



Karelia-ammattikorkeakoulu

Vetytalouden ja energiasiirtymän osaava työvoima -hanke

Benchmarking raportti

Hankkeen havaintoja vetytaloudesta



Euroopan unionin
osarahoittama



POHJOIS-KARJALA
Maakuntaliitto

www.karelia.fi

Sisältö

1. Johdanto	4
2. Kansainvälinen toimintaympäristö ja EU-näkökulma	4
2.1 Hydrogen Week Bryssel 2024	4
3. Pohjoismainen vetytalouden kehitys.....	11
3.1 Nordic Hydrogen Week Oulu 2025	11
4. Kansalliset ja alueelliset benchmarking-kohteet.....	17
4.1 Vaasa–Kokkola.....	17
4.2 Harjavalta–Qvidja–Siuntio.....	22
4.3 Itä-Suomen energiapäivät.....	29
4.4 Kaakkois-Suomen alue	31
5. Yhteenveto hankkeen benchmarking toiminnasta.....	37

1. Johdanto

Vetytalous ja vihreä siirtymä ovat keskeisiä teemoja Euroopan unionin ja Suomen ilmasto- ja energiapolitiikassa. Vihreän vedyn tuotanto, Power-to-X-ratkaisut sekä vetypohjaiset teolliset sovellukset nähdään merkittävinä keinoina vähentää fossiiliriippuvuutta, vahvistaa energiaomavaraisuutta ja luoda uutta kestävää liiketoimintaa. Samalla kehitys asettaa uusia vaatimuksia osaamiselle, koulutukselle ja alueellisille innovaatioekosysteemeille.

Tämä benchmarking-raportti on laadittu osana **Vetytalouden ja vihreän siirtymän osaava työvoima** -hanketta. Raportin tavoitteena on tarkastella ja vertailla vetytalouden kehitystä eri toimintaympäristöissä sekä tunnistaa hyviä käytäntöjä, kehityssuuntia ja osaamistarpeita, joita voidaan hyödyntää erityisesti Itä-Suomen ja Pohjois-Karjalan alueellisessa kehittämistyössä.

Raportti perustuu hankkeen aikana toteutettuihin benchmarking-matkoihin, kansainvälisiin ja kansallisiin tapahtumaosallistumisiin sekä sidosryhmäkeskusteluihin. Tarkastelun kohteina ovat tutkimus- ja testausympäristöt, teolliset pilotit, yritysekosysteemit sekä julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyömallit. Raportin rakenne etenee kansainvälisistä näkökulmista kohti alueellisia esimerkkejä ja kokoaa havainnot lopuksi johtopäätöksiksi ja kehittämissuosituksiksi.

2. Kansainvälinen toimintaympäristö ja EU-näkökulma

Tässä luvussa tarkastellaan vetytalouden kehitystä kansainvälisestä näkökulmasta, erityisesti Euroopan unionin strategioiden, politiikkalinjausten ja rahoitusmekanismien kautta. Kansainvälinen toimintaympäristö luo reunaehdot ja mahdollisuudet myös kansallisille ja alueellisille toimijoille.

2.1 Hydrogen Week Bryssel 2024

Hydrogen Week -tapahtuma tarjosi kattavan katsauksen EU-tason vetytalouden ajankohtaisiin teemoihin, teknologiseen kehitykseen ja markkinanäkymiin.

Tapahtuman havainnot tukevat ymmärrystä vetytalouden strategisesta suunnasta ja investointien edellytyksistä.

Hydrogen Week on vuosittain järjestettävä tapahtuma, jonka tarkoituksena on edistää vetyä keskeisenä osana maailmanlaajuisista energiasiirtymää ja hiilestä irtautumista. Se toimii foorumina johtajille, päätöksentekijöille, alan sidosryhmille ja innovaattoreille keskustelemaan vetyteknologian, tuotannon ja sen roolin uusimmasta kehityksestä ja haasteista eri aloilla, kuten liikenteessä, energian varastoinnissa ja teollisissa sovelluksissa.

Hydrogen week Brysselissä keräsi alan merkittävät toimijat neljän päivän ajaksi yhteen näytteilleasettajiksi, mielenkiintoisiin paneelikeskusteluihin sekä erinomaisiin verkostoitumismahdollisuuksiin. Vetyviikolla oli yli 220 näytteilleasettajaa, yli 200 asiantuntijapuheenvuoroa, 25 puheenvuorotilaisuutta politiikkakonferenssissa, B2B-foorumissa, innovaatiofoorumissa sekä tietoisikujen muodossa erilaisissa vetyhankkeissa. Vetyviikoilla oli yli 9000 osallistujaa. Painopistealueet olivat vetyviikoilla vihreän vedyn tuotannossa, vetyinfrastruktuurissa ja sen kehittämisessä, teknologissa uusissa innovaatioissa sekä politiikassa ja sääntelyssä.

Hankkeen tavoitteena oli löytää sopivia toimijoita, kontakteja ja tietoa erityisesti pienen kokoluokan vedyntuotannon ympärille, mutta myös saada kokoavaa tietoa vetysektorin ajankohtaisista uusista tuulista ja kehittämisestä Euroopan tasolla. Messuilla osallistuttiin aktiivisesti mm. eri paneelikeskusteluihin sekä tietoisikuihin. B2B foorumissa kuultiin mm. paneelikeskustelua siitä, miten vetyprojektista päästään vedyn vientiin. Taustalla on globaalien vetymarkkinoiden kasvu, missä maiden välisiä vetyyn liittyviä kauppamarkkinoita muokataan. Usealla eri maalla on aikomus tuoda vetyä ja johdannaisia EU:hun. Paneelissa esiteltiin eri maiden toimijoita ja heidän mahdollisuuksiaan tuoda lisäarvoa Euroopan vetymarkkinoilla sekä miten he erottautuvat alati kasvavasta markkinasta. B2B sessiot olivat nimensä mukaisesti hyvin yritysesittelypainotteisia ja suunnitelmat aloittaa vedyn vienti alkavat suurella osalla toimijoista korkeintaan 2 vuoden päästä.



Kuva 1. Innovaatiofoorumi

Innovaatiofoorumeissa käsiteltiin Euroopan tasolla vetytalouteen liittyviä koulutustarpeita sekä erityisesti mitä haasteita sektorilla nähtiin. Pulaa on osaavista opettajista sekä tutkimus- ja kehittämissympäristöistä. Erityisesti turvallisuuden osalta puuttuu koulutukseen liittyvät standardit. Puutteita oli myös jatkuvaan oppimiseen liittyvässä aikarajoitteissa sekä kestävän ja riittävän rahoituksen puute koulutukseen. Kehittäväksi asiaksi nähtiin myös koulutusohjelmien joustamattomuus opintopoluista tuoda uusia aiheita mukaan, kuten vetytalous. Lisäksi on olemassa pelkoa vetytalouden liittyvän koulutuksen taloudellisesta kannattavuudesta.

EU:n hankeosastolla kuultiin tietoiskuja mm. kahdesta hankkeesta, STORMING ja SEAL HYDROGEN. STORMING on Horizon Europe -hanke, joka kehittää hiilidioksidipäästöistä vapaata katalyyttistä metaanin hajoamisprosessia. Katalyytissä biokaasusta saatu biometaani muunnetaan uusiutuvalla sähköllä toimivalla prosessilla puhtaaksi vedyksi ja hiilinanoputkiksi (CNT) mm. erilaisiin akkusovelluksiin. Hankkeessa tutkitaan erityisesti edullisia, helposti saatavia ja myrkyttömiä rautapohjaisia innovatiivisia katalyyttejä sekä 3D-tulostettujen strukturoitujen reaktorien sähköistystä mahdollistamaan tarkka lämmönsäätö, joilla pyritään korkeaan energiatehokkuuteen.

EU:n vetystrategiassa asetetaan tavoitteeksi vähintään 40 GW uusiutuvan vetyelektrolysaattoreiden asentaminen vuoteen 2030 mennessä, mikä asettaa

merkittäviä haasteita vesielektrolyysiteknologialle. Nykyisellä alkalisella vesielektrolyysillä (AWE) on potentiaalia kustannustehokkuuteen ja skaalautumiseen, mutta sen toimintaa, vakautta ja kaasun jakoa on optimoitava edelleen tehokkuuden ja järjestelmän käyttöiän lisäämiseksi. SEAL projekti kehittää uuden AWE-luokan, jossa yhdistyvät klassisten järjestelmien todistetut edut materiaalitieteen, katalyyttisuunnittelun ja prosessiteknikan innovaatioihin. Näytteilleasettajista mielenkiintoisimmat kohteet hankkeen kannalta olivat mm. elektrolyysilaitteistoja sekä polttokennoja valmistavat sekä kehittävät yritykset. Edustettuina olivat niin teollisen kokoluokan ja pienemmän mittaluokan laitteistot sekä ratkaisut eri tarpeisiin. Keskusteluita käytiin muutaman edustajan kanssa mm. Laitteistojen toimivuudesta pohjoisisissa kylmissä olosuhteissa sekä liitettävyydestä eri hybridikokoonpanoihin. Hankkeen kannalta mielenkiintoiseksi yritykseksi osoittautui SFC Energy AG, joka toimittaa vety- ja metanolipolttokennoja kiinteisiin, kannettaviin ja liikkuviin hybridivoimaratkaisuihin. Yrityksen vety- ja metanoliratkaisut tarjoavat sähköenergiaa turva- ja valvontajärjestelmiin, tietoliikenteeseen, kriisien ehkäisyyn, tuuliteollisuuteen, yleiseen turvallisuuteen, matkailuautoihin, purjeveneisiin ja moneen muuhun. Pienemmät ratkaisut voisivat toimia myös hyvin koulutus -ja kehittämistarkoituksessa ja hankkeen kannalta yritykseen tullaan tässä tarkoituksessa mahdollisesti myöhemmin olemaan vielä yhteydessä.

Erittäin mielenkiintoinen näytteilleasettaja oli myös SolHyd, joka kehittää vetyaurinkopaneeliyksiköitä. Paneeliyksikön toimintaperiaate on, että ilma kulkee paneelin läpi, kun ilmankosteus on korkeimmillaan (tyypillisesti yöllä). Paneelin materiaalit ottavat kosteutta tästä ilmavirrasta ja varastoivat sen myöhempää käyttöä varten. Kun aurinko paistaa, se muuttuu vetykaasuksi ja happikaasuksi. PV-moduuli muuntaa aurinkoenergian sähkövoimaksi, jota katalyytit käyttävät suoraan veden jakamiseen. Kalvo estää vedyn ja hapen sekoittumisen.

Yhden yksikön tavoite on tuottaa 6–12 kg vetyä vuodessa. Tämä riippuu auringon säteilystä: Luoteis-Euroopassa tuotannon odotetaan olevan noin 6 kg, kun taas useimmat aurinkoiset paikat olisivat lähempänä 12 kg:aa. Esimerkiksi 1000 m² katto tuottaisi silloin n. 2–4 tonnia vetyä vuodessa. Pitkällä aikavälillä vedyn tuotanto voi olla vieläkin suurempi ja sähköön lähteitä voi olla myös kuin aurinkopaneeleita. Tämäkin ratkaisu osoittautui erittäin mielenkiintoiseksi hankkeen kehittämis- ja

koulutusnäkökulman osalta, erityisesti kun tuulivoiman osuus Pohjois-Karjalassa on vielä hyvin vähäistä.



Kuva 2. Aurinko-vetypaneeli

Vetypaneelit tuottavat vetyä erittäin alhaisessa rajoitetussa paineessa (300 – 500 mbar) kustannustehokkuuden ja turvallisuuden takia. Tämä on verrattavissa kaasunjakeluverkkojen paineeseen.

Tutkimus- ja kehittämisympäristön kannalta mielenkiintoinen kontakti saatiin Horizon Fuel Cell Technologies osastolta. Vuonna 2003 perustettu Horizon Fuel Cell Technologies on ollut edelläkävijä pienoispolttokennojen myynnissä kouluille ja opiskelijoille ja tämän pohjalta on perustettu Horizon Educational Group, tavoitteena tuoda uusiutuvan energian teknologiaa opetukseen sekä tutkimus- ja kehittämistoimintaan. Näytteillä oli pienen kokoluokan vedyillä toimivia RC-autoja sekä desktopmalleja vedyn tuotannosta/ekosysteemistä opetukseen.

Yritys tarjoaa siis eri koulutusasteille ja tutkimuslaitoksille räätälöityä teknologiaratkaisuja tutkimus- ja kehittämisympäristöihin vetytalouden sovelluksista uusiutuvaan energiaan sekä energian varastointiin. Erityisen kiinnostava hankkeen kannalta ovat yrityksen tarjoamat energialaboratorioratkaisut, mitkä pitävät sisällään uusiutuvan energian tuotantoa, varastointia ja hallintaa. Ratkaisut ovat hyvin joustavia ja energianhallintayksikkö mahdollistaa järjestelmän asetusten nopean muuttamisen, sekä useiden uusiutuvien energialähteiden yhdistämisen erilaisiin energian varastointivaihtoehtoihin.

Energiajärjestelmä voi sisältää esimerkiksi seuraavanlaisen kokoonpanon

- Aurinko- ja tuulienergia
- Elektrolyysilaitteistot ja polttokennot
- Akusto
- Pienimuotoiset vetyvarastot
- Saarekkeena toiminta
- UPS-järjestelmätila
- Kuormanhallinta- ja ohjaaminen (esim. hinta/tehosignaalien perusteella)
- Mikroverkkotoiminnot (osana verkkoa ja off grid mode)

Käyttäjä saa perustavanlaatuisen käsityksen jokaisesta tekniikasta ja eri järjestelmäkomponenttien välisistä suhteista. Energiajärjestelmän auttaa mm. mitoittamaan älykkäitä ja tehokkaita hybridijärjestelmiä erilaisiin ympäristöihin. Laaja mittaustekniikka sekä valvonta- ja ohjausohjelmisto mahdollistavat datan tallentamisen ja analysoinnin sekä hyödyntäminen. Kaikki energiavirrat visualisoidaan reaaliajassa.



Kuva 3. Vetytalouden oppimisympäristöratkaisuja tarjoava yritys messuilla

Yhteenvetona B2B-foorumin tärkeimmät huomiot koskivat tarvetta kehittää vedyn maanalaista varastointia, varmistaa parempi yhteys vedyn ja energia-alan välillä, liittää sidosryhmät yhteen arvoketjujen välillä sekä tarjota riittävää taloudellista tukea elektrolyysilaitteiden kaltaisille resursseille, jotka voivat tarjota joustavuutta verkkoon. Hankkeen kannalta sidosryhmien liittäminen yhteen arvoketjujen välillä on

varmaankin merkittävin toimi mihin hankkeella pyritään ensisijaisesti vaikuttamaan osaamistarpeiden kartoittamisen lisäksi.

Korkean tason poliittisessa konferenssissa tärkeä viesti koski maailmankauppaa ja sitä, että ulkoisten kumppaneiden mielestä kilpailua ja Eurooppaan tuloa koskevat säännöt ovat liian monimutkaisia, mikä asettaa riman liian korkealle ja heikentää alan nousua. Vetytuotteiden sertifiointin ja standardoinnin merkitys on olennaisen tärkeä kansainvälisten hyödykemarkkinoiden luomisessa. Digitaalinen tuotepassi on yksinkertaistettu tietosäiliö, joka lisää läpinäkyvyyttä ja luottamusta kansainväliseen vetykauppaan. Euroopassa suuret hankkeet ovat tekemässä lopullista investointipäätöstä.

Yhteenvetona voidaan todeta, että alalla on laajasti paljon suunnitelmia ja tavoitteita, mutta toistaiseksi kuitenkin vielä hyvin vähän konkreettisia toimenpiteitä. Suurin osa toimijoiden merkittävimmistä suunnitelmista vetytaloudessa on toteutumisasteella 2 - 5 vuoden aikajänteellä. Vetytalous ottaa ensimmäisiä merkittäviä askelia tällä hetkellä ja myös regulaatiota on todennäköisesti tarpeen muuttaa, jotta investoinnit pääsevät vauhdikkaammin alkuun. Suomen vetyosaston juridiikan asiantuntijan kanssa käytyjen keskustelujen mukaan juuri sääntely on tämän hetken suurin jarru investointien etenemiselle.

Hankkeen kannalta messuilta saatiin arvokasta tietoa vetytalouden tämänhetkisestä tilanteesta sekä loistavia kontakteja erityisesti hanketoimenpiteenä liittyvän tutkimus- ja kehittämisympäristön investointisuunnitelman kehittämiseen ja toteuttamiseen. Lisäksi hyviä vinkkejä omaksuttiin mm. siitä, miten digitaalisella yleiseurooppalaisella sijaintikartalla voitaisiin tunnistaa ja tuoda vetytalouden arvoketjun eri sidosryhmiä yhteen, mikä samalla palvelisi myös koulutus- ja osaamistarpeen sijoittumista maakuntaan, mutta palvelisi myös samalla rajat ylittävää markkinaa.

3. Pohjoismainen vetytalouden kehitys

Pohjoismaat ovat vetytalouden kehityksessä keskeisessä asemassa vahvan energiaosaamisen, uusiutuvien energialähteiden ja teollisen rakenteen ansiosta. Tässä luvussa tarkastellaan pohjoismaista yhteistyötä ja yhteisiä kehityssuuntia.

3.1 Nordic Hydrogen Week Oulu 2025

Nordic Hydrogen Week -tapahtuma Oulussa kokosi yhteen pohjoismaiset toimijat ja tarjoaa näkymän alueelliseen vetytalouden kehitykseen, tutkimukseen ja teollisiin ratkaisuihin.

Vuoden 2025 Hydrogen week oli merkittävä tapahtuma vetyteknologioita ja niiden soveltamista koskevan vuoropuhelun edistämisessä puhtaan energian siirtymässä. Nordic Hydrogen Weekin avajaispäivä kokosi yhteen tutkijoita, päättäjiä, teollisuuden sidosryhmiä sekä opiskelijoita keskustelemaan vetytalouden kehityksestä ja mahdollisuuksista Pohjoismaissa ja sen ulkopuolella. Tilaisuus järjestettiin Oulun yliopistossa, missä on paljon vetyyn liittyvää tutkimusta ja -innovaatiotoimintaa. Paikalla oli n. 250 osallistujaa.

Yliopiston rehtori Arto Maaninen avasi tilaisuuden toivottamalla osallistujat tervetulleiksi ja korostamalla vedyn strategista merkitystä ilmastonmuutoksen torjunnassa ja energiaomavaraisuuden vahvistamisessa. Päivän sessioita moderoi viestintäasiantuntija Anniina Keiskander.

Ohjelma rakentui kolmen kattavan teeman ympärille: 1. Vetyinnovaatioita tukeva tieteellinen ja teknologinen tutkimus 2. Vetysiirtymän yhteiskunnalliset ja taloudelliset ulottuvuudet 3. Vetyratkaisujen teolliset sovellukset ja toteutuspolut

3.2 Vetyinnovaatioita tukeva tieteellinen ja teknologinen tutkimus

Prof. Marko Huttula – Oulun yliopisto

Professori Huttula esitteli katsauksen Oulun yliopiston vetyyn liittyviin hankkeisiin ja nosti esiin yli 27 aktiivista hanketta, joiden kumulatiivinen rahoitus on yli 27 miljoonaa euroa. Hän esitteli H2FUTURE-ohjelman, joka keskittyy teknologisiin ja sosiaalisiin

ratkaisuihin vetytalouteen nojaavalla yhteiskunnalla, ja JustH2Transit-konsortion, joka käsittelee oikeudenmukaisia energiasiirtymää kohti vetytaloutta. Esityksessä korostettiin yliopiston sitoutumista monialaiseen ja kansainväliseen yhteistyöhön kestävän energiamuutoksen edistämiseksi.

Tohtori Julie Mougín – CEA & Hydrogen Europe Research

Tohtori Mougín tarjosi kattavan yleiskatsauksen vähähiilisen vedyn tuotannosta Euroopassa, mukaan lukien jatkuvat sääntely- ja infrastruktuurihaasteet. Hän korosti merkittävien elektrolyysilaitteiden tehtaiden kriittistä roolia ja arvoketjujen strategista kehittämistä massakäyttöön oton tukemiseksi. Lisäksi hän kiinnitti huomiota yhdenmukaistettujen säännösten tarpeeseen ja vankkojen tukimekanismien tärkeyteen EU:n jäsenmaissa.

Professori Ulla Lassi – Oulun yliopisto

Professori Lassin esitys keskittyi metaanipyrolyysiin lupaavana vaihtoehtona hiilidioksidivapaalle vedyn tuotannolle. Hänen tutkimusryhmänsä kehittää skaalautuvia järjestelmiä, jotka hyödyntävät edullisia, ei-jalometallikatalyyttejä. Esityksessä hahmoteltiin kaupallisen käyttöön oton polkuja ja korostettiin kiinteän hiilen sivutuotteiden ympäristöhyötyjä perinteisiin vedyn tuotantomenetelmiin verrattuna.

Apulaisprofessori Tanja Kallio – Aalto-yliopisto

Apulaisprofessori Kallio perehtyi vesielektrolyysiteknologioihin vertaamalla protonienvaihtokalvoelektrolyysereitä (PEMEL) ja anioninvaihtokalvoelektrolyysereitä (AEMEL). Hänen tiiminsä kehittää aktiivisesti uusia sähkökatalyyttejä, jotka vähentävät riippuvuutta kriittisistä raaka-aineista ja parantavat samalla energiatehokkuutta. Tutkimus heijastaa laajempia eurooppalaisia pyrkimyksiä paikallistaa ja vähentää hiilidioksidipäästöjä vedyn tuotantoinfrastruktuurissa.

Mr. Martin Pei – SSAB

Martin Pei esitteli SSAB:n urauurtavaa työtä teräksen tuotannon hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi HYBRIT-aloitteen kautta, jossa

pelkistysprosessissa korvataan hiili vedyllä. Hän keskusteli fossiilivapaan teräksen toiminnallisista haasteista ja tulevaisuuden näkymistä ja korosti, että vihreiden materiaalien kysyntä kasvaa yritysten ilmastotavoitteiden ja EU:n hiilidioksidipäästöjen vähentämisstrategioiden mukaisesti.

Vetysiirtymän yhteiskunnalliset ja taloudelliset ulottuvuudet

Tohtori Cecilia Wallmark – CH2ESS, Luulajan teknillinen yliopisto

Wallmark korosti Suomen ja Ruotsin rakenteellisia yhtäläisyyksiä uusiutuvan energian potentiaalin, teollisuuden valmiuden ja vetystrategioiden osalta. Hän kannatti osallistavia lähestymistapoja innovaatioekosysteemeihin ja mainitsi "Women in Green Hydrogen" -verkoston esimerkkinä monipuolisen johtajuuden rakentamisesta energiasiirtymässä. Hän korosti, että sosiaalinen hyväksyntä on keskeinen mahdollistaja onnistuneelle energiainfrastruktuurin käyttöönotolle.

Prof. Eva Pongracz – Oulun yliopisto

Professori Pongracz varoitti esityksessään vetyteknologioiden liian optimistisesta kuvaamisesta ilmastonmuutoksen "ihmelääkkeenä". Hän korosti realistisen julkisen keskustelun, läpinäkyvän viestinnän riskeistä ja rajoituksista sekä pitkän aikavälin "sosiaalisen toimiluvan" edistämisen tärkeyttä. Hänen puheensa toimi kehotuksena tutkijoiden ja viestijöiden vastuuseen vedyn potentiaalin rajaamisessa laajempiin kestävyystavoitteisiin.

Prof. Lasse Peltonen – Itä-Suomen yliopisto

Professori Peltonen käsitteli usein unohdettua kysymystä laajamittaisista vihreän siirtymän hankkeista syntyvistä maankäyttöön liittyvistä konflikteista. Hän esitteli puitteet konfliktisensitiiviselle suunnittelulle ja korosti sidosryhmien varhaisen osallistumisen tärkeyttä luottamuksen rakentamisessa. Hänen tutkimuksensa korostaa, että vetyinfrastruktuurihankkeiden onnistuminen riippuu yhtä paljon hallinnosta ja legitimitetistä kuin teknisestä toteutettavuudesta.

Vety teollisissa sovelluksissa

Antti Arasto – VTT ja Suomen ilmastopaneeli

Arasto esitteli vedyn strategisen vision Suomen raskaan teollisuuden hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi. Hän tutki alakohtaisia mahdollisuuksia

teräksen, sementin ja kemianteollisuuden valmistuksessa ja totesi, että sininen ja vihreä vety voivat korvata olemassa olevat fossiilipohjaiset prosessit. Hän keskusteli myös julkisen ja yksityisen sektorin kumppanuuksien ja johdonmukaisten kansallisten politiikkojen tarpeesta puhtaan vedyn tuotannon skaalaamiseksi.

Tohtori Robert Weiss – VTT

Weiss esitteli Suomen vahvuuksia Power-to-X (P2X) -teknologioissa ja sen johtajuutta uusiutuvien polttoaineiden, erityisesti ei-biologista alkuperää olevien uusiutuvien polttoaineiden (RFNBO-H₂) tuotannossa. Hän korosti systeemitason ajattelua, jossa vety integroituu sähkömarkkinoihin, varastointijärjestelmiin ja loppukäyttösovelluksiin. Hänen esityksensä käsitteli myös vedyn viennin taloudellista kannattavuutta.

Prof. Juho Könnö – Oulun yliopisto

Professori Könnö ehdotti pragmaattista lähestymistapaa vetyyn liikennesektorilla ja ehdotti täydentävää kalustostrategiaa, jossa yhdistyvät akkukäyttöiset sähkö- ja vetykäyttöiset ajoneuvot. Hänen tutkimuksensa tukee vetyä kannattavimpana ratkaisuna pitkän matkan raskaaseen liikenteeseen kylmässä ilmastossa ja syrjäisillä alueilla, joilla akkujen suorituskyky on rajallinen.

Yhteenveto 1. päivä

Virallinen ohjelma päättyi posterisessioon, jonka aikana eri tutkijat esittelivät meneillään olevaa työtään vetytieteen, tekniikan ja politiikan eri osa-alueilla. Tämä vuorovaikutteinen sessio edisti vuoropuhelua eri tieteenalojen välillä ja vahvisti tapahtuman roolia sekä tiedonvaihdon että yhteisön rakentamisen alustana vetytaloudessa.

Tapahtuman yleinen sävy oli varovainen optimismi, jossa tunnistettiin sekä vetytalouden rakentamiseen liittyvät valtavat mahdollisuudet että monimutkaiset haasteet. Tapahtumassa korostettiin jatkuvan yhteistyön tarvetta akateemisen maailman, teollisuuden ja yhteiskunnan välillä sen varmistamiseksi, että vetysiirtymä ei ole vain teknisesti toteutettavissa, vaan myös sosiaalisesti oikeudenmukainen ja ympäristön kannalta vastuullinen.

Nordic Hydrogen Week, 2. päivä Pohjoismaiden vetytalouden yhteistyö

Suomella, Ruotsilla ja Norjalla on rinnakkaisia haasteita liittyen vihreän siirtymän maankäyttöön, suurten vetyhankkeiden yhteiskunnalliseen hyväksyttävyyteen sekä kasvavaan tarpeeseen uudelle energiantuotannolle ja sähkönjakelulle. Nämä yhteiset esteet korostavat yhteisen keskustelun ja koordinoitujen lähestymistapojen merkitystä vetyyn liittyvän ilmastosiirtymän edistämisessä koko Pohjoismaissa.

Pohjoismainen yhteistyö oikeudenmukaisen siirtymän puolesta vetyyn

Helmikuun 12. päivänä 2025 järjestettiin Oulussa Hydrogen Weekin yhteydessä järjestetty tapahtuma "Nordic Collaboration for EU Transition". Tapaaminen kokosi yhteen pohjoismaisia sidosryhmiä eri aloilta vaihtamaan parhaita käytäntöjä ja tutkimaan tapoja edistää yleistä hyväksyntää vedylle vihreän siirtymän kulmakivenä.

Vetyvaikutusfoorumeilla tunnistetaan yhteisiä haasteita ja mahdollisuuksia

Helmikuussa 2025 järjestettiin Hydrogen Impact Forumeja eri puolilla Suomea, Ruotsia ja Norjaa. Foorumit loivat foorumin sidosryhmien väliselle vuoropuhelulle ja tunnistivat sekä haasteita että etenemispolkuja. Iso teema oli alueellisen yhteistyön ja sidosryhmävuorovaikutuksen vahvistamisen tärkeys. Maiden välinen yhteistyö osoittautui elintärkeäksi energian toimitusvarmuuden parantamiseksi sekä kansallisten ja alueellisten etujen yhteensovittamiseksi.

Kaikissa kolmessa maassa kunnilla tunnustettiin olevan keskeinen rooli vetyhankkeissa. Osanottajat korostivat kuitenkin, että alueviranomaisille on annettava valtuudet varmistaa johdonmukainen pitkän aikavälin suunnittelu ja vähentää paikallishallintoon kohdistuvaa painetta. Pohjoisten alueiden nopeat väestörakenteen muutokset aiheuttavat lisähaasteita kestäväydelle ja kansalliselle turvallisuudelle, mikä lisää entisestään paikallisesti räätälöityjen kehitysstrategioiden tarvetta.

Maakohtaiset havainnot

Ruotsissa keskeinen huolenaihe oli, että vedyn tuotannosta saatavat taloudelliset hyödyt säilyisivät paikallisyhteisöissä. Skenaarioita, joissa paikallisesti tuotettua

vetyä tai sähköä viedään ilman paikallista arvonluontia, vastustettiin voimakkaasti. Vetyputkien turvallisuutta ja kehitystä koskevan tietämyksen lisääminen katsottiin tarpeelliseksi.

Norjan foorumi korosti Pohjois-Norjan luonnon kulttuurista merkitystä erityisesti saamelaisväestölle. Paikallinen identiteetti, elämäntapa ja ympäristönsuojelu korostuivat. Ilmastomuutoksesta ja väestön vähenemisestä huolimatta foorumi korosti, että vetyhankkeiden tulisi hyödyttää näkyvästi kuntia ja auttaa kääntämään väestökatoa.

Suomessa Oulun foorumissa keskityttiin ilmastotoimien ja luonnon monimuotoisuuteen liittyvien huolenaiheiden yhteensovittamiseen. Merkittävä keskustelu pyöri ekologisesta kompensaatiosta, jossa uhanalaista hömötiaista käytettiin symbolisena esimerkkinä ympäristöarvojen sisällyttämisestä vetysuunnitteluun. Alueellinen itsehallinto ja yhteinen tietopohja nähtiin onnistuneen toimeenpanon olennaisina mahdollistajina.

Elinkeinoelämän vastaukset haasteisiin

Nordic Collaboration for EU Transition -tapahtuman yrityspaneeeliin osallistui muun muassa Fortumin, Troms Kraftin, Vattenfallin, Gasgridin, Fingridin, Nordion Energin, Equinorin, Liquid Windin ja Oulun Energian edustajia. Nämä toimijat käsittelivät sidosryhmien huolenaiheita sitoutumalla tasa-arvoon, avoimiin kuulemisprosesseihin ja yhteisötason infrastruktuurin kehittämiseen.

Edustajat tunnustivat alkuperäiskansojen oikeuksien kunnioittamisen tärkeyden ja korostivat, että luottamusta on rakennettava asteittain avoimen paikallisen osallistumisen avulla. He korostivat vedyn roolia sosiaalisen pääoman edistämisessä työpaikkojen luomisen, koulutuksen ja kiertotalousaloitteiden avulla.

Poliittiset näkökulmat yhdenmukaistamiseen ja investointeihin

Suomen, Ruotsin ja Norjan virkamiehet liittyivät poliittiseen paneeliin pohtimaan vedyn kehittämisen haasteita kilpailevien kansallisten etujen keskellä. Puhujat

korostivat tarvetta houkutella kansainvälisiä investointeja ja poliittista rohkeutta, jota tarvitaan vaikeiden päätösten tekemiseen, jotka eivät välttämättä tyydytä kaikkia sidosryhmiä.

He totesivat, että ilman päättäväisiä toimia Pohjoismaat ovat vaarassa jäädä jälkeen globaalissa energiamurroksessa. Kuten eräs panelisti totesi, kompromissi on välttämätön – vaikkakin kiistanalainen – strategisen edistyksen ja toimitusvarmuuden varmistamiseksi.

Seuraavat vaiheet

Tilaisuuden päätteeksi pohjoismaisen yhteistyön syventämiselle annettiin vahvaa tukea. Toimintasuunnitelmaluonnos käynnistettiin käsittelemään poliittisen paneelin näkemyksiä etujen tasapainottamisesta. Eräs osallistuja vangitsi tapahtuman hengen toteamalla: "Miksi vain pyrkiä hyväksyntään – miksi ei varmistettaisi, että pohjoiset yhteisöt todella haluavat vetyhankkeita?"

Hydrogen Impact Forumeja koordinoivat useat tutkimus- ja innovaatiohankkeet: JustH2Transit (Suomi), Energi i Nord (Norja) ja CH2ESS H2SIPP:n kautta (Ruotsi) sekä Business Oulu, Both2nia, Oulu GH2 ja BalticSeaH2.

4. Kansalliset ja alueelliset benchmarking-kohteet

Tässä luvussa esitellään hankkeen kannalta keskeiset kansalliset ja alueelliset benchmarking-kohteet. Esimerkit havainnollistavat vetytalouden käytännön toteutuksia, ekosysteemien rakentumista ja alueellisia vahvuuksia.

4.1 Vaasa–Kokkola

Vaasan ja Kokkolan alueet edustavat Suomen johtavia energiaklustereita, joissa vetytalous, tutkimus ja teollisuus kytkeytyvät tiiviisti toisiinsa.

Karelian Vetytalouden ja energiasiirtymän osaava työvoima -hanke

kävi benchmarking - matkalla Vaasan yliopistolla ja Kokkolan suurteollisuusalueella.

Mukana oli hankehenkilökunta Anniina Kontiokorpi, Anssi Kokkonen, Kim Blomqvist, Lauri Tikka ja Pentti Pesonen. Lisäksi mukana oli Petteri Ryhänen Lieksan

Kehitykseltä, Joel Kettunen Pielisen Karjalan Kehittämiskeskukselta,
Rami Alfasfos Business Joensuulta ja Timo Tahvanainen Pohjois-Karjalan
maakuntaliitosta.

Matkalle oli tavoitteena saada mukaan paikallisten yritysten edustajia,
mutta aikatauluhaasteiden takia edustajia ei saatu mukaan. Kehitysyhtiöt edustivat
alueen yrityksiä ja jakavat saamaansa tietoa yrityksille.

Päivä 1

Vebic

Vaasan yliopistolla vierailimme Vebicissä, joka on yliopiston alaisuudessa toimiva
monitieteinen innovaatio ja tutkimusala. Tutkimus- ja kehittämistoimintaa meille
esitteli projektivastaava Karita Luokkanen. Vanhempi tutkija Carolin Nuortila kertoi
moottori- ja polttoainelaboratorion toiminnasta. Vierailun aikana keskusteltiin Itä- ja
Länsi-Suomen yhteistyöstä vetytaloudessa ja erityisesti molempien alueiden
vahvuuksista sekä niiden hyödyntämisestä puolin ja toisin.

Moottorilaboratoriossa tutkitaan fossiilisia polttoaineita korvaavien vaihtoehtojen
käyttöä polttomoottorissa. Tällä hetkellä polttoaineena voidaan käyttää biokaasua ja
tulevaisuudessa vedyn ja biokaasun seosta ja puhdasta vetyä. Vedyn ja biokaasun
seosta tullaan kokeilemaan moottorissa vuoden 2025 lopussa.

Polttoainelaboratoriossa on kattavat mittausvalmiudet nestemäisille ja kaasumaisille
polttoaineille. Tutkittavia nestemäisiä polttoaineita ovat polttoöljy, uusiutuva diesel,
biodiesel ja eri polttoaineseokset. Kaasumaisia tutkittavia polttoaineita ovat
biokaasua ja vetyä.

Moottorilaboratorio

Vebicin moottorilaboratoriossa on Wärtsilän 4L20 -moottori, jonka yhdessä
sylinterissä voidaan käyttää polttoaineena biokaasua. Lähitulevaisuudessa
moottorissa aiotaan käyttää vedyn ja biokaasun seosta. Lisäksi laboratoriossa on
pienempi yksisylinterinen moottori, jonka on tulevaisuudessa tarkoitus käydä

puhtaalla vedyllä. Moottorilaboratorion esitteli meille laboratoriopäällikkö Sonja Heikkilä.

Moottorilaboratorion tutkimus toteutetaan suurissa meriliikenteeseen suunnitelluissa moottorissa. Moottoreihin on toteutettu edistynyt moottorinohjaus, jolla polttoaineen syöttö voidaan säätää tarkasti käytetyn polttoaineen mukaan.

Sähkölaboratorio

Yliopiston kampuksella sähkötekniikan professori Kimmo Kauhaniemi esitteli sähkölaboratorion tiloja ja toimintaa. Laboratoriossa on simuloitu sähköverkko, jolla voidaan tutkia verkkoon kytkettävää tuotantoa ja kulutusta. Tutkimus on keskittynyt erityisesti uusiutuvan

energiantuotannon ja invertteriohjattujen laitteiden verkkokytkeäisiin.

Laboratoriossa on myös simuloitu tietoliikenneverkko, jolla voidaan simuloida tietoturva-uhkia ja muita tietoliikenteeseen vaikuttavia tilanteita.

Päivä 2

Kokkola Industrial Park (KIP)

Toisena matkapäivänä vierailimme Kokkolan Suurteollisuusalueyhdistys ry:n tiloissa (Kokkola Industrial Park, KIP), jossa vierailuryhmän otti vastaan toiminnanjohtaja Kaisa Kaapo. Hän piti kattavan esittelyn alueesta ja sen toimintaperiaatteista. KIP alueella toimii 16 tuotantoyritystä ja yli 60 palveluyritystä, jotka tukevat alueen tuotannollisia yrityksiä. Alueen koko on noin 700 hehtaaria. Alueella on kolme satamaa ja raideyhteydet. KIP- yhdistys edustaa ja hallinnoi koko aluetta ja se on mm. jäsenenä European Chemical Site Promotion Platform (ECSPP)- verkostossa. KIP onkin Pohjois-Euroopan suurin teollinen ekosysteemi. (Kokkola Industrial Park 2025.)

Teollinen toiminta on alkanut alueella 1940-luvulla rikkihapon valmistuksesta. Moni yrityksistä on toiminut alueella kymmeniä vuosia ja sitoutunut jatkamaan toimintaa tulevaisuudessa. Alueesta tekee erityisen teollinen symbioosi, jossa yritykset hyödyntävä toistensa tuotannon sivuvirtoja ja hukkalämpöä. Yritykset ovat

sitoutuneet yhteistyöhön, koska ne ovat riippuvaisia toisistaan. Symbioosi laskee kokonaisenergiankulutusta ja materiaalinhukkaa.

Hycamite

Alueella sijaitsee Hycamite, joka valmistaa vetyä ja hiiltä metaanista. Käytettävä metaani voi olla maakaasua tai biokaasua. Hycamiten esittelyn järjesti Natascha Skog, joka vastaa yrityksen Euroopan ja Canadian toiminnasta. Saimme ensin esittelyn yrityksen toiminnasta ja prosessista, jonka jälkeen kävimme tutustumassa tutkimuslaboratorioon.

Hycamiten prosessi perustuu metaanin pyrolyysiin, jossa metaani hajoaa hiileksi ja vedyksi korkeassa lämpötilassa. Prosessi ei aiheuta lainkaan hiilidioksidipäästöjä. (Hycamite 2025.) Vetyä voidaan käyttää polttoaineena tai prosessiteollisuudessa. Prosessissa syntyvää hiiltä voidaan käyttää akkuteollisuudessa korvaamaan fossiilista grafiittia. Fossiilisen grafiitin tuotanto aiheuttaa merkittäviä päästöjä ja pilaa ympäristöä. Hiilellä on myös muita käyttökohteita, mutta akkuteollisuus on ensisijainen käyttökohde.

Tekniikan etuna on matala energiankulutus elektrolyysillä tuotettuun vetyyn. Prosessin ensisijainen tuote on kuitenkin hiili. Mikäli metaani poltettaisiin perinteisin keinoin energiaksi, hiili vapautuu ilmakehään hiilidioksidin muodossa. Hycamiten prosessissa hiili sidotaan, mutta saadaan kuitenkin energiakäyttöön sopivaa vetyä. Tekniikka soveltuu hyvin alueille, jolla on hyvin tarjontaa maakaasusta. Näitä alueita ovat esimerkiksi Canada ja Lähi-itä. Hycamiten laboratoriossa on pienen mittakaavan tuotantolaitteisto, jolla voidaan tutkia eri katalyyttien vaikutusta pyrolysointiprosessiin. Suuren mittakaavan laitteiston on tarkoitus aloittaa jatkuva tuotanto kesällä 2025. Yrityksen toiminta Kokkolassa on kestänyt viisi vuotta. Tätä on edeltänyt kuitenkin yli 20 vuoden tutkimustyö Oulun yliopistossa.

Hycamiten tekniikassa on paljon potentiaalia ja yritys voi nousta merkittäväksi toimijaksi kansainvälisellä tasolla. Haasteena on kuitenkin se, että tuotettu vety ei ole vihreää. Suuri painotus vihreään siirtymään ja vihreään vetyyn asettaa haasteita

tekniikoille, joita ei luokitella vihreiksi. Hycamiten prosessi on kuitenkin päästötön ja hillitsee ilmastonmuutosta hiilensidonnalla. Toivottavasti tulevaisuudessa tekniikan edut nähdään päättäjätasolla, vaikka sitä ei vihreäksi luokiteltaisikaan.



Kuva 5. Benchmarking matkalle osallistujat Hycamiten esittelyssä

Yhteenveto matkasta

Matkalla mukana olleissa kehittämissyhtiöiden edustajissa KIP:n ekosysteemin toimintamalli herätti kiinnostusta. KIP:n etuna asiassa on alueen toimintojen pitkä historia ja se, että alueelle on tuolloin sijoittunut kaksi merkittävää valtion omistamaa tuotantolaitosta, joiden kautta alue on lähtenyt rakentumaan. Omistajavaihdosten jälkeenkin näillä suurilla veturiyrityksillä on merkittävä rooli ekosysteemin toiminnassa.

Yritykset ovat myös tietyllä tapaa riippuvaisia toisiensa tuotteista ja sivuvirroista, joka pakottaa miettimään yhteistyötä ja yhteisiä päämääriä. Ongelmat yhden tuotantolaitoksen tuotannossa voivat vaikuttaa merkittäväällä tavalla myös toisten toimintaedellytyksiin. Myös korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten osalta ekosysteemissä on oma rajapintansa, vaikka ne eivät suoraan sijoitukaan alueelle. Pohjois-Karjalassa vetylaitosten potentiaalisimmat sijainnit ovat joko nykyisten hiilidioksidin pistelähteiden, hukkalämpövirtojen hyödyntämispaikkojen tai vedyn jatkojalosteiden hyödyntäjien läheisyydessä. Tämä mahdollistaisi vastaavien, mutta

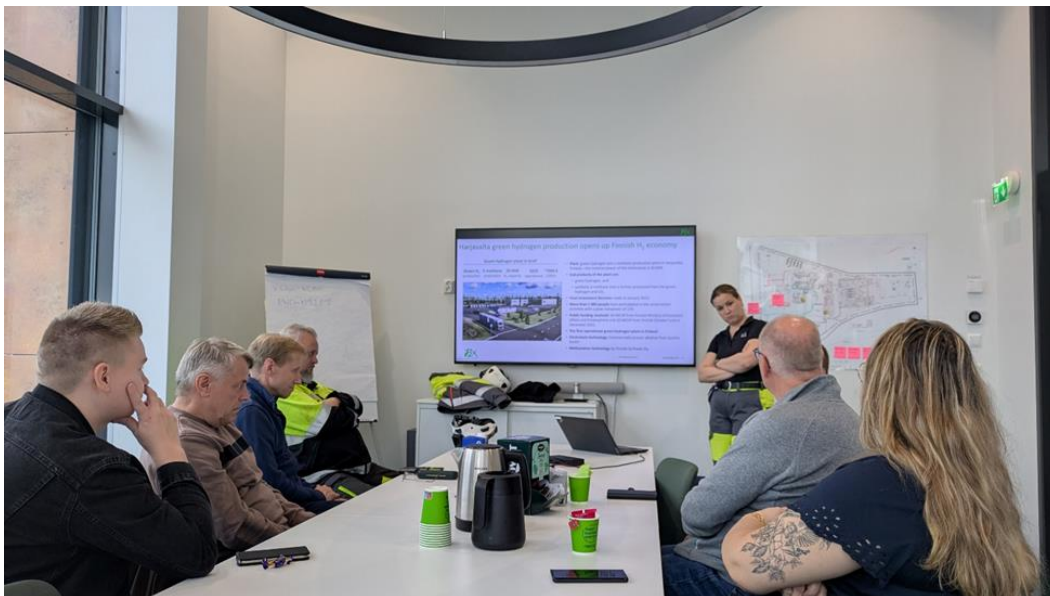
pienempien, ekosysteemien kehittämisen myös vedyn näkökulmasta. Iksenvaaran ja Kontiosuon alueella on tunnistettavissa teollisen symbioosin piirteitä, mutta toiminta ei tällä hetkellä ole vielä tästä näkökulmasta kovin organisoitua, vaan koostuu eri toimijoiden keskinäisistä sopimuksista.

4.2 Harjavalta–Qvidja–Siuntio

Harjavallan, Qvidjan ja Siuntion kohteet tarjoavat esimerkkejä Power-to-X-ratkaisuista, biopohjaisista innovaatioista ja pilottiluonteisesta kehitystyöstä.

P2X Solutions — Harjavallan vihreän vedyn tuotantolaitos

Hankkeen visiona oli alusta lähtien päästä vierailemaan Harjavallassa Suomen ensimmäisessä vihreän vedyn tuotantolaitoksessa, kun se on otettu käyttöön. Matkaa valmisteltiin pitkälti vuoden 2025 kevään ja kesän aikana. Vierailijoiden määrää oli rajoitettu suuren kysynnän vuoksi, mutta onneksenne saimme vierailun järjestymään. P2X Solutions Oy:llä oli intressejä käynnistää keskusteluja ja markkinavuoropuhelua sekä verkostoitua Joensuun alueen toimijoiden kanssa Joensuun tuotantolaitosta silmällä pitäen.



Kuva 5. P2X-Solutions Oy:n edustaja esittelee yrityksen toimintaa

P2X Solutions on suomalainen yritys, joka on edelläkävijä vihreän vedyn ja Power-to-X (P2X) -teknologian saralla. Yrityksen visiona ja tarkoituksena on rakentaa Suomeen useita teollisia mittakaavan vihreän vedyn tuotantolaitoksia ja sen ensimmäinen toimiva laitos sijaitsee juuri Harjavalta Industrial Parkissa. P2X Solutionsin Harjavallan vihreän vedyn tuotantolaitoksen kaupallinen toiminta käynnistettiin helmikuussa 2025 ja laitos avattiin virallisesti maaliskuussa 2025.

Itse vierailu käynnistyi toimistorakennuksessa, missä esiteltiin P2X Solutions Oy:n toimintaa, turvallisuusohjeita sekä tutustuttiin puolin ja toisin. Esityksessä käytiin läpi syyt Harjavallan valinnasta ensimmäisen tuotantolaitoksen sijoituspaikaksi. Valinta perustui useisiin konkreettisiin sekä teknisiin että aluekehityksellisiin tekijöihin. Laitos sijoittuu Harjavallan suurteollisuuspuistoon, mikä tarjoaa valmiin infrastruktuurin (verkot, sähkön saatavuus logistiikka, teollisuuspalvelut). Sijainti teollisuusalueella mahdollistaa yhteyksiä paikalliseen teollisuuteen ja mahdollisuuden hyödyntää teollisuuden sivuvirtoja (esim. lämpö, hapen käyttö) läheltä. P2X on tehnyt viiden vuoden uusiutuvan sähköntoimitussopimuksen (PPA) Fortumin kanssa, mikä takaa hankkeelle EU-kriteerit täyttävän uusiutuvan sähkön saannin ja tekee tuotannon vihreäksi. Energian ohjausjärjestelmänä on mm. ABB:n OPTIMAX/EMS -järjestelmä tuotannon ajoitukseen ja markkinaoptimoitiin. Lisäksi paikallisten yritysten kanssa tehtävä yhteistyö (rakennuttajat, sähköverkot, teollisuus) auttaa logistiikassa ja hyväksynnässä. Suoria työpaikkoja laitoksella on vielä suhteellisen vähän, mikä kertoo laitoksen suhteellisen pienestä koosta. Hanke on kuitenkin kanavoitu rakentamisen, huollon ja laajentamisen kautta laajempaan ekosysteemivaikutukseen. Vierailulla korostettiin, että ekosysteemikumppanuudet ovat keskeisiä tällaisissa projekteissa. Vahvat toimittajat, kuten mm. Sunfire, Hitachi, ABB, Enersense, Fortum ja Q-Power, tekevät projektista toteuttamiskelpoisen. Harjavallan vedyntuotantolaitos on Suomen ensimmäinen teollisen kokoluokan vihreän vedyn tuotantolaitos ja sen prosessi on rakennettu Power-to-X (P2X) -periaatteen mukaisesti. Teknologiana laitoksen vedyntuotannossa on elektrolyysi (pressurized alkaline / Sunfire:n toimittama) ja se koostuu neljästä elektrolyysimoduulista (4 × 5 MW), yhteensä 20 MW kapasiteettia.

P2X Solutionsin Harjavallan laitos muuntaa uusiutuvalla sähköllä vettä vedyksi (H₂) ja hapeksi (O₂) elektrolyysin avulla. Prosessissa syntyvä vety voidaan käyttää

sellaisenaan esim. teollisuuden tai liikenteen polttoaineena tai jatkojalostaa synteettisiksi polttoaineiksi, kuten metaaniksi tai metanoliksi, yhdistämällä se hiilidioksidiin. Prosessi kuluttaa noin 50–55 kWh sähköä per kilogramma vetyä. Syntyvä happi (noin 8 tonnia jokaista 1 000 kg vetyä kohti) otetaan talteen ja voidaan hyödyntää teollisuudessa (esim. metallurgiassa tai jäteveden käsittelyssä).

Ensimmäisessä vaiheessa tuotettu vety puhdistetaan, kuivataan ja paineistetaan. Se voidaan varastoida laitoksen omissa säiliöissä, syöttää paikallisiin putkistoihin tai kuljettaa rekkasäiliöissä asiakkaille. Elektrolyysin yhteydessä syntyvä lämpöenergia ohjataan hyötykäyttöön alueen kaukolämpöverkkoon tai teollisuudelle. Vetyä voidaan tuottaa arviolta 400 – 500 kg/h (4000 – 5000 tonnia/v.). Harjavallan laitos voi vähentää hiilidioksidipäästöjä merkittävästi (n. 40 000 tCO₂/v) korvaten fossiilisia polttoaineita. Vähennyksen suuruus riippuu pitkälti käytetyn uusiutuvan sähkönsuorituksen kasvusta ja siitä, mihin vetyä lopulta käytetään.

Harjavallan laitos on suunniteltu synteettisen metaanin tuotantoon (methanation). Prosessissa hiilidioksidia ja vetyä hyödyntämällä tuotetaan synteettistä polttoainetta. Prosessin jatkojalostusvaiheessa (Power-to-X) laitoksella voidaan sitoa hiilidioksidia (CO₂) ja tuottaa synteettisiä polttoaineita kuten metaania (CH₄) tai metanolia (CH₃OH). Tähän liittyen Harjavallan laitoksella tehdään yhteistyötä suomalaisen Q-Power yhtiön kanssa, joka on erikoistunut biologiseen metanointiteknologiaan ja synteettisten polttoaineiden tuotantoon. Q Powerin ja P2X Solutionsin yhteistyö keskittyy erityisesti synteettisen metaanin tuotantoon vihreästä vedystä. Q Powerin vastuulla on ollut metanointilaitoksen suunnittelu, valmistus ja käyttöönotto. Laitos käyttää mikrobiologista prosessia, jossa vety ja hiilidioksidi yhdistyvät synteettiseksi metaaniksi. Tämä prosessi mahdollistaa uusiutuvan energian varastoinnin ja käytön monilla eri sektoreilla, kuten liikenteessä ja teollisuudessa. Se myös tukee fossiilisten polttoaineiden korvaamista puhtailla synteettisillä polttoaineilla kuten metaanilla, metanolilla ja ammoniakilla.

Yhteistyö mahdollistaa teollisen kokoluokan synteettisen metaanin tuotannon, joka on merkittävä askel kohti hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamista.

Pohjois-Karjala onkin tässä suhteessa erityisasemassa, kun seuraava P2X Solutions Oy:n laitos on suunniteltu rakennettavan Joensuuhun. Se tulee olemaan kapasiteetiltaan kaksinkertainen Harjavallan laitokseen nähden eli 40 MW. Joensuun laitos eroaa hieman toimintaperiaatteiltaan sekä jatkojalostusvaiheiltaan Harjavallan laitoksesta. Keskeisinä eroina Harjavaltaan Joensuun laitos hyödyntää paikallista biovoimalaitosta ja hukkalämpöä, mikä tekee siitä vahvasti integroidun kiertotalousratkaisun. Harjavalta on pienempi laitos (20 MW) ja keskittyy enemmän synteettisen metaanin tuotantoon Q Powerin biologisen metanointiteknologian avulla, kun taas Joensuussa tuotetaan laajemmin synteettisiä polttoaineita kuten metanolia.

Vertailu laitosten kesken

Taulukko 1. Vertailu laitosten kesken

Ominaisuus	Joensuu	Harjavalta
Sijainti	liksenvaara, Joensuu	Harjavalta Industrial Park
Yhteistyökumppanit	Savon Voima (biovoimalaitos)	Q Power (synteettinen metaani)
Tuotantokapasiteetti	30–40 MW (vihreä vety)	20 MW (vihreä vety)
Teknologia	Elektrolyysi vedyn tuottamiseen, synteettisten polttoaineiden valmistus talteenotetusta CO ₂ :sta (metanolia, metaania)	Elektrolyysi vedyn tuottamiseen + Q Powerin biologinen metanointi vedystä ja CO ₂ :sta synteettiseksi metaaniksi
CO ₂ -lähde	Savon Voiman biovoimalaitoksen hiilidioksidi (teollinen ja biogeeninen)	Yleensä teolliset hiilidioksidipäästöt ja/tai biokaasu
Varastointi ja jakelu	Synteettiset polttoaineet (metanoli, metaani), hukkalämpö hyödynnetään kaukolämpöön	Synteettinen metaani, varastoitava energiamuoto, voi käyttää liikenteessä ja teollisuudessa

Painopiste	Integroitu kiertotalousratkaisu paikallisilla resursseilla, hukkalämmön hyödyntäminen	Synteettisen metaanin tuotannon pilotointi teollisessa mittakaavassa, yhteistyö Q Powerin teknologian kanssa
------------	---	--

P2X Solutions Oy:n toiminta ja laajentuminen perustuu “askel kerrallaan” skaalautumisstrategiaan. Harjavallan laitos 20 MW on strategian demonstraatio/ensiaste ja tavoitteena on aina 1 GW kapasiteettia vuoteen 2031. Tämä vähentää yhtiön mukaan merkittävästi markkinariskiä. Mahdollisesti riskit ja pullonkaulat liittyvätkin suurelta osin sähkön kustannuksiin ja saatavuuteen. Vihreän vedyn kilpailukyky syntyy markkinahinnaltaan alhaisen kustannuksen uusiutuvasta sähköstä. Siten sähkön markkinahinnat ja kapasiteetin saatavuus vaikuttavat merkittävästi tuotantokustannukseen. Toinen merkittävä riski on se, miten vihreiden polttoaineiden kysyntä kehittyy. Samoin sääntelyn ja tukipolitiikan kehityksellä on merkittävä vaikutus. Teknologisen riskin näkökulmasta voidaan huomioda mm. elektrolyysiprosessin laitteisto- ja huoltokustannukset sekä laitteiden saatavuus ja elinkaari.

Edellä mainitut riskit ovat yleisiä vihreän vedyn projekteille. Harjavallan projekti on kuitenkin rakennettu useiden alan toimijoiden yhteistyöllä riskien hallitsemiseksi ja siinä korostuvat ns. ekosysteemikumppanuudet.

Xylo Gas Oy

Q-Powerin vierailun jälkeen otimme suunnan kohti Siuntiota ja seuraavaa kohdettamme Xylo Gas Oy:n esittelyä. Saavuimme sateiseen maalaismaisemaan ja esittely aloitettiin ensi kertomalla Fredrik EK:n johdolla hieman Xylo Gas Oy:n toiminnasta, historiasta ja kehitystyöstä.

Xylo Gas Oy kehittää ja valmistaa integroitua biohiili–kaasutusteknologiaa, joka mahdollistaa biohiilen ja puhtaan, vetyä sisältävän synteetisikaasun (syngas) samanaikaisen tuotannon metsä- ja maatalousjätteistä sekä kierrätyspuusta. Keskeisiä toimintoja:

- Puuhake muutetaan puukaasuksi kaasuttamalla (ei-polttava / termokemiallisella prosessilla). Tällä tuotekaasulla voidaan tuottaa lämpöä, sähköä tai molempia yhdessä (yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotanto).
- Yritys kehittää myös biohiilen (biochar) tuotantoon kykenevää kaasutus- tai pyrolyysikonseptia, jossa biohiiltä syntyy kaasutusprosessin yhteydessä.

Mikä tekee XyloGasista erityisen?

Kestävän metsätähteen / puuraaka-aineiden hyödyntäminen

Yritys pyrkii käyttämään puumateriaaleja (esim. puuhake, metsätähteet) jotka muuten voisivat jäädä hukkaan. Tämä tukee hiilensidontaa ja kiertotaloutta.

Monipuolisuus energian ja kaasun tuotannossa. XyloGas ei pysähdy pelkästään lämmön tai sähkön tuotantoon, vaan se kehittää yhdistelmiä kuten biometanointi ja biohiilen tuotanto, mikä mahdollistaa useamman tuotteen valmistamisen samasta raaka-aineesta. Tämä tarjoaa joustavuutta ja mahdollisuuksia eri käyttötarkoituksiin. Pienemmät päästöt ja parempi ympäristöprofiili. Tervattoman tuotekaasun tuottaminen vähentää haitallisia hiukkaspäästöjä verrattuna puun polttamiseen suoraan toisella tavalla.

Skaalautuva teknologia ja kehitysprojekti. Yritys kehittää uudenlaista ja skaalautuvaa kaasutin-/pyrolyysikonseptia, joka on suunniteltu toimimaan eri kokoisissa laitoksissa ja erilaisilla puuraaka-aineilla. Tämä antaa potentiaalin laajempaan käyttöönottoon.

Rooli vetytaloudessa

Vaikka XyloGas ei välttämättä tuota vetyä suoraan (tai se ei ainakaan ole heidän päätoimintaansa nykyisin), sen teknologioilla on useita merkityksellisiä kohtia vetytalouden näkökulmasta, joita käydään seuraavissa kappaleissa läpi:

Synteesikaasun tuotanto / kaasun esikäsittely

Puukaasutuksesta saatu tuotekaasu (synteesikaasu) sisältää mm. hiilimonoksidia (CO) ja vetyä (H₂), riippuen prosessista. Tämä synteesikaasu voi olla raaka-aine vetyä sisältävien kaasuseosten tai myöhemmin puhtaan vedyn tuotannon syötteenä.

(esim. veden sähköistetty tai termokemiallinen pilkkominen). Tällöin XyloGas toimittaa osan syötteestä vetytalouden rakenteessa.

Biomassojen hyödyntäminen vetytalouden tukena

Vetytalous vaatii paljon energiaa. Jos vety tuotetaan täysin uusiutuvalla sähköllä (vrt. elektrolyysi), sen energiankulutus voi olla korkea ja sähkön saatavuus sekä hinta rajoittava tekijä. Synteesikaasu- tai biomassapohjaiset ratkaisut voivat toimia osaratkaisuna tai siirtymävaiheessa – esimerkiksi bioenergiaa + vetyä yhdistävissä järjestelmissä.

Biohiili ja hiilensidonta

Biohiilen tuotanto kaasutusprosesseissa voi toimia hiilen varastona (jos biohiiltä käytetään maaperässä tai muussa hiiltä sitovassa muodossa). Tämä on merkittävää vetytaloudessa, jos halutaan saavuttaa hiilineutraalius tai jopa hiilensidontaa.

Paikallinen ja hajautettu tuotanto

Vetytalous edellyttää infrastruktuuria (tuotanto, varastointi, jakelu). Teknologiat, jotka toimivat pienemmässä mittakaavassa paikallisesti (kuten puukaasutus), voivat tuoda joustavuutta ja vähentää tarvetta suurille investoinneille siirtoinfrastruktuuriin.

Mahdollisuus vetysekoituksiin

Vetyä sisältävä synteesikaasu voisi potentiaalisesti olla osa sekoitetta, jolla sähkö- ja kaasujärjestelmät integroidaan. Esimerkiksi kaasuseoksia, joissa on vetyä + hiilimonoksidia tai muita kaasujakeita, voidaan muokata tai puhdistaa korkeamman vetyprosentin kaasuksi. XyloGas voisi olla mukana vaiheissa, joissa kaasunlaatu optimoidaan vetytaloutta varten.

Vierailun loppuksi pääsimme tutustumaan vielä itse laitteistoon ja pääsimme todistamaan vetykaasun syntymistä.



Kuva 6. Xylogas Oy:n Demonstraatio vetykaasun tuottamisesta

4.3 Itä-Suomen energiapäivät

Itä-Suomen energiapäivät kokosivat yhteen alueelliset toimijat ja tarjosivat näkymän Itä-Suomen vetytalouden ja energiamurroksen ajankohtaisiin kysymyksiin.

Itä-Suomen energiapäivät järjestettiin tänä vuonna toista kertaa.

Tapahtumapaikkana toimi Vesileppis areena Leppävirralla. Tapahtuman järjesti Pohjois-Savon Energiaklusteri. Tapahtuman tarkoitus oli tuoda energia-alan toimijat yhteen ja jakaa tietoa alan uusimmista tapahtumista. Ohjelma koostui asiantuntiapuheenvuoroista ja paneelikeskusteluista, joissa puitiin energia-alaan liittyviä teemoja juontajan johdolla. Karelia-ammattikorkeakoulusta olivat paikalla projektiasiantuntija Anssi Kokkonen ja projektityöntekijä Lauri Tikka.

Pohjois-Savon Energiaklusteri edistää hiilineutraaliutta ja uusiutuvaa energiantuotantoa

Tapahtuma alkoi energiaklusterin esittelyllä. Klusteritiimiin kuuluvat Kirsi Kinnunen ja Pia Nevalainen Navitas Kehitykseltä, Petteri Heino, Jarno Ruusunen ja Laura Leppänen Savonia-ammattikorkeakoulusta sekä Esa Varis ja Risto Korhonen Savon Koulutuskuntayhtymältä. Navitas Kehitys Oy on Varkauden kaupungin kehitysyritys ja samalla Pohjois-Savon Energiaklusteri -hankkeen pää toteuttaja.

Energiaklusterin tavoitteena on tarjota tukea Pohjois-Savon energia- ja teknologiayrityksille energiamurroksen haasteissa. Energiaklusteri tarjoaa myös mittaus-, testaus-, analysointi ja katselmukspalveluita, joita yritykset voivat käyttää kehittääkseen toimintaansa ja luomaan kestävämpiä ratkaisuja. Energiaklusterin palvelut ovat paikallisten koulutusorganisaatioiden tarjoamia, joita ovat Savonia-ammattikorkeakoulu ja Itä-Suomen yliopisto.

Onko ResilEast-ohjelma ratkaisu Itä-Suomen energiantuotantohaasteisiin?

Tapahtumassa esiteltiin ResilEast-ohjelma, jonka tavoitteena on yhdistää puolustus ja uusiutuva energiantuotanto Itä-Suomen alueella. Ohjelmalla on tarkoitus edistää kokonaisturvallisuutta ja energiahuoltoa. Käytännössä tarkoituksena on integroida puolustusrakenteita esimerkiksi tuulivoimaloiden rakenteisiin.

Tuulivoimaloiden perustukset voivat toimia bunkkerina ja voimalan muut rakenteet drone-laskeutumisalustana. Ohjelmaa kehittämässä ovat olleet yrittäjä Jari Sistonen (U-cont Oy), tutkimusjohtaja Petteri Laaksonen (LUT-yliopisto), suurlähettiläs Markku Keinänen, Varkauden kaupunginjohtaja Joonas Hänninen, toimitusjohtaja Jami Holtari (Suomen Vetylaakso ry), viestintäasiantuntia Tommi Siikaneva (Suomen Vetylaakso ry) ja Harriet Lonka (Pohjois-Savon liitto). (ResilEast-ohjelma 2025.) Ohjelma vaatii suuria investointeja toteutuakseen sekä aktiivista yhteistyötä eri toimijoiden välillä. Ohjelmalla voidaan lisätä merkittävästi myös Itä-Suomen vetovoimaisuutta ja luoda uusia työpaikkoja. Mikäli ohjelma toteutuu, sen avulla on mahdollista ratkaista uusiutuvan energiantuotannon haasteita Itä-Suomen alueella. Alueella on toistaiseksi todella vähän tuulivoimaa verrattuna esimerkiksi Länsi-Suomeen, koska tuulivoimalat aiheuttavat häiriöitä Puolustusvoimien tutkajärjestelmälle. Toteutuessaan ResilEast- ohjelma voi tarjota tähän ongelmaan ratkaisun.

Suomi on valmistautunut muutoksiin

Energiateollisuus ry:n toimitusjohtaja Jukka Leskelä kertoi energiamurroksesta ja sen vaatimista muutoksista. Esityksessä tuotiin esille energiamurroksen kolmiloikka, joka on Energiateollisuuden strategia energiamurroksen selättämiseen.

Ensimmäinen vaihe on puhdistuva energiantuotanto, joka tarkoittaa fossiilisista polttoaineista irtaantumista. Siitä seuraa sähköistyminen ja vetytalous, jonka jälkeen tavoitteena on uusi vakaa energiajärjestelmä.

Heini Tirri-Kokkonen Huoltovarmuuskeskukselta kertoi Suomen huoltovarmuudesta ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Suomella on ollut hyvin varautunut eri poikkeustilanteisiin jo pitkään. Tulevaisuudessa varautumiseen vaikuttavat energiamurroksen tuomat muutokset, kuten uusiutuvat energianlähteet ja lisääntyvä sähkön käyttö.

Energiamurros vaatii päätöksiä nyt

Tapahtuman paneelikeskustelut kokosivat kattavasti yhteen energia-alan nykytilanteen ja seuraavat askeleet. Paikalla oli asiantuntijoita Puolustusvoimista sekä energia-alaa edustavista suurimmista organisaatioista. Puolustusvoimien näkemykset toivat hyvän lisän tapahtumaan, koska Itä-Suomen energiakysymyksissä Puolustusvoimien kannalla on suuri rooli.

Keskusteluissa toistuva teema oli varautuminen ja resilienssi. Muuttunut maailmantilanne vaikuttaa merkittävästi myös energia-alaan. Ukrainassa nähty energiajärjestelmän haavoittuvaisuus on lisännyt tarvetta kasvattaa Suomen energiaverkon resilienssiä, eli sietokykyä poikkeavissa tilanteissa.

Yhteenvetona voidaan sanoa, että energiasektorilla tarvitaan päätöksiä nopealla aikataululla. ResilEast-ohjelma on todella suuri ja kymmenien vuosien pituinen projekti. Vaikka projekti olisi pienempikin, päätöksiä on tehtävä nyt eikä huomenna. Suomella on merkittävä potentiaali tuottaa uusiutuvaa energiaa, mutta energiamurroksen mahdollistavia päätöksiä on tehtävä nyt.

4.4 Kaakkois-Suomen alue

Kotkan vierailun pääkohteena oli Kotkamilssin tehdas, joka osa itävaltalaisista Mayr-Melnhof- konsernia. Kotkan yksikön tuotanto keskittyy Absorbex- laminaatin sekä elintarvikekartongin tuotantoon. Laminaattia onkin laajalti käytössä arkielämän tuotteissa, kuten mm. pöytäpinnoitteissa ja lattiamateriaaleissa. Vierailulla saimme hyvän käsityksen Kotkamilssin historiasta sekä sen toiminnasta, mutta myös erittäin merkittävästä mahdollisesta tulevaisuuden kytköksestä vetytalouteen.

Kotkaan on suunniteltu 900 miljoonan euron e-metaanilaitos ja se on yksi Suomen suurimmista uusiutuvan energian investointisuunnitelmista. Sen taustalla on Arctic Sisu Corporation, joka aikoo hyödyntää Kotkamilssin sellutehtaan savukaasuista talteen otettua biopohjaista hiilidioksidia yhdessä uusiutuvalla sähköllä tuotetun vedyn kanssa e-metaanin valmistukseen. E-metaani on kemiallisesti lähes identtinen fossiilisen maakaasun kanssa, joten sitä voidaan käyttää nykyisessä LNG-infrastruktuurissa ilman suuria muutoksia — tämä tekee siitä houkuttelevan vaihtoehdon erityisesti meriliikenteelle ja raskaalle teollisuudelle.

Kotkamilssin alueelle tulevassa hankkeessa yhdistyvät kaksi merkittävää vihreän siirtymän teknologiaa:

- CO₂-talteenotto ja hyötykäyttö (CCU)
- Vihreän vedyn tuotanto ja synteettinen metaanin valmistus
-

Näiden yhdistelmä muodostaa niin sanotun Power-to-Gas-ketjun, jossa sähköenergia muunnetaan kemialliseen muotoon. Laitos tuottaisi arviolta 900–950 GWh e-metaania vuodessa, mikä vastaa noin 90 miljoonaa litraa dieselpolttoainetta energiasisällöltään. Teknologisesti hanke osoittaa, että Suomessa voidaan hyödyntää teollisuuden sivuvirtoja ja päästöjä uudenlaisen energian raaka-aineina, mikä tukee kiertotalouden ja resurssitehokkuuden tavoitteita.

Kotkan alueelle hanke toisi merkittäviä investointeja ja työpaikkoja rakentamisen ja käytön aikana. Alue hyötyy myös teollisista synergioista: e-metaanilaitos sijoittuisi Kotkamilssin tehdasalueelle, mikä vähentää infrastruktuurikustannuksia ja parantaa energiatehokkuutta.

Kotka voisi profiloitua valtakunnallisesti vihreän vedyn ja synteettisten polttoaineiden keskittymäksi, mikä houkuttelisi alueelle myös muita vety- ja metaaniteknologiaan liittyviä yrityksiä.

Suomessa on myös muita useita samankaltaisia hankkeita, mutta Kotkan laitos on mittakaavaltaan poikkeuksellisen suuri:

- Suurinvestointi: 900 miljoonaa euroa on erittäin suuri yksityinen panostus, ja rahoitus riippuu sekä teknologian kypsytydestä että markkinoiden kysynnästä.
- Vedyn tuotannon saatavuus: e-metaanin valmistus edellyttää suuria määriä vihreää vetyä, joka puolestaan vaatii runsaasti uusiutuvaa sähköä.
- Taloudellinen kannattavuus: synteettisen metaanin tuotantokustannukset ovat toistaiseksi korkeammat kuin fossiilisen LNG:n.
- Lainsäädäntö ja tukimekanismit: investoinnin onnistuminen edellyttää selkeää kansallista politiikkaa vihreiden polttoaineiden tukemiseksi ja kysynnän luomiseksi.
- Jos hanke toteutuu suunnitellusti:
- Suomi voi nousta synteettisten polttoaineiden kehityksen kärkimaaksi Pohjois-Euroopassa.
- Selluteollisuuden hiilidioksidivirroista voi tulla uusi, kaupallinen resurssi.
- Vihreän energian arvoketjut – sähköntuotannosta polttoaineeseen ja liikenteeseen – tiivistyvät ja tukevat kansallista huoltovarmuutta.

Toteutuessaan tämä tarkoittaisi myös vetytalouden osaajien tarvetta alueelle. Koska yhteistyömatka pitkälti koostui osaamistarpeita selvittävien valtakunnallisten vetyhankkeiden toimesta, käytiin myös Kotkamillssin osalta arvokasta keskustelua vetytalouden osaamistarpeista myös heidän näkökulmastaan. Osaamistarpeissa korostui selkeästi tietyt osa-alueet, mitkä ovat tulleet eteen hankkeen selvityksissä sekä benchmarking matkoilla niin Suomen kuin Euroopankin mittakaavassa. Kotkamillssin toimesta oli esitetty toimialahavaintojen pohjalta tunnistetut keskeiset osaamistarpeet kolmella koulutusasteella: ammatillisessa koulutuksessa, korkeakoulussa ja yliopistossa:

Ammatillinen peruskoulutus (2. aste)

- Tarve sähkö- ja automaatio-osaamiselle, konetekniikalle, LVI-osaamiselle, sekä prosessinohjauksen ja kunnossapidon taidoille.
- Turvallisuusosaaminen ja asenteet korostuvat: asiakkaan ja työn laadun ymmärtäminen on keskeistä.
- Käytännön työntekijöiltä odotetaan joustavuutta, oma-aloitteisuutta ja kykyä hahmottaa kokonaisuuksia.

Ammattikorkeakoulut

- Korostuvat sähkö- ja automaatio-suunnittelu, ympäristö- ja energiatekniikka, projektijohtaminen ja asiakastyö.
- Myös materiaalitekniikka, hankintatoimi ja suhdeverkostojen hallinta nousivat keskeisiksi.
- Tarvitaan insinöörejä, joilla on sekä tekninen että liiketoiminnallinen ymmärrys.

Yliopistot

- Painotetaan kemiantekniikkaa, strategista johtamista, innovointia ja kansainvälisyyttä.
- Tutkimus- ja kehitystoimintaan liittyvä hankinta- ja yhteistyöosaaminen korostuu vetytalouden ja teollisuuden murroksessa.
- Yleiset koulutukselliset havainnot (kaikilla tasoilla)
- Turvallisuus ja riskienhallinta ovat läpileikkaavia osaamisvaatimuksia.
- Kielitaito ja viestintä englanniksi ovat välttämättömiä kansainvälistyvässä toimintaympäristössä.
- Monimutkaiset prosessit ja poikkitieteellinen ajattelu edellyttävät laajempaa kokonaisuuksien ymmärrystä.
- Tekoälyn ja datan hyödyntäminen prosessien ohjauksessa ja optimoinnissa nousee tärkeäksi tulevaisuuden taidoksi.
- Uuden oppimisen valmius ja jatkuva kehittäminen ovat avainasemassa työelämän muuttuessa.

XAMK Vetyjärjestelmien tutkimusympäristö

Tutkimusvierailun tarkoituksena oli tutustua Xamkin Vetyjärjestelmien tutkimusympäristöön sekä ymmärtää sen rakennetta, toimintaa ja soveltuvuutta vetytalouden kehittämiseen koulutuksen, tutkimuksen ja yritysysteistyön näkökulmista. Vierailu liittyy Vetytalouden ja vihreän siirtymän osaava työvoima - hankkeen benchmarking-toimintaan.

Xamkin tutkimusympäristö on osa Energiatekniikan tutkimusyksikköä, joka kehittää ja testaa kestävän energiajärjestelmän komponentteja ja integraatioita. Kohteen merkitys on keskeinen vetytalouden teknologiaympäristön, soveltavan testauksen ja yritysten innovaatiotoiminnan kannalta.

Xamkin vetyjärjestelmien tutkimusympäristö on suunniteltu testaamaan, kehittämään ja skaalaamaan vedyn tuotantoon, varastointiin ja käyttöön liittyviä teknologioita osana kestävää energiajärjestelmää. Se toimii aidoissa olosuhteissa ja tarjoaa alustan eri komponenttien integroinnille.

Tutkimusympäristö yhdistää muun muassa:

- geoenergian tutkimusalustan
- elektrolyysin ja vetyvarastoinnin laitteiston
- polttokennon sähköntuotantoon
- aurinko- ja tuulienergian tuotantolaitteet
- lämpöpumput sekä sähkö- ja lämpövarastot
- tekoälypohjaisen ohjauksen ja simuloinnin

Tämä kokonaisuus tukee vetytalouden testaus- ja kehitystarpeita sekä mahdollistaa eri teknologioiden sektorien välistä integraatiota. Vierailun aikana tutustuimme tutkimusympäristön keskeisiin laatuisiin komponentteihin:

Vedyntuotanto ja varastointi

- 9 kW PEM-elektrolyysi puhdistetun veden hajottamiseen vedyksi ja hapeksi
- Vetykompressori ja -varasto (noin 8 kg 50 bar paineessa)
- Mahdollisuus pulloitäyttöön korkeammassa paineessa (200 bar)

Polttokennoteknologia

- Polttokenno palauttaa vedystä energiaa sähköksi, mahdollistaen järjestelmän suljetun energialle kierron ja testauksen

Sektori-integraatio

- Aurinko- ja tuulivoimalaitteet sekä akku- ja lämpövarastot liitetty kokonaisuuteen
- Järjestelmän toiminta ohjataan älykkäällä automaatio- ja ohjausjärjestelmällä, joka huomioi esimerkiksi sähkön hinnan ja varastotilanteen

Hukkalämmön hyödyntäminen

- Elektrolyysissä syntyvän hukkalämmön talteenotto ja hyödyntäminen lämpöpumpuilla on osa kokonaisuuden energiatehokkuutta
- Kaikki laitteet ja toimintalogiikat ovat integroitavissa simulatorisiin kokeisiin ja datankeruuseen, mikä mahdollistaa sekä sektorien väliset optimointitestit että pitkän aikavälin laatuanalyysin.



Kuva 7. Xamkin vetyjärjestelmän esittelyä

Vierailu nosti esiin useita keskeisiä havaintoja

Tutkimusympäristö ei rajoitu pelkästään vedyn tuotantoon, vaan se yhdistää aurinko-, tuuli- ja geoenergian järjestelmiin. Tämä mahdollistaa vetytalouden tutkimisen aidossa energiaverkoston kontekstissa ja tukee systeemitason optimointia.

Xamk tarjoaa yrityksille testialustan, jossa voidaan kokeilla teknologioita ilman raskaita alkuinvestointeja ja saada tarkkaa mittausdataa kehitystyön tueksi. Tämä madaltaa kynnystä pilotoida uutta teknologiaa käytännössä.

Tutkimusympäristö on integroitu osaksi Xamkin energiatekniikan koulutusta, mikä yhdistää opiskelun ja tutkimuksen. Tämä vahvistaa osaamisen kehittymistä ja opiskelijoiden valmiuksia vastata tuleviin työelämän vaatimuksiin vetytalouden sektoreilla.

Yhteenveto vierailusta

Xamkin vetyjärjestelmien tutkimusympäristö tarjoaa monipuolisen ja aidon testialustan vetytalouden teknologioiden kehittämiseen ja integraatioon osana kestävästä energijärjestelmästä. Se toimii toimijana, joka yhdistää tutkimuksen, yritysyhteistyön ja koulutuksen, ja sen potentiaali vastaa kansalliseen ja kansainväliseen vetytalouden kehityssuuntaan. Vierailu tarjosi arvokasta ymmärrystä teknologioista, yhteistyömahdollisuuksista ja osaamisen kehityksestä, ja se toimii hyvänä referenssinä hankkeen benchmarking-vertailuille.

5. Yhteenveto hankkeen benchmarking toiminnasta

Tässä benchmarking-raportissa on tarkasteltu vetytalouden ja vihreän siirtymän kehitystä kansainvälisestä, pohjoismaisesta sekä kansallisesta ja alueellisesta näkökulmasta. Tarkastelun keskiössä on ollut osaavan työvoiman, tutkimus- ja kehittämisympäristöjen sekä teollisten ekosysteemien rooli vetytalouden rakentumisessa. Raportti on laadittu osana Vetytalouden ja vihreän siirtymän osaava

työvoima -hanketta, jonka tavoitteena on vahvistaa erityisesti Itä-Suomen ja Pohjois-Karjalan alueellista osaamispohjaa ja valmiuksia vastata energiamurroksen mukanaan tuomiin muutoksiin.

Kansainvälisestä näkökulmasta tarkasteltuna vetytalous on edelleen vahvasti strategia- ja suunnitteluvaiheessa, vaikka investointipäätöksiä on alkanut syntyä erityisesti Euroopan unionin tasolla. Hydrogen Week Brysselissä esiin nousseet teemat osoittavat, että vihreän vedyn tuotanto, infrastruktuurin rakentaminen ja sääntelyn kehittäminen etenevät rinnakkain, mutta eivät aina samassa tahdissa. Osaajapula, koulutuksen hitaus ja sääntelyn monimutkaisuus nousivat keskeisiksi hidasteiksi. Samalla tapahtuma vahvisti käsitystä siitä, että vetytalouden kasvu edellyttää vahvoja tutkimus- ja testausympäristöjä sekä joustavia koulutusratkaisuja, jotka tukevat jatkuvaa oppimista ja nopeaa teknologiasiirtoa.

Pohjoismaisessa tarkastelussa korostuivat alueelliset erityispiirteet, mutta myös vahva yhteinen arvopohja. Nordic Hydrogen Week Oulussa ja siihen liittyneet Hydrogen Impact Forumit toivat esiin vetytalouden kytkeytymisen yhteiskunnallisiin kysymyksiin, kuten maankäyttöön, sosiaaliseen hyväksyttävyyteen, alkuperäiskansojen oikeuksiin ja alueelliseen oikeudenmukaisuuteen. Pohjoismaissa vedyn roolia ei nähdä ainoastaan teknologisenä ratkaisuna, vaan osana laajempaa energiajärjestelmän murrosta, jossa hyväksyttävyyden, vuoropuhelun ja paikallisen hyödyn merkitys korostuu. Tämä näkökulma on erityisen relevantti myös Itä-Suomen kaltaisille harvaan asutuille alueille.

Kansalliset ja alueelliset benchmarking-kohteet osoittavat, että Suomeen on jo syntymässä monipuolinen ja alueellisesti hajautunut vetytalouden ekosysteemi. Vaasan ja Kokkolan alueilla korostuvat pitkälle kehittyneet teolliset symbioosit ja tutkimusympäristöt, joissa vetytalous linkittyy osaksi olemassa olevaa teollista rakennetta. Harjavallan vihreän vedyn tuotantolaitos puolestaan edustaa konkreettista askelta teollisen mittakaavan Power-to-X-ratkaisuihin ja osoittaa, että vihreän vedyn kaupallinen tuotanto on mahdollista myös Suomessa. Kotkan ja Xylo Gasin kaltaiset esimerkit laajentavat kuvaa kohti synteettisiä polttoaineita, hiilidioksidin hyötykäyttöä ja biomassapohjaisia ratkaisuja, joissa vetytalous kytkeytyy vahvasti kiertotalouteen.

Raportin keskeinen havainto on, että vetytalous ei kehity yksittäisten teknologioiden varassa, vaan vaatii rinnalleen osaavaa työvoimaa, toimivia tutkimus- ja oppimisympäristöjä sekä tiivistä yhteistyötä koulutuksen, tutkimuksen, yritysten ja julkisen sektorin välillä. Tutkimus- ja testausympäristöt, kuten korkeakoulujen energialaboratoriot ja soveltavat oppimisympäristöt, ovat keskeisessä roolissa osaamisen kehittämisessä ja uusien ratkaisujen pilotoinnissa. Ne mahdollistavat myös pk-yritysten osallistumisen vetytalouden kehitykseen ilman kohtuuttomia investointikustannuksia.

Itä-Suomen ja Pohjois-Karjalan näkökulmasta raportti osoittaa, että alueella on tunnistettavissa useita vetytalouden kannalta lupaavia elementtejä, kuten biopohjaiset sivuvirrat, teolliset pistelähteet, hukkalämmön hyödyntämismahdollisuudet sekä kasvava kiinnostus Power-to-X-ratkaisuihin. Haasteena on kuitenkin osaamisen, infrastruktuurin ja toimijoiden välisen koordinaation hajanaisuus. Näihin haasteisiin vastaaminen edellyttää suunnitelmallista ekosysteemyötä, jossa koulutus ja tutkimus kytetään tiiviisti alueelliseen elinkeinokehitykseen.

Yhteenvetona voidaan todeta, että vetytalous tarjoaa merkittäviä mahdollisuuksia kestäväan kasvuun, mutta sen toteutuminen edellyttää pitkäjänteistä kehittämistyötä, rohkeita investointeja ja osaamisen systemaattista vahvistamista. Tämä benchmarking-raportti tukee hankkeen jatkotoimia tarjoamalla vertailukohtia, käytännön esimerkkejä ja kehittämissuuntia, joita voidaan hyödyntää alueellisen vetytalouden ja osaavan työvoiman rakentamisessa tulevina vuosina.