

VETYTALouden KEHITTymISEEN LIITTYVÄT TIETO- JA OSAAMISTARPEET

Vetytalouden mahdollisuudet
ruokaketjussa –selvityshanke (VEP)

Osaraportti, T1.1c

23.6.2025

Kirsi Spoof-Tuomi



Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA



Euroopan unionin
osarahoittama



ETELÄ-POHJANMAAN LIITTO
Regional Council of South Ostrobothnia



Vetytalouden mahdollisuudet
ruokaketjussa –selvityshanke

Sisältö

- [1. Johdanto](#)
- [2. Vedyn arvoketju ruokajärjestelmässä](#)
- [3. Uusiutuvaan energiaan liittyvät osaamistarpeet](#)
- [4. Vedyn tuotantoon liittyvät osaamistarpeet](#)
- [5. Vedyn jatkojalostukseen liittyvät osaamistarpeet](#)
- [6. Vedyn varastointiin liittyvät osaamistarpeet](#)
- [7. Vedyn siirtoon ja jakeluun liittyvät osaamistarpeet](#)
- [8. Vedyn loppukäyttöön liittyvät osaamistarpeet](#)
- [9. Tieto- ja viestintäteknologiset \(ICT\) osaamistarpeet](#)
- [10. Osaamisen moottorit: koulutus, tutkimus ja yhteistyö](#)
- [11. Kuntien rooli vetytalouden edistämisessä](#)
- [12. Yhteenvedo ja toimenpide-ehdotukset osaamisen kehittä...](#)

[Lähteet](#)



1. Johdanto

Vetytalouden kehittyessä kasvaa myös tarve osaavalle työvoimalle. Vetytalous rakentuu useista toisiinsa kytkeytyvistä vaiheista, joista jokainen edellyttää erityyppistä teknistä, taloudellista ja sääntelyyn liittyvää osaamista. Keskeisiä osaamisalueita ovat muun muassa:

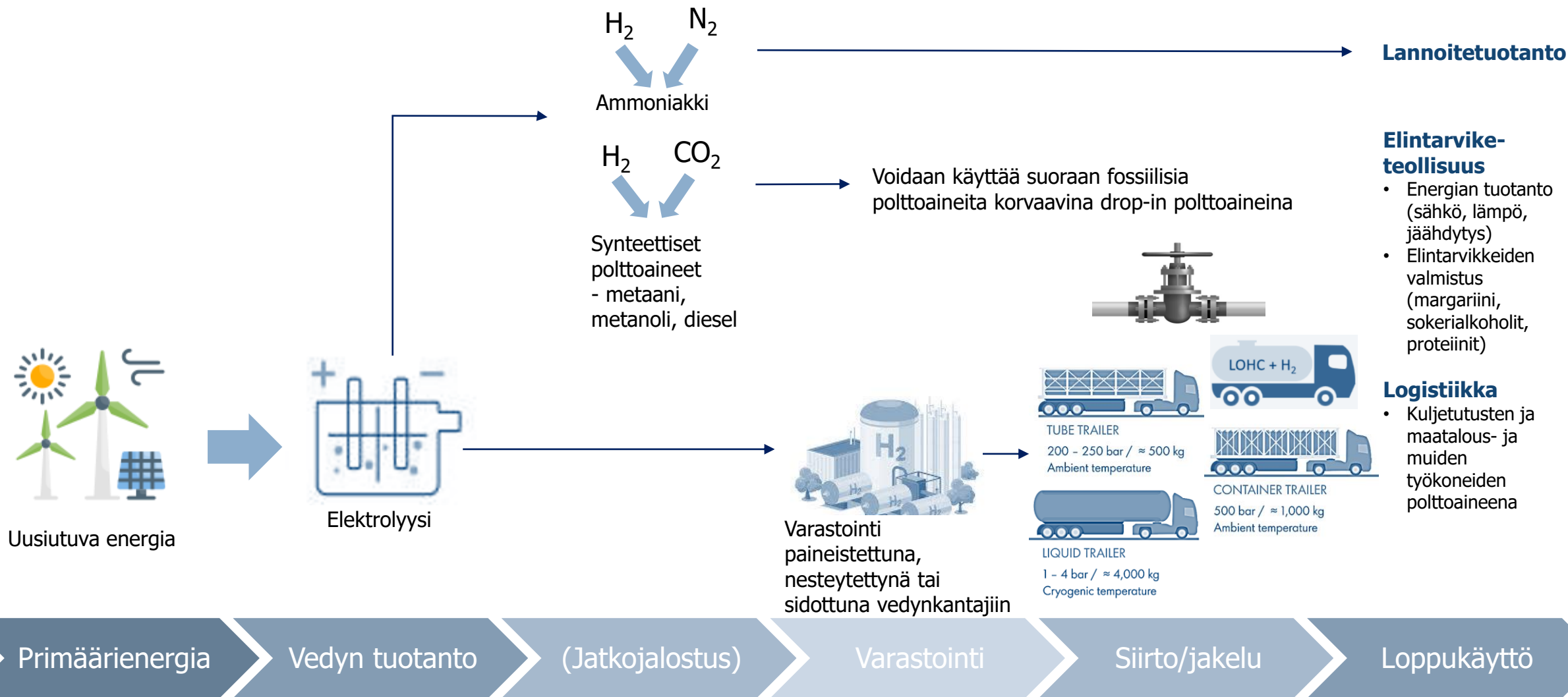
- uusiutuvan energian hyödyntäminen
- elektrolyysiteknologia
- tehoelektroniikka
- materiaalitieteet
- turvallisuusosaaminen sekä
- vedyn tuotantoon, varastointiin, jakeluun ja käyttöön liittyvän lainsäädännön tuntemus

Tämä kokonaisuus synnyttää laaja-alaisia osaamis- ja koulutustarpeita, joihin on tärkeää reagoida ennakoivasti, jotta kehityksen edellyttämät valmiudet voidaan rakentaa ajoissa.

Tässä raportissa tarkastellaan vetytalouden edellyttämiä tieto- ja osaamistarpeita sekä kartoitetaan nykyistä koulutustarjontaa niin Etelä-Pohjanmaan alueella kuin kansallisesti. Lopuksi esitetään ehdotuksia vihreän vedyn koulutuksen ja osaamisen kehittämiseksi.



2. Vedyn arvoketju ruokajärjestelmässä



Euroopan unionin
osarahoittama

Vetytalouden mahdollisuudet
ruokaketjussa –selvityshanke

Vedyn arvoketju ruokajärjestelmässä – osaamistarpeet

Jokainen edellä esitetty vedyn arvoketjun vaihe — primäärienergian tuotannosta vedyn loppukäyttöön — sisältää erilaisia teknologioita, infrastruktuureja ja toimijoita, joiden on toimittava saumattomasti, tehokkaasti ja turvallisesti yhdessä. Eri vaiheiden onnistunut toteutus edellyttää paitsi sektorirajat ylittävää yhteistyötä eri toimialojen kesken myös syvällistä ja monialaista osaamista.

Tekniset osaamisalueet kattavat uusiutuvan energian ja vihreän vedyn teknologioiden ja järjestelmien suunnittelun, asennuksen, käytön, huollon ja optimoinnin. Näihin sisältyy muun muassa elektrolyysilaitteistojen hallinta, vedyn varastointiratkaisujen toteutus sekä jakelu- ja käyttöjärjestelmien tekninen ylläpito.

Poikkileikkaavat osaamisalueet liittyvät turvallisuuteen, laatuun, ympäristövaikutuksiin, sääntelyyn ja taloudellisiin näkökulmiin. Näiden osa-alueiden hallinta on keskeistä vihreän vedyn kestävän ja kannattavan tuotannon ja käytön varmistamiseksi.

Seuraavaksi esitetään yksityiskohtaiset analyysit tieto- ja osaamistarpeista kullekin vihreän vedyn arvoketjun vaiheelle. Analyysit perustuvat hankkeessa muodostuneisiin näkemyksiin, Teknologiateollisuuden (2025) Osaamispulssi-kyselyn tuloksiin sekä kansainvälisiin selvityksiin vetytalouden osaamisvaatimuksista (Transition Accelerator, 2022; Council of Scientific & Industrial Research, 2024).

Kuvituskuvat freepik.com



Euroopan unionin
osarahoittama

Vetytalouden mahdollisuudet
ruokaketjussa –selvityshanke

3. Uusiutuvaan energiaan liittyvät osaamistarpeet

Tekniset osaamistarpeet:

- Tuuli- ja aurinkovoimaloiden suunnittelu ja rakentaminen, laitetekniikka, automaatio- ja valvontajärjestelmät, voimaloiden ylläpito ja kunnossapito
- Uusiutuvan energian integroiminen vedyn tuotantoon, energiavarastointi ja kuormanhallinta

Lainsäädäntö: Lupa- ja ympäristöprosessien hallinta

Talous ja liiketoiminta: Investointien suunnittelu ja kannattavuusanalyysit



Tuuli- ja aurinkoenergia ovat vakiinnuttaneet asemansa keskeisinä sähköntuotannon muotoina, ja erityisesti tuulivoimateknologiaan liittyvää osaamista on jo laajasti saatavilla. Sen sijaan vedyn tuotanto ja siihen liittyvä infrastruktuuri edellyttävät uudenlaista teknistä ja strategista asiantuntemusta. Tämän raportin painopiste onkin näiden kehittyvien osaamistarpeiden tunnistamisessa, joihin syvennyttään seuraavaksi.



**Euroopan unionin
osarahoittama**

Vetytalouden mahdollisuudet
ruokaketjussa –selvityshanke

4. Vedyn tuotantoon liittyvät osaamistarpeet

- tekniset osaamistarpeet valmistelu- ja suunnitteluvaiheessa

Yleiset osaamistarpeet vedyn tuotannossa

Vedyn ominaisuudet ja turvallisuus

- Vedyn fysikaalisten ja kemiallisten ominaisuuksien tuntemus
- Vedyn käyttäytyminen eri olosuhteissa ja siihen liittyvät mahdolliset vaaratekijät

Sähkötekhninen osaaminen

- Suurjänniteosaaminen (muuntajat, tasasuuntaajat)
- Elektrolyysereiden sähkönsyötön ja tehonhallinnan tuntemus
- Sähköisten ohjausjärjestelmien tuntemus (PLC, DCS, SCADA)
- Turvallisuusosaaminen, kuten maadoitukset, oikosulku-suojaus, ylijännitesuojaus, ATEX-alueet

Elektrokemiallinen ja prosessitekhninen osaaminen

- Syvällinen ymmärrys elektrolyysiteknologiaan perustuvasta vedyn tuotannosta ja siihen liittyvistä elektrokemiallisista reaktioista.
- Elektrolyysereiden oheislaitteiden tuntemus, kuten putkistojen, venttiilien, kompressoreiden ja säiliöiden vaatimukset vedyn paine- ja lämpötilaolosuhteisiin
- Materiaalitekhninen osaaminen vedyn aiheuttamien kemiallisten ja mekaanisten rasitusten hallitsemiseksi
- Prosessinohjaus- ja säätöjärjestelmien tuntemus vedyn tuotannon optimoimiseksi
- Turvajärjestelmäosaaminen, kuten kaasuvuodon tunnistusjärjestelmät, ylipaineventtiilit, hätäseisjärjestelmät
- Jäähdytys- ja lämmönhallintajärjestelmien tuntemus



Vedyn tuotantoon liittyvät osaamistarpeet

- tekniset osaamistarpeet tuotantovaiheessa

Turvallisuus vedyn kanssa työskenneltäessä

- Ymmärrys vedyn fysikaalisista ja kemiallisista ominaisuuksista, käyttäytymisestä ja siihen liittyvistä riskeistä (esim. syttyvyys, vuotoherkkyys, näkymätön liekki)
- Turvallisuusprotokollien ja -menettelyjen hallinta, mukaan lukien riskien arviointi ja ehkäisy
- Oikeiden suojavarusteiden ja -menetelmien käyttö vedyn käsittelyssä ja sen läheisyydessä
- Toimintaohjeet hätätilanteissa, kuten vuodot, tulipalot tai paineenhallintaongelmat

Tekniset osaamistarpeet

- Perusymmärrys sähkökemiallisista reaktioista ja vedyn tuotantoprosessista
- Kyky hallita laitoksen sähköjärjestelmiä, ohjauslogiikkaa ja automaatiota
- Vedyn tuotantoprosessien, lämpötilojen, paineiden ja virtausdynamiikan hallinta
- Vedyn tuotantoon liittyvien mittalaitteiden tuntemus ja niiden kalibrointi
- Vedyn tuotantoon liittyvien laitteiden ja järjestelmien huolto- ja testausvaatimusten tuntemus
- Vedyn paineistus ja nesteytys ja integrointi varastointijärjestelmään tai jatkojalostukseen



Vedyn tuotantoon liittyvät osaamistarpeet

- sääntely ja luvat

Lupamenettelyt

- Rakentamiseen ja infrastruktuuriin liittyvät luvat (esim. kaavoitus, rakennusluvat, vesiluvat)
- Ympäristöluvat (YVA-menettely)



Prosessiturvallisuus ja riskienhallinta

- Lainsäädännön edellyttämä osaaminen riskianalyyseistä ja käyttövalmiuden tarkastuksista (hyväksyntä-, vaatimustenmukaisuus- ja materiaalitestaukset)

Lainsäädäntö ja standardit vedyn tuotannossa

- EU:n ja kansallisen tason ympäristö-, turvallisuus- ja energialainsäädäntö
- Ajankohtaiset ja tulevat vedyn tuotantoa ohjaavat standardit
- Kemikaaliturvallisuuslainsäädäntö



Vedyn tuotantoon liittyvät osaamistarpeet

- talous ja liiketoiminta

Liiketoimintaosaaminen ja johtaminen

- Vedyn arvoketjun tuntemus: Ymmärrys vedyn arvoketjun vaiheista ja niiden taloudellisista vaikutuksista
- Markkina-analyysi ja liiketoimintamallit: Kyky arvioida vedyn kysyntää eri sektoreilla ja kehittää kannattavia liiketoimintamalleja
- Liiketoimintasuunnitelman laatiminen
- Verkostojen ja arvoketjujen johtaminen: Kyky luoda ja johtaa toimijaverkostoja, jotka yhdistävät eri organisaatioiden osaamista ja resursseja
- Kumppanuuksien luominen: Strateginen yhteistyö eri toimijoiden kanssa liiketoiminnan kehittämiseksi

Talousosaaminen

- Investointien suunnittelu ja rahoitus: Osaaminen vetyhankkeiden taloudellisessa suunnittelussa ja rahoitusinstrumenttien hyödyntämisessä
- Kannattavuusanalyysi: Vedyn tuotannon kustannusrakenteen ymmärrys ja kyky arvioida liiketoiminnan kannattavuutta
- Riskienhallinta: Taloudellisten, teknologisten ja sääntelyriskien tunnistaminen ja hallinta osana liiketoiminnan suunnittelua

Strateginen kehittäminen

- Kilpailukyvyn vahvistaminen, esimerkiksi korkean jalostusarvon tuotteet, innovatiiviset ratkaisut

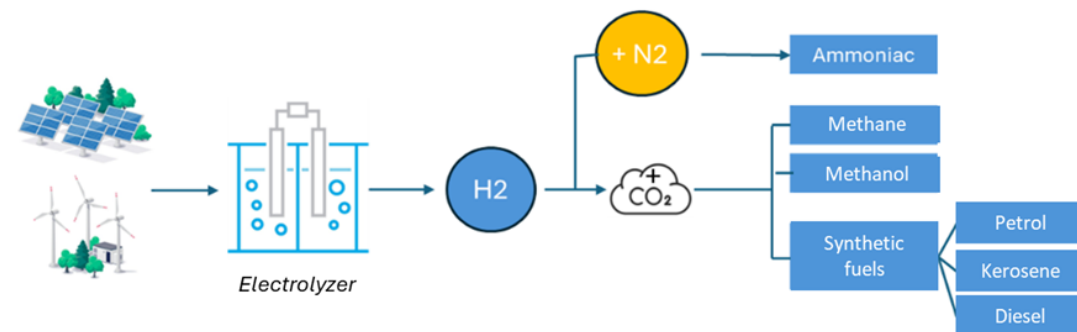


5. Vedyn jatkojalostukseen liittyvät osaamistarpeet

- tekniset osaamistarpeet

- Kemianteollisuuden osaaminen: Synteesireaktiot, kuten Haber-Bosch (ammoniakille), metanolisynteesi ja metanointi.
- Katalyysiosaaminen: katalyyttien valinta ja regenerointi
- Termodynamiikka- ja kinetiikkaosaaminen: reaktio-olosuhteiden ja saantojen optimointi
- Syöttökaasujen hallinta: Puhdistus, seossuhteiden säätö ja syöttöprosessit
- Reaktori- ja prosessisuunnittelu: reaktorityyppien tuntemus, lämmönhallinta
- Prosessiautomaatio-osaaminen (SCADA/DCS-järjestelmät), säätötekniikka, anturit ja analytiikka

- Tuotteiden jälkikäsittely (kondensointi, tislauk) ja laadunvarmistus
- Turvallisuusosaaminen, riskienhallinta ja materiaalitekologiaosaaminen
- Vedyn ja sähköpolttoaineiden integroituun tuotantoon liittyvä osaaminen, esim. prosessien synkronointi, lämmön ja energian talteenotto ja hyödyntäminen



Kuva: Sienna IM



Vedyn jatkojalostukseen liittyvät osaamistarpeet

- säädökset ja talous

Lainsäädännölliset osaamistarpeet

- EU:n ja kansallisen turvallisuus- ja kemikaalilainsäädännön tuntemus: REACH-asetus, CLP-luokittelu ja muut kemikaalien käsittelyyn liittyvät säädökset
- Ympäristölainsäädännön tuntemus: Vedyn tuotannon ja jatkojalostuksen ympäristövaikutusten arviointi ja lupaprosessit

Talouteen ja liiketoimintaan liittyvät osaamistarpeet

- Kustannusanalyysiosaaminen: Vedyn ja sen jatkojalosteiden tuotantokustannusten arviointi
- Markkina-analyysiosaaminen ja liiketoimintamallit: Vedyn ja sen johdannaisten nykyisen ja tulevan kysynnän arviointi eri sektoreilla ja kilpailukyky fossiiliin vaihtoehtoihin nähden. Liiketoimintamallien kehittäminen.
- Rahoitusinstrumenttien ja tukimekanismien hyödyntäminen.
- Taloudellinen mallinnus: Kannattavuuden ja pitkän aikavälin kestävyys arviointi taloudellisten mallien avulla
- Riskienhallinta: Taloudellisten riskien tunnistaminen ja hallinta vetytalouden hankkeissa



6. Vedyn varastointiin liittyvät osaamistarpeet

- yleiset ja tekniset osaamistarpeet

Yleiset osaamistarpeet vedyn varastoinnissa

- Vedyn ominaisuudet, käyttäytyminen ja mahdolliset vaarat
- Turvallisuus vedyn kanssa tai sen läheisyydessä työskenneltäessä, riskien ehkäisy ja toiminta hätätilanteissa



Tekniset osaamistarpeet

- Varastointimenetelmien tuntemus: Ymmärrys eri teknologioista, kuten paineistettu ja nesteytetty vety sekä vedyn sitominen kiinteisiin tai nestemäisiin vedynkantajiin
- Vedyn varastointiin liittyvien teknisten haasteiden tunnistaminen ja ratkaiseminen, kuten vuotojen ehkäisy ja energiatehokkuuden optimointi
- Materiaalitekнологia: Laitteiden ja materiaalien sopivuus vedyn olosuhteisiin ja ominaisuuksiin
- Turvallisuuskriittisten osa-alueiden hallinta, kuten paineen ja lämpötilan hallinta, vuotojen tunnistus ja räjähdysvaarojen ehkäisy
- Ylläpito ja huoltovaatimukset
- Integrointi energiajärjestelmiin: liittäminen vedyn tuotantoon ja jakeluinfrastruktuuriin



Vedyn varastointiin liittyvät osaamistarpeet

- säädökset ja talous

Lainsäädännölliset osaamistarpeet

- Kemikaaliturvallisuuslainsäädäntö: Vedyn käsittelyyn ja varastointiin liittyvien säädösten tuntemus
- Teknisten järjestelmien sääntelyosaaminen, esim. painelaitedirektiivi
- Ympäristölainsäädäntö: Ympäristövaikutusten arviointimenettelyt, ympäristöluvat ja vaikutusten hallinta varastointiratkaisuissa.
- Rakennus- ja kaavoituslainsäädäntö: Varastointilaitosten sijoittamiseen ja infrastruktuurin luvitukseen liittyvien säädösten tuntemus

Taloudelliset osaamistarpeet

- Kustannusanalyysiosaaminen: Investointi- ja käyttökustannusten arviointi eri varastointiteknologioille
- Skaalautuvuus ja kannattavuus: Taloudellisesti kestävien ratkaisujen kehittäminen eri käyttökohteisiin
- Rahoitusosaaminen: EU:n ja kansallisten tukien hyödyntäminen varastointihankkeiden rahoituksessa



7. Vedyn siirtoon ja jakeluun liittyvät osaamistarpeet

- yleiset ja tekniset osaamistarpeet

Yleiset osaamistarpeet vedyn siirrossa ja jakelussa

- Vedyn ominaisuudet, käyttäytyminen ja mahdolliset vaarat
- Turvallisuus vedyn kanssa tai sen läheisyydessä työskennellessä, riskien ehkäisy ja toiminta hätätilanteissa
- Vedyn arvoketjun tuntemus, toimitusketjujen hallinta



Tekniset osaamistarpeet

- Vedyn siirto- ja jakeluteknologioiden tuntemus
- Putkisiirto: vedyn siirtoon tarkoitettujen putkistojen, kompressoreiden, venttiileiden, mittalaitteiden ja ohjausjärjestelmien tuntemus
- Kuljetukset painesäiliöissä tai nesteytettynä: Säiliö- ja varustetekniikan tuntemus, säiliöiden, venttiileiden, liittimien ja turvajärjestelmien suunnittelu, käyttö ja ylläpito.
- Materiaalitekniikka: Materiaalien ja laitteiden oikea valinta vedyn paineen ja lämpötilojen kestämiseksi. Ymmärrys vedyn aiheuttamasta korroosiosta ja haurastumisesta sekä sopivien materiaalien ja pinnoitteiden valinta.
- Tankkausjärjestelmät: Jakeluasemien, höyrystimien, kompressoreiden ja automaatiojärjestelmien suunnittelu ja ylläpito



Vedyn siirtoon ja jakeluun liittyvät osaamistarpeet

- säädökset ja talous

Lainsäädännölliset osaamistarpeet

- Standardit ja säädökset: Tuntemus kansallisista ja EU-tason vedyn siirtoon ja jakeluun liittyvistä standardeista, turvallisuusmääräyksistä ja teknisistä ohjeista (esim. EN-, ISO- ja SFS-standardit).
- ADR-määräykset: Vaarallisten aineiden maantiekuljetuksia koskevien ADR-sopimusten ja -määräysten hallinta, mukaan lukien vedyn luokitus, merkinnät, kuljetusasiakirjat ja kuljettajavaatimukset.
- Luvat: Osaaminen vedyn siirto- ja jakeluhankkeisiin liittyvien lupien hakemisessa (esim. ympäristöluvat, rakentamislupa, kuljetuslupa)

Taloudelliset osaamistarpeet

- Investointien arviointi: kustannus-hyötyanalyysiosaaminen
- Rahoitus ja tukimekanismit: EU:n ja kansallisten rahoitusinstrumenttien tuntemus logistiikkainvestoinneissa
- Kuljetuskustannusten hallinta, esim. logistiikkaketjujen optimointi
- Markkinaymmärrys: kyky arvioida vedyn kysyntää ja tarjontaa eri alueilla ja sen vaikutusta kuljetusratkaisuihin.



8. Vedyn loppukäyttöön liittyvät osaamistarpeet

- tekniset osaamistarpeet, laitossuunnittelu

- Ymmärrys siitä, mitä käyttökohteita vedylle on fossiilisiin polttoaineisiin perustuvien prosessien korvaamisessa
- Teollisuuden prosessien muuntaminen vedylle sopiviksi: materiaalien, pinnoitteiden ja komponenttien valinta vedyn kemialliset ominaisuudet huomioiden



- Laitteistotuntemus: polttokennotekniikka, kaasuturbiinit
- Putkistojen ja säiliöiden suunnittelu: Vedylle sopivat rakenteet ja materiaalit, korroosion ja vetyhaurastumisen ehkäisy ja hallinta
- Automaatio- ja ohjausjärjestelmien tuntemus
- Vedyn käsittelyyn liittyvät turvallisuusstandardit ja riskienhallinta, turvajärjestelmäosaaminen, kuten ilmanvaihto, vuodonhavaitsemis- ja korroosion estojärjestelmät, räjähdysvaarallisten tilojen suunnittelu
- Energiatehokkuus ja sivuvirtojen hyödyntäminen: Hukkalämmön talteenotto ja hyödyntäminen teollisuusprosesseissa



8. Vedyn loppukäyttöön liittyvät osaamistarpeet

- vedyn käyttö teollisuuden energiantuotannossa ja kuljetuksissa

Yleiset osaamisvaatimukset

- Vedyn ominaisuudet, käyttäytyminen ja mahdolliset vaarat
- Turvallisuus vedyn kanssa tai sen läheisyydessä työskenneltäessä, riskien ehkäisy ja toiminta hätätilanteissa

Tekniset osaamisvaatimukset kuljetuksissa

- Polttokennoteknologian ja vetyvoimalinjojen tuntemus
- Ajoneuvojen tarkastus ja perushuolto vedyn käyttöön liittyen
- Vedyn tankkauslaitteiden, teknologian ja järjestelmien tuntemus

Tekniset osaamisvaatimukset teollisuudessa

- Laitteistotuntemus: polttokennotekniikka, kaasuturbiinit
- Vetylaitteistojen käyttö, prosessiparametrien säätö, valvonta- ja ohjausjärjestelmien hallinta
- Laitteiden toimintakunnon seuranta ja ennakoiva huolto
- Instrumentointijärjestelmien kalibrointi, ylläpito ja testaukset, esim. vuototestaus, antureiden ja hälytysten toiminnan testaus sekä turvalaitteiden toiminnan testaus
- Vedyn käsittelyyn liittyvien turvallisuusstandardien tuntemus (esim. ATEX), räjähdysvaarallisten tilojen valvonta



8. Vedyn loppukäyttöön liittyvät osaamistarpeet

- säädökset ja talous

Lainsäädännölliset osaamistarpeet

- Turvallisuus- ja kemikaalilainsäädäntö: ATEX-direktiivi, kemikaaliturvallisuuslaki, työturvallisuuslaki
- Laitteiden ja järjestelmien turvallisuusstandardit vedyn käytössä (esim. paineastiat)
- Valvonta-, hälytys- ja turvajärjestelmien tarkastusvaatimukset, dokumentointi ja jäljitettävyys
- Lupakäytännöt: Ympäristö-, kemikaali- ja mahdolliset poikkeusluvut vedyn käytölle

Talouteen liittyvät osaamistarpeet

- Kannattavuusanalyysi: Kustannus-hyötyosaaminen vedyn käyttöön liittyvissä investoinneissa. Vedyn käytön vertailu fossiilisiin ja muihin energiaratkaisuihin.
- Markkina- ja sopimusosaaminen: Vedyn hintojen, kysynnän ja tarjonnan seuranta sekä toimitus- ja huoltosopimusten taloudellisten ehtojen hallinta
- Tukimekanismien ja kannustimien hyödyntäminen
- Strategisen suunnittelun osaaminen ja liiketoiminnan kehittäminen: Vedyn käytön integrointi osaksi yrityksen liiketoiminta-strategiaa (kilpailukyvyyn vahvistaminen ja kestävän kehityksen tavoitteet)
- Taloudellisten riskien hallinta: Vedyn saatavuuteen ja hinnanvaihteluihin liittyvien riskien arviointi



9. Tieto- ja viestintäteknologiset (ICT) osaamistarpeet

Digitalisaatiolla on keskeinen rooli vetytalouden kehittämisessä. Digitalisaation avulla voidaan tehostaa tuotantoa, parantaa toimitusketjun hallintaa ja varmistaa järjestelmän turvallisuus.

Keskeisiä ICT-osaamisalueita vedyn arvoketjussa ovat:

Tuotanto ja prosessien hallinta

Automaatio, tekoäly ja koneoppiminen tuotannon optimointiin, digitaaliset kaksoset prosessien simulointiin ja optimointiin

Energiajärjestelmien digitalisaatio

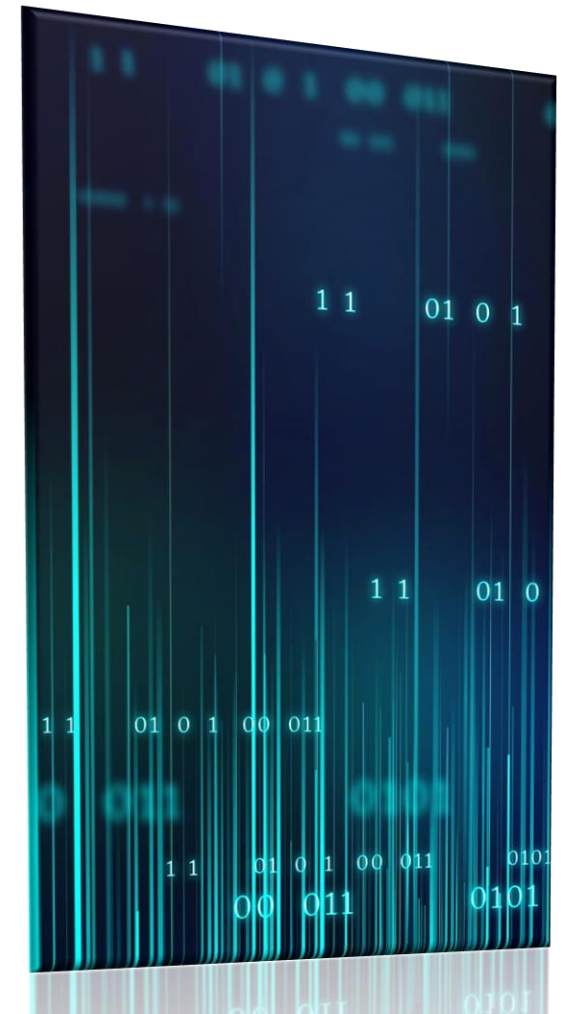
Älyverkot ja energianhallintajärjestelmät, reaaliaikainen datankeruu ja analytiikka, uusiutuvan energian integrointi vetytuotantoon

Toimitusketjut ja logistiikka

IoT, pilvipalvelut ja blockchain materiaalivirtojen seurantaan ja jäljitettävyyteen

Kyberturvallisuus ja riskienhallinta

Tietoturva, järjestelmien suojaus ja varautuminen



**Euroopan unionin
osarahoittama**

Vetytalouden mahdollisuudet
ruokaketjussa –selvityshanke

10. Osaamisen moottorit: koulutus, tutkimus ja yhteistyö

Vetytalouteen siirtymisen alkuvaiheessa yksi keskeisimmistä menestystekijöistä on osaava työvoima, joka ymmärtää vetytalouden toimintaympäristön sekä sen arvoketjujen erityispiirteet. Kasvavaan ja monipuolistuvaan osaajatarpeeseen vastaaminen edellyttää kolmea toisiaan täydentävää toimenpidettä:

- Koulutusten kehittämistä: Uusien koulutuskokonaisuuksien ja täydennyskoulutusten luomista vetytalouden eri osa-alueille
- Tutkimuksen vahvistamista: Monialaista ja soveltavaa tutkimusta, joka tukee teknologian ja toimintamallien kehittämistä
- Verkostoitumista: Tiivistä yhteistyötä korkeakoulujen, tutkimuslaitosten, yritysten ja julkisen sektorin välillä osaamisen jakamiseksi

Seuraavilla sivuilla kootaan Etelä-Pohjanmaan alueella korkeinta koulutustasoa tarjoavan Seinäjoen ammattikorkeakoulun (SEAMK) opintotarjonta sekä valtakunnalliset, verkkototeutuksina järjestettävät vetyalan koulutukset.



Koulutustarjonta, alueellinen

SEAMK:ssa ei ole suoraa energiatekniikan tai vetytalouteen erikoistunutta tutkinto-ohjelmaa, mutta useat koulutusalat tarjoavat osaamista, joka liittyy läheisesti vetytalouden arvoketjuun. Näitä ovat (SEAMK, 2025):

Tutkinto	Suuntautuminen	Keskeiset osaamisalueet
Teknisen alan koulutukset		
Insinööri (AMK)	Kone- tai sähköautomaatio	Sähkö- ja automaatio suunnittelu, ohjelmointi, simulointi
Insinööri (ylempi AMK)	Automaatiotekniikka	Automaation suunnittelu, teollinen internet, digitaalinen valmistus, tuotekehitys, projektinhallinta
Insinööri (AMK)	Konetekniikka	Tuotantotekniikka, koneensuunnittelu, teknillinen mekaniikka, materiaalisuunnittelu, automaatiojärjestelmät
Insinööri (ylempi AMK)	Teknologiaosaamisen johtaminen	Strateginen johtaminen, tuotekehityksen johtaminen, uusiutuvat energialähteet
Insinööri (AMK)	Tietotekniikka	Ohjelmistotuotanto, IoT, teollinen internet, tietoverkot, pilvipalvelut
Liiketoimintaosaamisen koulutukset		
Tradenomi (AMK)	Taloushallinto, liiketoiminnan kehittäminen ja johtaminen, markkinointi	Taloushallinto, liiketoiminnan kehittäminen ja johtaminen, markkinointi
Tradenomi (ylempi AMK)	Liiketoimintaosaaminen	Liiketoiminnan strateginen kehittäminen ja johtaminen



Vetyosaamisen koulutuksen kehittäminen osaksi nykyisiä koulutusohjelmia

Kansallisen vetyklusterin (H2cluster Finland, 2022) mukaan erillisten vetytekniikkaa ja -taloutta koskevien koulutusohjelmien sijaan olisi tarkoituksenmukaisempaa kehittää vetyarvoketjuun liittyviä koulutuskokonaisuuksia, jotka integroituvat joustavasti osaksi olemassa olevia koulutusohjelmia. Tämä lähestymistapa mahdollistaa vetytalouden osaamisen laaja-alaisen ja monialaisen kehittämisen ilman tarvetta rakentaa kokonaan uusia koulutuspolkuja.

Uudet kurssit tulisi mahdollisuuksien mukaan toteuttaa siten, että ne ovat:

- Etäopiskeltavia: mahdollistavat osallistumisen ajasta ja paikasta riippumatta.
- Itsenäisesti suoritettavia: palvelevat myös työelämässä olevien täydennyskoulutustarpeita.
- Modulaarisia: voidaan yhdistää eri koulutusaloille (esim. tekniikka, talous, ympäristö).

Seuraavaksi esitellään tästä jo toteutuneita esimerkkejä.



Ajankohtaisia vetyyn liittyviä etäkoulutuksia

Vedyntuotanto ja vetytalouden arvoketjut – Vaasan ammattikorkeakoulu VAMK & Turun AMK (VAMK, 2025)

- Laajuus: 25 opintopistettä, osallistujat voivat osallistua yhteen tai useampaan 5 op opintojaksoon tai suorittaa halutessaan koko opintokokonaisuuden
- Ajankohta: Syksy 2025
- Toteutus: Etäopetus (reaaliaikaiset tunnit ja verkkomateriaalit)
- Koulutuksen sisältö: Vedyn valmistus, sähköenergian tuotanto ja hankinta, vetyliiketoiminta ja ympäristö, vedyn kuljetus ja varastointi, vedyn käyttö, synteettiset polttoaineet vedystä
- Kohderyhmä: Työssäkäyvät tai työvoiman ulkopuolella olevat, joilla on vähintään toisen asteen tutkinto

FITech Hydrogen – Tekniikan yliopistojen yhteishanke (FITech, 2025)

- Laajuus: Yksittäisiä kursseja, jotka voi yhdistää opintokokonaisuudeksi
- Toteutus: Verkko-opetus, pääosin englanniksi
- Ajankohta: Syksy 2025
- Sisältö: Vedyn rooli energiajärjestelmässä, tekniset ja taloudelliset näkökulmat, elinkaarianalyysi, geopoliittiset vaikutukset
- Erityistä: Suorittamalla vähintään 3 kurssia saa FITech H2Xpert -osaajamerkin
- Kohderyhmä: Työelämässä olevat ja tutkinto-opiskelijat



Ajankohtaisia vetyyn liittyviä etäkoulutuksia

FITech Hydrogen kurssikuvaukset:

FITech: Introduction to hydrogen economy, 5 op

- Koulutuksen sisältö:
 - Sähkön tuotanto, siirto ja käyttö
 - Sähkömarkkinat ja sähköjärjestelmän tasapainon hallinta
 - Älyverkot ja sektori-integraatio (sähkö, lämpö, kaasua)
 - Energiavarastointijärjestelmät
 - Vedyn tuotanto: peruskemia ja tekniset ratkaisut
 - Vedyn varastointi ja materiaalikysymykset
 - Vedyn turvallisuus ja lainsäädäntö
 - Vedyn käyttö
 - Vedyn johdannaiset
 - Vetyratkaisujen elinkaarianalyysi
 - Energiemarkkinat ja globaalit energiavarat
 - Energiapolitiikka, vihreä siirtymä ja geopolitiikka
- Toteutus: Verkkokurssi
- Vastuuyliopisto: Aalto yliopisto
- Kohderyhmä: Opintojensa alussa olevat maisteriopiskelijat tai vetytalouteen liittyvillä aloilla työskentelevät henkilöt

FITech: Catalytic processes and materials in sustainable hydrogen production, 2-5 op

- Koulutuksen sisältö:
 - Vedyn tuotannon fysikaaliset ja kemialliset peruskäsitteet
 - Perinteiset vedyn tuotantoprosessit
 - Elektro- ja foto(elektro)katalyyttiset menetelmät vedyn tuotantoon
 - Johdatus materiaalien fysikaalisiin ja kemiallisiin ominaisuuksiin
 - Vedyn elektro- ja fotokatalyyttisessä tuotannossa käytettävät materiaalit
 - Uusien materiaalien suunnittelu ja kehittäminen
- Toteutus: Verkkokurssi
- Vastuuyliopisto: Jyväskylän yliopisto
- Kohderyhmä: Vetytalouden parissa työskentelevät henkilöt sekä maisteri- ja tohtoriopiskelijat



**Euroopan unionin
osarahoittama**

Vetytalouden mahdollisuudet
ruokaketjussa –selvityshanke

Ajankohtaisia vetyyn liittyviä etäkoulutuksia

FITech: Hydrogen end-use and infrastructure, 4 op

- Koulutuksen sisältö:
 - Polttokennojen perusteet
 - Työkoneiden sähköistäminen vedyn ja muiden energialähteiden avulla
 - Vety ja synteettiset polttoaineet (e-fuels) tieliikenteen, merenkulun ja ilmailun käyttövoimana
 - Vetyverkostojen perusteet
- Toteutus: Verkkokurssi
- Vastuuyliopisto: Tampereen yliopisto
- Kohderyhmä: Vetytalouden parissa työskentelevät henkilöt

FITech: Future energy storage and conversion solutions

Part 2: Hydrogen technologies and economy, 1 op

Part 3: Energy storages and future transportation, 2 op

- Koulutuksen sisältö:
 - Vetyteknologia (tuotanto, muuntaminen, varastointi, haasteet ja turvallisuuskysymykset)
 - Polttokennot, elektrolyyseri ja polttokennosähköajoneuvot
 - Hybridi energianvarastointi (akku/superkondensaattori/vety ja niiden sovellukset raskaissa kuorma-autoissa, laivoissa, meriliikenteessä ja sähköisissä lentokoneissa)
- Toteutus: Verkkokurssi
- Vastuuyliopisto: Vaasan yliopisto
- Lähtötasovaatimukset: Sähkökemian perusteiden ymmärtäminen on suositeltavaa



Ajankohtaisia vetyyn liittyviä etäkoulutuksia

FITech: Hydrogen production and storage, 5-7 op

- Koulutuksen sisältö:
 - Vedyn kemia
 - Vedyn tuotanto ja turvallisuus
 - Digitalisaatio vedyn ja P2X-prosesseissa
 - Vedyn varastointi – systemaattinen lähestymistapa ja uudet materiaalityratkaisut
- Toteutus: Verkkokurssi
- Vastuuyliopisto: Oulun yliopisto
- Kohderyhmä: Vetyalan maisteriopiskelijat ja alalla työskentelevät henkilöt

FITech: Geopolitics of hydrogen, 5 op

- Koulutuksen sisältö:
 - Vetysiirtymän politiikat ja geopolitiikka
 - Vedyn geopolitiikan rakenne ja toimijat
 - Suuret fossiilisten polttoaineiden viejät siirtymävaiheessa
 - Energiaturvallisuus
 - Vetydiplomatia
 - Kilpailevat näkemykset vedyn tulevaisuudesta
- Toteutus: Verkkokurssi
- Vastuuyliopisto: Tampereen yliopisto
- Kohderyhmä: Henkilöt, jotka haluavat syventää tietämystään vetyliiketoiminnan poliittisesta ja kansainvälisestä kontekstista ja vastaavista energiasiirtymistä



Tutkimus, kehittäminen ja innovaatiot

Suomen kansallisen vetyklusterin raportin (H2cluster Finland, 2022) mukaan suurimmat tarpeet laajentaa vetyalan tutkimusta liittyvät energiajärjestelmän ja vetyjärjestelmän rajapintaan ja niiden vuorovaikutukseen, vetykaasuun liittyvän infran rakentamiseen, sekä vedyn ja vedystä edelleen kehitettävien ja jalostettavien tuotteiden viemiseen markkinoille. Vetyklusterin mukaan tutkimuksen painopisteiden tulisi olla:

- Energia- ja vetyjärjestelmän integraatio, sektori-integraatio sähkö-lämpö-vety
- Energia- ja vetyvarastot, elektrolyysit ja polttokennot, turvallisuuskysymykset
- Koneet ja moottorit, vetyverkostot ja niiden tekniset ratkaisut, materiaalitekniikka
- Vedyn ja sen johdannaisten tuotanto, markkinat ja käyttö
- Talous, politiikka ja vedyn rooli vihreässä siirtymässä

Muita vetyklusterin yritysten esiin nostamia TKI-toiminnan osa-alueita ovat (Teknologiateollisuus, 2022):

- Vedyn tuotannon hyötysuhteen kasvattaminen ja mittakaavan skaalaaminen
- Sivuvirtojen hyödyntäminen
- Digiratkaisut automaatioon ja ohjaukseen
- Globaali vetymarkkina



**Euroopan unionin
osarahoittama**

Vetytalouden mahdollisuudet
ruokaketjussa –selvityshanke

11. Kuntien rooli vetytalouden edistämisessä

Kunnat ovat keskeisiä mahdollistajia vetytalouden kehityksessä. Ne vaikuttavat muun muassa kaavoituksella, maankäytöllä, luvituksella ja elinkeinopolitiikalla siihen, miten ja minne vetytalouden investoinnit kohdistuvat. Paitsi mahdollistajina, kunnat voivat toimia myös aktiivina investoijina ja strategisina yhteistyökumppaneina vetyhankkeissa.

Kuntapäätäjien ja viranhaltijoiden osaamistarpeissa korostuvat:

- Strateginen ja poliittinen ymmärrys: Ymmärrys EU:n ohjaavista säädöksistä ja vetytalouden roolista ilmastotavoitteissa. Kyky asemoida kunta aktiiviseksi toimijaksi vetytalouden kehityksessä.
- Energia- ja teknologiaosaaminen: Perustiedot vedyn tuotannosta, infrastruktuurista ja loppukäytöstä.
- Maankäyttö, kaavoitus ja luvitus: Ymmärrys siitä, miten maankäyttö ja kaavoitus voivat mahdollistaa investointeja. Kaavoituksen ja luvituksen nopeuttaminen on kriittistä, jotta investoinnit eivät siirry muualle.
- Elinkeinopolitiikka ja yhteistyö: Tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan tukeminen ja vetovoimaisen toimintaympäristön luominen yrityksille.
- Rahoitus ja hankehallinta: EU- ja kansallisten tukien hyödyntäminen. Investointien houkuttelu ja projektien hallinta.
- Viestintä ja sidosryhmäyhteistyö: Asukkaiden, yritysten ja viranomaisten osallistaminen ja sitouttaminen.



Vetytalouden ymmärrystä ja osaamista voidaan lisätä kunnissa muun muassa seuraavin keinoin:

Toimenpide	Kuvaus	Vastuutahot
Tietoisuuden ja ymmärryksen lisääminen	Infotilaisuudet, selkokielineen viestintä ja sisäinen tiedotus vetytaloudesta.	Kunnan viestintäyksikkö, asiantuntijat
Koulutus ja täydennyskoulutus	Kuntien tarpeisiin räätälöidyt koulutukset vetytalouden perusteista ja lainsäädännöstä.	Kuntaorganisaatiot, koulutuslaitokset
Strateginen suunnittelu ja päätöksenteon tuki	Vetytalous osaksi strategioita, tiekarttojen laadinta ja asiantuntija-analyysit.	Kunnan johto ja strategiasasto, ulkopuoliset asiantuntijat
Verkostoituminen ja yhteistyö	Vertaisoppiminen: hyvien käytäntöjen jakaminen ja yhteiset kehittämishankkeet muiden kuntien kanssa. Yhteistyö yritysten kanssa. Osallistuminen verkostoihin, kuten H2Cluster Finland.	Kunnan elinkeinotoimi, alueelliset kehitysyhtiöt
Yhteistyö tutkimus- ja koulutusorganisaatioiden kanssa	Kehitetään yhteisiä pilotteja ja kokeiluja, joissa kunnan henkilöstö osallistuu oppimiseen.	Kunnan tekninen toimi, korkeakoulut, tutkimuslaitokset
Vierailut ja benchmarkkaus	Järjestetään opintomatkoja ja tutustumiskäyntejä vetytalouden edelläkävijäkohteisiin.	Kunnat, yhteistyökumppanit



**Euroopan unionin
osarahoittama**

Vetytalouden mahdollisuudet
ruokaketjussa –selvityshanke

12. Yhteenveto ja toimenpide-ehdotukset osaamisen kehittämiseksi

Vetytalouden kehittäminen edellyttää laaja-alaista osaamista useilta eri aloilta, kuten energia- ja sähkötekniikasta, prosessi-, kone- ja kemiantekniikasta, logistiikasta, politiikasta, taloudesta ja energiemarkkinoista. Koulutuksen, tutkimuksen ja alueellisen yhteistyön rooli on keskeinen osaajatarpeisiin vastaamisessa.

Koulutuksen kehittämisen painopisteet

- **Vetyyn liittyvät koulutusmoduulit:** Vetyarvoketjuun liittyvien koulutusmoduuleiden kehittäminen. Nämä moduulit voitaisiin joustavasti integroida eri alojen olemassa oleviin koulutusohjelmiin, kuten energia-, ympäristö-, prosessi- ja liiketalouteen. Tämä mahdollistaa vetytalouden osaamisen monialaisen kehittämisen ilman uusia koulutuspolkuja.
- **Korkeakoulujen välinen yhteistyö:** Vetytalouteen liittyvän koulutustarjonnan toteutus korkeakoulujen välisenä yhteistyönä niin että oppilaitokset voisivat tarjota ja hyödyntää toistensa kursseja osana omia koulutusohjelmiaan. Tämä mahdollistaa osaamisen ja resurssien tehokkaan hyödyntämisen ja edistää koulutuksen saatavuutta.
- **Joustavat toteutustavat:** Etä- ja itsenäisesti suoritettavat kurssit parantavat koulutuksen saavutettavuutta eri alueilla ja tukevat erityisesti täydennyskoulutusta ja elinikäistä oppimista sekä mahdollistavat osaamisen kehittämisen työelämän ohessa.
- **Työelämälähtöiset toteutustavat:** Koulutuksen tulee tarjota opiskelijoille käytännön oppimismahdollisuuksia ja työelämäkokemusta. Toteutustapoja voivat olla esimerkiksi harjoittelu- ja työelämäjaksot, opinnäytetyöt ja projektit, case-tehtävät ja simulaatiot, jotka linkittyvät vetytalouden käytännön sovelluksiin.



Yhteenveto ja toimenpide-ehdotukset osaamisen kehittämiseksi

Tutkimuksen merkitys

Vetyosaamisen vahvistaminen edellyttää myös vankkaa tutkimuspohjaa, joka tukee teknologista kehitystä, järjestelmien yhteensovittamista ja uusien markkinoiden kehittymistä. Tutkimus toimii vetytalouden kehityksen moottorina useilla keskeisillä osa-alueilla:

- **Teknologinen kehitys ja innovaatiot** Tutkimus mahdollistaa uusien teknologioiden kehittämisen vedyn tuotantoon, varastointiin, jakeluun ja käyttöön.
- **Järjestelmien integrointi:** Vetytalous ei ole yksittäinen teknologia, vaan osa laajempaa energiajärjestelmää. Tutkimus auttaa ymmärtämään, miten vety voidaan integroida sähköverkkoon, teollisiin prosesseihin ja liikenteeseen tehokkaasti ja turvallisesti.
- **Osaamisen ja yhteistyön vahvistaminen:** Tutkimus rakentaa osaamispohjaa ja tukee monialaista yhteistyötä korkeakoulujen, tutkimuslaitosten, yritysten ja julkisen sektorin välillä.
- **Taloudellinen potentiaali ja kaupallistaminen:** Tutkimus tukee uusien liiketoimintamallien ja markkinoiden syntyä. Se auttaa tunnistamaan, miten vetytaloudesta voidaan rakentaa kilpailukykyinen teollisuudenala.



Yhteenveto ja toimenpide-ehdotukset osaamisen kehittämiseksi

Alueellinen yhteistyö

Alueelliset kehityshankkeet kokoavat yhteen eri toimijat – korkeakoulut, tutkimuslaitokset, yritykset, kunnat ja muut julkisen sektorin toimijat – ja tarjoavat foorumin tiedonvaihdolle, yhteiselle suunnittelulle ja uusien ratkaisujen kehittämiseksi.

Alueelliset kehityshankkeet vahvistavat alueellista osaamis-pohjaa, tukevat tutkimus- ja innovaatiotoimintaa sekä mahdollistavat konkreettisten vetytalouden ratkaisujen pilotoinnin. Hankkeet voivat myös toimia väylänä EU- ja kansallisen tason rahoituksen hyödyntämiseen.



Lähteet

CSIR (2024). Identification of Skills Needed for the Hydrogen Economy: Research Report. Labour Market Intelligence research programme, Department of Higher Education and Training. <https://lmi-research.org.za/wp-content/uploads/2024/04/LMI-1-11B2-Hydrogen-Report-WEB.pdf>

FITech (2025). FITech Hydrogen. <https://fitech.io/fi/vetytalous/>

H2cluster Finland (2022). Yliopistojen ja tutkimuslaitosten vetytalouden koulutustarjonta ja TKI-toiminta. Raportti 3/2022. Hydrogen Cluster Finland. <https://h2cluster.fi/wp-content/uploads/2022/05/H2cluster-raportti-2022-Yliopistojen-ja-tutkimuslaitosten-koulutustarjonta.pdf>

SEAMK (2025). Kaikki koulutukset. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. <https://www.seamk.fi/kaikki-koulutukset/>

Teknologiateollisuus (2022). Yliopistot ja vetyklusteri valmistelevat vetytalouden koulutusta. 14.10.2022. Yliopistot ja vetyklusteri valmistelevat vetytalouden koulutusta - Teknologiateollisuus ry

Teknologiateollisuus (2025). Osaaminen. Vetytalous. <https://osaamispulssi.fi/osaaminen/vetytalous/>

Transition Accelerator (2022). Workforce requirements for advancing a hydrogen economy: Hydrogen workforce assessment tool. https://transitionaccelerator.ca/wp-content/uploads/2023/05/TA_H2-Workforce-Requirements-Assessment-Tool_FINAL-1.pdf

VAMK (2025). Vedyntuotanto ja vetytalouden arvoketjut –koulutus. Vaasan ammattikorkeakoulu. <https://www.vamk.fi/opintokokonaisuus/vedyntuotanto>

