

## Maakunnallisen vetytalouden tulevaisuus – työpaja 4.12.2025 klo 9–12

Työpajassa tuotiin esiin kolme keskeistä teemaa, jotka määrittävät Pohjois-Karjalan mahdollisuudet ja haasteet vetytalouden kehityksessä: **osaaminen, infrastruktuuri ja investoinnit**, sekä **sosiaalinen hyväksyttävyys**. Näiden teemojen välinen riippuvuus on ilmeinen, teknologinen kehitys ei etene ilman osaajia, investoinnit eivät toteudu ilman luottamusta ja hyväksyntää, ja hyväksyntä ei synny ilman avointa viestintää, suoraa kommunikointia ja konkreettisia taloudellisia hyötyjä.

Työpajan keskusteluissa korostui, että vetytalouden kehitys ei ole pelkästään teknologinen kysymys, vaan ennen kaikkea osaamiskysymys. Tarvitaan:

- Prosessiteollisuuden ja automaation hallintaa kaikilla koulutusasteilla.
- Turvallisuusosaamista, joka kattaa koko arvoketjun (tuotanto, varastointi, kuljetus, jakelu).
- Poikkitieteellistä ymmärrystä, jossa yhdistyvät tekniikka, talous ja ympäristö.
- Taloudellista osaamista, jotta investoinnit voidaan arvioida realistisesti.

Nykyinen koulutustarjonta on hajanaista, ja vetytalouden sisältö puuttuu monilta aloilta. Tämä muodostaa riskin: ilman koulutuksen nopeaa kehittämistä osaajapula voi hidastaa hankkeiden toteutusta ja heikentää alueen kilpailukykyä.

Maakunnallisen vetytalouden osaamisen edistämisen tulisi sisältää koulutuspolkujen uudistamista, täydennyskoulutuksien ja sertifikaattijärjestelmien järjestämistä. Oppilaitosten ja yritysten yhteiset pilotit voivat toimia osaamisen ja tutkimuksen kehittämisen moottoreina.

Työpajan keskusteluissa nousi esiin, että vetytalouden teknologia on pitkälti olemassa, mutta infrastruktuuri ja investointien edellytykset ovat puutteellisia:

- Sähköverkon kapasiteetti ja siirtolinjat rajoittavat tuotannon laajentamista.
- Regulaation epävarmuus ja hitaat lupaprosessit heikentävät investointihalukkuutta.
- Ansainnan logiikka puuttuu: vedyn tuotanto on kallista, eikä markkinoiden kysyntä ole vielä riittävän vahvaa.

Lisäksi geopolittiset riskit ja EU-regulaation muutokset luovat epävarmuutta. Yritykset tarvitsevat selkeitä pelisääntöjä ja realistisia liiketoimintamalleja, jotta investoinnit voivat käynnistyä.

Alueen on panostettava infrastruktuurin kehittämiseen ja poliittiseen edunvalvontaan. Hajautettu vedyntuotanto voi olla realistisempi ratkaisu kuin keskitetyt suuret laitokset. Investointien houkuttelevuus kasvaa, kun tekninen, taloudellinen ja sosiaalinen näkökulma yhdistetään.

Vetytalouden hyväksyttävyys ei synny tiedotteilla, vaan aidolla kommunikoinnilla ja vuoropuhelulla. Työpajassa korostettiin:

- Kansalaisten huoli liittyy pääasiallisesti turvallisuuteen (räjähdysriskit, laitosten sijainti).
- Vetytalouteen ja yleisesti koko energiasiirtymään liittyvä terminologian sekavuus ja poukkoilevuus heikentää luottamusta.
- Hyväksyntä vahvistuu, kun kaikille selkeästi tunnistettavat hyödyt (työpaikat, huoltovarmuus, alueellinen elinvoima) ovat näkyviä ja kustannukset eivät jää vain paikallisille.

Lisäksi nähtiin, että vetytalouden jatkojalosteet (metanoli, synteettinen metaani) voivat vähentää riskejä ja helpottaa logistiikkaa, mikä tukee hyväksyttävyyttä.

Vetytalouden osalta viestintästrategian on oltava avoin, jatkuva ja osallistava. Tarvitaan selkeitä materiaaleja, varhaista vuoropuhelua ja konkreettisia esimerkkejä hyödyistä. Hyväksyttävyys on yhtä tärkeä kuin teknologia, ilman sitä investoinnit eivät toteudu.

Vetytalous ei ole irrallinen teknologiahanke, vaan osa laajempaa energiasiirtymää ja biotalouden kehitystä. Pohjois-Karjalalla on mahdollisuus profiloitua osaamisen ja koulutuksen kärkenä, mutta tämä edellyttää:

- Nopeaa koulutuksen uudistamista ja osaamiskeskittymien rakentamista.
- Infrastruktuurin ja regulaation kehittämistä vastaamaan kehitystä investointien mahdollistamiseksi.
- Sosiaalisen hyväksyttävyyden vahvistamista avoimella viestinnällä, kommunikoinnilla ja konkreettisilla selkeästi tunnistettavilla hyödyillä.

Ilman näitä toimenpiteitä vetytalouden kehitys jää hajanaiseksi ja riskialttiiksi. Yhdistämällä teknologinen, taloudellinen ja sosiaalinen näkökulma alue voi kuitenkin luoda kestävä ja kilpailukykyisen aseman energiasiirtymässä.

## Työpajan aihekohtaiset yhteenvedot keskustelujen pohjalta

### Koulutus ja osaamistarpeet maakunnan näkökulmasta

Nykyhetken ja tulevaisuuden osaamistarpeet 3–5 vuoden aikajänteellä

Koko arvoketjun hallinta ja turvallisuusosaaminen korostuivat muistiinpanoissa kriittisimpinä osaamistarpeina. Tämä sisältää prosessiteollisuuden, automaation, kunnossapidon, kemian tuntemuksen sekä teknisen suunnittelun ja osaamisen.

- Prosessitekniikan hallinta tulee varmistaa kaikilla koulutusasteilla (ammattiopistot, AMK, yliopisto).
- Automaation aste kasvaa jatkuvasti teollisuudessa ja työntekijän osaamistarve on hyvin monialaista. Erityistä pulaa on etenkin työn vetäjistä ja kunnossapidon ammattilaisista, jotka hallitsevat järjestelmät ja prosessien ohjauksen.
- Poikkitieteellisen osaamisen yhdistäminen on tärkeää (tekniikka, talous, ympäristö).
- Ympäristöosaaminen ja ympäristövaikutusten arviointi: kaavoitus, lupaprosessit, ekologian ymmärrys ja ympäristöoikeus.
- Tutkimuskeskus tai osaamiskeskittymä vetytalouden teeman ympärille edistäisi tiedon ja osaamisen jakamista.
- Sosiaalinen hyväksyttävyys edellyttää ajantasaista tiedonvälitystä ja aktiivista viestintää eri sidosryhmien välillä:
  - Turvallisuuden korostaminen on keskeinen teema.
  - Käytännön demot ja aiheeseen kytkeytyvät tapahtumat yhteistyössä sidosryhmien kanssa tukevat hyväksyttävyyttä.
  - Vaikuttaminen ”ruohonjuuritasolta” ja vetytalouden sisällyttäminen opintokokonaisuuksiin vahvistavat yhteiskunnallista hyväksyntää.
- Vetytalouden kehittäminen edellyttää myös taloudellista osaamista:
  - Hankkeiden toteutumisen ja vetytalouden investointien pohjana täytyy olla myös osaamista ja arviointikykyä kannattavuudesta sekä siihen liittyvästä liiketoiminnasta.

Alueellisten oppilaitosten ja yritysten rooli osaamisen kehittämisessä:

- Vetytalous tulee sisällyttää opintoihin kaikilla koulutusasteilla. Tällä hetkellä kursseja on vain vähän.
- Erikoistumismahdollisuudet ja osaamisen syventäminen esimerkiksi yhdistämällä vetytalous ja uusiutuva energia prosessiteollisuuden koulutukseen.
- Koulutustarjontaa vedystä myös aiheeseen linkittyville muille koulutusaloille.

- Koulutuksen keskittäminen hajanaisten kurssien sijaan selkeäksi kokonaisuudeksi.
- Haasteena löytää koulutuksia, jotka tukevat yksilöllistä osaamisen kehittämistä.
- Sertifikaatit tai osaamismerkkit voivat edistää osaamisen todentamista sekä toimia motivaattoreina.
- Koulutusorganisaatioiden ja yritysten (yritysekosysteemien) yhteiset hankkeet ja pilotit:
  - Käytännön tarpeisiin tai teknisiin haasteisiin vastaaminen samalla luoden uusia oppimisympäristöjä.

Käytännön toimenpiteitä, joita tulisi käynnistää:

- Maakunnallinen vetystrategia ja suunnitelmallinen toteutus ohjaavat yrityksiä, oppilaitoksia ja päättäjiä.
- Tavoitteiden, toimenpiteiden ja resurssien yhteensovittaminen ja vetytalouden johdonmukainen kehitys.
- Yrityslähtöiset pilotit ja maakuntatason arvoketjupilotit jotka:
  - Tukevat erityisesti tekniikan kehitystä ja tuotekehitystä, mutta myös yritystoimintaa koko maakunnassa syrjäseudut mukaan lukien.
  - Voivat vastata tarpeeseen paikallisista osaajista ja turvaa näin ylläpitomahdollisuuksia.

Maakunnan profilointi vetytalouden osaamisen ja koulutuksen kärkenä:

- Hiilidioksidin talteenotto ja biogeenisten hiililähteiden hyödyntäminen jatkojalostuksessa.
- Toimivat pilotit esimerkkinä maakunnan osaamisesta (kaukolämpöverkko, biohiili, uusiutuvan sähkön tuotanto).
- Tutkimus- ja kehityshankkeet sekä kansainvälisyyden sisällyttäminen hankkeisiin.
- Maakunnassa olevan fotonikka- ja ympäristöosaamisen sekä tutkimukseen liittyvän monialaisen osaamisen hyödyntäminen.
- Kehitetään paikallista yhteistoimintaa hyödyntäen Pohjois-Karjalan tiivistä yhteisöä.
- Kohdennetaan osaamista ja erikoistumista osaamisalueisiin, jotka voivat tuottaa maakuntaan uusia työpaikkoja sekä työn hallitsijoita.
- Kuinka voimme edistää vetytaloutta ja sen eri arvoketjun osioihin liittyvää osaamista jo ennen pilottien käynnistymistä, huomioiden nykyiset tuotantofasiliiteetit?

## Vetytalouden mahdollisuudet alueen eri toimijoille

Alueen vetytalouden kehityksessä tunnistetaan sekä liiketoiminta- että tutkimus- ja koulutusmahdollisuuksia. Koko vetytalouden syntymistä ja kehitystä kuitenkin hidastavat useat taloudelliset, infrastruktuuriset ja sääntelyyn liittyvät haasteet. Suurimpana haasteena nähdään Pohjois-Karjalan maakunnan osalta sähkön siirtoverkon riittämättömyys, joka heijastuu uusiutuvan sähkön tuotantoon ja investointihalukkuuteen. Alueella toimivat

yrietykset voisivat löytää rooleja syntyvän vetytalouden eri arvoketjun vaiheissa, mutta investointien ja osaamisen kehittämiseen tarvitaan lisää tukea ja yhteistyötä.

### **Yritysten roolit vetytaloudessa**

Alueen yritykset voivat osallistua vedyn tuotantoon, varastointiin, jakeluun, käyttöön, alihankintaan ja komponenttien valmistukseen. Esimerkiksi maakunnan vahvalla metalliteollisuudella on markkinamahdollisuuksia vedyn varastoinnissa, mm. metallisäiliöiden ja muiden metalliosien valmistuksessa. Pienet toimijat täydentävät kokonaisuutta. Oikein suunniteltu ja kohdistettu koulutus sekä innovaatio-osaamisen lisääminen ovat tärkeitä. Lisäksi paikkatietoa tarvitaan kannattavien tuotantosijaintien tunnistamiseksi. Vedyn tuotannossa syntyvän hukkalämmön jatkohyödyntämisessä voisi olla mahdollisuuksia uusille innovaatioille.

### **Kehityksen esteet**

Vetytalouden kehitystä hidastavat rahoituksen puute, ansaintalogiikan puuttuminen, sähköverkon kapasiteetin rajallisuus ja epävarmat sääntely-ympäristöt. EU-regulaatio ja geopolitiittinen tilanne vaikuttavat investointihalukkuuteen. Lisäksi vihreän sähkön tuotanto on liian vähäistä ja hukkalämmön hyödyntäminen vaatii selvitystä. Tarvitaan myös realistisempaa ja yritysveltoisempaa toimintakulttuuria sekä poliittista edunvalvontaa. Vedyn tuotanto on kallista ja lopputuotteelle tai jalosteille (metanoli, metaani) ei ole riittävästi markkinoita eikä markkinoilla saatavissa riittävän hyvää hintaa. EU määrittelee mm. sekoitevelvoitteen, joka pakottaa tekemään kalliita ja kannattamattomia investointeja.

### **Lisämahdollisuudet ja yhteistyö**

Vetytalouden yhdistäminen biotalouteen ja prosessiteollisuuteen, kuten ammoniakkin tuotantoon, tarjoaa laajempia liiketoiminnan näkymiä. Yliopistojen ja korkeakoulujen välinen yhteistyö sekä osaamisen kehittäminen ovat keskeisiä. Hajautettu vedyntuotanto itärajan alueella voisi olla toimivampi ja kannattavampi ratkaisu, kun investointeja tehtäisiin vaihteittain. Alueelle tarvitaan asiakasvastaavia ja muutosagentteja tukemaan uusia yrittäjiä. Uusiutuvan energian tuotannolle Itä-Suomen alueella tuuli- ja aurinkovoiman avulla on iso potentiaali, kun päästään yhteistyöhön eri osapuolten kanssa; kunnat, puolustusvoimat, sijoittajat ja siirtoverkon rakentajat.

### **Sosiaalinen hyväksyttävyys ja turvallisuus**

Työpajan keskusteluissa turvallisuus nousi selvästi keskeiseksi teemaksi. Osallistujat korostivat, että vedyn käsittely ei ole uusi ilmiö teollisuudessa, mutta vetytalouden nopea laajeneminen, suuret volyymit ja uudet käyttökontekstit muuttavat riskiympäristöä oleellisesti. Keskusteluissa korostettiin, että turvallisuusriskit ovat melko hyvin tunnistettavissa jo olemassa olevien prosessien kautta, mutta vaativat systemaattista hallintaa vielä vedyn osalta.

Keskeisiä haasteita ovat:

- vedyn pistemäiset vuodot, jotka voivat olla näkymättömiä ja vaikeasti havaittavia ilman kehittyneitä sensoreita
- räjähdysherkkyys ja kipinöiden hallinta operoinnissa
- materiaalien kestävyys ja vedyn haurastuttava vaikutus erityisesti putkissa ja varastosäiliöissä.

Vaikka teollisuudessa on pitkä kokemus prosessiturvallisuudesta, keskustelun osallistujat näkivät, että vetytalouden laajemman turvallisuuden osalta tarvitaan uusia kriteerejä, päivityksiä ohjeistuksiin ja parempaa viranomais- sekä kenttäosaamista.

Monessa keskustelijan kommenteissa korostui, että suurin riski ei ole teknologia vaan ihminen. Human error – tekijä nousi keskeiseksi uhkatekijäksi erityisesti:

- huoltotoimissa
- käyttöönottovaiheissa
- pienissä operatiivisissa virheissä, joilla voi olla suuret seuraukset.

Tästä syystä koulutus nähtiin myös vetytalouden strategisen tason prioriteettina. Osaamista tarvitaan laaja-alaisesti koko vetytalouden arvoketjuun (tuotanto, varastointi, kuljetus, jakelu), ei pelkästään teknisille asiantuntijoille.

Monet osallistujat pitivät epärealistisena ja riskialttiina ajatusta vetykuljetuksista sellaisenaan pitkiä matkoja. Keskusteluissa nousikin vahvasti esiin vedyn jalostaminen seuraaviksi jatkojalosteiksi:

- metanoli
- synteettinen metaani
- muut synteettiset polttoaineet

Näitä pidettiin turvallisempina, helpommin varastoitavina ja logistisesti järkevämpinä vaihtoehtoina kuin puhdasta vetyä. Näkemys oli, että vety tulisi jalostaa sen tuotantopaikoilla ja minimoida kuljetettava vetymäärä.

Kaavoitus nähtiin turvallisuuden mahdollistajana, ei pelkkänä byrokratiana. Jos kaavoituksen avulla ja hyvällä suunnitellulla sijoittelu tehdään fiksusti:

- laitokset voidaan sijoittaa riittävälle etäisyydelle asutuksesta
- tuotannon ja varastoinnin riskit pienenevät merkittävästi

Kaavoituksen kautta voidaan myös estää väärin sijoitettujen rakenteiden syntyminen, mikä puolestaan lisää myös vetytalouden hyväksyttävyyttä.

Osallistajat korostivat, että vetytalouden suurimmat riskit ja esteet liittyvät logistiikkaan, ei niinkään tuotantoteknologiaan. Esille nousi tarve kehittää sekä vety- että metaaniputkistoja rinnakkain. Putkien materiaalit ovat erityinen tutkimuskohde, jossa tarvitaan:

- kansainvälistä benchmarkkausta
- testejä materiaalien haurauden ja vuotoherkkyyden osalta

Ratkaisujen puute voi muodostua koko arvoketjun pullonkaulaksi.

Vuoto-ongelmat voidaan minimoida tekemällä synteettiset tuotteet paikan päällä. Tämä näkemys tukee ajatusta alueellisista tuotantokeskittymistä eikä hajautetusta vedynkuljetuksesta.

CO<sub>2</sub>-talteenoton liittäminen prosesseihin nähtiin:

- poliittisesti tärkeänä (hyväksyttävyyden)
- taloudellisesti hyödyllisenä (päästökaupan hyödyt)

Tämä viittaa siihen, että vetytalouden kilpailukyky on vahvasti sidoksissa regulaatioon ja kannustimiin.

Keskusteluista nousi esiin vahva viesti: sosiaalinen hyväksyttävyyden ei synny tiedotteilla, vaan aidolla vuoropuhelulla ja kommunikoinnilla. Kansalaiset eivät niinkään pelkää itse vetyä, vaan sen seurauksia. Osallistujien mukaan yleisön ensimmäinen mielikuva on usein "räjähdys". Tätä vahvistaa historiallinen ja mediassa elävä mielikuva ("Hindenburg-ilmiö").

Kansalaisia huolestaa erityisesti:

- laitosten sijainti lähellä kotia

- vaikutukset liikenteen turvallisuuteen
- vaikutukset maisemaan ja elinympäristöön

Lisäksi korostettiin, että monet ihmiset eivät hahmota vetytalouden yhteyttä:

- sähkömarkkinoihin
- energiasiirtymään
- alueelliseen talouskehitykseen

Keskusteluissa nousi esiin erityisesti vetytalouteen liittyvän terminologian monimutkaisuus sekä sen hajanaisuus ja jatkuva muuttuminen. Tämä aiheuttaa käsityksen, että ”kukaan ei tiedä oikein aina, mistä puhutaan”, mikä omalta osaltaan heikentää uskottavuutta.

Esimerkkejä:

- vety vs. synteettiset polttoaineet
- vihreä siirtymä vs. uusi terminologia (ehdotus: ”sini-valkoinen siirtymä”)

Osallistujat katsoivat, että viestinnän on oltava jatkuvaa, avointa ja konseptoitua sekä oikea-aikaista:

- varhainen vuoropuhelu ja aito kommunikointi ei pelkkä viestintä
- konkreettisten hyötyjen esiin tuominen
- avoimuus myös riskeistä

Pelkkä PR ei auta; ihmiset haluavat vuoropuhelua ja vaikuttamisen mahdollisuuksia.

Keskusteluissa huoltovarmuus, työpaikat ja alueellinen elinvoima nähtiin vetytalouden vahvoina argumentteina.

Mutta jos:

- kustannukset jäävät paikallisille
- hyödyt valuvat muualle

→ hyväksyttävyyys heikkenee.

Koulutuksen tarve nousi esiin kaikissa keskusteluryhmissä ja osaajapula voi uhata vetytalouden hankkeiden toteutusta.

Tarvitaan:

- turvallisuuskoulutusta
- teollisuusprosessiosaamista
- huollon ja ylläpidon erikoisosaamista

Osallistujat kokivat myös, että viranomaisilla ei vielä ole riittävästi kokemusta erityisesti teollisen mittakaavan vetylaitoksista.

Tämä voi johtaa:

- epäselviin ohjeisiin
- hitaampiin lupaprosesseihin
- erilaisiin tulkintoihin eri alueilla

Keskusteluissa ehdotettiin myös yksinkertaisia "leaflet"-tyyppisiä kuvauksia vetytaloudesta. Tämä nähtiin tärkeäksi sekä viranomaisille, medialle että kansalaisille.

Tällaiset tiiviit kuvaukset avaavat:

- prosessit
- riskit
- hyödyt
- vaikutukset arkeen

Keskusteluissa vetytaloutta ei nähty "hype-ilmionä", vaan välttämättömänä osana energiasiirtymää sekä omavaraisuutta. Suurempaa yleisöä ja paikallisia kiinnostaa lopulta yksi asia: Saammeko siirtymän myötä edelleen järkevän hintaista energiaa ja polttoainetta tai jopa halvempaa kuin aikaisemmin?

Vetytaloutta pidettiin keskusteluissa keskeisenä:

- halvan sähkön hyödyntämisessä
- uusiutuvan energian varastoinnissa
- omavaraisuuden lisäämisessä
- energijärjestelmän tasapainottamisessa (Tuuli- ja aurinkovoiman rinnalla tarvitaan ratkaisuja epätasaisen tuotannon tasoittamiseen. Vety ja synteettiset polttoaineet tarjoavat tähän kriittisiä ratkaisuja.)

Alueellisten vaikutuksien osalta keskusteluissa korostui huoli Itä-Suomen elinvoimasta. Vetytalouden nähtiin tarjoavan:

- uusia työpaikkoja
- teollisuuden palaamista alueelle
- osaamiskeskittymän mahdollisuuden
- alueellisen biotalouden rakentaminen voi tukea vety-/energiasiirtymää
- siirtymän taloudellisten näkökohtien selittäminen voi auttaa hyväksynnän rakentamisessa
- pitkäaikaisen hyväksynnän ja luottamuksen odotetaan kasvavan ajan myötä, kun hyödyt konkretisoituvat

Yhteenvedona 6 pointtia:

1. Turvallisuusosaaminen ja infrastruktuuri ovat vetytalouden todellisia pullonkauloja, ei teknologia.
2. Sosiaalinen hyväksyttävyys on strateginen kysymys, johon tulee panostaa yhtä paljon kuin teknologiaan.
3. Vetytalouden narratiivi on vielä rakentumatta – ihmisille täytyy tarjota ymmärrettävä, arkeen liittyvä tarina.
4. Alueilla on halu hyötyä vetytaloudesta, mutta pelko kustannusten jäämisestä paikallisille on todellinen.
5. Jatkojalosteet (metanoli, synteettinen metaani) ovat käytännössä avain tekniseen ja sosiaaliseen hyväksyttävyyteen.
6. Vetytalous tulisi nähdä osana biotaloutta ja energiasiirtymää, ei erillisenä teknologiana.