

- SUOMEN VETYTALOUDEN TUTKIMUSTARPEIDEN VERTAILU TEOLLISUUDEN JA TUTKIMUKSEN NÄKÖKULMASTA

The infographic illustrates the hydrogen value chain through eight numbered steps:

- Sähkö** (Electricity)
- Sivutuotteet** (By-products) - Happi, lämpö ja vesi (Oxygen, heat, and water)
- Vedyn käyttö** (Hydrogen use)
- Hiiidioksidin talteenotto** (Carbon dioxide capture)
- Uusiutuva sähkö** (Renewable electricity)
- Vedyn valmistus** (Hydrogen production)
- Vety** (Hydrogen)
- Logistiikka ja varastointi** (Logistics and storage)
- PtX -teknologiat** (PtX technologies)
- Syntettiset johdannaiset ja lisäarvotuotteet** (Synthetic derivatives and added-value products)
- Loppukäyttö** (End use)
- Energia- ja sähköjärjestelmä** (Energy and power system)
- Yhteiskunnallinen** (Societal)
- Taloudellinen** (Economic)
- Ympäristöllinen** (Environmental)

A flow diagram at the top shows the progression from Sähkö to Sivutuotteet, then to Vedyn käyttö, which leads to Hiiidioksidin talteenotto, and finally to Loppukäyttö.

An arrow labeled "Vaikutus →" points to three circular icons representing societal, economic, and environmental impacts.

Tutkimustarpeiden ymmärtämiseksi Suomen talouden näkökulmasta on tärkeää tarkastella myös teollisuuden tarpeita tutkimukselle. Teollisuuden näkökulmasta korostuvat käytännönläheiset ratkaisut, jotka tukevat vetytalouden nopeaa kaupallistamista ja kilpailukyvyyn vahvistamista. Toisaalta tutkimusorganisaatioiden painopisteet liittyvät laajemmin kestävytyteen, innovaatioihin ja pitkän aikavälin vaikutuksiin. Yhdistämällä nämä näkökulmat voidaan luoda kattava ja tasapainoinen käsitys siitä, millaista tutkimusta tarvitaan tukemaan sekä teknologian kehitystä että kansantalouden tavoitteita vetytalouden edistämisessä.

**Tutkimustarpeet
jakautuvat lyhyen,
keskipitkän ja pitkän
aikavälin tavoitteisiin.**

1-3 vuotta **LYHYT**
3-5 vuotta **KESKIM**
5-10 vuotta **PITKÄ**

	Teollisuuden tutkimuksen tarpeet	Teollisuuden ja tutkimusorganisaatioiden näkymä Suomen vetytalouden tutkimuksen tarpeista	Tutkimusorganisaatioiden tarpeet
1	Vedyn synteettiset lisäarvotuotteet ja hiilidioksidi sekä niiden käyttö	- e-metanoli - Hiilidioksidin erotusteknologiat	- Kestävät lentopolttoaineet (SAF) - e-ammoniakki
2	Vedyn käyttö	- Vedyn hyödyntäminen puhtaiden terästen valmistuksessa - Vedyn käyttö mootto-reissa ja turbiineissa	- Polttokennot ja X-to-power (X2P) syklit m.l. RESOC - Vedyn käyttö meriliikenteessä
3	Ympäristö ja kestävyys	- Vihreän siirtymän ja vetytalouden ympäristövaikutusten arviointi - Elinkaarianalyysi vihreän siirtymän ja vetytalouden eri skenaarioissa	- Resurssit ja kriittiset raaka-aineet - Teollisuuden muutosten seuraaminen, edistäminen ja tukeminen vetytaloudessa
4	Energian ja vedyn varastointi sekä siirto	- Vedyn varastointi - Vetykomponentteihin liittyvä materiaalitutkimus	- Vedyn rooli energiavarastona - Vedyn putkisiirron turvallisuus - Vedyn putkisiirron vertailu muihin vaihtoehtoihin
5	Energia ja sähköjärjestelmä	- Sähkön ja energian varastointi sekä jousto - Sähkön ja energian kulutuksen- ja kysynnän jousto	- Vedyntuotannon sivuvirtojen hyödyntäminen -
6	Puhtaan vedyn valmistus	- Elektrolyysiteknologioiden (alkali/PEM) skaalaus gigawattiluokkaan - Alemman valmiustason elektrolyysiteknologioiden (SOEC/AEM) kehitys	- Tehokkaiden ja/tai vaihtoehtoisten elektrolyysimateriaalien etsiminen - Elektrolyysin energiatehokkuuden parantaminen (alkali ja PEM) - Elektrolyysiteknologioiden tuotannollisten rajoitteiden poistaminen (alkali ja PEM)
7	Markkinat ja yhteiskunta	- Makrotalouden ja Suomen kilpailukyvyn seuranta ja tukeminen vihreässä siirtymässä ja vetytaloudessa -	Liiketoimintamallien kehityksen seuranta ja tukeminen vihreässä siirtymässä ja vetytaloudessa
8	EU-sääntely ja politiikka	- EU-sääntelyrakenteen arviointi ja siihen vaikuttaminen - Keskeisen EU-sääntelyn vaikutusarviointi ja siihen vaikuttaminen Suomen vihreän siirtymän ja vetytalouden edistämiseksi	Geopolitiikka ja huoltovarmuus

KANSALLISEN STRATEGISEN VETYTUTKIMUKSEN TARPEET

– SUOMEN VETYTALOUDEN TUTKIMUSTARPEIDEN VERTAILU TEOLLISUUDEN JA TUTKIMUKSEN NÄKÖKULMASTA

PtX-teknologiat muuntavat uusiutuvan sähkön erilaisiksi polttoaineiksi tai kemikaaleiksi, usein hiilidioksidin ja vedyn avulla. Nämä ovat keskeisiä vihreän sähköistymisen teknologioita, jotka voivat korvata fossiiliset polttoaineet ja jalosteet. Vetytalouden arvoketju koostuu vedyn tuotannosta, kuljetuksesta, varastoinnista ja suorakäytöstä. Vedyn tuotanto vaatii puhdasta primäärienergian tuotantoa ja vesivaroja, ollen tulevaisuudessa olennainen osa energiajärjestelmää.

Tutkimuksen aikajänteet ja tarpeet

Tutkimustarpeet jakautuvat lyhyen (1-3 vuotta), keskipitkän (3-5 vuotta) ja pitkän (5-10 vuotta) aikavälin tavoitteisiin. Lyhyellä aikavälillä korostuvat teollisen soveltamisen pullonkaulojen ratkaiseminen, keskipitkällä aikavälillä teknologioiden kustannuskilpailukyvyyn parantaminen ja pitkällä aikavälillä läpimurtoteknologioiden kehittäminen ja kestävyiden arviointi.

Keskeiset tutkimusalueet

- Puhtaan vedyn valmistus: Tehokkaampien elektrolyysi-järjestelmien kehittäminen ja kaupallistaminen.
- Energian ja vedyn varastointi sekä siirto: Optimaalisten siirto- ja varastointimenetelmien tutkiminen.
- Vedyn käyttö: Vetytolltokennojen ja puhtaan teräksen valmistuksen kehittäminen.
- Vedyn synteettiset lisäarvotuotteet ja hiilidioksidi sekä niiden käyttö: Synteettisten polttoaineiden ja kemikaalien kehittäminen vedystä.
- Energia- ja sähköjärjestelmä: Energiajärjestelmän sopeutuminen uusiutuviin energialähteisiin ja joustaviin ratkaisuihin.
- Markkinat ja yhteiskunta
- EU-sääntely ja politiikka
- Ympäristö ja kestävyys

Toteutustapa ja tulokset

Teollisuuden näkemys Suomen vetytalouden tutkimustarpeista kartoitettiin yrityksille suunnatun kyselyn avulla. Kysely perustui Suomen tutkimusorganisaatioilta kerättyihin tutkimusaiheisiin, ja sama kysely toteutettiin yrityksille. Yritysten näkökulmasta kyselyyn vastasi 23 suomalaisen yrityksen edustajaa. Kyselyn perusteella korkeimmat keskiarvot ja siten suurin painotus yritysten tutkimusprioriteeteissa liittyivät vedyn synteettisiin lisäarvotuotteisiin ja hiilidioksidin käyttöön sekä puhtaan vedyn valmistukseen.

Seuraavaksi tärkeimpinä tutkimuskategorioina nähtiin vedyn käyttö, energian ja vedyn varastointi sekä siirto, ja energia- ja sähköjärjestelmä kokonaisuudessaan. Yritysten vähäisemmän painotuksen saivat markkinoiden ja yhteiskunnan vaikutusten arviointi sekä ympäristönäkökulmat vetytalouden kestävyiden parantamisessa. EU-sääntelyyn ja politiikkaan liittyvät kysymykset olivat yrityksille kaikkein vähiten merkityksellisiä tutkimuksen näkökulmasta.

Vedyn synteettiset lisäarvotuotteet ja hiilidioksidi sekä niiden käyttö nousivat prioriteetissa ensimmäiseksi sekä yliopistojen että yritysten osalta. Vedyn suora käyttö oli myös tärkeä kummankin osapuolen näkökulmasta. Energian ja vedyn varastointi sekä siirto sekä energia- ja sähköjärjestelmä sijoittuivat järjestyksessä neljänneksi ja viidenneksi kummankin osapuolen osalta.

Suurimmat eroavaisuudet löytyivät puhtaan vedyn tuotannon sekä ympäristön ja kestävyiden kategorioissa. Puhtaan vedyn tuotanto nousi teollisuudessa toiseksi, kun taas tutkimusorganisaatioiden näkökulmasta se oli kuu- denneksi tärkein. Ympäristö ja kestävyys oli tutkimusorganisaatioiden kyselyssä kolmanneksi tärkein, kun taas yritysten kyselyssä se oli kahden vähiten pisteitä saaneen kategorian joukossa.

Yhteenveto

Yhteenvetona voidaan todeta, että vaikka sekä teollisuuden että yliopistojen ja tutkimuslaitosten näkemykset korostavat vetytalouden merkitystä kestävä ja omavarainen energiajärjestelmän rakentamisessa, niiden painotukset tutkimuskohteissa eroavat joiltakin osin. Teollisuus korostaa enemmän välittömiä ja käytännönläheisiä sovelluksia, kuten puhtaan vedyn tuotantoa ja synteettisten lisäarvotuotteiden kehittämistä. Tutkimusorganisaatiot puolestaan painottavat laajemmin kestävyttä ja ympäristövaikutuksia, mikä heijastaa akateemisen tutkimuksen pitkäjänteisyyttä ja monialaisuutta.

Lisätietoja:

Pertti Kauranen, Professori, LUT Yliopisto, Vetytutkimusfoorumin puheenjohtaja, sähköposti: petti.kauranen@lut.fi
Petteri Laaksonen, TkT, Tutkimusjohtaja, LUT Yliopisto, sähköposti: petteri.laaksonen@lut.fi
Eeva Lähdesmäki, KM, Projektipäällikkö, LUT Yliopisto, sähköposti: eeva.lahdesmaki@lut.fi
Teemu Tuomisalo, KTT, Tutkija, LUT Yliopisto, sähköposti: teemu.tuomisalo@lut.fi

