noussut esiin vetytalouteen liittyvä laajempi energiajärjestelmien ja energiantuotannon osaamistarve, kuten kestävät energiajärjestelmät ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen keinot. Näissä keinoissa ovat erityisesti uusiutuvat ja päästöttömät energianlähteet, eli tuuli-, aurinko-, vesi- ja ydinvoiman ymmärrys osana järjestelmää, jossa sähkön, lämmön ja vedyn tuotantoa ja varastoja hallitaan kokonaisuutena. (Teknologiateollisuus ry 2025.)

Vetytalous edellyttää myös liiketoiminnan ja johtamisen osaamista (Teknologiateollisuus ry 2025):

- Visiointikyky
- Strateginen suunnittelu
- Verkostojen ja arvoketjujen koordinointi/johtaminen
- Yksityisen ja julkisen sektorin kumppanuuksien luominen
- Mahdollisuuksien tunnistaminen ja kyky tarttua niihin
- Tuotteiden ja palvelujen skaalaaminen
- Investointien toteuttaminen
- Rahoitus
- Vastuullisuusraportointi

Tuotekehitysosaaminen on myös vetytalouden osalta tärkeää (Teknologiateollisuus ry 2025):

- Kyky suunnitella, rakentaa ja integroida monimutkaisia teollisia järjestelmiä (tarvitaan kokemusta ja osaamista uusien prosessien ja tuotteiden suunnittelusta)
- Vedyn mahdolliset teolliset sovelluskohteet ja niihin liittyvä tekniikka
- Järjestelmäajattelu ja järjestelmäsuunnittelu
- PPP (Public Private Partnership) -kumppanuusmallit
- Ongelmanratkaisukyky
- Jatkuva parantaminen
- Konsultointiosaaminen

Digitalisaatio ja ICT-osaaminen ovat keskeisiä tekijöitä vetytalouden rakentamisessa (Teknologiateollisuus ry 2025):

- Energiajärjestelmän digitalisaatio
- Materiaalivirtojen ja toimitusketjujen hallinta
- Arvoketjun läpi toimiva digitalisaatio
- Digitaaliset kaksoset
- Kyberturva

3.3 Osaaminen vihreän siirtymän perustana -selvitys

Elinkeinoelämän keskusliitto EK on laatinut selvityksen Osaaminen vihreän siirtymän perustana. Selvityksessä on tarkasteltu myös vetytaloutta haastatteleamalla Nordic Ren-Gas Oy:n edustajaa, jolla on ollut Suomessa vireillä useita vetyhankkeita.

Haastattelun perusteella osaamista tarvitaan seuraaviin osa-alueisiin (Elinkeinoelämän keskusliitto 2024):

- Hankekehityksen osaaminen: teknisen ja kaupallisen puolen yhdistäminen, ympäristöpuolen osaaminen, sopimusosaaminen, luvitusosaaminen
- Ympäristöluvitus vaatii omanlaistaan osaamista niin ympäristöasioista kuin viranomaisyhteistyöstä sekä lakien ja lupaprosessien tuntemusta
- Eri toimijoiden työn koordinointi ja ohjaaminen
- Tekninen suunnittelu

- Liiketoimintamallien suunnittelu
- Energiamarkkinoiden ymmärrys ja mallintaminen
- Vetyalan osaaminen

Selvityksessä on todettu, että vetyhankkeiden edetessä ongelmaksi muodostuu pula osaajista. Vetyalan osaajia on Suomessa hyvin vähän. Suomessa on hyvin pieni joukko osaajia, joilla on oikeasti osaamista vedyn käsittelystä ja sen vaatimuksista, sen ominaisuuksista ja turvallisuusnäkökohdista. Esiin nostetaan myös se, että näitä asioita tulee ymmärtää jo suunnitteluvaiheessa. (Elinkeinoelämän keskusliitto 2024.)

Kun laitokset ovat toiminnassa, niihin tarvitaan käyttö- ja huoltohenkilöstöä. Haastattelun perusteella heitä täytyy kouluttaa melko paljon ja alalle tarvittaisiin koulutusohjelmia. Selvityksessä todetaan, että vetyalalle tarvitaan yliopistokoulutettuja, mutta vielä enemmän tarvitaan ammattiopisto- ja ammattikorkeakoulupohjaisia ihmisiä. (Elinkeinoelämän keskusliitto 2024.)

Vetyhankkeita on vireillä ympäri Eurooppaa ja näyttää siltä, että maahanmuutosta ei tässä kohti ole apua, koska hankkeita löytyy jokaisen kotimaasta. Haastattelussa todetaan, että jo lähivuosina tarvitaan lisää vetytuotantolaitosten käytön mallintajia ja laitosten käytön optimoinnin osaajia. (Elinkeinoelämän keskusliitto 2024.)

3.4 Vihreällä vedyllä ja hiilidioksidilla voimaa Kaakkois-Suomeen -hankkeen koonti

Vihreällä vedyllä ja hiilidioksidilla voimaa Kaakkois-Suomeen -hanketta on esitelty tässä raportissa vetytalouden koulutustarjonnan kehittämishankkeita käsittelevässä luvussa. Hankkeessa on julkaistu Vetyosaaminen Kaakkois-Suomen vahvuudeksi -artikkeli, jossa tarkastellaan vetytalouden osaamistarpeita. Artikkelin päälöydökset on koottu alle.

Xamk:n artikkelissa on todettu, että vetyekosysteemi kehittyy nopeasti esimerkiksi vedyn jatkojalostamisen näkökulmasta, joten on olennaista, että yritykset, teollisuus ja koulutusalat saavat ajantasaista tietoa muutosten vaikutuksista työvoiman osaamisvaatimuksiin ja myös työvoiman tarpeeseen (Xamk 2024).

Vetytalouden kehittyminen Suomessa vaatii runsaasti osaajia eri aloilta ja tarve tulee edelleen kasvamaan tulevien vuosikymmenten aikana. Tämä näkyy erityisesti teknologia- ja insinöörialoilla, infrastruktuurin kehittämisessä sekä teollisuuden dekarbonisoinnissa. Tämän ohella tarvitaan liiketoiminta- ja sääntelyasiantuntijoita. (Xamk 2024.)

On tärkeää muistaa, että vetytalouden arvoketju on laaja ja sen seurauksena uudet osaamisvaatimukset tulevat kohdistumaan moniin tehtäviin. Vetytaloudessa ei tulisi keskittyä vain yksittäisiin laitteisiin, kuten vedyn tuotannossa käytettyihin elektrolyysereihin, vaan myös esimerkiksi laajasti prosessiteollisuuteen ja infrastruktuuriin, jotka ovat jo nyt Suomen vahvuuksia. Tämän ohella korkean lisäarvon vetyteollisuus edellyttää täysin uutta osaamista ja sen kehittyminen luo uusia tehtäviä. Tällaisia tehtäviä voivat esimerkiksi olla vetyjärjestelmien suunnittelijan, vetylaitoksen käyttöpäällikön, elektrolyysertechnikon tai polttokennojen huoltajan työnkuvat. (Xamk 2024.)

Koulutusten toteuttamisessa on myös haasteita, jotka liittyvät erityisesti tiedon omistusoikeuteen. Laitevalmistajat järjestävät koulutusta, mutta teollisuuteen liittyvät monimutkaiset teollisuus- ja tekijänoikeudet voivat olla rajoitteena koulutuksen saatavuudelle. Artikkelissa todetaan, että vetytalouden työvoiman saatavuutta ja osaamista voidaan parantaa erityisesti lyhytaikaisilla koulutuskäytännöillä, joiden avulla voidaan laajentaa nykyistä asiantuntemusta. Tämän lisäksi tarvitaan koulutusohjelmia, joiden kautta saadaan osaajia vetytalouden uusiin tehtäviin esimerkiksi korkean lisäarvon teollisuudessa. (Xamk 2024.)

3.5 Green Skills for Hydrogen Project

Vuonna 2022 alkaneen Green Skills for Hydrogen -projektin vetäjänä on toiminut Karlsruhe Institute of Technology ja konsortiossa on ollut kaikkiaan 34 partneria 15 eri EU-jäsenvaltiosta. Projekti on tehnyt yhteistyötä vetyyn liittyvien sidosryhmien kanssa koko EU-alueella. Projektissa on muun muassa määritetty osaamisprofiileja vetysektorille ja sen pohjalta on laadittu Euroopan vetyosaamisstrategia. Projektissa on myös kehitetty ja testattu vetytalouteen liittyviä koulutuksia.

3.5.1 Identify Occupational Profiles and Urgent Skills Needs -raportti

On arvioitu, että vetytalouden nopeasti kehittyvässä arvoketjussa on Euroopassa vuoteen 2030 mennessä noin miljoona työpaikkaa ja vuoteen 2050 mennessä 5,4 miljoonaa työpaikkaa. Green Skills for Hydrogen -projektissa on selvitetty vetytalouden osaamistarpeita ja tavoitteena on ollut tuoda selkeyttä siihen, minkälaista osaamista vetysektorin kehittämiseksi tarvitaan. Tiedon kokoamiseksi toteutettiin reilut 20 haastattelua eurooppalaisille sidosryhmien edustajille: teolliset yritykset, kansalliset vetyjärjestöt, vetyklusterit ja korkeakoulut. Suomesta haastateltavana ovat olleet edustajat Wärtsilästä ja Suomen vetyklusterista. (European Hydrogen Skills Alliance 2022.)

Selvityksessä tunnistettiin seuraavanlaisia vetyyn liittyviä ammattiprofiileja (ammattinimikkeen perässä EFQ-tasovaatimus (kuva EFQ-tasoista on seuraavalla sivulla)) (European Hydrogen Skills Alliance 2022):

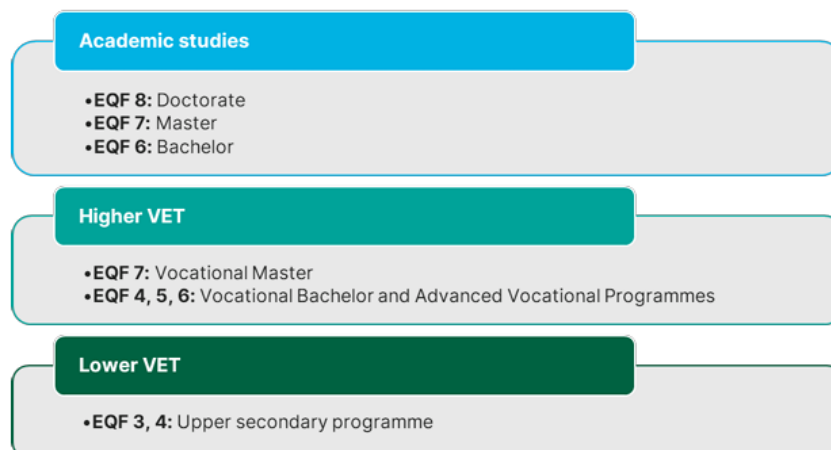
- Vetyhankkeiden projektipäällikkö (EGQ 4-5)
- Koneinsinööri (EFQ 1-2)
- Tehoelektroniikkainsinööri (EFQ 4-5)
- Suunnitteluinsinööri / Projektisuunnittelija (EFQ 4-5)
- Myynti-insinööri (EFQ 4-5)
- Hallinnolliset työntekijät julkiselta sektorilta (EFQ 4-5)
- Sähköinsinööri (EFQ 7-8)
- Automaatioinsinööri (EFQ 7-8)

- Vedyntuotannon asiantuntija (EFQ 7-8)
- Vedynvarastoinnin asiantuntija (EFQ 7-8)
- Polttokennoasiantuntija (EFQ 7-8)
- Robotiikkainsinööri (EFQ 7-8)
- Sähkökemian insinööri (EFQ 7-8)
- Teollisuuden kemisti (EFQ 7-8)
- Sertifiointiasiantuntija (EFQ 7-8)
- Vetyasiantuntija (EFQ 7-8)
- Huoltoinsinööri (EFQ 4-5)
- Tuotantoinsinööri (EFQ 4-5)
- Testausinsinööri (EFQ 4-5)
- Tuotanto-operaattori ja tuotannon työntekijät (EFQ 1-2)
- Huolto-operaattori ja huoltomiehet (EFQ 1-2)

EFQ-listaus tutkinnoittain (European Hydrogen Skills Alliance 2023):

EQF 8	Doctoral education
EQF 7	Masters degree or eq.
EQF 6	Bachelors degree or eq.
EQF 5	Short-cycle tertiary education
EQF 4	Post-secondary non-tertiary education
EQF 3	Upper secondary education
EQF 2	Lower secondary education
EQF 1	Primary Education

FIGURE 2 – EDUCATIONAL LEVEL TERMINOLOGY



Haastatteluissa nousivat esiin kiireellisinä osaamistarpeina (European Hydrogen Skills Alliance 2022):

- Riskien ja turvallisuuden hallinta: vetyhankkeiden turvallisuus ja riskit
- Tekninen osaaminen mm. polymeerit, epäorgaaninen kemia, elektrolyysi-tekniikan suunnittelu, vedyntuotanto ja tuotantoprosessit, edistynyt tekninen osaaminen mekaniikassa, polttotekniikassa ja generaattoreissa, nesteyttämisen asiantuntemus, materiaalien yhteensopivuus, vuotojen tunnistaminen ja simulointi, korkealämpötilaprosesseissa työskentely
- Vetyprojektien ja -tuotteiden suunnittelu: projektisuunnittelu, tuotesuunnittelu, kompressorisuunnittelu, vetylaitossuunnittelu
- Vetymarkkinan ja arvoketjun ymmärrys
- Asiantuntemus vedyn arvoketjusta: tuotanto, logistiikka, varastointi, jakelu, jatkojalostus, loppukäyttö...

Alla olevassa taulukossa on vedetty yhteen sektoreittain vetyosaamisen ammatinimikkeet (European Hydrogen Skills Alliance 2022).

Tutkimus	Tuotekehitys ja innovaatiotoiminta	Projektikehitys	Tuotanto
Korkeasti koulutetut insinöörit ja tutkijat, joilla on maisteritutkinto (Esim. DI) tai filosofian / tekniikan tohtorin tutkinto	Korkeasti koulutetut insinöörit ja tutkijat, joilla on maisteritutkinto (Esim. DI) tai filosofian / tekniikan tohtorin tutkinto	Kokeneet projektipäälliköt, suunnitteluinsinöörit ja rahoittajat	Asiantuntijoita kaikilta tekniikan aloilta, kuten insinöörit ja teknikot
Työskentelevät tutkimuslaitoksissa, laboratorioissa ja korkeakouluissa	Työskentelevät uusien tuotteiden tuotekehityksessä ja olemassa olevien tuotteiden soveltumisessa vedyn tuotantoon	Vedyntuotanto, kuljetus, varastointi ja jakelu yrityksille	Materiaalien toimitus, tuotantolaitteiden valmistaja, projektien urakointi (Engineering, Procurement and Construction (EPC)), operointi- ja huoltoyhtiöt

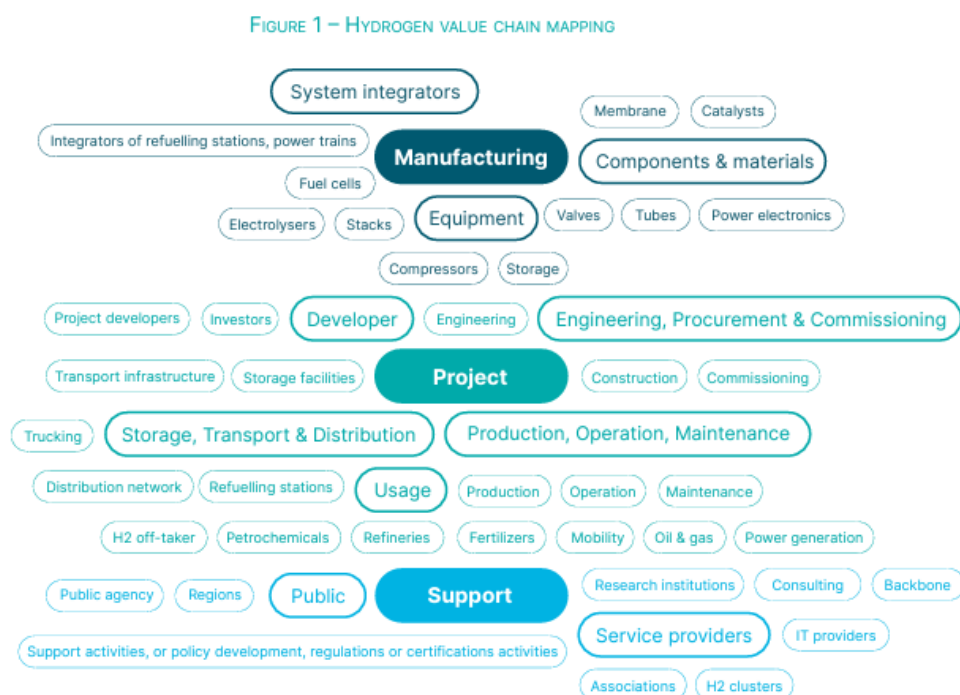
Hankkeen toteuttamissa haastatteluissa nousi esiin myös vetyyn liittyvän koulutuksen puute kaikissa haastelluissa maissa. Yritysten on hankalaa löytää

osaajia, joilla olisi aiempaa kokemusta tai osaamista vedystä. Tällä hetkellä osaajia koulutetaan työn ohessa. (European Hydrogen Skills Alliance 2022.)

3.5.2 European Hydrogen Skills Strategy -raportti

Euroopan vetyalan osaamisstrategian tavoitteena oli selvittää vetyteollisuuden osaamistarpeita ja antaa näkemyksiä koulutusohjelmien nykyisestä tilasta näiden taitojen kehittämiseksi Euroopassa. Strategiassa todetaan, että tunnistamalla tämän alan edellyttämät erityistaidot, pyritään kuroma alan vaatimusten ja koulutustarjonnan välistä kuilua. Standardin laatimisen yhteydessä haastateltiin 146 sidosryhmän edustajaa 23 maasta. (European Hydrogen Skills Alliance 2023.)

Selvityksessä tarkasteltiin osaamistarpeita koko vedyn tuotannon arvoketjussa. Alla olevassa kuvassa on kuvattu arvoketjun kartoitusta.



Vetyalalla tarvitaan hyvin monenlaista osaamista. Haasteluissa mainittiin kaikkiaan 913 työroolia, mutta noin 200 niistä koettiin tarpeellisiksi vedyn arvoketjussa. Selvityksessä tarkasteltiin nykyisiä (on palkattuna vedyn arvoketjussa),

puuttuvia (hankala saada, koska kysyntä suurempaa kuin tarjonta) ja tulevia (kysyntä kasvaa tulevaisuudessa) ammattinimikkeitä vedyn arvoketjussa. Nämä tulokset on koottuna alle kategorioittain. (European Hydrogen Skills Alliance 2023.)

Nykyiset ammattinimikkeet	
Päälliköt	Projektipäällikkö, kehittämisspäällikkö, investointipäällikkö
Asiantuntijat	Teknologian kaupallistamisen asiantuntija, energian kysynnän ja tarjonnan asiantuntija, kansainvälisen liiketoiminnan kehittäjä, talousmallinnuksen asiantuntija, H2-rahoitusasiantuntija, viestintäasiantuntija, politiikan edistämisen asiantuntija, lakiasioden asiantuntija, lupa-asiantuntija
Ympäristö, HSE	Turvallisuussuunnitteluinsinööri, työturvallisuusinsinööri, turvallisuusrakentaja, käyttöinsinööri
Insinöörit	Kemianinsinööri, sähköinsinööri, automaatioinsinööri, tehoelektronikkainsinöörit, suurjännitesähköinsinööri, elektrolyysi-insinööri, polttokennoinsinööri, tankkausasemien insinööri, H2- ja ammoniakkin tuotantoin-sinööri, ajoneuvoarkkitehti, hydraulikkainsinööri, koneinsinööri, huoltoinsinööri, moottorikehitysinsinööri, teollisuusinsinööri, tuotesuunnitteluinsinööri, tuotantoin-sinööri, prosessi-insinööri, kehitys- ja integrointi-insinööri, materiaalitieteen insinööri
Teknikot	Sähköteknikko, mekaanikko, mekatroniikkateknikko, automaatioteknikko, tuotantoteknikko, materiaalitieteen teknikko, prosessi- ja tarkkuusteknikko, huoltoteknikko, turvateknikko, huoltoteknikko, laitoksen käyttäjä, koneenkäyttäjä, käyttötekniikka

Puuttuvat ammattinimikkeet	
Päälliköt	H2-liiketoiminnan kehityspäällikkö, teollisuusprosessien projektipäällikkö, kemian projektipäällikkö, vihreän polttoaineen projektipäällikkö, kaasulaitosten rakennuspäällikkö, H2-tuotantoprojektipäällikkö, liiketoiminnan kehityspäällikkö
Politiikka ja laki	Kansainvälinen projektikehittäjä, laki- ja määräysasiantuntija, PR-asiantuntija, julkisen strategian asiantuntija
Ympäristö, HSE	Ympäristöinsinööri, työterveys-, turvallisuus- ja riski-insinööri, turvallisuusasiantuntija
Insinöörit	Polttokennoinsinööri, sähköinsinööri, suurjännitesähköinsinööri, sähkömekaniikan insinööri, H2-tuotantoin-sinööri, kemian prosessi-insinööri, koneinsinööri, järjestelmäintegrointi-insinööri, prosessi-insinööri,

	materiaali-insinööri, suunnitteluinsinööri, simulointi-insinööri, infrastruktuurin uudelleenjärjestelyinsinööri
Teknikot	Elektroniikkateknikko, sähkötekniikko, mekatroniikkateknikko, sähkötekniikko, elektrolyysilaitteiden huoltoteknikko, instrumentointitekniikko, kemian tuotantoteknikko, huoltoteknikko, mekaanikko, huoltoteknikko, työterveys- ja turvallisuusteknikko, käyttö- ja huoltoteknikko, käyttötekniikko

Tulevat ammattinimikkeet	
Päälliköt	H2-projektipäällikkö, liiketoiminnan kehityspäällikkö, teknologian kehityspäällikkö
Asiantuntijat	Polttoaineen muuntamisen asiantuntija, H2:n globaalien markkinoiden ja kaupan asiantuntija, energiavarastoinnin asiantuntija, kansainvälisten standardien asiantuntija, H2:n rahoitusasiantuntija, TKI-tekniinen asiantuntija, H2-vaarojen tekniinen asiantuntija, H2 TKI-asiantuntija, Power2X-teknologian asiantuntija, merimoottorien asiantuntija, biomassa-asiantuntija, talous- ja rahoitusasiantuntija, uusiutuvan energian asiantuntija, yhteiskuntasuhteiden asiantuntija, verkkotoiminnan asiantuntija, julkistalouden ja politiikan asiantuntija, sääntelyasioiden asiantuntija, digitalisaatioasiantuntija, tekoälyasiantuntija
Ympäristö, HSE	Vaarallisten aineiden insinööri, työterveys- ja turvallisuussuunnitteluinsinööri, teknologian kartoitusasiantuntija, kaupallistamisasiantuntija, energiamarkkinoiden asiantuntija
Insinöörit	Sähköinsinööri, tehoelektroniikkainsinööri, elektrolyysi-insinööri, polttokennojen suunnitteluinsinööri, robotti- ja tuotantoinsinööri, kemian prosessi-insinööri, koneinsinööri, H2-tuotantoinsinööri, materiaali-insinööri, menetelmäinsinööri, suunnitteluinsinööri, prosessi-insinööri, varastointinsinööri, järjestelmäintegraatioinsinööri, suunnittelu- ja jälkiasennusinsinööri, testausinsinööri, kaupunkisuunnitteluinsinööri
Teknikot	Polttokennoteknikko, sähkötekniikko, elektroniikkateknikko, kemikaalitekniikko, elektrolyysitekniikko, mekatroniikkateknikko, työterveys- ja turvallisuusteknikko, prosessi- ja materiaalitekniikko, instrumentointitekniikko, kompressoritekniikko, kaasuteknikko, varastointitekniikko, H2-voimansiirtotekniikko, meritekniikko, mekaanikko, huoltoteknikko, elektrolyysilaitteiden huoltoteknikko, järjestelmävastaava, tankkausaseman hoitaja

Haastatteluissa kerättiin tietoa myös eri ammattinimikkeiden osaamistarpeista vetyyn liittyen. Alla olevassa listauksessa osaamistarpeet on luetteloitu siten,

että mitä useammin osaaminen oli mainittu, sitä korkeammalla se listauksessa on. (European Hydrogen Skills Alliance 2023.)

- Tuotanto
- Vaarat ja riskit
- Järjestelmä
- Operointi
- Huolto
- Elektrolyysi
- Varastointi
- Polttokennot
- Kuljetus
- Tankkaaminen
- Lakiasiat ja luvitus

Vetysektori vaatii monitieteellistä osaamista ja tällä hetkellä yritykset koostavat poikkitieteellisiä tiimejä vetysektorille, koska vetyyn keskittyntä koulutusta ei sellaisenaan ole tarjolla. Vetyyn liittyvää koulutusta ei ole juurikaan tarjolla ammattikoulutuksessa, vaan siellä vety on esillä lähinnä koulutuksen ulkopuolisten projektien kautta. Vetyyn liittyvää kurssitarjontaa löytyy eniten maisteritason koulutuksista, jonkin verran myös kandidatasolta. Myös erikoistumiskoulutusten määrä on kasvussa. Polttokennoihin ja vetyyn liittyvät väitöskirjat ovat yleisiä ja ne ovat usein kohdistettu vetyalan yritysten tarpeisiin. (European Hydrogen Skills Alliance 2023.)

Jatkuvan oppimisen tarjontaa vetytalouteen liittyen on tarjolla erityisesti päätöksentekijöille. Esimerkiksi vetyalan työntekijöille suunnattua koulutustarjontaa suunnitellaan parhaillaan. Räättälöityä koulutusta tarjotaan pienempien ryhmien tarpeisiin. Seuraavalla sivulla olevaan taulukkoon on koottu tietoja jatkuvan oppimisen tarjonnasta. (European Hydrogen Skills Alliance 2023.)

Kohderyhmä	Osaamistavoite	Tarjonta ja toteutus
Päätöksentekijät	Ymmärtäminen ja arviointi Vetyteknologioiden ja arvoketjun ymmärtäminen, joka auttaa arvioimaan alan liiketoimintamahdollisuuksia ja hankkeita.	Suosittu Korkeatasoinen / yleinen lyhyt koulutus lähiopetuksena tai verkossa koulutusorganisaatioiden, yliopistojen ja muiden koulutuksen tarjoajien toteuttamina.
Ammattilaiset, jotka työskentelevät tai ovat siirtymässä vetyalalle	Erikoistuminen Erikoisosaamisen hankkiminen ydintehtävien suorittamiseen vetyalalla. Olemassa olevien tietojen/taitojen päivittäminen siten, että työskentely on turvallista ajantasaisten tietojen avulla.	Suosittu Koulutusta työn yhteydessä tarjotaan sisäisesti vaihtelevan pituisilla ajanjaksoilla.
Ammattilaiset, joiden työhön vetytalouden kehittyminen vaikuttaa	Sopeutuminen Osaamisen sopeuttaminen työelämän vety- ja polttokenokehityksen aiheuttamiin muutoksiin.	Kohtalaisen suosittu Yliopistojen, koulutusorganisaatioiden tai muun tyyppisten koulutustarjoajien tarjoama yleensä räätälöity asiantuntijakoulutus.
Työntekijät heikkeneviltä aloilta, joiden osaaminen on muunnettavissa Työntekijät, joilla ei ole aiempaa osaamista vetyalalta	Uudelleen koulutus ja osaamisen parantaminen Olemassa olevan osaamisen kehittäminen työskentelemään vetyalalla olemassa olevan tiedon pohjalta. Uudelleen koulutus vetyalan työhön kysynnän pohjalta.	Rajoitettu saatavuus Lyhyt ja/tai pitkä koulutus paikallisten ja/tai kansallisten viranomaisen tukemana. Oppisopimuskoulutusta yritysten kanssa.

Vetykoulutuksen kehittämisen haasteiksi tunnistettiin seuraavia tekijöitä (European Hydrogen Skills Alliance 2023):

- Puute pätevistä opettajista ja kouluttajista

- TKI-infrastruktuurin puutteet eivät mahdollista konkreettista opetustoimintaa
- Jatkuvan oppimisen osalta työssäkäyvien henkilöiden aikatauluhaasteet
- Rahoituksen puuttuminen uudelleenkoulutukseen
- Koulutuspolkujen joustamattomuus -> hankalaa saada uusia aiheita, kuten vety, mukaan

Vetykoulutuksen kehittämisen ajureiksi tunnistettiin (European Hydrogen Skills Alliance 2023):

- Teollisuuden tarve, työmahdollisuudet alalla, vetyinvestoinnit
- Ohjelmat ja tavoitteet vetytalouden ja siihen liittyvien ekosysteemien kehittäminen
- Tarjolla oleva rahoitus
- Olemassa oleva osaaminen koulutusorganisaatioissa
- Liiketoimintamahdollisuudet

Strategiassa annetaan myös suosituksia, joiden avulla vetyalan osaamista ja koulutusta voitaisiin kehittää. Koulutusten suunnittelussa ja toteutuksessa yhteistyö eri sidosryhmien kanssa on tärkeässä roolissa. Suositukset on esitelty tiivistetysti alla. (European Hydrogen Skills Alliance 2023.)

1. Modulaaristen koulutusten kehittäminen

On tarve kehittää koulutusta, joka on suunnattu erityisesti insinööreille ja tekniikoille, joiden avulla voidaan uudelleen kouluttaa, päivittää ja täydentää aiempaa osaamista vastaamaan vetytalouden tarpeita. Koska osaamistarpeet vaihtelevat on tarpeen kehittää modulaarisia koulutuksia, jotka mahdollistavat joustavuuden ja räätälöinnin oppimisessa. Tällaisessa koulutuksessa jokaiselle oppijalle voidaan tehdä omiin tarpeisiin vastaava koulutuspolku. Koulutuspolku voi koostua yhdestä korkeakoulusta saatavan tutkinnon sijaan, useiden eri koulutusorganisaatioiden tarjoamista palasista.

Sidosryhmien näkemystä tulisi hyödyntää koulutusten suunnittelussa. Strategiassa on tunnistettu seuraavat kolme tärkeintä poikkileikkaavaa osaamistarvetta, joita sidosryhmien mielestä tulisi priorisoida:

- Työturvallisuus, turvallisuus ja potentiaaliset vaarat työskennellessä vedyn kanssa
- Lainsäädännölliset näkökulmat, säädökset ja vetyprojektien luvitus
- Vetyjärjestelmän komponentit ja sen kytkeminen uusiutuvan energian järjestelmiin

Teknologiaan liittyvät tärkeimmät osaamistarpeet, joita sidosryhmien näemyksen mukaan tulisi priorisoida:

- Vedyn tuotanto, varastointi ja kuljetus
- Polttokennot ja elektrolyysit
- Vety liikennesovelluksissa ja tankkausasemat

2. Vetykoulutuksen standardisoinnin kehittäminen

Esimerkiksi vetytalouden turvallisuuskäsitteiden osalta olisi tärkeää, että siihen liittyvä koulutus olisi standardoitua yhteisten pelisääntöjen ja ohjeiden osalta. Turvallisuuteen liittyvät standardit on tunnistettu tärkeiksi koko vedynarvoketjun osalta. Standardisoitu osaaminen on helppoa tunnistaa toimialalla.

3. Jatkuvan ammatillisen oppimisen mahdollisuuksien parantaminen

Nykyisen työvoiman vetytalouden osaamisen näkökulmasta on jatkuvan ammatillisen oppimisen mahdollisuuksien parantaminen keskeisessä roolissa. Olemassa olevan työvoiman osaamista tulee päivittää eli emme voi pelkästään luottaa uusien osaajien työmarkkinoille tuloon vetytalouden osalta.

Julkisen ja yksityisen sektorin tulisi tunnistaa ne työntekijät, joiden rooli ja vastuut vetytalouden osalta kasvavat. Näille työntekijöille tulisi suunnitella koulutuspolku muutokseen vastaamiseksi.

3.6 Hydrogen Competency Framework

Hydrogen Competency Framework on rakennettu vuonna 2020 Yhdistyneessä kuningaskunnassa hyödyntäen laajaa sidosryhmäyhteistyötä. Selvityksen yhteydessä toteutettiin muun muassa osaamismatriisi ja koulutustarveselvitys, joita tässä raportissa tarkastellaan tarkemmin. (Energy & Utility Skills Limited 2021.)

Osaamismatriisissa on tarkasteltu vetyyn liittyvää osaamista kunnossapidon ja kaasuasennusten näkökulmasta, kun maakaasua korvataan vedyllä eli tässä osiossa keskitytään lähinnä vedyn käyttöön liittyvään osaamiseen, mutta paikoitellen nämä pätevät myös esimerkiksi vedyn tuotantoon.

Osaamismatriisissa on tunnistettu seuraavia näkökulmia (oranssi: aktiivista tietoisuutta tarvitaan, punainen: tarvitaan kattava ymmärrys, vihreä: käytännön taitojen osoittaminen) (Energy & Utility Skills Group 2020):

- **Vedyn ominaisuudet** (eroavaisuudet muihin kaasuihin, turvallinen työskentely, mahdolliset vaikutukset putkistoihin, laitteistoihin, komponentteihin ja tiivistisiin).
- **Vedyn käyttäytyminen** (eroavaisuudet muihin hiilivetykaasuihin, ilmastointivaatimukset, polttoprosessit, polton lopputuotteet, leviäminen ilmassa).
- **Lainsäädäntö ja sovellettavat määräykset** (uudet vetyyn liittyvät määräykset, vetyyn liittyvät standardit).
- **Riskien hallinta** (riskien arvioinnin toteuttaminen vetyyn siirryttäessä mm. asennuskohteen ja olemassa olevien asennusten rungon ja käytettyjen materiaalien osalta, riskien minimointi toiminnassa).
- **Hyväksyttävät materiaalit** (vedylle hyväksyttävien ja ei-hyväksyttävien materiaalien tunnistaminen mm. liittimet, kierrellitokset ja tiivistysaineet).
- **Laitteiden suunnittelumuutokset** (valmistajien tekemien suunnittelumuutosten ymmärtäminen: laitteen osien säätö, ilmanvaihto, hormien asennus ja kondenssiveden poisto).

- **Asennustyöt** (asennustöissä huomioitavat näkökohdat, jotka tulee huomioida siirryttäessä polttoaineena vedyn käyttöön).
- **Ilmastointi** (tarvittava ilmanvaihdon määrä palamisprosessi ja vedyn ominaisuudet huomioiden).
- **Palamisen lopputuotteet** (vedyn palamisen lopputuotteet eroavat merkittävästi verrattuna maakaasuun ja muihin hiilivetyihin).
- **Mittaaminen** (vedylle tarvittavat mittalaitteet ovat erilaisia verrattuna maakaasuun, tarvitaan mm. ylimääräinen ylivirtausventtiili, oikeiden mittareiden tunnistaminen, valinta, asentaminen ja niiden toiminta).
- **Kireyden testaus** (kireyden testaaminen standardin mukaisesti painehäviöiden estämiseksi).
- **Vedyn puhdistusprosessi** (eroavat merkittävästi maakaasusta, turvallinen vedyn puhdistusprosessin toteuttaminen).
- **Käyttöönotto** (polttoaineen huomiointi laitteistojen käyttöönotossa).
- **Polton analysointi/mittaaminen** (erityyppisten analysaattoreiden käytön ymmärtäminen, pätevyys analysoida, kalibroida ja suorittaa tarkastuksia laitteille).
- **Vuotojen tunnistaminen** (erityyppisten vuodonilmaisulaitteiden käytön perusteet, vuodonilmaisulaitteiden kalibrointi, testaaminen, analysoiminen ja huoltaminen).
- **Vaaralliset tilanteet** (ohjeistus tilanteiden tunnistamiseen, vähentämiseen ja niissä toimimiseen sekä niistä raportointiin).
- **Luovutus ja tuleva huolto** (toimittajan ja asiakkaan välinen kommunikointi sujuvan käyttöönoton ja käytön mahdollistamiseksi, toimittajan edustajien riittävä osaaminen ja ymmärrys).

Vetyyn liittyvät tärkeimmät osaamiset vedyn polttamisen näkökulmasta, jotka ovat ainakin osittain samoja kuin edellä (Energy and Utility Skills Group 2021):

- Turvallisuus, lainsäädäntö ja standardit
- Vedyn polton ominaisuudet ja lopputuotteet
- Vetykaasupolttolaitteiden ilmanvaihto
- Putkien asennus ja liitostyöt
- Kireyden/tiiviyden testaus
- Mittalaitteistot ja niiden asentaminen

- Vaaratilanteet, vaarailmoitukset ja varoitusmerkit
- Vetylaitteen polttimen paineen ja kaasun nopeuden tarkistus ja säätö
- Vetylaitteisiin liittyvien kaasuturvallisuuslaitteiden ja -hallintalaitteiden toiminta ja tarkastus
- Savupiipun ja kondenssiveden poiston asennus, tarkastus ja testaus
- Laitteiden käyttöönotto
- Laitteistojen luovuttaminen ja asiakkaan osallistaminen
- Huolto ja kunnossapito
- Kaasun aiheuttamat vaaratilanteet ja niihin liittyvät protokollat
- Raportoitujen kaasuvuotojen aiheuttamat toimenpiteet
- Lämmityskattilat
- Mittarit

Edellä mainittujen osa-alueiden tarkempia osaamisia on tarkasteltu kattavammin raportissa Hy4Heat Competence Framework - Hydrogen Transition Training Specification.

3.7 Competency Standards for Emerging Hydrogen Related Activities

Richard Skiba (2022) on laatinut selvityksen, jossa tarkastellaan erityisesti vedyn kanssa työskentelyssä tarvittavasta osaamisesta. Selvitys kohdentuu ensisijaisesti ammatillisen tason osaajien osaamistarpeisiin ja tietovaatimuksiin. Tämän selvityksen voidaan katsoa liittyvän laajasti vedyn arvoketjuun tuotannon, varastoinnin, jakelun, käytön ja jatkojalostamisen osalta.

Raportissa todetaan, että koulutukset tulee suunnitella turvallisuusstandardien pohjalta, koska kaikessa vedyn käytössä ja käsittelyssä on tärkeää pystyä minimoimaan riskit. Tässä korostuu myös materiaalien ymmärrys. Lisäksi raportissa todetaan, että jokaisen vedyn arvoketjussa työskentelevän, tulee olla koulutettu vedyn turvallisuuteen liittyvien käytäntöjen osalta. (Skiba 2020.)

3.8 Identification of Skills Needed for the Hydrogen Economy

Ammattikoulutuksen saaneiden osaajien osalta eniten vaadittuja vetyyn liittyviä osaamistarpeita (ydinosaaminen ja monialainen) ovat (CSIR 2024):

1. Vedyn ominaisuuksien, käyttäytymisen ja mahdollisten vaarojen tuntemus
2. Turvallisuus työskenneltäessä vedyn kanssa tai sen ympärillä
3. Vetyyn liittyvien mää räysten ja standardien tuntemus
4. Sähkökemiallisten reaktioiden, prosessien ja vedyn tuotantoprosessien ymmärtäminen

Erityisesti insinööreille, myyjille ja teknikoille vaadittavia osaamisia ovat (CSIR 2024):

1. Vedyn ominaisuuksien ymmärtäminen nestemäisessä ja kaasumaisessa muodossa
2. Vedyn paineistusprosessien ymmärtäminen
3. Suorituskyvyn ja tuotannon laadun arviointi sekä vetyyn liittyvien tuotanto- ja prosessiongelmien diagnosointi ja ratkaiseminen

Asiantuntijat tarvitsevat vetyyn liittyvää osaamista, kuten (CSIR 2024):

1. Vedyn arvoketjujen tuntemus
2. Näkemyksiä vedyn tuotannosta, taloudesta, riskeistä, teknologiasta, uusiutuvista energialähteistä ja skaalautumisesta
3. Vedyn tuotanto-, jakelu- ja jalostusteknologian tuntemus eri tarpeisiin

Johtamisammateissa tarvitaan myös vedyn arvoketjujen tuntemusta samalla tavalla kuin asiantuntijatasolla (CSIR 2024).

4 Vetytalouden koulutustarjonta

4.1 Ammattikorkeakoulujen tarjoama koulutus

Vaasan ammattikorkeakoulun ja Turun ammattikorkeakoulun [Vedyntuotanto ja vetytalouden arvoketjut](#) -koulutus, 30 op. Koulutus toteutetaan

verkkototeutuksena ja siihen otetaan sisään 100 opiskelijaa. Syksyn 2024 toteutukselle kysyntä oli suurta. (VAMK 2024.)

Opintojaksojen laajuus on 5 op ja niiden teemoina koulutuksessa ovat (VAMK 2024):

1. Vedyn valmistus
2. Sähköenergian tuotanto ja hankinta
3. Vetyliiketoiminta ja ympäristö
4. Vedyn kuljetus ja varastointi
5. Vedyn käyttö
6. Synteettiset polttoaineet vedystä

Metropolia ammattikorkeakoululla on ollut haettavissa syksyllä 2024 Vihreän siirtymän tuotekehitys -koulutus, jonka laajuus on kokonaisuudessaan 60 opintopistettä. Opintokokonaisuus on jaettu kahteen osaan. Ensimmäinen osa keskittyy yleistietoon vihreästä siirtymästä, kuten kurssit vihreän siirtymän opintokokonaisuus, kiertotalous, puhtaat energiaratkaisut, P2X ja vihreän energian varastointi ja käyttö. Toinen osa keskittyy vihreään siirtymään tuotesuunnittelussa ja tuotekehityksessä. (Metropolia 2024.)

Karelia-ammattikorkeakoululla on Energia- ja ympäristötekniikan koulutusohjelmassa [Vetytalous ja energian varastointi](#) -opintojakso (5 op). Opintojakso toteutetaan ensimmäistä kertaa syksyllä 2025.

4.2 Yliopistojen tarjoama koulutus

Yliopistoissa on koulutustarjontaa koko vedyn arvoketjuun. Vetyyn liittyvää koulutusta on hajautettu eri koulutusohjelmiin. Ne ovat joko yksittäisiä kursseja tai niiden osia. Vetyklusterin toteuttaman selvityksen mukaan on olemassa myös muutama laajempi moduuli, joissa käsitellään vetyteknologiaa, vetytaloutta ja energian varastointia. (Vetyklusteri 2022.)

Vetyklusterin selvityksessä todetaan, että erillisten vetytekniikkaa ja -taloutta koskevien koulutusohjelmien sijaan, olisi tarkoituksenmukaista kehittää koulutuskokonaisuuksia, jotka voitaisiin sitoa osaksi nykyisiä koulutusohjelmia. Selvityksessä suositellaan toteuttamaan vetyyn liittyvä koulutustarjonta yhteistyössä eri yliopistojen kesken. Lisäksi selvityksessä korostetaan itsenäisesti ja etänä opiskeltavien kurssien toteuttamista, jolloin niitä voidaan hyödyntää myös täydennyskoulutuksessa. (Vetyklusteri 2022.)

Selvityksessä on käyty läpi Aalto-yliopiston, LUT-yliopiston, Oulun yliopiston, Tampereen yliopiston, Turun yliopiston, Vaasan yliopiston ja Åbo akademin koulutustarjonta vetyyn liittyen. Tässä yhteenvetona voidaan todeta, että kokonaisuudessaan yliopistojen tarjonta kattaa vedyn arvoketjun, mutta vaihtelua eri yliopistojen välillä on paljon. Voit lukea koko selvityksen [tästä linkistä](#). (Vetyklusteri 2022.)

Aalto-yliopiston sähkötekniikan korkeakoulussa on ollut haettavissa syksyllä 2025 alkava maisteritutkinto Hydrogen and Electric Systems, Master of Science (Technology), jonka kesto on 2 vuotta. Koulutuksessa on kaksi pääainetta.

1. Electric Energy and Hydrogen Systems, jossa keskitytään vedyn rooliin vihreässä siirtymässä sekä vetytalouden ja sähkö- ja energia-alan väliinseen synergiaan.
2. Electric Components of Hydrogen Technology, jossa opiskelijat pääsevät kehittämään teknisiä ratkaisuja vedyn arvoketjuun – tuotannosta, kuljuksesta, varastoinnista, muuntamisesta ja käytöstä aina sähkö- ja energia-alan kanssa vuorovaikuttamiseen. Pääpaino on sähkö- ja energia-alan tukemisella. (Opintopolku 2024.)

Fitech -yliopistoverkosto kokoaa yhteen eri yliopistojen tekniikan alan koulutustarjontaa. Fitechin kautta on mahdollista suorittaa vetyosaajamerkki [FITech H2Xpert](#). Merkin voi saada suoritettuaan vähintään kolme vetyaiheista kurssia. (Fitech 2025.)

- [Geopolitics of hydrogen](#)
- [Advanced project-based management](#)
- [Hydrogen as fuel in combustion engines](#)

- [Hydrogen production and storage](#)
- [Introduction to hydrogen economy](#)
- [FITech Hydrogen -projektikurssi](#)
- [Catalytic processes and materials in sustainable hydrogen production](#)
- [Hydrogen end-use and infrastructure](#)

4.3 Ammattioppilaitosten tarjoama koulutus

Toteutetun tiedonhaun perusteella vaikuttaa siltä, että ammattioppilaitosten koulutuksissa vety ei nouse teemana esille. Tämän raportin luvussa 4.1 käsitellään H2Koulu-hanketta, jossa on myös mukana koulutuskuntayhtymä OSAO. Hankkeessa ollaan kehittämässä myös opetustarjontaa ammattioppilaitostasolle. Tämän ohella OSAO on investoimassa vetyrekkaan, joka tulee olemaan osa koulutusta tutkimuksen ohella (OSAO 2024).

Tämän raportin luvussa 4.2 käsitellään Edukon VETY-hanketta, jossa ollaan kehittämässä vetyosaamista Kymenlaaksoon. Toteuttajana toimii ammattioppilaitos, joten todennäköisesti hankkeen kautta tullaan kehittämään myös ammattioppilaitostason koulutusta vedyn arvoketjuun.

4.4 Muu tarjolla oleva koulutus

Konsulttitoimisto Kiwa järjestää maksullisia [Vety - turvallisesti tuotantoon ja käyttöön](#) -koulutuksia. Koulutus on muutaman tunnin mittainen webinaari, jossa käydään läpi (Kiwa 2025):

- Vedyn ominaisuudet, hyödyntäminen ja turvallisuus, sääntely ja P2X
- Vedyn tuotantotekniikat ja niiden turvallisuusnäkökohtia
- Vety tuotannon, varastoinnin, kuljetusten, jakelun ja käytön laitetekniikassa:
 - rakenteet ja rakenneosat
 - materiaaliratkaisut
 - vauriomekanismeja ja arviointikriteerejä

- Esimerkkejä tuotannon, varastoinnin, kuljetusten ja käytön sovelluksista turvallisuusnäkökulmasta
- Esimerkkejä poikkeamista ja vaurioista riskien lähteinä
- Esimerkkejä kehityslinjoista: tuotanto, varastointi, kuljetus, jakelu, käyttö, P2X

Ramboll toteutti osana Jotpan rahoittamaa kokonaisuutta [vetyaiheisia koulutuksia](#) vuosina 2023-2024. Teemoina koulutuksissa olivat (tarkemmat kuvaukset linkkien kautta) (Ramboll 2024):

- [Talous](#)
- [Politiikka](#)
- [Hiilidioksidin talteenotto ja varastointi \(CCS\)](#)
- [Hiilidioksidin talteenotto ja hyötykäyttö \(CCU\)](#)
- [Power-to-Liquid ja Power-to-X](#)
- [Jalostusprosessit](#)

Edita on järjestänyt syksyllä 2024 vetyyn liittyvään [koulutuksen](#), jossa on keskitytty erityisesti lainsäädäntöön ja luvitukseen. Koulutuksessa käsiteltyjä teemoja (Edilex Lakitieto Oy 2024):

- Miten uusiutuvan energian direktiivit REDI II ja REDI III sääntelevät vedyn tuotantoa?
- Miten tulkita uutta lainsäädäntöä ja osoittaa, että vetyhanke täyttää delegoitujen säädösten vaatimukset?
- Millä tavoin vetyä on mahdollista hyödyntää?
- Miten vetyhanke luvitetaan?
- Miten hanke etenee investointisuunnitelmasta investointipäätökseen, ja millä kriteereillä vetyhankkeille voi saada rahoitusta?
- Mikä yhdistää hankkeita, joista on tehty investointipäätös?

Swagelok Helsinki järjesti helmikuussa 2025 [Syvän asiantuntemuksen vetykoulutus - Putkijärjestelmän suunnittelu vetysovelluksiin](#) -koulutuksen. Kurssin tavoitteena on tarjota tietoa vetyputkistojärjestelmän turvalliseen suunnitteluun, asentamiseen ja ylläpitoon. Koulutus alkaa vedyn perusteiden ymmärtämisestä ja etenee kriittisiin aiheisiin, kuten teollisuusstandardit, materiaalitiede,

putkistojärjestelmän suunnittelu, vuotohavainnointi sekä järjestelmän ylläpitoon liittyvät näkökohdat. Kurssi yhdistää teoreettisen opetuksen ja käytännön harjoitukset, kuten (Swagelok Helsinki 2025):

- Putkiliitosten asennus
- Putkien taivutus
- Vuotohavainnointi

Suomen kaasuyhdistys on järjestänyt [Vetytalouden perusteet](#) -koulutuksen. Koulutuksessa keskityttiin vedyn (yhdisteiden) kemiaan ja teoriaan, vedyn ja synteettisen metaanin rooliin energiajärjestelmässä ja ilmastomuutoksen ehkäisemisessä, teknologioihin ja turvallisuuteen, kuten vedyn ja synteettisen metaanin tuotantoon, siirtoon ja varastointiin. (Suomen kaasuyhdistys ry 2023.)

4.5 Suomen vetytutkimusfoorumi

Suomessa on perustettu vuonna 2022 Suomen vetytutkimusfoorumi, jossa on mukana suomalaisia tiedeyliopistoja sekä tutkimuslaitoksia. Vetytutkimusfoorumin tavoitteissa mainitaan tutkimus- ja koulutustarpeiden edistäminen Suomessa. (Hydrogen Research Forum Finland.)

Vetytutkimusfoorumi on tehnyt selvityksen vedyn arvoketjuun liittyvistä tutkimustarpeista. Vaikka ne koskevatkin tutkimusta, on ne peilattavissa myös tarvittavaan koulutukseen. [Kansallisen strategisen Vetytutkimuksen tarpeet - Suomen vetytutkimusfoorumin näkymä](#) -raportissa tarkastellaan tutkimustarpeita alla olevan kuvan mukaisesti. (Hydrogen Research Forum Finland.)



Tutkimustarpeita on tarkasteltu yksityiskohtaisemmin eri aikajäniteillä alla olevassa kuvassa. (Hydrogen Research Forum Finland.)



5 Vetytalouden koulutustarjonnan kehittämishankkeet

5.1 H2Koulu

H2Koulu on Oulun yliopiston, Oulun ammattikorkeakoulun ja koulutuskuntayhtymä OSAOn yhteinen hanke, jonka kesto on 1.9.2023 - 31.8.2025. Hankkeessa on ollut tavoitteena tuottaa uusi, osin ajasta ja paikasta riippumaton jatkuvan oppimisen hybridikoulutuskokonaisuus. Hankkeen kautta on lisätty alueen eri organisaatioiden vetytietoutta. Kehitettävässä koulutuksessa tarjotaan tietoa muun muassa vedyn tuotantoon, kuljetukseen, varastointiin, jatkojalostukseen ja käyttöön liittyen. (Oulun ammattikorkeakoulu 2023.)

H2Koulu-hankkeessa on toteutettu neljä opintokokonaisuutta. Ensimmäinen näistä on niin kutsuttu verkossa järjestettävä kurkistuskurssi, joka on kahden opintopisteen laajuinen suomenkielinen verkkokurssi. Kurssin suorittamiseksi ei vaadita aiempaa osaamista vedystä tai teknologiasta. Kurssia pilotoidaan oppilaitoksissa syksyn 2024 ja talven 2025 aikana. Kurssi on suunnattu lukioille ja ammattikouluille, mutta myöhemmin se tulee tarjolle aivan kaikille vedystä kiinnostuneille. Kurssilla perehdytään perustietoihin vedystä ja vetytaloudesta. (Oulun yliopisto 2024.)

Hankkeessa kehitetyt muut kolme kurssia ovat oppilaitoskohtaisia. Oulun ammattikorkeakoulu kehittää kurssia vedyn tuotantoprosessista, yliopisto vedyntuotannosta ja -käytöstä ja OSAO puolestaan vedyn jakelusta ja varastoinnista. Alkuvaiheessa kurssit ovat avoimia vain oppilaitosten opiskelijoille, mutta ainakin yliopisto kaavailee avaavansa kurssin avoimen yliopiston puolelle. Hankkeessa suunnitellun opintokokonaisuuden lähtökohtana on, ettei vetyosaamisen kartuttaminen vaadi kokonaisen tutkinnon suorittamista, vaan tieto on omaksuttavissa täsmäiskuina. (Oulun yliopisto 2024.)

5.2 VETY – Vihreän vedyn osaamista Kymeenlaaksoon

Kouvola ammattiopisto Edukolla on käynnistynyt vihreän vedyn osaamista Kymeenlaaksoon -hanke vuoden 2025 alusta alkaen. Hanke kestää 30.4.2027 saakka. Hankkeen toiminnallisina tavoitteina ovat (Eduko 2025):

1. Tunnistaa vetyteknologian asennukseen, huoltoon ja kunnossapitoon liittyvät osaamisvaatimukset sekä tehdä ammattikuvaukset ja kuvata ammattitaitovaatimukset.
2. Suunnitella vetyteknologian ammatilliseen opetukseen soveltuva fyysinen ympäristö ja suunnitella ja toteuttaa digitaalinen oppimisympäristö. Lisätä opetushenkilöstön osaamista vetyteknologiasta.
3. Tunnistettujen osaamisvaatimusten perusteella suunnitella ja pilotoida toisen asteen koulutukseen sopivat koulutustuotteet, joilla voidaan toteuttaa uudelleen kouluttautumisen mahdollistavaa muuntokoulutusta. Kehittää koulutuksesta saatava osaamismerkki tai todistuksella todennettava, työelämälähtöinen osaamiskokonaisuus.

5.3 Vihreällä vedyllä ja hiilidioksidilla voimaa Kaakkois-Suomeen

Vihreällä vedyllä ja hiilidioksidilla voimaa Kaakkois-Suomeen -hankkeen toteuttajina toimivat Lahden teknillinen yliopisto LUT, Lappeenrannan kaupunki, Suomen Vetylaakso, Kaakkois-Suomen Ammattikorkeakoulu Oy, Lab-ammattikorkeakoulu Oy, Kouvola Innovation Oy, Cursor Oy, Imatran Seudun Kehitysyhtiö

Oy. Hanketta rahoittaa Etelä-Karjalan liitto Euroopan oikeudenmukaisen siirtymän rahastosta. Hankkeen kesto 1.9.2024-28.2.2027. (Xamk 2024.)

Hankkeen tavoitteena on (Xamk 2024):

- Edistää uusiutuvan energian rakentamista Etelä-Karjalan ja Kymenlaakson alueilla.
- Edistää vihreän infrastruktuurin ja tuotantoalueiden kehittymistä Kaakkois-Suomessa.
- Tutkia hiilidioksidin hyötykäyttöpoltteita ja niiden tarvitsemia siirtoverkkoja.
- Vahvistaa alueellista yhteistyötä yritysten, kuntien sekä alueella toimivien koulutus- ja tutkimusorganisaatioiden välillä.
- Selvittää osaamistarpeet ja koulutustarjontaa sekä luoda pohjaa kehittää uusia vetytalouteen keskittyviä koulutusohjelmia ja -materiaaleja, jotka vastaavat alueen yritysten ja työvoiman tarpeisiin.

Hankkeen toteuttamaa koontia osaamistarpeista on hyödynnetty myös tässä raportissa.

5.4 H2Excellence -hanke

H2Excellence on Vaasan ammattikorkeakoulun vetämä hanke, jonka tavoitteena on luoda Vaasan alueelle ja Suomeen kansainvälisesti merkittävä vihreän vedyn osaamiskeskus. Hanketta toteutetaan yhteistyössä ammattioppilaitos Vaarian sekä teknologiakeskus Merinovan kanssa. Hanketta rahoittaa Erasmus+ ja siinä on mukana Suomen lisäksi kahdeksan eurooppalaista maata, eli Italia, Portugali, Espanja, Ranska, Romania, Saksa, Puola, Kreikka sekä lisäksi Kanada Euroopan ulkopuolelta. Hankkeen kesto 15.6.2023-14.6.2027. (GSD Nordic 2025.)

Hankkeen kautta tuetaan uusien työpaikkojen syntymistä. Uutta osaamista saadaan aikaan kehittämällä oppimis- ja tutkimisympäristöjä. Hankkeen kautta kehitetään niin nuorten opiskelijoiden kuin koneiden työntekijöiden taitoja. Keskeisessä roolissa on jatkuvan oppimisen mallin sekä kansainvälisten,

monitasoisten koulutusohjelmien kehittäminen vastaamaan vetyosaamisen tarpeisiin. (GSD Nordic 2025.)

Hankkeen tavoitteena on perustaa Vaasaan ammatillisen huippuosaamisen keskittymä. Vetyyn liittyvää koulutusta toteutetaan integroimalla teema nykyisiin opintojaksoihin, lisäämällä jatkuvan oppimisen tarjontaa sekä kehittämällä kansainvälisiä koulutusohjelmia polttokennojen ja puhtaan vetyteknologian osalta. Lisäksi hankkeen kautta tuotetaan koulutusmateriaalia. (GSD Nordic 2025.)

5.5 FinH2 -hanke

FinH2-hankkeessa ovat mukana VTT, LUT, Aalto yliopisto ja Business Finland sekä 18 sidosryhmän edustajaa eri teollisuuden aloilta. Hankkeen tavoitteena on parantaa elektrolyysin ja vetyteknologian osaamista ja kilpailukykyä Suomessa. (FinH2 2025.)

Hankekuvauksessa todetaan, että suomalaiset yritykset hakevat rooliaan vetytalouden markkinassa ja näiden yritysten tulee kehittää omaa osaamistaan globaaleille tuote- ja palvelumarkkinoille pääsemiseksi. FinH2-hanke tarjoaa kriittistä ja ajantasaista osaamista ja käytännöllistä kokemusta vetyarvoketjun osalta aina materiaaleista ja komponenteista systeemi-integraatioon ja vedyn hyödyntämiseen saakka. Hankkeen päätavoitteena on kehittää elektrolyysiteknologiaa ja samalla kouluttaa uutta, osaavaa työvoimaa tälle alalle. (FinH2 2025.)

6 Yhteenveto

Tässä selvityksessä on perehdytty vetytalouteen liittyviin osaamistarpeisiin olemassa olevien selvitysten ja raporttien perusteella. Lisäksi tässä selvityksessä on käyty läpi vetytalouden osaamistarpeiden kartoittamiseen ja koulutuksen kehittämiseen tähtääviin hankkeisiin. Tämän ohella on toteutettu kartoitusta jo olemassa olevasta koulutustarjonnasta Suomessa.

Kaikissa selvityksissä todetaan, että vedyn arvoketjussa on pula osaavasta työvoimasta. Selvitysten ja tämän kartoituksen perusteella voidaan sanoa, että ammattikoulutuksessa ei vetyyn liittyvää opetustarjontaa ole tällä hetkellä juurikaan olemassa. Ammattioppilaitoksissa on käynnissä hankkeita, joiden avulla opetustarjontaa kehitetään. Eniten tarjontaa on maisteritason koulutuksessa, vaikka sielläkin vetyyn liittyvät opintojaksot ovat hajautuneet eri koulutusohjelmiin. Ammattikorkeakouluissa tarjontaa ei ole vielä kovin runsaasti. Jatkuvan oppimisen koulutusta on jonkin verran jo kehitetty ja kehitetään parhaillaan.

Valtaosassa selvityksiä todetaan, että vetyyn liittyvää koulutusta tulisi ensisijaisesti tarjota täydennyskoulutuksena jatkuvan oppimisen keinoin. Osassa selvityksiä todettiin myös tarve koulutusohjelmille erityisesti vedyn jatkojalostamiseen liittyen.

Selvitysten johtopäätösten perusteella voidaan todeta, että koulutusten kehittämisessä on tärkeää kuulla sidosryhmiä. Lisäksi opetustarjontaa tulisi kehittää yhteistyössä tutkimus- ja koulutusorganisaatioiden kesken. Näiden ohella on huomioitava, että erilaisille osaajille tarvitaan eri teemoihin keskittyvää koulutusta, mutta myös yhteisiä teemoja löytyy kaikille osaajaryhmille.

Selvityksissä todettiin myös yhdeksi haasteeksi TKI-ympäristöjen kehittymättömyys vedyn näkökulmasta. Monet asiat tulisi pystyä konkreettisesti kokeilemaan ja osoittamaan osaaminen. Selvityksen pohjalta voidaan todeta, että olisi järkevää rakentaa modulaarisia koulutuksia, joissa jokaiselle oppijalle voidaan rakentaa oma koulutuspolku. Tämä mahdollistaisi opintojaksojen suorittamisen useammasta oppilaitoksesta oman tarpeen ja kiinnostuksen mukaan. On myös hyvä muistaa, että vetytalous on monitieteistä ja osaajajoukko koostuu poikkitieteellisistä tiimeistä.

Osaamistarpeita vetytalouteen liittyen on paljon, mutta jos niistä yrittäisi tehdä jonkinlaista yhteenvetoa, korostuvat siellä seuraavat osa-alueet:

- Vedyn tuotanto
- Vedyn ominaisuudet

- Turvallisuus, vaarat ja riskit
- Vedyn käyttö
- Vetylogistiikka
- Huolto ja käyttö
- Uusiutuva energia
- Varastointi
- Lakiasiat ja luvitus
- Hankekehitys
- Liiketoiminta
- Tuotekehitys ja vedyn jatkojalostus
- Laitossuunnittelu
- Materiaalit, komponentit
- Mittarit, vuodot

Hankkeen toteuttamalla benchmark-matkalla vierailtiin Hycamitella, jossa keskusteltiin myös osaamistarpeista. Tällä hetkellä suurimpana osaamistarpeena nähtiin automaatio-osaaminen. Tämä on tunnistettu myös yhdeksi keskeiseksi osaamistarpeeksi Skotlannin vetyosaamisen kehittämistä tarkastelevassa Mapping the current and forecasted hydrogen skills landscape -raportissa.

Läpikäydyissä selvityksissä todetaan, että eri tasoisten osaajien osalta turvallisuus on tärkein ja yhdistävä osaaminen. Turvallisuusosaaminen, elektrolyysiprosessien tuntemus sekä vedyn arvoketjun ymmärtäminen ovat sellaisia osaamistarpeita, jotka muodostavat hyvän pohjan asiantuntijatasen vetykoulutuksen käynnistämiseksi. Edellä esitellyn kokonaisuuden pohjalta tullaan pilotoimaan ensimmäistä vetyyn liittyvää koulutusta ”Vetytalous ja -turvallisuus” Karelia-ammattikorkeakoulun opetustarjonnassa syksyllä 2025.

Tämän selvityksen tuloksia hyödynnetään osana Vetytalouden osaava työvoima-hanketta toteutettavia haastatteluja ja kyselyjä, joilla pyritään kokoamaan tietoa Pohjois-Karjalan toimijoiden näkemyksistä vetytalouden osaamistarpeiden osalta. Haastattelujen ja kyselyiden jälkeen aloitetaan koulutuspolun ja koulutussisältöjen tarkempi suunnittelu yhteistyössä muiden koulutusorganisaatioiden kanssa.

Pohjois-Karjalassa on maakunnalliseksi tavoitteeksi asetettu vedyn jatkojalostaminen maakunnassa, jolloin tuotetun vedyn sijaan vietäisiin korkeamman jalostusarvon vetyperusteisia tuotteita. Tämä näkökulma on huomioitava koulutuspolun suunnittelussa, mutta siitä huolimatta koulutuspolku tulee suunnitella siten, että siinä pystyttäisiin tarjoamaan osaamista läpi koko vedyn arvoketjun. On tärkeää lähteä liikkeelle vetyhankkeiden edistämisestä edeten kohti tuotantoa, logistiikkaa ja siitä edelleen jatkojalostukseen. Arvoketjuun sisältyy myös tukipalveluja, joiden sisällyttämistä koulutuspolkuun tulee tarkastella.

Selvityksissä todettiin myös yhdeksi pullonkaulaksi se, että opettajien ja kouluttajien osaaminen vetyteemasta on puutteellista. On tärkeää tunnistaa eri koulutusorganisaatioiden vahvuudet vedyn arvoketjuun liittyvässä osaamisessa, että Itä-Suomeen saataisiin kehitettyä koulutusorganisaatioiden yhteistyönä mahdollisimman kattava vetytalouden koulutustarjonta. Yksittäisen koulutusorganisaation osaaminen teemassa ei todennäköisesti ole riittävän monipuolista.

Osana koulutuspolun suunnittelua on syytä kiinnittää huomiota myös koulutusorganisaatioiden osaamisen vahvistamiseen vedyn arvoketjun osalta. Tässä henkilökunnan työelämäjaksot ja niiden kehittäminen voisivat olla yksi vaihtoehto. Tämä auttaisi ymmärtämään paremmin myös työssäoppimisen mahdollisuuksia osana vetyhankkeita, joka tällä hetkellä on tärkein väylä vedyn arvoketjuun liittyvän osaamisen vahvistamisessa.

- Oulun ammattikorkeakoulu. 2023. H2Koulu. <https://oamk.fi/hankkeet/h2koulu/>. 22.1.2025
- Oulun yliopisto. 2024. Oulun uusi H2Koulu valmistaa osaajia alalle, joka on vasta syntymässä. <https://www oulu.fi/fi/uutiset/oulu-uusi-h2koulu-valmistaa-osaajia-alalle-joka-vasta-syntymassa>. 22.1.2025
- Ramboll. 2024. Vetytalouskoulutus. <https://courses.digitaledu.ramboll.fi/vetytalouskoulutus/>. 3.2.2025
- Skiba Richard. 2020. Competency Standards for Emerging Hydrogen Related Activities. https://www.scirp.org/pdf/ojsst_2020051514434707.pdf. 2.5.2025
- Suomalainen tiedeakatemia. 2023. Vety vihreässä siirtymässä. https://acadsci.fi/wp-content/uploads/2023/06/Suomalainen_tiedeakatemia_Vetytalous-tiedeisku.pdf. 31.1.2025
- Suomen kaasuyhdistys. 2023. Vetytalous perusteet. <https://www.kaasuyhdistys.fi/wp-content/uploads/2023/06/Vetytalous-perusteet-kurssi-26.-27.9.2023.pdf>. 31.1.2025
- Swagelok Helsinki. 2025. Syvän asiantuntemuksen vetykoulutus – Putkijärjestelmän suunnittelu vetysovelluksiin. <https://www.helsinki.swagelok.com/fi/ajan-kohtaista/vetykoulutus>. 3.2.2025
- Teknologiaeollisuus ry. 2025. Vetytalous. <https://osaamispulssi.fi/osaaminen/vetytalous/>. 8.1.2025
- Valtioneuvosto. 2022. Vetytalous – mahdollisuudet ja rajoitteet. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163901/VNTEAS_2022_21.pdf. 31.1.2025
- VAMK. 2024. Vedyntuotanto ja vetytalous arvoketjut -koulutus. <https://www.vamk.fi/opintokokonaisuus/vedyntuotanto>. 3.2.2025
- Vetyklusteri. 2022. Yliopistojen ja tutkimuslaitosten vetytalous koulutustarjonta ja TKI-toiminta. <https://h2cluster.fi/wp-content/uploads/2022/05/H2cluster-raportti-2022-Yliopistojen-ja-tutkimuslaitosten-koulutustarjonta.pdf>. 3.2.2025
- Vetyklusteri. 2023. Clean hydrogen economy strategy for Finland. <https://h2cluster.fi/wp-content/uploads/2023/06/H2C-H2-Strategy-for-Finland.pdf>. 31.1.2025
- VTT. 2023. Vetyarvoketjussa on tilaa suomalaisyrityksille – nyt tarvitaan rohkeutta ja nopeutta. <https://www.vttresearch.com/fi/uutiset-ja-tarinat/vetyarvoketjussa-tilaa-suomalaisyrityksille-nyt-tarvitaan-rohkeutta-ja-nopeutta>. 2.5.2025
- Xamk. 2024. Vetyosaaminen Kaakkois-Suomen vahvuudeksi. <https://read.xamk.fi/2024/metsa-ymparisto-ja-energia/vetyosaaminen-kaakkois-suomen-vahvuudeksi/>. 3.2.2025