

# Oulu GH2 - Vetytalouden rakentuminen Pohjois-Pohjanmaalla - sidosryhmät ja kehitysedellytykset

*Huhtikuu 2026*

**Oulun yliopisto, Tuotantotalouden tutkimusyksikkö**

Janne Anttila

Ville Viertola

Jaakko Schroderus

Jasmin Puhakka

## Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	3
2	Vetytalouden arvoketju.....	4
3	Pohjois-Pohjanmaan vetytalouden tilannekuva .....	5
3.1	Kyvykkyys ja valmiudet .....	5
3.2	Haasteet ja kehitystoimien kohdistaminen .....	7
4	Vetytalouden sidosryhmäkartta.....	11
4.1	Sidosryhmät arvoketjussa .....	12
4.2	Sidosryhmät projektin elinkaarella .....	13
5	Sidosryhmäanalyysi .....	14
5.1	Sidosryhmien tunnistamis- ja luokittelumenetelmiä .....	14
5.2	Sidosryhmien merkittävyyden analysointi .....	15
5.3	Sidosryhmäkenttä-analyysi.....	23
6	Vetytalouden vaatimustenhallinta .....	27
6.1	Vaatimustenhallinta ja Design for X (DfX).....	27
6.2	Toimijoiden ja arvoketjun kannalta tärkeimmät vaatimukset.....	28
7	Tapaustutkimukset ja keskeiset menestystekijät .....	31
7.1	Hydrogen Valley Groningen .....	31
7.2	Hydrogen Hub Agder.....	33
7.3	Hyland.....	35
7.4	Yhteenveto tapaustutkimuksista .....	37
8	Yhteenveto .....	38
9	Lähteet .....	40

# 1 Johdanto

Vetytalous on noussut keskeiseksi osaksi globaalia energiasiirtymää, sillä se tarjoaa ratkaisuja erityisesti sektoreille, joita on vaikea sähköistää suoraan. Vihreä vety mahdollistaa päästövähennykset teollisuudessa, liikenteessä ja energiantuotannossa, ja sen rooli korostuu osana laajempaa siirtymää kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa.

Pohjois-Pohjanmaa ja erityisesti Oulun seutu tarjoavat otollisen toimintaympäristön vetytalouden kehittämiseksi. Alueella yhdistyvät merkittävä uusiutuvan energian potentiaali, vahva teollinen perusta sekä korkeatasoinen tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminta. Nämä tekijät luovat edellytyksiä vetytalouden arvoketjun rakentumiselle sekä alueellisen kilpailukykyyn vahvistamiselle.

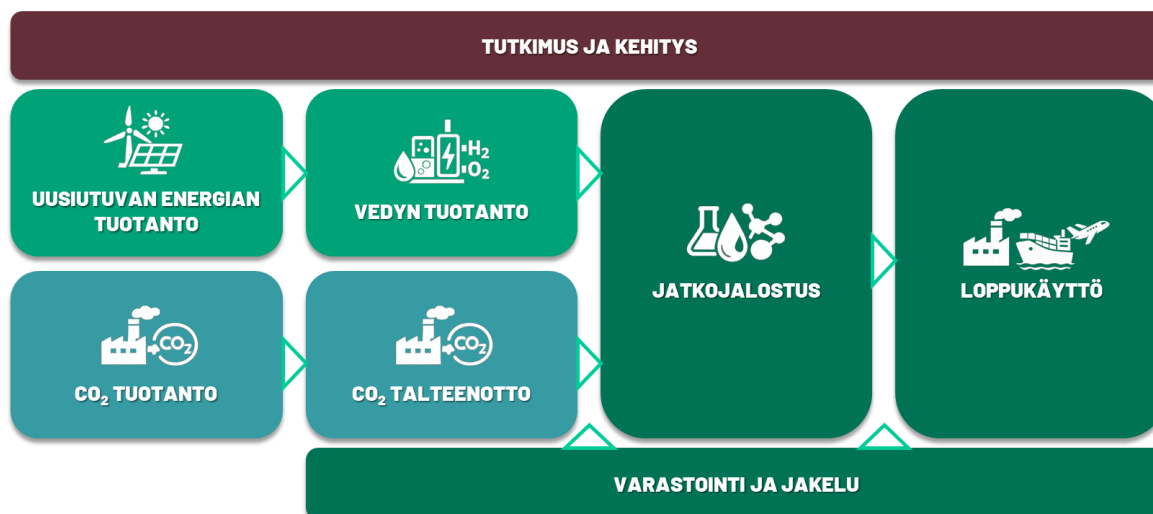
Tämä raportti on toteutettu osana [Oulu GH2 -hanketta](#), jonka tavoitteena on kehittää toimintamalli alueelliselle vetytalouden innovaatioekosysteemille. Raportin on laatinut Oulun yliopiston tuotantotalouden tutkimusyksikön tutkijat, ja tarkastelu pohjautuu arvoketjujen kehittämisen, sidosryhmäanalyysin sekä vaatimustenhallinnan näkökulmiin.

Raportin tavoitteena on, yhdessä Oulu GH2 -hankkeen muiden tulosten kanssa, muodostaa kokonaiskuvaa Pohjois-Pohjanmaan vetytalouden nykytilasta, keskeisistä toimijoista sekä kehitykseen vaikuttavista tekijöistä. Raportissa tarkastellaan ensin vetytalouden arvoketjua yleisellä tasolla, minkä jälkeen analysoidaan alueen valmiuksia, vahvuuksia ja keskeisiä haasteita. Tämän jälkeen kartoitetaan vetytalouden sidosryhmäkenttä ja syvennyttään sidosryhmien rooleihin ja merkittävyyteen. Lisäksi raportissa tarkastellaan vetytalouden projekteihin liittyviä vaatimuksia ja niiden hallintaa. Lopuksi esitetään kansainväliseen vertailuun perustuvia esimerkkejä vetytalouden ekosysteemeistä sekä niiden keskeisistä menestystekijöistä.

## 2 Vetytalouden arvoketju

Vihreä vety on päästötöntä vetyä, jota tuotetaan elektrolyysin avulla käyttäen uusiutuvaa sähköä. Sillä on keskeinen rooli energiasiirtymässä erityisesti sektoreilla, joita on vaikea sähköistää suoraan. Vetytalous on kokonaisuutena laaja ja moniulotteinen, minkä vuoksi sen arvoketjusta ei ole olemassa yhtä yksiselitteistä määritelmää. Useat tutkimukset ja viitekehykset kuvaavat vetytalouden arvoketjua hieman eri painotuksin, mutta niissä voidaan tunnistaa yhteinen perusrakenne. Tyypillisesti arvoketju koostuu seuraavista vaiheista: uusiutuvan energian tuotanto, vedyn tuotanto, vedyn jatkojalostus, siirto ja varastointi sekä loppukäyttö eri sovelluksissa. Lisäksi tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminta nähdään usein läpileikkaavana mahdollistavana tekijänä, joka tukee arvoketjun kaikkia vaiheita. (Acar and Dincer, 2019; Eicke and De Blasio, 2022; Hydrogen Cluster Finland, 2021; IEA, 2024; IRENA, 2021; Laurikko et al., 2020; Ma et al., 2023; Sivill et al., 2022).

Laajemmassa vetytalouden kokonaisuudessa myös biogeenisen hiilidioksidin hyödyntäminen on keskeisessä roolissa. Hiilidioksidia voidaan käyttää raaka-aineena synteettisten polttoaineiden ja muiden korkean lisäarvon tuotteiden valmistuksessa yhdessä vedyn kanssa. Tämä kytkee vetytalouden osaksi laajempaa kiertotalouden kokonaisuutta. Kuvassa 1 esitetään vihreän vedyn arvoketju ja sen keskeiset vaiheet.



Kuva 1 Vihreän vedyn arvoketju

### 3 Pohjois-Pohjanmaan vetytalouden tilannekuva

Tässä luvussa tarkastellaan Pohjois-Pohjanmaan vetytalouden nykytilaa sekä alueen valmiuksia osallistua vetytalouden arvoketjuun. Tarkastelun tavoitteena on muodostaa kokonaiskuva siitä, missä vaiheessa alueen kehitys on, millaisia vahvuuksia ja kehityskohteita voidaan tunnistaa sekä mitkä tekijät vaikuttavat alueen kilpailukykyyn vetytaloudessa.

Analyysi perustuu kyselyyn, joka toteutettiin vetytalouden arvoketjun eri toimijoille Nordic Hydrogen Week -tapahtumassa Oulussa helmikuussa 2026. Kyselyyn vastasi yhteensä 23 asiantuntijaa, jotka edustavat laajasti vetytalouden eri osa-alueita. Vastauksissa kartoitettiin toimijoiden näkemyksiä alueen kyvykkyyksistä, keskeisistä haasteista sekä vetytalouden kehitykseen vaikuttavista tekijöistä.

Kyselyn tulosten pohjalta tunnistetaan alueen vahvuuksia ja pullonkauloja sekä arvioidaan, miten Pohjois-Pohjanmaa asemoituu osaksi laajempaa vetytalouden arvoketjua. Tarkastelu kohdistuu erityisesti arvoketjun eri vaiheisiin sekä niihin tekijöihin, jotka mahdollistavat tai rajoittavat vetytalouden kehittymistä alueella.

#### 3.1 Kyvykkyys ja valmiudet

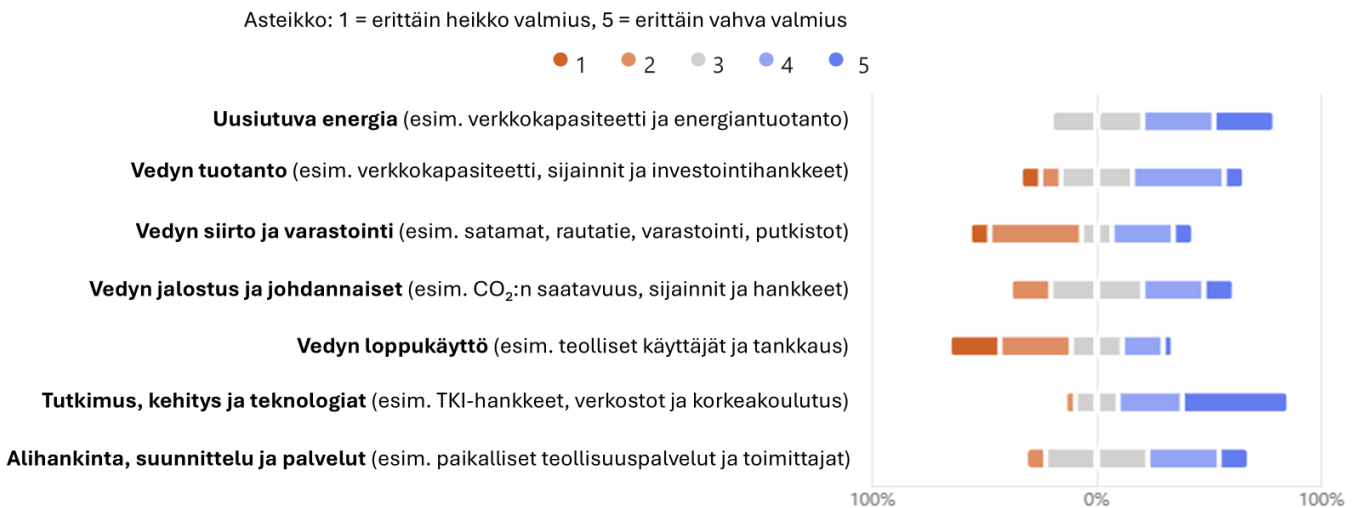
Tässä alaluvussa tarkastellaan Pohjois-Pohjanmaan vetytalouden kyvykkyyksiä ja valmiuksia arvoketjun eri osa-alueilla. Arvio perustuu kyselyn tuloksiin, joissa vastaajia pyydettiin arvioimaan alueen valmiuksia vetytalouden keskeisissä toiminnoissa. Tarkastelu kattaa uusiutuvan energian tuotannon, vedyn tuotannon, siirron ja varastoinnin, jatkojalostuksen, loppukäytön, tutkimus- ja kehitystoiminnan sekä alihankinnan ja palvelut.

Kyselyn tulosten perusteella alueen vahvimmat valmiudet liittyvät uusiutuvan energian tuotantoon sekä tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintaan. Uusiutuvan energian saatavuus ja kapasiteetti luovat perustan vihreän vedyn tuotannolle, kun taas vahva tutkimus- ja kehityskenttä tukee teknologioiden kehittämistä ja käyttöönottoa. Heikoimmat valmiudet puolestaan liittyvät vedyn loppukäyttöön sekä siirto- ja varastointiratkaisuihin. Tulokset ovat osittain odotettuja, sillä alueella ei vielä ole

toteutuneita vetylaitosinvestointeja eikä laajamittaista markkinaa ole muodostunut. Myös infrastruktuuri on pääosin suunnitteluasteella, vaikka Pohjois-Pohjanmaalla on potentiaalia toimia yhtenä edelläkävijäalueista vedyn siirto- ja jakeluinfrastruktuurin kehittämisessä.

Heikko valmius vedyn loppukäyttöön nousee erityisen merkittäväksi havainnoksi, sillä ilman paikallista kysyntää vetytalouden kehitys nojaa pitkälti vientimarkkinoihin. Tämä lisää epävarmuutta ja korostaa markkinoiden kehittymisen merkitystä arvoketjun tasapainoisen rakentumisen kannalta. Kuvassa 2 esitetään yhteenveto arvoketjun eri osa-alueiden valmiuksista.

Miten arvioitte Oulun alueen nykyistä valmiutta seuraavissa vetyarvoketjun osa-alueissa?



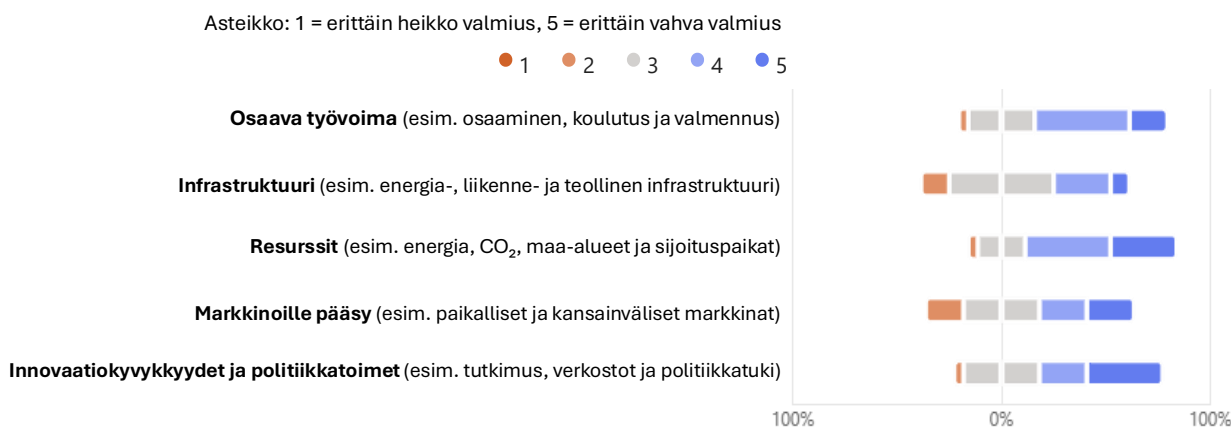
Kuva 2 Vetytalouden arvoketjun valmiuksien arviointi

Alueen valmiuksia tarkasteltiin myös laajemmin globaalien arvoketjujen (GVC) näkökulmasta. Kirjallisuuskatsauksen perusteella tunnistettiin keskeisiä atribuuttitekijöitä, jotka vaikuttavat alueen kykyyn integroitua osaksi globaaleja arvoketjuja. Näitä ovat osaava työvoima, infrastruktuuri, resurssit, markkinoille pääsy, innovaatiokyvykkyudet sekä politiikkatoimet.

Tulosten perusteella erityisesti osaava työvoima, resurssit, innovaatiokyvykkyys sekä poliittinen tuki nähdään alueen vahvuuksina. Sen sijaan infrastruktuuri ja markkinoille

pääsy arvioidaan selkeästi heikommiksi tekijöiksi. Nämä havainnot ovat linjassa arvoketjunäkökulman kanssa ja korostavat erityisesti infrastruktuurin ja markkinoiden kehittämisen merkitystä alueen kilpailukyvyyn vahvistamisessa. Kuvassa 3 esitetään alueen valmiudet integroitua vetytalouden arvoketjuun.

Oulun alueen valmiudet integroitua vetyarvoketjuun



Kuva 3 Alueen valmiuden integroitua arvoketjuun

Kokonaisuutena tarkasteltuna tulokset viittaavat siihen, että Pohjois-Pohjanmaalla on vahva perusta vetytalouden kehittämiseksi, mutta arvoketjun tasapainoinen rakentuminen edellyttää erityisesti infrastruktuurin ja markkinoiden kehittymistä. Alueen tutkimus- ja innovaatiokyvykkyys voi toimia keskeisenä mahdollistavana tekijänä näiden pullonkaulojen ratkaisemisessa ja vetytalouden kehityksen edistämiseksi.

### 3.2 Haasteet ja kehitystoimien kohdistaminen

Vetytalouden kehitykseen liittyviä haasteita tarkasteltiin yhdistämällä laajan kirjallisuuskatsauksen tuloksia sekä kyselyaineistoa. Kirjallisuudesta kerättiin yli 320 mainintaa vetytalouden kehitystä rajoittavista tekijöistä, jotka syntetisoitiin seitsemäksi laajemmaksi estekategoriaksi. Näiden merkittävyyttä arvioitiin kyselyssä pyytämällä vastaajia asettamaan esteet tärkeysjärjestykseen.

Tulosten perusteella merkittävimäksi esteeksi nousevat alikehittyneet markkinat, joita seuraavat epäselvä regulaatio ja politiikan suunta sekä korkeat käyttökustannukset ja alhainen energiatehokkuus. Näiden lisäksi keskeisinä haasteina tunnistettiin infrastruktuurin puute ja heikot investointivalmiudet, teknologioiden kypsyttömyys ja turvallisuuteen liittyvät huolenaiheet, lupaprosessit sekä sijaintiin ja resursseihin liittyvät rajoitteet. Vähemmän merkittäviksi, mutta edelleen relevantiksi koetuiksi tekijöiksi nousivat osaamisen puute, heikko koordinaatio sekä rajallinen sosiaalinen hyväksyntä. Kuvassa 4 esitetään yhteenveto tunnistettujen esteiden merkittävydestä.

Esteiden järjestäminen merkittävyyden mukaan



Kuva 4 Merkittävimmät vetytalouden esteet

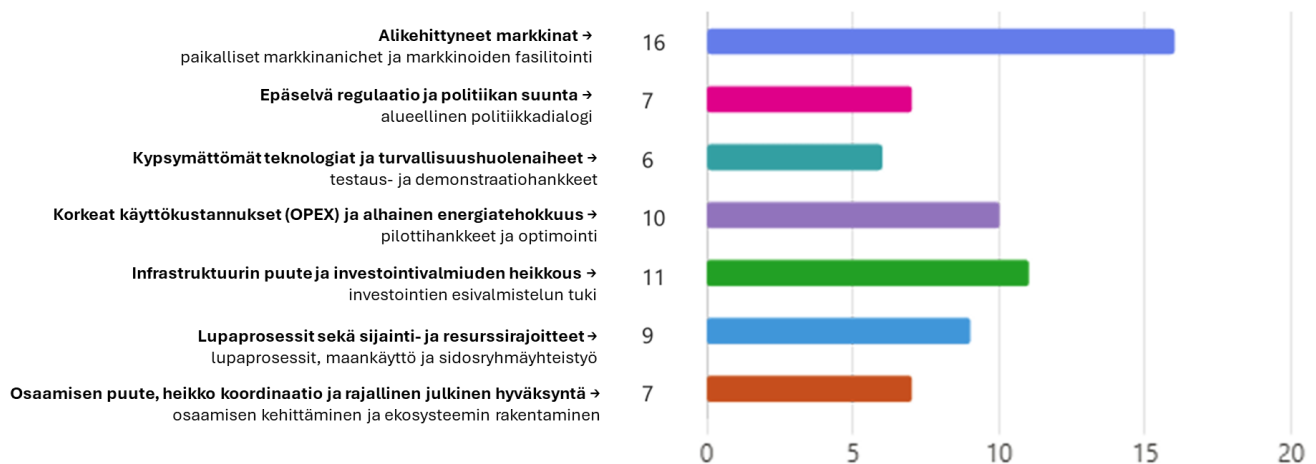
Tunnistettuja esteitä tarkasteltiin tämän jälkeen kehitystoimien kohdistamisen näkökulmasta sekä alueellisella että kansallisella tasolla. Alueellisen tason toimenpiteissä korostuu erityisesti markkinoiden kehittäminen. Tämä tarkoittaa käytännössä paikallisen kysynnän vahvistamista, uusien markkinanichejen tunnistamista sekä eri toimijoiden yhteen tuomista toimivien markkinarakenteiden luomiseksi.

Seuraavaksi kriittisimpinä kehityskohteina nähdään infrastruktuurin sekä investointivalmiuksien vahvistaminen. Tämä tarkoittaa erityisesti investointien esivalmistelun tukemista sekä hankkeiden edistämistä paikallisella tasolla, jotta investointien käynnistymistä voidaan nopeuttaa ja niihin liittyvää epävarmuutta

vähentää. Kolmantena keskeisenä kehitystoimenpiteenä tuloksissa korostuvat korkeisiin käyttökustannuksiin ja alhaiseen energiatehokkuuteen vastaavat pilottihankkeet.

Sen sijaan teknologioiden alhaista kypsyyssastetta ja turvallisuutta ei sidosryhmien näkemyksen mukaan pidetä ensisijaisesti alueellisia toimenpiteitä vaativana haasteena, vaan se kytkeytyy laajemmin teknologiseen kehitykseen. Vastaavasti regulaatioon ja poliittiseen suuntaan vaikuttaminen ei näyttäydä keskeisenä alueellisen tason toimenpidealueena, vaikka se arvioitiin yhdeksi merkittävimmistä vetytalouden kehitystä rajoittavista tekijöistä. Kuvassa 5 esitetään alueellisen tason toimenpiteiden kohdistaminen.

Mihin seuraavista esteistä **alueellisen** tason toimenpiteet tulisi ensisijaisesti kohdistaa?



Kuva 5 Alueellisen tason toimenpiteiden kohdistaminen

Kansallisen tason tarkastelussa tulokset ovat selkeät. Tärkeimpänä kehityskohteena nähdään regulaation ja politiikan suunnan selkeyttäminen, erityisesti pitkän aikavälin strategioiden ja ennakoitavan sääntely-ympäristön kautta. Tämän lisäksi korostuvat markkinoiden kehittymistä tukevat kannustimet ja tukimekanismit, jotka ovat keskeisiä investointien käynnistymisen kannalta. Näiden ohella esiin nousevat infrastruktuuriin liittyvät rahoitus- ja tukimekanismit sekä riskienjakoon liittyvät ratkaisut, joilla voidaan

edistää vetytalouden hankkeiden toteutumista. Kuvassa 6 esitetään kansallisen tason toimenpiteiden kohdistaminen.

Mihin seuraavista esteistä **kansallisen** tason toimenpiteet tulisi ensisijaisesti kohdistaa?



Kuva 6 Kansallisen tason toimenpiteiden kohdistaminen

Kokonaisuutena tarkasteltuna tulokset korostavat vetytalouden kehityksen systeemistä luonnetta, jossa eri haasteet ja toimenpiteet kytkeytyvät vahvasti toisiinsa. Erityisesti markkinoiden, infrastruktuurin ja regulaation välinen vuorovaikutus muodostaa keskeisen kokonaisuuden, jonka kehittyminen määrittää pitkälti vetytalouden etenemisnopeuden ja investointien toteutumisen.

Vetytalouden kehitys edellyttääkin samanaikaisesti määrätietoisia toimia sekä alueellisella että kansallisella tasolla. Näiden lisäksi keskeisessä roolissa on Euroopan unionin päätöksenteon ja tukimekanismien eteneminen, sillä ne määrittävät pitkälti vetytalouden investointiympäristön, markkinoiden muodostumisen sekä koko arvoketjun kehityksen suunnan.

## 4 Vetytalouden sidosryhmäkartta

Vetytalouden kehitys edellyttää laajaa ja monitasoista sidosryhmäyhteistyötä, jossa eri toimijat kytkeytyvät toisiinsa arvoketjun eri vaiheissa sekä projektien eri elinkaarivaiheissa. Tässä luvussa tarkastellaan vetytalouden sidosryhmäkenttää Pohjois-Pohjanmaan kontekstissa sekä pyritään jäsentämään sen rakennetta ja keskeisiä toimijoita.

Sidosryhmien kartoitus toteutettiin työpajatyöskentelyn avulla, johon osallistui vetytalouden kannalta keskeisiä toimijoita, kuten tutkimusorganisaatioita, kuntien kehitysyhtiöitä, kaavoituksen asiantuntijoita sekä yritysedustajia. Kartoituksen pohjana toimivat kaksi laajempaa työpajaa, joiden tuloksena tunnistettiin laaja joukko sidosryhmiä. Tätä aineistoa jalostettiin edelleen selkeämpään ja käyttökelpoisempaan muotoon, jotta sidosryhmäkenttää voidaan tarkastella systemaattisesti ja viestittävästi.

Kartoituksen lähtökohtana oli sidosryhmäkentän kompleksisuus. Yksittäisellä toimijalla ei ole kattavaa kokonaiskuvaa vetytalouden sidosryhmistä, vaan näkemykset muodostuvat usein toimijakohtaisista rooleista ja vuorovaikutussuhteista käsin. Tämän vuoksi sidosryhmäkarttaa tulee tarkastella useiden toisiaan täydentävien näkökulmien kautta.

Tässä raportissa sidosryhmäkenttää jäsennetään kahden keskeisen tarkastelutavan avulla: arvoketjunäkökulman sekä projektin elinkaarinäkökulman kautta.

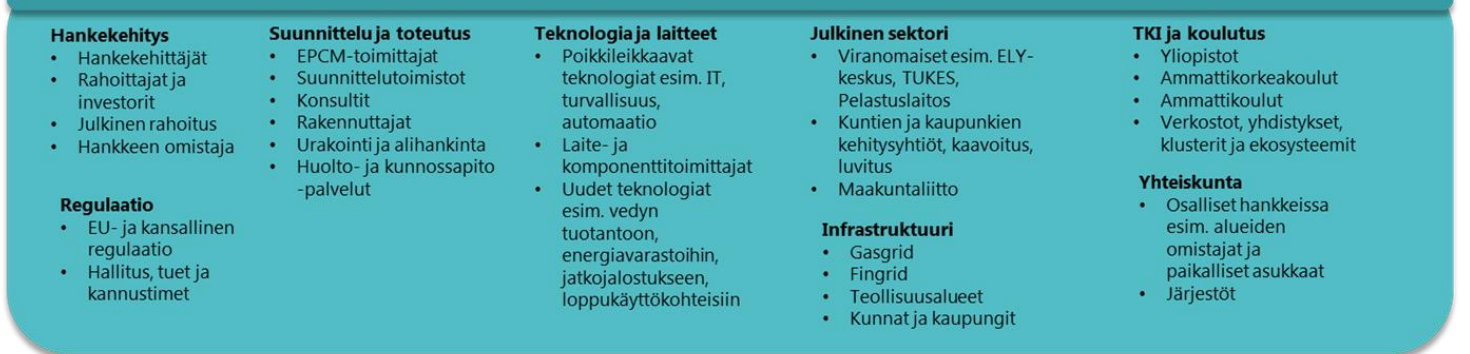
Arvoketjunäkökulma (kuva 7) tuo esiin toimijoiden väliset riippuvuussuhteet ja roolit vetytalouden eri vaiheissa, kun taas elinkaarinäkökulma (kuva 8) korostaa sidosryhmien merkitystä projektien eri vaiheissa suunnittelusta toteutukseen ja operointiin.

Näiden näkökulmien yhdistäminen mahdollistaa kokonaisvaltaisemman ymmärryksen vetytalouden sidosryhmäkentästä ja sen toiminnasta.

## 4.1 Sidosryhmät arvoketjussa



### MAHDOLLISTAVAT JA POIKKILEIKKAAVAT SIDOSRYHMÄT



Kuva 7 Sidosryhmät arvoketjussa

## 4.2 Sidosryhmät projektin elinkaarella



### 1. TUTKIMUKSET JA SELVITYKSET

#### Julkinen sektori, ohjaus ja rahoitus

- Ministeriöt
- Valtion viranomaiset
- EU
- Maakunta

#### Tieto, analyysi, selvitykset

- Tutkimuslaitokset
- Konsulttiyhtiöt
- Oppilaitokset
- Innovaatiotoimijat

#### Teknologia ja toteutettavuus

- Teknologiatoimittajat
- Infrastrukturoimijat
- Satamat

#### Aluekehitys ja verkostot

- Klusterit ja ekosysteemit
- Kuntien kehitysyhtiöt
- Kauppakamari
- BusinessFinland
- Pohjoismainen yhteistyö

#### Hankekehitys ja liiketoiminta

- Projektin omistajat
- Hankekehittäjät
- CO2 tuottajat
- Loppukäyttäjät

#### Yhteiskunta ja hyväksyttävyyttä

- Järjestöt
- Media
- Kansalaiset



### 2. KONSEPTOINTI

#### Toteuttajat

- Projektin omistajat
- Hankekehittäjät
- Konsulttiyhtiöt
- Kunta / kaupunki

#### Toteutettavuuden arviointi

- Loppuasiakkaat
- CO2 tuottajat
- Teknologiatoimittajat
- Kuntien kehitysyhtiöt
- Energiayhtiöt
- Sähköverkko-operaattorit
- Gasgrid
- Vesiyhtiöt
- Kaukolämpöyhtiöt
- Rahoittajat
- Maanomistajat
- Tutkimuslaitokset

#### Kaavoitus ja maankäyttö

- Kunta / kaupunki
- Maakunta
- Maanomistajat

#### Luvitus ja viranomaisprosessit

- ELY-keskus
- TUKES / Pelastuslaitos
- AVI
- Energiavirasto
- Muut valtion viranomaiset
- Kunta / kaupunki
- Konsulttiyhtiöt
- Puolustusvoimat

#### Yhteiskunta ja hyväksyttävyyttä

- Paikallisyhteisöt
- Media
- Ympäristöjärjestöt



### 3. SUUNNITTELU

#### Toteuttajat

- Projektin omistajat
- EPCM-toimittajat
- Hankekehittäjät

#### Tukitoimijat

- Suunnittelutoimistot
- Konsulttiyhtiöt

#### Rahoitus

- Investorit ja rahoittajat
- Pankit
- EU ja kansalliset investointituet ja insentiivit

#### Teknologian ja järjestelmien toimittajat

- Teknologiatoimittajat
- Laitetoimittajat
- Poikkileikkaavat teknologiat esim. IT, turvallisuus, automaatio

#### Järjestelmärajapinnat

- Sähkön tuottajat
- Sähköverkko-operaattorit
- Gasgrid
- Vesiyhtiöt
- Kaukolämpöyhtiöt
- CO2 ja muiden raaka-aineiden toimittajat
- Sivuvirtojen hyödyntäjät
- Loppukäyttäjät



### 4. HANKINNAT JA RAKENTAMINEN

#### Toteuttajat

- Projektin omistajat
- EPCM-toimittajat tai rakennuttajat
- Hankekehittäjät

#### Tukitoimijat

- Konsulttiyhtiöt
- Suunnittelutoimistot

#### Käyttöönotto ja liittynät

- Sähköverkkoyhtiöt
- Gasgrid ja putkiverkko-operaattorit
- Kaukolämpöyhtiöt
- Vesiyhtiöt
- Sertifiointi

#### Toimittajat

- Teknologiatoimittajat
- Laitetoimittajat
- Komponentti- ja materiaali-toimittajat

#### Rakentaminen ja asennus

- Urakoitsijat ja alihankinta
- Logistiikka- ja työmaapalvelut

#### Viranomaiset

- ELY
- AVI
- Rakennusvalvonta
- Ympäristötoimi



### 5. TUOTANTO JA YLLÄPITO

#### Toteuttajat

- Projektin omistajat
- Laitosoperaattorit

#### Kunnossapito

- Alihankinta (huolto ja kunnossapito)
- Teknologia- ja laitetuottajat
- Logistiikka- ja työmaapalvelut

#### HSEQ ja viranomaiset

- Viranomaiset (TUKES, ELY, kunta)
- Pelastuslaitos
- Työterveys
- Vakuutusyhtiöt
- Työmarkkinajärjestöt

#### Toimitusketjun hallinta

- Raaka-aineiden toimittajat
- Logistiikkatoimittajat
- Loppukäyttäjät
- Sivuvirtojen hyödyntäjät
- Gasgrid ja putkiverkko-operaattorit
- Sähköntuottaja ja verkko-operaattori

#### Tukitoimijat

- Konsulttiyhtiöt
- Suunnittelutoimistot
- Oppilaitokset



### 6. OPTIMOINTI JA JATKOKEHITYS

#### Toteuttajat

- Projektin omistajat
- Laitosoperaattorit

#### Optimointi ja suunnittelu

- Suunnittelutoimistot
- Konsulttiyhtiöt

#### Tutkimus, pilotointi ja osaaminen

- Tutkimuslaitokset
- Koulutusorganisaatiot
- Pilotointi- ja testausympäristöt

#### Teknologian ja järjestelmien toimittajat

- Teknologiatoimittajat
- Laitetoimittajat
- Poikkileikkaavat teknologiat esim. IT, turvallisuus, automaatio
- Kone- ja laiteasentajat

#### Markkina ja ohjaus

- Loppukäyttäjät
- Viranomaiset ja regulaatio

### 7. KÄYTÖSTÄPOISTO

#### Toteuttajat

- Projektin omistajat

#### Viranomaiset ja valvonta

- Viranomaiset (ELY, TUKES, kunta)
- Pelastuslaitos

#### Purku ja ennallistaminen

- Purkuyritykset
- Kierrätys- ja jätealan toimijat
- Maarakennusyritykset
- Materiaalien jatkoikäydyntäjät
- Logistiikkatoimittajat
- Konsulttiyritykset

Kuva 8 Sidosryhmät projektin elinkaarella

## 5 Sidosryhmäanalyysi

Edellisessä luvussa esitettiin vetytalouden sidosryhmäkentän rakenne ja keskeiset toimijat Pohjois-Pohjanmaan kontekstissa. Tässä luvussa tarkastelua syvennetään analysoimalla sidosryhmien rooleja, merkittävyyttä ja keskinäisiä suhteita systemaattisemmin.

Analyysi perustuu kirjallisuuteen pohjautuviin sidosryhmien tunnistamis- ja luokittelumenetelmiin sekä empiiriseen aineistoon, joka on kerätty haastattelujen avulla vetytalouden arvoketjun keskeisiltä toimijoilta. Tavoitteena on tunnistaa, mitkä sidosryhmät ovat keskeisimpiä vetytalouden kehityksen kannalta sekä miten niiden asema ja vaikutusvalta näyttäytyvät eri toimijoiden näkökulmista.

### 5.1 Sidosryhmien tunnistamis- ja luokittelumenetelmiä

Sidosryhmien merkittävyys (salience) on termi, jolla viitataan siihen kuinka tärkeänä ja kiireellisenä yrityksen johto pitää tietyn sidosryhmän vaatimuksia ja kuinka paljon painoarvoa sidosryhmien mielipiteet saavat päätöksenteossa. Mitchell et al. (1997) kehittämässä sidosryhmien merkittävyyden mallissa sidosryhmän vaikutus yritykseen määritellään kolmen tekijän perusteella (Aaltonen & Kujala, 2016).

- **Vaikutusvalta**, kuinka paljon sidosryhmä voi vaikuttaa yrityksen päätöksiin ja toimintaan?
- **Legitimiteetti**, Onko sidosryhmällä oikeutettu asema suhteessa yritykseen, esimerkiksi osaamisen, sopimusten, juridisten vaatimusten tai moraalisten oikeuksien kautta?
- **Kiireellisyys**, Kuinka tärkeitä ja kiireellisiä sidosryhmän vaatimukset ovat yrityksen näkökulmasta

Merkittävyyden lisäksi, sidosryhmiä voidaan tunnistaa ja luokitella kolmeen eri kategoriaan: sisäisiin sidosryhmiin, rajapinnan sidosryhmiin ja ulkoihin sidosryhmiin. **Sisäiset sidosryhmät** ovat organisaation sisällä toimivia tahoja, kuten työntekijät, johto, yritysten omistajat ja hallitus sekä muut olennaiset yhteistyökumppanit. He osallistuvat

suoraan organisaation päivittäiseen toimintaan ja heidän sitoutumisensa toimintaan taataan tarjoamalla riittäviä kannustimia. **Rajapinnan sidosryhmät** toimivat sekä organisaation sisällä, että ulkopuolella. Näiden toimijoiden rooli voi olla monitulkintainen, koska he eivät ole selkeästi sisäisiä eivätkä ulkoisia sidosryhmiä. Rajapinnan sidosryhmien rooli määrittyy pitkälti sen kautta millaisessa asemassa sidosryhmät ovat kokonaisuudessa ja kuinka paljon sillä on vaikutusvaltaa ja vuorovaikutussuhteita sisäisiin ja ulkoisiin sidosryhmiin. **Ulkoiset sidosryhmät** ovat organisaation ulkopuolella toimivia tahoja, jotka jakautuvat kolmeen ryhmään. Näitä ovat toiminnalliset yhteistyökumppanit, kuten asiakkaat, toimittajat ja rahoittajat, kilpailijat sekä etujärjestöt ja muut erityisryhmät, jotka ovat kiinnostuneita organisaation toiminnan vaikutuksista omaan toimintaansa. (Fottler et al., 1989; K.-P. Tampio et al., 2022)

## 5.2 Sidosryhmien merkittävyyden analysointi

Sidosryhmien merkittävyyden analysointia varten suoritettiin seitsemän haastattelua vedyn arvoketjun yrityksille. Haastatteluihin valittiin oleellisia yrityksiä vetyarvoketjussa. Taulukossa 1 on esitelty haastateltavat.

Taulukko 1 Haastateltavat sidosryhmien merkittävyyden analysointia varten

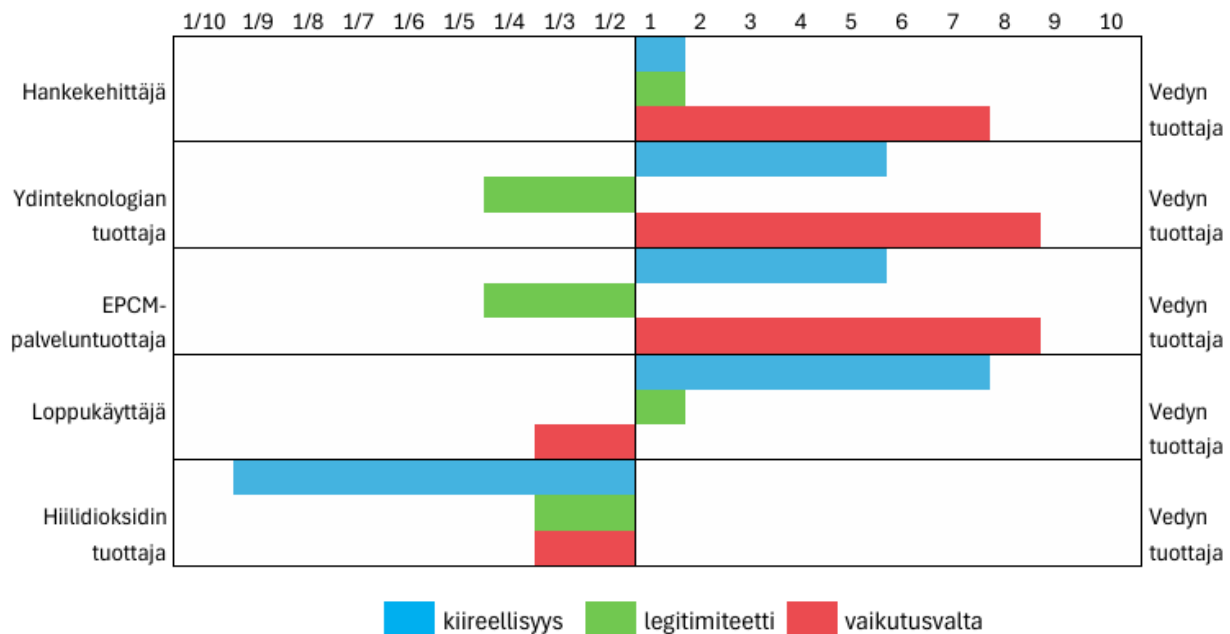
Haastateltava	Esittely
<b>Vedyn/e-polttoaineiden tuottaja</b>	Toimii vetyarvoketjun alkuvaiheessa. Tämä yritys tuottaa vetyä uusiutuvalla energialla. Tämä yritys myös jatkojalostaa vedystä erilaisia tuotteita, kuten ammoniakkia ja e-polttoaineita.
<b>Hankekehittäjä</b>	Hankekehittäjä on vastuussa vetytalouteen liittyvien hankkeiden suunnittelusta ja käynnistämisestä. Hankekehittäjä koordinoi sidosryhmiä, edistää lupa- ja investointiprosesseja ja rakentaa kokonaisuuksia, joissa yhdistyvät teknologia, infra ja rahoitus.
<b>Ydinteknologian tuottaja</b>	Toimittaa vetytuotannon kannalta keskeistä teknologiaa, kuten elektrolyysilaitteita tai e-polttoaineen tuotantoteknologiaa. Näiden teknologioiden tehokkuus,

	mittakaava ja kaupallistettavuus ovat keskeisiä vetytalouden kehittymiselle.
<b>EPCM-palveluntuottaja</b>	Suunnittelee, hankkii ja johtaa vetytalouden laitos- ja infrastruktuurihankkeiden toteutusta. Toimii teknisenä projektinjohtajana vetyinfran rakentamisessa.
<b>Uuden teknologian kehittäjä</b>	Kehittää uusia teknologisia ratkaisuja, jotka tukevat vetytaloutta. Toimii innovaatiokeskeisesti ja usein yhteistyössä tutkimus- ja kehitysorganisaatioiden kanssa.
<b>Vedyn/e-polttoaineiden loppukäyttäjät</b>	Hyödyntää vetyä tai sen johdannaisia omassa liiketoiminnassaan. Esimerkkeinä raskas teollisuus, liikenne ja energiasektori.
<b>Hiilidioksidin tuottaja ja talteenottaja</b>	Tuottaa ja ottaa talteen hiilidioksidia, jota käytetään synteettisten e-polttoaineiden valmistuksessa yhdessä vedyn kanssa. Toimii osana kiertotalousratkaisua.

Yritysten kanssa käytyjen haastattelujen pohjalta täytettiin sidosryhmien merkittävyyttä mittaavia taulukoita, joista selviää miten vetyarvoketjun sidosryhmät näkevät oman ja toisten sidosryhmien aseman sidosryhmien merkittävyyden näkökulmasta. Taulukoita luetaan siten, että mikäli värilliset palkit ovat keskiakselin oikealla puolella arvoilla 2–10, taulukossa käsitellyn yrityksen kiireellisyys, legitimitetti tai vaikutusvalta on heidän mukaansa suurempi kuin taulukon vasemmasta laidasta löytyvällä yrityksellä. Mikäli värillinen palkki on keskiakselin vasemmalla puolella arvoilla ½-1/10, silloin taulukossa käsitellyn yrityksen merkittävyys on pienempi kuin taulukon vasemmasta laidasta löytyvällä yrityksellä. Arvo 1 tarkoittaa sitä, että yritykset ovat tasavertaisia keskenään. Eri kategoriat on avattu väriselitteissä taulukoiden alapuolella.

Haastattelutulosten ja kuvan 9 perusteella vedyn ja e-polttoaineiden tuottaja näkee itsensä kiireellisyyden kannalta yhtä tärkeänä kuin hankekehittäjän ja pitää itseään kiireellisempänä suhteessa ydinteknologian tuottajaan, EPCM-palveluntuottajaan ja loppukäyttäjään. Hiilidioksidin tuottaja on vedyn ja e-polttoaineiden tuottajan mielestä todella paljon tärkeämpi kuin he itse kiireellisyyden kannalta. Legitimitetin näkökulmasta vedyn ja e-polttoaineiden tuottaja näkee itsenä suhteellisen tasa-arvoisena muihin vetyarvoketjun yrityksiin nähden. He kokevat kuitenkin, että ydinteknologian tuottaja, EPCM-palveluntuottaja ja CO<sub>2</sub>-tuottaja omaavat enemmän

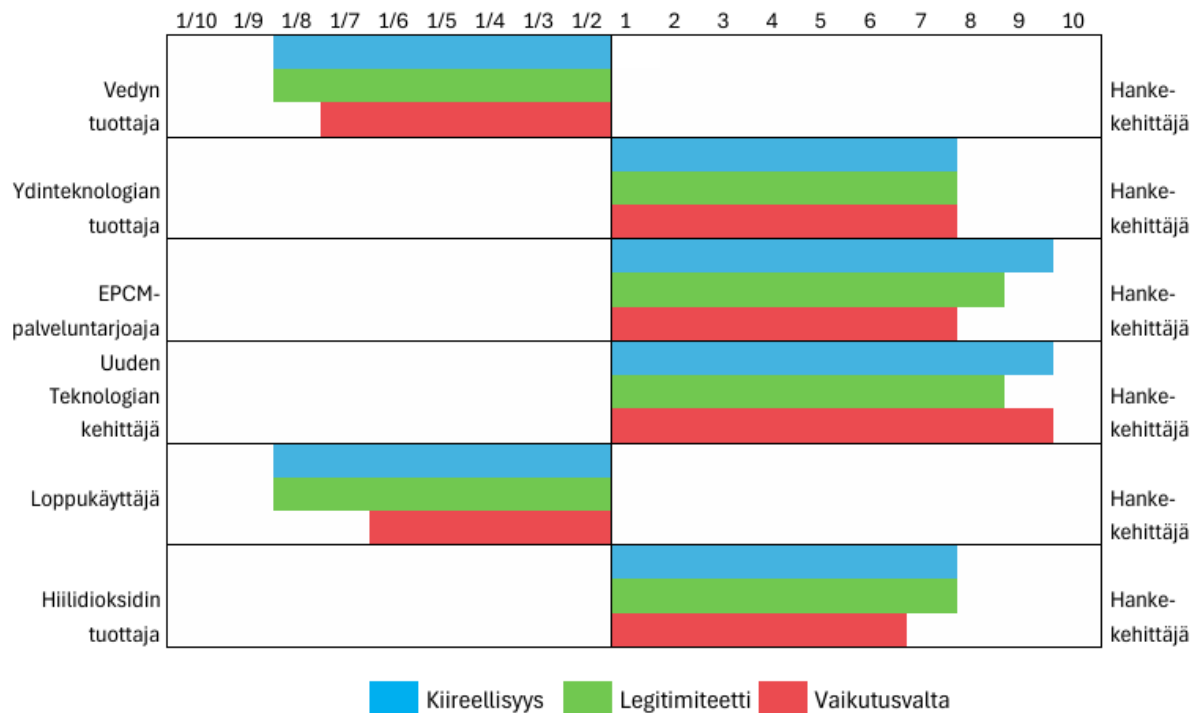
legitimiteettiä kuin he. Vaikutusvallan suhteen he näkevät, että heillä on selvästi enemmän vaikutusvaltaa, kuin hankekehittäjällä, ydinteknologian tuottajalla ja EPCM-palveluntuottajalla. Enemmän vaikutusvaltaa kuin heillä, on vedyn ja e-polttoaineiden loppukäyttäjällä ja hiilidioksidin tuottajalla. Haastattelujen perusteella vedyn tuottajat eivät nähneet uuden teknologian kehittäjillä merkittävää roolia omassa toiminnassaan, vaan korostivat tukeutuvansa ensisijaisesti valmiisiin ja koeteltuihin teknologiaratkaisuihin. Tämä havainto heijastuu myös analysissä siten, että uuden teknologian kehittäjää ei ole huomioitu kyseisessä kuvassa keskeisenä toimijana. Tulokset korostavat uuden teknologian kehittäjien aseman haasteellisuutta vetytalouden arvoketjussa tilanteessa, jossa toimijat priorisoivat investointivarmuutta ja teknologian kypsyyttä.



Kuva 9 Vedyn tuottajan merkittävyysanalyysi

Sidosryhmien merkittävyys hankekehittäjän näkökulmasta kuvataan kuvassa 10. He näkivät kiireellisyyden kannalta itsensä paljon kiireellisempänä verrattuna kaikkiin muihin arvoketjun yrityksiin lukuun ottamatta vedyn ja e-polttoaineiden tuottajaa ja loppukäyttäjää, johon nähden heillä on selvästi vähemmän kiireellisyyttä. Legitimiteetissä voidaan todeta samanlaisia tuloksia. Hankekehittäjä kokee olevansa

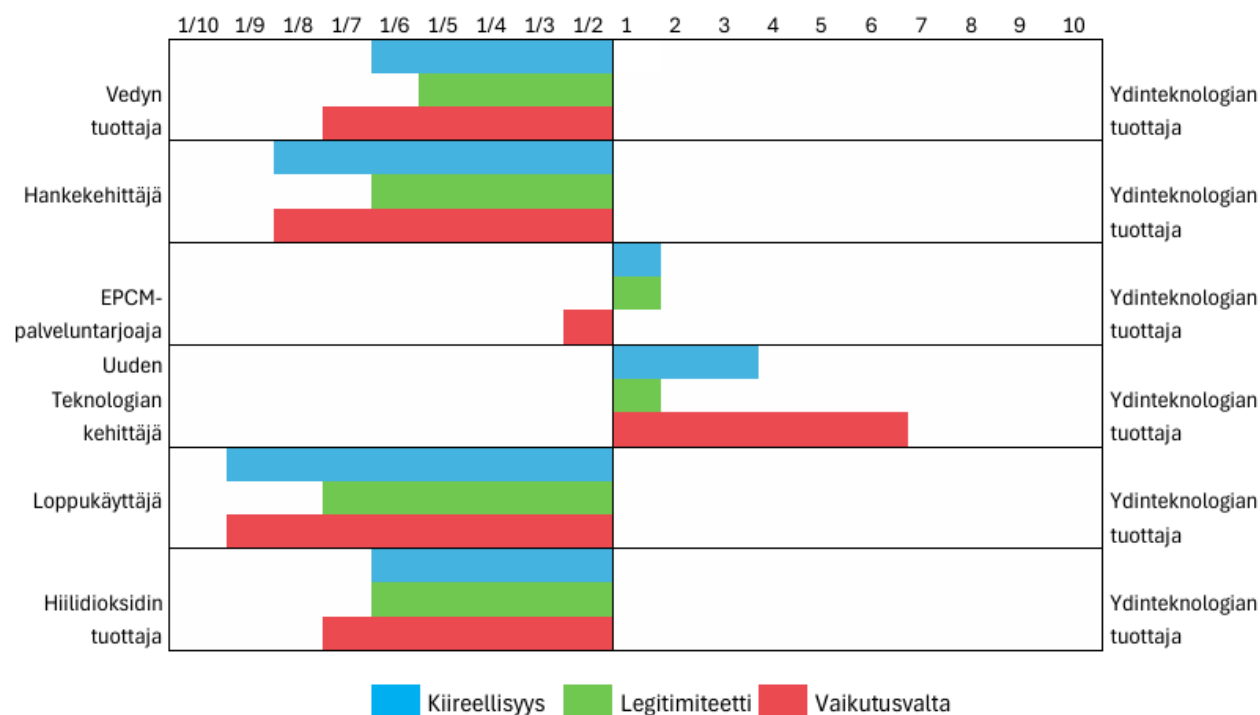
oikeudellisesta näkökulmasta samoissa määrin tärkeämpi kuin kiireellisyydessä muita yrityksiä kohtaan. Poikkeuksena kuitenkin vedyn ja e-polttoaineiden tuottaja ja loppukäyttäjät, joille he antavat selkeästi korkeamman legitimitetin kuin itselleen. Vaikutusvallassa huomataan jälleen sama toistuva kaava. Hankekehittäjä kokee omaavansa enemmän vaikutusvaltaa, kuin muut vetyarvoketjun esimerkkiyritykset. Erityisesti uuden teknologian kehittäjään nähden heillä on eniten vaikutusvaltaa. Vedyn ja e-polttoaineiden tuottaja ja loppukäyttäjät ovat selkeästi vaikutusvaltaisempia kuin hankekehittäjä.



Kuva 10 Hankekehittäjän merkittävyysanalyysi

Haastattelutulosten perusteella kuvassa 11 kuvataan, kuinka ydinteknologian tuottaja näkee itsensä kiireellisyyden kannalta hieman tärkeämpänä kuin uuden teknologian kehittäjän. EPCM-palveluntuottajan kanssa he kokevat olevan yhdenvertaisia. Vedyn ja e-polttoaineiden tuottajaan, hankekehittäjään, loppukäyttäjään ja hiilidioksidin tuottajaan nähden ydinteknologian kehittäjä on huomattavasti vähemmän kiireellisempi. Legitimiteetin näkökulmasta ydinteknologian tuottaja kokee olevansa samalla tasolla EPCM-palveluntuottajan ja uuden teknologian kehittäjän kanssa. Kaikilla muilla

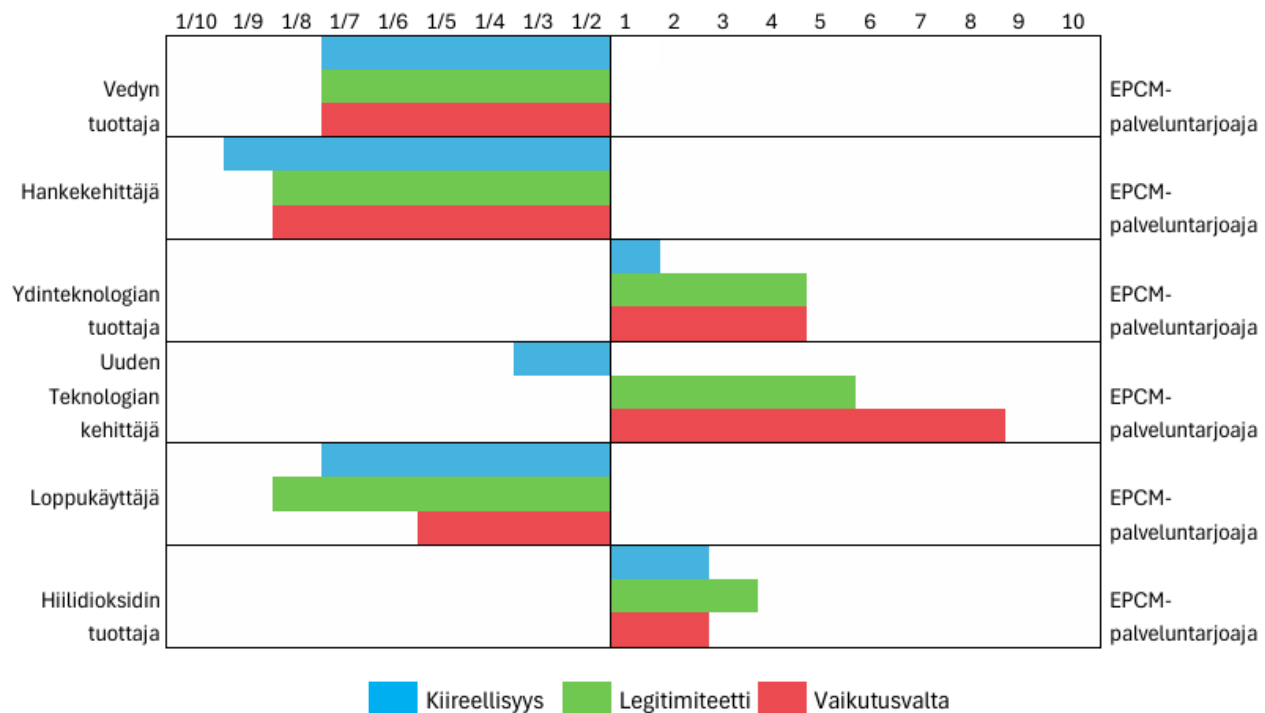
vetyarvoketjun yrityksillä on heihin nähden hieman tai huomattavan paljon enemmän legitimiteettiä. Ydinteknologian tuottajan näkökulmasta eniten vaikutusvaltaa on: vedyn tuottajalla, hankekehittäjällä, loppukäyttäjällä ja hiilidioksidin tuottajalla. EPCM palveluntuottajalla on noin saman verran vaikutusvaltaa kuin ydinteknologian tuottajalla. Uuden teknologian kehittäjällä on selvästi vähemmän vaikutusvaltaa.



Kuva 11 Ydinteknologian tuottajan merkittävyyssanalyysi

Kuvasta 12 nähdään, että EPCM-palveluntarjoaja näkee itsensä kiireellisyyden näkökulmasta yhdenvertaisena ydinteknologian kehittäjään ja hieman kiireellisempänä suhteessa hiilidioksidin tuottajaan. Vety ja e-polttoaineiden tuottaja, loppukäyttäjä ja hankekehittäjä ovat paljon tai erittäin paljon kiireellisempiä, kuin EPCM palveluntarjoaja. Uuden teknologian kehittäjä on hieman kiireellisempi kuin EPCM palveluntarjoaja. Legitimiteetti on EPCM-palveluntarjoajan näkökulmasta suurin vedyn ja e-polttoaineiden tuottajalla, hankekehittäjällä ja loppukäyttäjällä. EPCM palveluntuottajalla on jonkin verran suurempi legitimiteetti ydinteknologian tuottajaan, uuden teknologian tuottajaan ja hiilidioksidin tuottajaan nähden. Vaikutusvallan suhteen EPCM-palveluntuottaja kokee, että vedyn ja e-polttoaineiden tuottajalla sekä hankekehittäjällä on eniten valtaa.

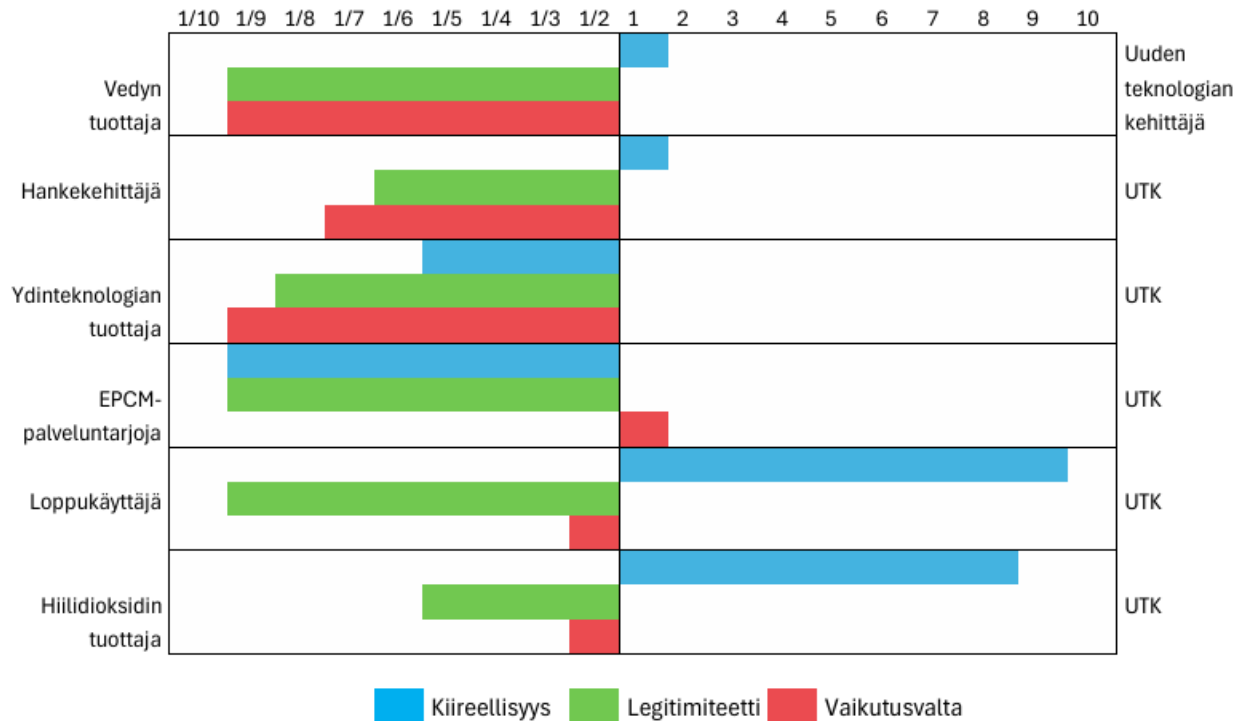
Loppukäyttäjällä on jonkin verran enemmän vaikutusvaltaa kuin heillä. Vähemmän vaikutusvaltaa heihin nähden on ydinteknologian tuottajalla ja hiilidioksidin tuottajalla. Erityisen paljon vähemmän valtaa on uuden teknologian kehittäjällä.



Kuva 12 EPCM-palveluntarjoajan merkittävyysanalyysi

Haastattelukysymysten perusteella kuvasta 13 nähdään, että uuden teknologian kehittäjä näkee itsensä kiireellisyyden kannalta yhdenvertaisena vedyn ja e-polttoaineen tuottajan sekä hankekehittäjän kanssa. Uuden teknologian kehittäjä kokee, että ydinteknologian kehittäjä on jonkin verran kiireellisempi kuin he, ja että EPCM-palveluntuottaja on erittäin paljon kiireellisempi kuin he. Loppukäyttäjään ja hiilidioksidin tuottajaan verrattuna taas uuden teknologian kehittäjä on erittäin paljon kiireisempi. Uuden teknologian kehittäjän legitimiteetti on heidän mielestään selvästi pienempi kuin kenelläkään muulla vetyarvoketjun yrityksellä. Erityisen korkea legitimiteetti on heidän mielestään vedyn ja e-polttoaineen tuottajalla, loppukäyttäjällä ja EPCM palveluntuottajalla. Hieman vähemmän, mutta silti huomattavasti enemmän legitimiteettiä omaa hankekehittäjä, ydinteknologian tuottaja ja hiilidioksidin tuottaja. Vaikutusvallan suhteen uuden teknologian kehittäjä näkee, että heillä on erittäin paljon

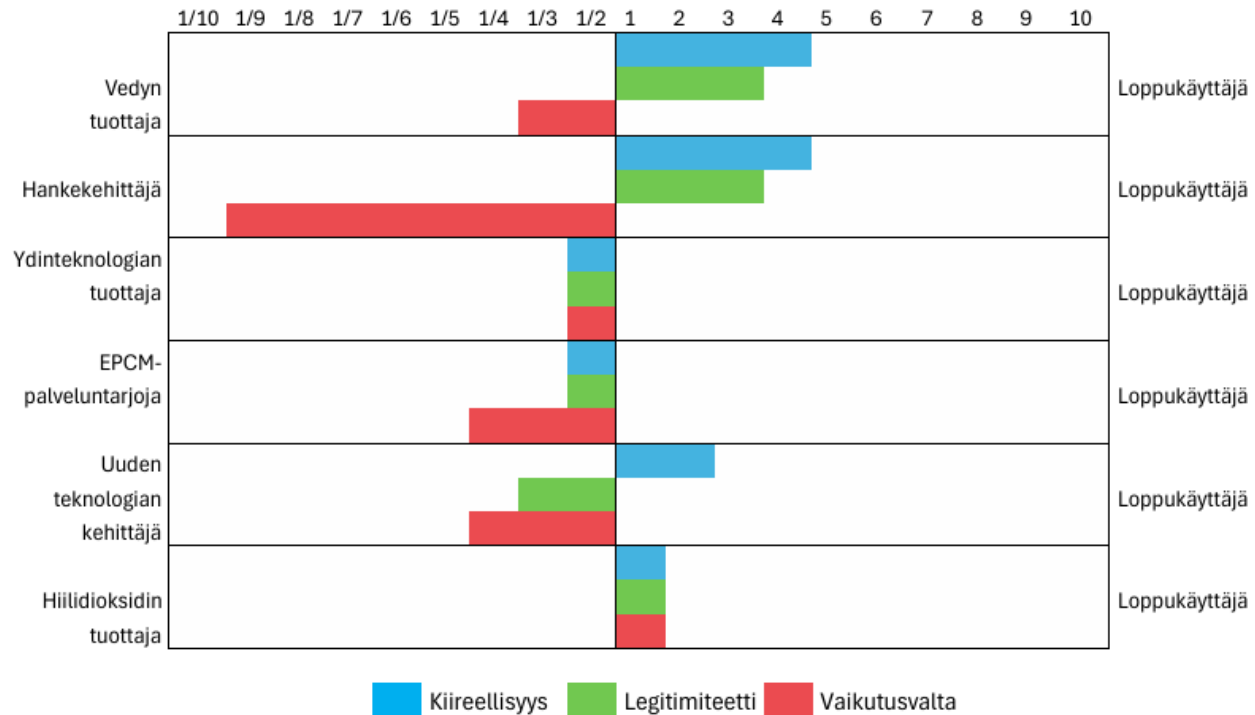
vähemmän valtaa kuin vedyn ja e-polttoaineiden tuottajalla, hankekehittäjällä ja ydinteknologian tuottajalla. Uuden teknologian kehittäjällä on heidän mukaan noin saman verran vaikutusvaltaa kuin loppukäyttäjällä ja hiilidioksidin tuottajalla ja EPCM palveluntarjoajalla.



Kuva 13 Uuden teknologian kehittäjän merkittävyysanalyysi

Kuvan 14 kautta nähdään, että kiireellisempiä vetyarvoketjun yrityksiä kuin he ovat loppukäyttäjän mielestä ydinteknologian tuottaja ja EPCM-palveluntuottaja. Nämäkin ovat vain vähän kiireellisempiä kuin loppukäyttäjä. Loppukäyttäjän mielestä vedyn tuottaja, hankekehittäjä ja uuden teknologian tuottaja ovat vähemmän kiireisiä kuin he. Hiilidioksidin tuottaja on yhtä kiireellinen. Legitimiteetin näkökulmasta loppukäyttäjä näkee kaikki arvoketjun yritykset suunnilleen saman arvoisina. Loppukäyttäjä kokee omaavansa hieman enemmän legitimiteettiä vedyn tuottajaan ja hankekehittäjään nähden. Heidän näkemyksensä mukaan ydinteknologian tuottajalla, EPCM-palveluntuottajalla ja uuden teknologian kehittäjällä on hieman enemmän legitimiteettiä kuin heillä itsellään. Hiilidioksidin tuottaja on jälleen yhdenvertainen loppukäyttäjän kanssa. Vaikutusvalta näyttyy loppukäyttäjälle siten, että kaikki muut vetyarvoketjun

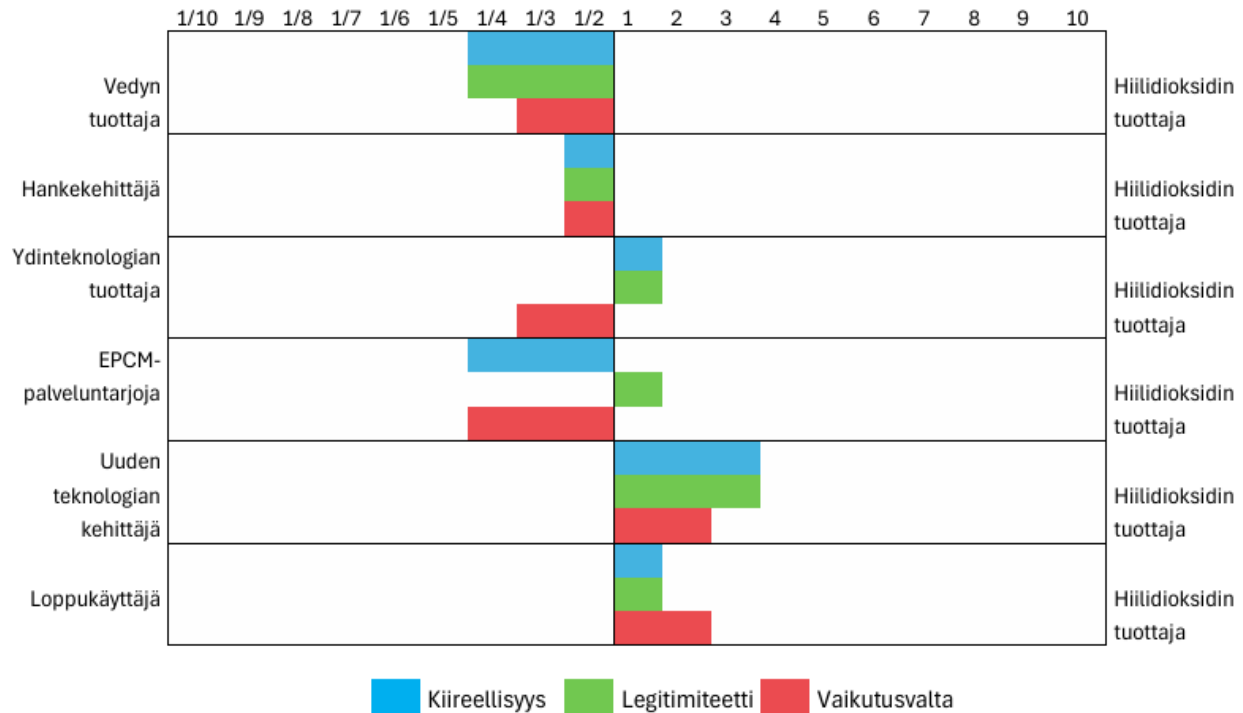
yrietykset hiilidioksidin tuottajaa lukuun ottamatta nähdään vaikutusvaltaisempina sidosryhminä kuin loppukäyttäjää. Näistä erityisesti hankekehittäjä on loppukäyttäjän näkökulmasta kiireellisin arvoketjun yritys. Hiilidioksidin tuottajan kanssa loppukäyttäjää on yhtä kiireellinen.



Kuva 14 Loppukäyttäjän merkittävyysanalyysi

Tulosten ja kuvan 15 perusteella hiilidioksidin tuottaja näkee asemansa kiireellisyyden kannalta seuraavalla tavalla. Hiilidioksidin tuottaja on hieman vähemmän kiireellinen kuin vedyn tuottaja, hankekehittäjä ja EPCM-palveluntarjoaja. Yhdenvertaisia he ovat ydinteknologian tuottajan ja loppukäyttäjän kanssa. Uuden teknologian tuottajaan nähden he ovat kiireellisempiä. Legitimiteetin suhteen hiilidioksidin tuottaja omaa vähemmän legitimiteettiä perustuvaa oikeutusta vedyn tuottajaan ja hankekehittäjään nähden. Heillä on vähän enemmän legitimiteettiä kuin uuden teknologian kehittäjällä, ja he ovat yhdenvertaisia ydinteknologian tuottajan, EPCM-palveluntarjoajan ja loppukäyttäjän kanssa. Hiilidioksidituottajan näkemyksen mukaan heillä on vähän vähemmän vaikutusvaltaa kuin vedyn tuottajalla, hankekehittäjällä, ydinteknologian

tuottajalla ja EPCM palveluntarjoajalla. Hiilidioksidin tuottajalla on toisaalta taas enemmän vaikutusvaltaa uuden teknologian kehittäjään ja loppukäyttäjään verrattuna.



Kuva 15 Hiilidioksidin tuottajan merkittävyysanalyysi

### 5.3 Sidosryhmäkenttä-analyysi

Tutkimusta varten sidosryhmäkentän eri sidosryhmät on tunnistettu ja valittu pitkäjänteisen työpajatyöskentelyn avulla. Alapuolella olevissa taulukoissa esiintyy kaikki sidosryhmät, jotka kohdeyritykset ovat luokitelleet joko sisäiseksi sidosryhmäksi, rajapinnan sidosryhmäksi tai ulkoiseksi sidosryhmäksi. Taulukoissa 2–4 on kuvattu vetyarvoketjun yritysten sidosryhmäkenttälukitteluvastausten perusteella numeerisesti, miten vetytalouden eri sidosryhmät näyttäytyvät heille sidosryhmäkentässä. 1=sisäinen sidosryhmä, 2=rajapinnan sidosryhmä ja 3=ulkoinen sidosryhmä. Seitsemän haastateltua yritystä on kuvattu pystysarakkeisiin ja muut arvioitavat sidosryhmät on kuvattu vaakariveillä. Sidosryhmät on jaettu kolmeen eri taulukkoon teemojen mukaisesti.

Taulukon 2 sidosryhmät on valikoitu siten, että ne liittyvät julkisiin tahoihin, legitimitettiin ja regulaatioihin vetytalouden kontekstissa. Melkein kaikki yritykset ovat luokitelleet kaavoituksen, ELY-keskuksen, TUKES/pelastuslaitoksen, AVI:n, luvituksen, rahoittajat/investorit sekä EU säädökset ja regulaation sisäisiksi sidosryhmiksi. Rajapinnan sidosryhmissä nähdään eniten oppilaitoksia ja korkeakoulutusta. Ulkoisiksi sidosryhmiksi on eniten luokiteltu klustereita ja verkostoja, maakuntaliittoa ja rautatie- ja satamaoperaattoreita.

Taulukko 2 Sidosryhmäkenttälukittelu: julkiset tahot, legitimitetti, regulaattorit

	Vedyn tuottaja	Hanke-kehittäjä	Ydin-tekniologian tuottaja	EPCM-palvelun tarjoaja	Uuden tekniologian kehittäjä	Loppu-käyttäjä	CO2-tuottaja
Lainsäätäjät	3	1	2	1	3	2	1
Yliopisto ja tutkimuslaitokset	2	3	3	1	3	1	1
Klusterit ja verkostot	2	2	3	3	1	2	2
Maakuntaliitto	2	3		3	3	3	2
Kaavoitus	2	1	1	1	2	1	1
ELY-keskus	2	1	1	2	1	2	1
TUKES/pelastuslaitos	2	1	1	1	3	2	1
AVI	2	1	1	1	1	1	1
Luvitus	2	1	1	1	2	1	1
Rahoittajat/Investorit	2	1	1	1	1	1	1
Oppilaitokset ja korkeakoulutus	2	3	2	2	1	2	2
Energiavirasto	2	2	1	3	1	2	1
Kunnalliset kehitysyhtiöt	2	3		3	2	3	1
Rakennusvalvonta	2	1	1	1	1	3	2
EU säädökset ja regulaatio	3	1	2	1	1	1	1
Rautatie- ja satamaoperaattorit	3	2	1	3	3	3	2
Start-up ekosysteemin toimijat	2	2	1	2	3	3	3
BusinessFinland	2	2	1	2		2	2

Taulukko 3 sisältää haastateltujen yritysten sidosryhmäkenttäajan sidosryhmistä, jotka liittyvät vaikutusvaltaan ja päätöksentekoon vetytaloudessa. Sisäisiksi sidosryhmiksi on luokiteltu eniten vedyn tuottajaa, vedyn jatkojalostajaa, hankekehittäjää, sähköntuottajaa ja CO<sub>2</sub>-tuottajaa. Rajapinnan sidosryhmissä hajonta on suurempaa, mutta voidaan kuitenkin nähdä, että Fingrid, EPC/EPCM-toimittaja, Laite- ja komponenttitoimittajat, logistiikkatoimijat ja tukkurit ovat edustettuna eniten. Ulkoisiksi sidosryhmiksi on eniten luokiteltu vesiyhtiötä, standardointi-palveluntarjoajia, vedyn loppukäyttäjiä, sivuvirtojen hyödyntäjiä, sähköverkko-operaattoreita ja tukkureita.

Taulukko 3 Sidosryhmäkenttälukittelu, vaikutusvalta ja päätöksenteko

	Vedyn tuottaja	Hankekehittäjä	Ydin- teknologian tuottaja	EPCM- palvelun tarjoaja	Uuden teknologian kehittäjä	Loppu- käyttäjä	CO <sub>2</sub> - tuottaja
Vedyn tuottaja	1	1	1	1	1	1	1
Vedyn jatkojalostaja	1	1	1	1	1	3	1
Vedyn/jalosteen loppukäyttäjät	2	1	1	1	3	3	1
Vedyn/jalosteen jakelijat	2	1	1	3	1	2	1
Hankekehittäjät	1	1	1	2	1	2	1
Ydinteknologiatoimittajat	2	1	1	2	1	3	1
Gasgrid	2	1	2	1	3	2	1
Fingrid	2	1	2	1	1	2	2
Sähköntuottaja	1	1-2	1	2	2	1	1
CO <sub>2</sub> tuottaja	1	1	1	3	1	3	1
Sivuvirtojen hyödyntäjät	2	1	1	1	3	3	1
Sähköverkko-operaattorit	2	1	2	2	3	3	1
Konsulttiyhtiöt	2	1	1	1	2	2	1
Suunnittelu-toimistot	2	1	1	1	3	2	1
EPC/EPCM-toimittajat	2	2	1	2	1	3	1
Kaukolämpöyhtiö	1	1	1	2	1	3	2
Vesiyhtiöt	2	1	2	2	3	3	3
Standardointipalvelut	2	2	1	2	1	3	3
Laitetoimittajat	2	2	1	2	3	2	1
Rakennuttajat	2	2	1	1	1	2	1
Rakennusurakointi ja alihankkijat	2	2	1	1	1	3	1
Logistiikka-toimijat	2	2	1	2	1	3	2
Huolto- ja kunnossapito	1	2	1	2	2	3	2

Materiaalitoimittajat	2	2	1	1	1	3	2
Tukkurit	2	3	1	2	2	3	2
Kone- ja laiteasentajat	1	2	1	2	1	3	2
Säiliö- ja putkivalmistajat	2	2	1	2	1	3	2

Taulukko 4 sisältää sidosryhmäkentän sidosryhmiä, jotka liittyvät kiireellisyyteen ja julkiseen hyväksyntään vetytaloudessa ja sen projekteissa. Sisäisiin sidosryhmiin on eniten luokiteltu alueiden ja maiden omistajia sekä luvista valittajia. Rajapinnan sidosryhmiä edustaa eniten media. Ulkoisiksi sidosryhmiksi on luokiteltu erityisesti työmarkkinajärjestöt, niiden lisäksi ulkoisiksi sidosryhmiksi voidaan lukea myös kuluttaja-asiakkaat, paikalliset asukkaat ja ympäristöjärjestöt.

Taulukko 4 Sidosryhmäluokittelu, kiireellisyys, julkinen hyväksyntä

	Vedyn tuottaja	Hankekehittäjä	Ydin- teknologian tuottaja	EPCM- palvelun tarjoaja	Uuden teknologian kehittäjä	Loppukäyttäjä	CO2-tuottaja
Alueiden/maiden omistajat	2	1	1	1	1	1	2
Paikalliset asukkaat	2	2	3	3	3	1	2
Ympäristöjärjestöt	2	2	3	3	3	2	3
Media	2	2-3	3	2	2	2	1
Työmarkkinajärjestöt	2	3	3	3	3	3	3
Kuluttaja-asiakkaat	3	2	2	3	2	3	3

Tulosten perusteella sidosryhmäkenttä näyttäyty monitasoisena ja osin hajanaisena kokonaisuutena, jossa eri toimijat jäsentävät suhteitaan ja roolejaan eri tavoin. Vaikka sidosryhmien tunnistamisessa ja luokittelussa on havaittavissa tiettyä yhteneväisyyttä, erityisesti julkisten toimijoiden ja keskeisten arvoketjun toimijoiden osalta, näkemykset sidosryhmien merkittävydestä vaihtelevat huomattavasti.

Eryteisesti hankekehittäjien rooli korostuu keskeisenä integraattorina, joka toimii tiiviissä vuorovaikutuksessa laajan sidosryhmäjoukon kanssa. Toisaalta loppukäyttäjien asema näyttäyty etäisempänä suhteessa muihin toimijoihin.

## 6 Vetytalouden vaatimustenhallinta

Vetytalouden kehittäminen ei ole pelkästään teknologinen tai markkinaan liittyvä haaste, vaan siihen liittyy laaja joukko vaatimuksia, jotka ohjaavat projektien suunnittelua, toteutusta ja operointia koko arvoketjun laajuudelta. Aiemmissa luvuissa on tarkasteltu vetytalouden arvoketjua, alueellisia valmiuksia sekä sidosryhmäkenttää. Näiden näkökulmien pohjalta keskeiseksi kysymykseksi nousee, millaisia vaatimuksia eri toimijat ja toimintaympäristö asettavat vetytalouden kehittämiseksi.

Tässä luvussa tarkastellaan vetytalouden vaatimuksia ja niiden hallintaa erityisesti projektien näkökulmasta. Tavoitteena on tunnistaa keskeiset vaatimuskokonaisuudet, niiden lähteet sekä niiden vaikutus vetytalouden hankkeisiin ja arvoketjun toimintaan. Tarkastelu perustuu vetytalouden arvoketjun eri toimijoiden haastatteluihin, joita analysoitiin temaattisen analyysin menetelmällä.

### 6.1 Vaatimustenhallinta ja Design for X (DfX)

Vaatimustenhallinta kattaa ne kaikki toimenpiteet, joilla varmistetaan vaatimusten tunnistaminen, dokumentointi, seuranta ja muutosten hallinta koko projektin elinkaaren ajan (Hood ym., 2008). Sen keskeisenä tavoitteena on varmistaa, että kehitettävä ratkaisu vastaa sille asetettuja vaatimuksia ja että vaatimukseen liittyvä tieto pysyy ajantasaisena ja saavutettavana (Robertson ym., 2025).

Design for X (DfX) puolestaan on tuotekehityksen lähestymistapa, jossa tuotteita suunnitellaan systemaattisesti tiettyjen tavoitteiden, kuten valmistettavuuden, kustannusten, laadun tai turvallisuuden näkökulmasta. DfX:n tavoitteena on huomioida keskeiset vaatimukset jo suunnitteluvaiheessa, jolloin voidaan vähentää elinkaarikustannuksia ja parantaa tuotteen kokonaislaatua. (Mottonen ym., 2008; Kinnunen ym., 2014)

Vaatimustenhallinta näyttäytyy keskeisenä mutta haastavana osana vetytalouden projekteja. Haastattelujen mukaan vaatimukseen liittyvä tieto on usein epäselvää, hajanaista ja altista muutoksille, mikä lisää projektien riskejä ja hidastaa etenemistä. Erityisesti lainsäädäntöön ja lupaprosesseihin liittyvä epävarmuus korostuu:

viranomaisvaatimukset ovat osin keskeneräisiä ja niiden tulkinta vaihtelee, mikä vaikeuttaa suunnittelua ja päätöksentekoa.

Tuloksissa korostui myös tiedonkulun ja yhtenäisten käytäntöjen puute organisaatioiden välillä. Vaatimuksia tulkitaan eri tavoin arvoketjun eri kohdissa, mikä heikentää yhteistyötä ja aiheuttaa tehottomuutta. Tämä näkyy käytännössä esimerkiksi viivästyksinä, lisäselvityksinä ja kasvaneena epävarmuutena projektien aikana. Samalla vaatimusten merkitys konkretisoituu projektien ohjausmekanismeissa, kuten gate-malleissa, kustannuslaskelmissa ja laadun seurannassa, joiden avulla varmistetaan vaatimusten täyttyminen.

Design for X (DfX) nousee potentiaalisesti ratkaisuksi näihin haasteisiin. Sen avulla vaatimukset voidaan huomioida systemaattisemmin jo suunnitteluvaiheessa, mikä vähentää myöhempien muutosten tarvetta ja parantaa ennustettavuutta. Erityisesti joustavuuteen (DfF), turvallisuuteen (DfS) ja kustannuksiin (DfC) liittyvät lähestymistavat ovat relevantteja vetytalouden kontekstissa, jossa vaatimukset muuttuvat nopeasti ja ovat monilähteisiä. Näin DfX toimii käytännössä välineenä yhdistää vaatimustenhallinta ja tuotekehitys tehokkaammaksi kokonaisuudeksi.

## 6.2 Toimijoiden ja arvoketjun kannalta tärkeimmät vaatimukset

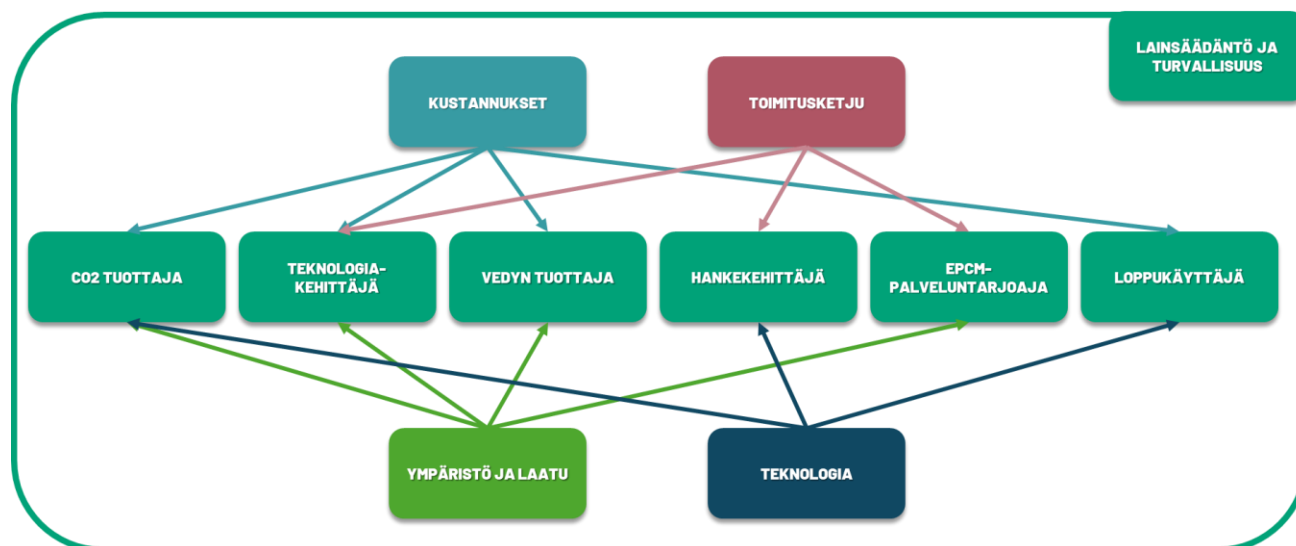
Tulosten perusteella vetytalouden toimijoiden kannalta keskeisimmät vaatimukset liittyvät lainsäädäntöön, turvallisuuteen, kustannuksiin, laatuun ja ympäristöön. Näistä erityisesti lainsäädäntö korostuu koko arvoketjun läpileikkaavana tekijänä, sillä se määrittää toiminnan reunaehdot lupaprosessien, standardien ja viranomaisvaatimusten kautta. Samalla sääntelyn keskeneräisyys ja tulkinnanvaraisuus lisäävät epävarmuutta, mikä vaikeuttaa investointien suunnittelua ja projektien etenemistä.

Turvallisuus muodostaa toisen keskeisen vaatimuskokonaisuuden, joka liittyy suoraan vedyn fysikaalisiin ominaisuuksiin. Vaikka turvallisuus nähdään osin itsestäänselvytenä, se vaikuttaa merkittävästi teknologiaratkaisuihin, suunnitteluun ja operointiin koko arvoketjussa. Kustannuksiin liittyvät vaatimukset puolestaan korostuvat erityisesti investointien kannattavuuden ja kilpailukyvyn näkökulmasta. Edullisen sähkön saatavuus,

teknologian kustannustaso sekä tuotannon tehokkuus määrittävät pitkälti, mitkä hankkeet ovat toteuttamiskelpoisia.

Arvoketjun näkökulmasta keskeisiksi tekijöiksi nousevat kustannustehokkuuden lisäksi toimitusketjun toimivuus ja loppukäyttäjän vaatimukset. Toimitusketjun sujuvuus edellyttää luotettavaa logistiikkaa, aikataulujen hallintaa sekä avointa tiedonkulkua toimittajien välillä. Samalla loppukäyttäjän tarpeet ohjaavat koko arvoketjua, sillä kysyntä määrittää, millaisia tuotteita ja ratkaisuja kehitetään ja tuotetaan. Tämä korostaa erityisesti markkinalähtöisyyden merkitystä vetytalouden kehityksessä.

Lisäksi tuloksissa nousivat esiin laatuun, ympäristöön ja teknologiaan liittyvät vaatimukset, jotka vaikuttavat eri tavoin arvoketjun eri vaiheissa. Laatuvaatimukset liittyvät sekä sisäisiin standardeihin että asiakkaiden odotuksiin, kun taas ympäristövaatimukset näkyvät pääosin päästövähennystavoitteiden ja sääntelyn kautta. Teknologian suorituskyky ja kehittyneisyys puolestaan asettavat rajoitteita ja mahdollisuuksia koko arvoketjun toiminnalle. Kokonaisuutena vaatimukset ovat vahvasti toisiinsa kytkeytyneitä, ja niiden täyttäminen edellyttää eri toimijoiden välistä koordinoitua sekä yhteensopivia toimintatapoja. Olennaisimmat vaatimukset arvoketjun eri kohdissa on esitetty kuvassa 16.



Kuva 16 Toimijoiden ja arvoketjun vaatimukset

Tunnistettuihin vaatimuksiin voidaan vastata hyödyntämällä DfX -lähestymistapaa, joka toimii käytännön työkaluna vaatimusten huomioimisessa suunnittelun aikana. Tämä on erityisen tärkeää vetytaloudessa, jossa vaatimukset ovat monilähteisiä ja usein keskenään ristiriitaisia, esimerkiksi kustannusten ja turvallisuuden tai tehokkuuden ja ympäristövaikutusten välillä.

Eri DfX-näkökulmat tarjoavat keinoja vastata yksittäisiin vaatimuskokonaisuuksiin. Design for Safety (DfS) keskittyy riskien tunnistamiseen ja minimoimiseen jo suunnitteluvaiheessa, mikä on kriittistä vedyn kaltaisessa räjähdysherkässä ympäristössä. Design for Cost (DfC) puolestaan tähtää tuotteen tai järjestelmän elinkaarikustannusten optimointiin huomioimalla kustannukset suunnitteluratkaisuissa alusta alkaen. Design for Environment (DfE) keskittyy ympäristövaikutusten minimointiin koko elinkaaren aikana esimerkiksi päästöjen, energiankulutuksen ja materiaalivalintojen kautta. Design for Supply Chain (DfSC) tarkastelee tuotteen suunnittelua toimitusketjun näkökulmasta varmistaen, että valmistus, logistiikka ja toimitukset voidaan toteuttaa tehokkaasti ja luotettavasti. Lisäksi Design for Flexibility (DfF) mahdollistaa tuotteiden ja järjestelmien muokattavuuden muuttuvien vaatimusten mukaan, mikä on erityisen tärkeää vetytaloudessa, jossa sääntely ja markkinat kehittyvät nopeasti.

Näin DfX tukee vaatimustenhallintaa tarjoamalla rakenteellisen tavan käsitellä vaatimuksia suunnitteluprosessin eri vaiheissa ja varmistaa, että keskeiset vaatimukset huomioidaan johdonmukaisesti koko arvoketjussa.

## 7 Tapaustutkimukset ja keskeiset menestystekijät

Vetytalouden kehitys on luonteeltaan globaalia, ja eri alueilla on käynnissä useita hankkeita sekä ekosysteemikehitystä, joista voidaan tunnistaa onnistumisen edellytyksiä ja keskeisiä haasteita. Tässä luvussa tarkastellaan kansainvälisiä esimerkkejä vetytalouden kehittämisestä sekä tunnistetaan tekijöitä, jotka tukevat alueellisten vetytalouden ekosysteemien muodostumista ja kasvua.

Benchmark-tutkimus toteutettiin tapaustutkimuksena analysoimalla kolmea eurooppalaista vetytalouden kehityskohdetta Hollannista, Norjasta ja Saksasta. Tapausten valinnassa painotettiin eri kehitysvaiheissa olevia alueita, mikä mahdollistaa erilaisten lähestymistapojen, rakenteiden ja toimintamallien vertailun.

Tapaustutkimuksia tarkastellaan kirjallisuuskatsauksen pohjalta muodostetun menestystekijäkehikon kautta. Kehikko sisältää keskeisiä vetytalouden ekosysteemien kehitykseen vaikuttavia tekijöitä, kuten rahoituksen, politiikkaympäristön, inhimillisen pääoman, resurssit, infrastruktuurin, hyväksynnän, yhteistyökumppanit sekä yliopistojen, teollisuuden ja julkisen sektorin roolit. Tarkastelun tavoitteena on tunnistaa sekä menestystekijöitä että kehityksen pullonkauloja, joita voidaan hyödyntää Pohjois-Pohjanmaan vetytalouden kehittämisessä.

### 7.1 Hydrogen Valley Groningen

Hydrogen Valley Groningen sijoittuu Pohjois-Hollantiin, jossa Euroopan unioni sekä paikalliset ja kansalliset toimijat ovat kehittäneet vedyn tuotantoon, varastointiin, jakeluun ja käyttöön perustuvaa kokonaisuutta. Hanke edustaa integroitua lähestymistapaa, jossa koko vetytalouden arvoketjua kehitetään samanaikaisesti. Alueella yhdistyvät tuotanto-, kuljetus- ja varastointiratkaisut sekä teollinen ja asuinkäyttö. Hydrogen Valley Groningen rakentuu useiden organisaatioiden yhteistyölle, ja sen tavoitteena on siirtyä fossiilisiin polttoaineisiin perustuvasta energiaympäristöstä vetypohjaiseen järjestelmään (Abdollahi ym., 2021).

Keskeisiä aloitteita ovat HEAVENN- ja NorthH2-projektit. NorthH2 keskittyy merituulivoiman hyödyntämiseen vihreän vedyn suurimittaisessa tuotannossa,

varastoinnissa ja kuljetuksessa. HEAVENN puolestaan pyrkii rakentamaan toimivan ja skaalautuvan vihreän vedyn arvoketjun sekä kehittämään vedyn kaupalliseen käyttöön soveltuvia liiketoimintamalleja.

Hollanti on tukenut vetytalouden kehitystä laajasti muokkaamalla toimintaympäristöään houkuttelevaksi vetytalouden investoinneille. Kehitystä edistetään muun muassa kansallisen kasvurahaston kautta, josta on ohjattu 838 miljoonaa euroa vihreän vedyn hankkeisiin, sekä tukemalla vedyn kaupallisen kysynnän syntymistä. Lisäksi Hollannissa on suunnitteilla sääntelytoimia, kuten teollisuuden velvoittaminen matalahiilisen vedyn käyttöön vuoteen 2026 mennessä sekä tavoite, jonka mukaan 50 % käytetystä vedystä tulisi olla uusiutuvaa vuoteen 2030 mennessä. (Stam ym., 2023).

Hankkeella on myös merkittäviä aluetaloudellisia vaikutuksia. NorthH2-projektin arvioidaan luovan jopa 15 000 henkilötyövuotta, mutta samanaikaisesti on tunnistettu osaamisvaje erityisesti korkean osaamistason tehtävissä, mikä korostaa koulutuksen ja osaamisen kehittämisen merkitystä vetytalouden skaalaamisessa. Lisäksi alueen yliopistoilla on keskeinen rooli ekosysteemin kehittämisessä: esimerkiksi Hydrogen Valley Campus Europe -aloite yhdistää tutkimuksen, koulutuksen ja yritystoiminnan, mahdollistaen osaamisen kehittämisen ja sidosryhmien välisen yhteistyön vahvistamisen.

Tapaus korostaa erityisesti vahvaa rahoitusta, kehittyneitä infrastruktuuria sekä laajaa yhteistyöverkostoa. Samalla se osoittaa, että vetytalouden kehitys edellyttää koko arvoketjun samanaikaista ja koordinoitua kehittämistä. Keskeiset tapaustutkimuksessa tunnistetut menestystekijät on esitetty taulukossa 5.

*Taulukko 5 Hydrogen Valley Groningen tapaustutkimuksessa havaitut menestystekijät*

Menestystekijä	Hydrogen Valley Groningen
<b>Rahoitus</b>	HEAVENN-projekti vastaanottanut rahoitusta EU:lta 20 miljoonan euron edestä. Rahoitusta on vastaanottanut useat projektiin osallistuvat eri yritykset.
<b>Politiikka</b>	Paikallishallinto asettanut säännöksiä, jotka pyrkivät takaamaan vedyn kysynnän alueella.
<b>Inhimillinen pääoma</b>	Koulutustaso aiheuttaa puutteita osaavista henkilöistä NorthH2 projektiin.

<b>Resurssit</b>	Merituulivoiman hyödyntäminen osana vihreän vedyn tuotantoa.
<b>Infrastruktuuri</b>	Olemassa oleva infrastruktuuri tukee hanketta ja oli kokeilun sijainnin valintaan vaikuttava tekijä.
<b>Yhteistyökumppanit</b>	NorthH2-projektissa laaja yhteistyö, jossa käytössä laajasti resursseja sekä aiempaa tietotaitoa. HEAVENN-projektin konsortio koostuu 31 yhteistyökumppanista, joiden tavoitteena luoda vihreän vedyn arvoketju.
<b>Yliopistot</b>	Alueen yliopiston koulutuksen taso maailmanlaajuisesti tunnustettu. HVCE (Hydrogen Valley Campus Europe) mahdollistaa innovaatioympäristön sekä vetytalouteen kouluttautumisen.
<b>Teollisuus</b>	HVCE mahdollistaa yhteistyön yliopistojen ja alan ammattilaisten kanssa teknologioiden luomiseksi ja kaupallistamiseksi.
<b>Julkinen sektori</b>	Hallitus on pyrkinyt varmistamaan vedyn kysyntää.

## 7.2 Hydrogen Hub Agder

Hydrogen Hub Agder on Etelä-Norjaan, Kristiansandin alueelle sijoittuva hanke, jonka tavoitteena on tuottaa vetyä erityisesti merenkulun tarpeisiin. Hanke on Greenstatin omistama, ja sen tuotannon on tarkoitus käynnistyä vuoteen 2026 mennessä.

Norjan valtion ENOVA-ohjelma rahoittaa hanketta 148 miljoonalla Norjan kruunulla (n. 13,4 miljoonaa euroa), minkä lisäksi hankkeessa on mukana laaja joukko julkisia ja yksityisiä toimijoita. Näihin kuuluvat muun muassa teollisuusyritykset, paikallishallinto ja satamatoimijat.

Agderin tapaus korostaa markkinalähtöisyyttä, sillä alueella on tunnistettu selkeä kysyntä merenkulun sektorilla. Samalla se kuitenkin havainnollistaa useita kehityshaasteita, kuten puutteellista sääntelyä, teknologian kehittymättömyyttä sekä sidosryhmien välisen koordinoinnin haasteita.

Tulokset osoittavat kuitenkin myös selkeän rakenteellisen haasteen: vedyn tuotannon ja kysynnän samanaikainen puute hidastaa markkinoiden kehittymistä. Laajamittaisen tuotannon puuttuminen estää investointeja loppukäyttöön, kuten vetykäyttöiseen merenkulkuun, mikä puolestaan hidastaa kysynnän muodostumista.

Lisäksi tapaus tuo esiin osaamiseen ja julkiseen hyväksyntään liittyviä kysymyksiä. Vaikka työvoima on motivoitunutta, osaamisen kehittämiseksi on edelleen tarvetta. Yleinen käsitys vetytaloudesta on osin epävarma ja julkinen hyväksyntä on osoittautunut herkäksi yksittäisille tapahtumille, mikä korostaa viestinnän ja luottamuksen rakentamisen merkitystä vetytalouden kehityksessä. Keskeiset tapaustutkimuksessa tunnistetut menestystekijät on esitetty taulukossa 6.

*Taulukko 6 Hydrogen Hub Agder tapaustutkimuksessa havaitut menestystekijät*

Menestystekijä	Hydrogen Hub Agder
<b>Rahoitus</b>	Norjan hallituksen tukiohjelma kestäväälle energialle, ENOVA, tukee hanketta 128 miljoonan kruunun summalla.
<b>Politiikka</b>	Puutteelliset säännökset, toimintamenetelmät ja turvallisuusstandardit.
<b>Inhimillinen pääoma</b>	Työntekijät motivoituneita työskentelemään vihreän siirtymän eteen.
<b>Resurssit</b>	Alueella paljon merenkulkua, joka luo kysyntää ja mahdollistaa vedyn viennin.
<b>Markkinat</b>	Hankkeella on markkinarako ja kysyntää tuotteelle. Markkinoiden yleinen taso alueella on kehitysvaiheessa. Akkukäyttöiset ratkaisut kilpailevat merenkäynnin markkinasta.
<b>Yhteistyökumppanit</b>	Hankkeella tukijoina yksityisiä yrityksiä, kunnallinen ja aluehallinto sekä julkinen satamalaitos. Sidosryhmien välinen koordinaatio on havaittu ongelmalliseksi.
<b>Yliopistot</b>	Yliopistojen tarjoamia koulutusohjelmia hyödynnetään osana vetytalouden skaalausta. Teknologian kehittyminen on havaittu puutteelliseksi alueella.
<b>Teollisuus</b>	Teknologian kehittyminen on havaittu puutteelliseksi alueella.

<b>Julkinen sektori</b>	Vetyalan toiminta nähdään hajanaisena sekä ongelmia on havaittu sidosryhmien välisessä toiminnassa.
<b>Hyväksyntä</b>	Julkinen käsitys vedynkäytöstä heikko. Alueella on yleinen epävarmuus vetyalaa kohtaan.

### 7.3 Hyland

HyLand on Saksan digitaali- ja liikenneministeriön (BMDV) vuonna 2019 käynnistämä ohjelma, jonka tavoitteena on edistää vetytalouden kehitystä eri puolilla Saksaa. Ohjelma kannustaa vetytalouteen liittyvien projektien suunnitteluun ja toteutukseen sekä pyrkii tunnistamaan ja tukemaan innovatiivisia ja lupaavia hankkeita. HyLand on osa Saksan kansallista innovaatio-ohjelmaa, jonka tavoitteena on vähentää hiilidioksidipäästöjä 55 prosenttia vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 1990 tasoon.

Ohjelma tukee alueellista kehitystä kolmen vaiheittaisen kokonaisuuden kautta: HyStarter, HyExperts ja HyPerformer. Näiden vaiheiden avulla alueita ohjataan systemaattisesti strategisesta suunnittelusta kohti konkreettista toteutusta ja infrastruktuurin rakentamista. HyStarter-vaiheessa keskitytään vetytalouden strategiseen kehittämiseen. Alueille tarjotaan tukea strategioiden laatimiseen sekä tiekarttojen (roadmap) rakentamiseen, joiden avulla vetytalouden kehitystä voidaan jäsentää ja suunnata pitkällä aikavälillä. HyExperts-vaiheessa painopiste siirtyy tarkempaan suunnitteluun ja toteutettavuuden arviointiin. Tässä vaiheessa tuetaan toteutettavuustutkimuksia sekä vedyn tuotantoon, jakeluun ja käyttöön liittyvien toimintamallien kehittämistä. HyPerformer-vaiheessa alueet saavat merkittävää taloudellista tukea vetytalouden infrastruktuurin rakentamiseen. Tämä sisältää investointeja vedyn tuotantoon, jakeluverkostoihin sekä esimerkiksi tankkausasemien kehittämiseen. Vaiheen tavoitteena on siirtyä suunnittelusta konkreettiseen toteutukseen ja skaalata vetytalouden ratkaisuja käytäntöön.

Tapauksen keskeisiä vahvuuksia ovat vahva poliittinen tuki, vaiheittainen ja systemaattinen lähestymistapa sekä merkittävät rahoitusinstrumentit. Samalla se tuo esiin markkinoihin liittyviä haasteita: vihreä vety ei ole vielä kustannuskilpailukykyinen fossiilisiin vaihtoehtoihin nähden.

Saksan vetytalouden kehityksessä korostuu myös merkittävä tuontiriippuvuus, sillä jopa 50–70 % vedyn kysynnästä on suunniteltu katettavan tuonnilla. Tämä korostaa kansainvälisen yhteistyön strategista merkitystä sekä vetymarkkinoiden globaalia luonnetta. Lisäksi tuotannon ja kysynnän alueellinen epätasapaino, tuotannon sijoittuminen Pohjois-Saksaan ja kysynnän keskittyminen teollisuusalueille, luo merkittävän tarpeen infrastruktuurin kehittämiseksi. Keskeiset tapaustutkimuksessa tunnistetut menestystekijät on esitetty taulukossa 7.

*Taulukko 7 Hyland tapaustutkimuksessa havaitut menestystekijät*

Menestystekijä	Hyland
<b>Rahoitus</b>	Investointien saamista vaikeuttaa heikko markkinatilanne. Valtio tarjoaa runsaasti rahoitusta useiden hankkeiden ja strategioiden kautta.
<b>Politiikka</b>	Lakeja muokattu ja tehty helpottamaan vetytalouden kehittymistä ja kilpailukykyä, mutta lait ovat vielä puutteellisia.
<b>Inhimillinen pääoma</b>	Osaajia uskotaan siirtyvän fossiilisten polttoaineiden aloilta vetytalouden alueille.
<b>Resurssit</b>	Pohjois-Saksassa käytössä tuuli- ja aurinkovoimaa vihreän vedyn tuotantoa varten.
<b>Infrastruktuuri</b>	Hallitus tarjoaa tukea infrastruktuurin rakentamiseen.
<b>Markkinat</b>	Vihreä vety ei pysty kilpailemaan hinnassa fossiilipohjaisen vedyn kanssa. Kysyntää löytyy alueella huomattavasti, iso osa kysynnästä suunnitellaan täyttämään ulkomaan tuonnilla.
<b>Yhteistyökumppanit</b>	Strategia on suunnitteilla kehittämään kansainvälistä yhteistyötä vihreän vedyn hankintaa varten.
<b>Yliopistot</b>	Vetytalouden tutkinto-ohjelmia tarjotaan useissa yliopistoissa.
<b>Julkinen sektori</b>	Hallitus pyrkinyt kehittämään vihreän vedyn kilpailukykyä.
<b>Hyväksyntä</b>	Tämänhetkinen kansan näkemys vetytaloudesta positiivinen. Saattaa heikentyä, kun projekteja aletaan toteuttamaan, sillä kansan tietoisuus vetytaloudesta on suppeaa.

## 7.4 Yhteenveto tapaustutkimuksista

Tapaustutkimukset osoittavat, että vetytalouden ekosysteemien kehitys perustuu useiden toisiinsa kytkeytyvien tekijöiden yhteisvaikutukseen. Keskeisiksi menestystekijöiksi nousevat rahoituksen saatavuus, infrastruktuuri, selkeä ja ennakoitava politiikkaympäristö sekä laaja yhteistyö eri toimijoiden välillä. Rahoitus toimii vetytalouden kehityksen keskeisenä mahdollistajana, ja sen puute voi muodostaa merkittävän pullonkaulan.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että vetytalouden kehitys edellyttää integroitua arvoketjunäkökulmaa, riittävää ja vaihteista rahoitusta, selkeää markkinaa, jonka ympärille toimintaa rakennetaan, osaamisen kehittämistä sekä toimivaa sidosryhmäkoordinaatiota. Tekijöistä keskeisin on kuitenkin johdonmukainen politiikka, joka luo suuntaa, ennustettavuutta ja kannustimia markkinoiden muodostumiselle.

Havaitut menestystekijät vastaavat pitkälti luvussa 3 tunnistettuja globaalien arvoketjujen atribuuttitekijöitä, kuten osaavaa työvoimaa, infrastruktuuria, resursseja, markkinoille pääsyä, innovaatiokyvykkyyttä ja politiikkatoimia.

Kokonaisuutena tarkasteltuna tapaustutkimukset vahvistavat näkemystä siitä, että vetytalouden kehitys on systeminen prosessi, joka edellyttää samanaikaisia ja koordinoituja toimia useilla tasoilla. Tulokset korostavat, että vetytalouden keskeiset haasteet liittyvät erityisesti markkinoiden muodostumiseen, infrastruktuurin kehittämiseen sekä sidosryhmien väliseen koordinaatioon, eivät niinkään yksittäisiin teknologisiin tekijöihin.

## 8 Yhteenveto

Tässä raportissa tarkasteltiin Pohjois-Pohjanmaan vetytalouden kehitysedellytyksiä arvoketjun, sidosryhmien ja vaatimustenhallinnan näkökulmista sekä tunnistettiin kansainvälisten esimerkkien kautta vetytalouden keskeisiä menestystekijöitä ja kehityshaasteita.

Vetytalouden arvoketju on moniulotteinen ja vahvasti integroitunut kokonaisuus, jossa eri vaiheet uusiutuvan energian tuotannosta vedyn loppukäyttöön kytkeytyvät tiiviisti toisiinsa. Hiilidioksidin hyödyntäminen laajentaa tätä kokonaisuutta entisestään osaksi kiertotaloutta ja mahdollistaa korkeamman lisäarvon tuotteiden kehittämisen. Kokonaisuutena vetytalouden kehitys edellyttää arvoketjun eri osien samanaikaista ja koordinoitua etenemistä.

Pohjois-Pohjanmaan tilannekuva-analyysi osoittaa, että alueella on vahvat edellytykset vetytalouden kehittämiseksi erityisesti uusiutuvan energian, osaavan työvoiman sekä tutkimus- ja innovaatiotoiminnan osalta. Samanaikaisesti arvoketju on vielä epätasapainossa: erityisesti infrastruktuuri, vedyn loppukäyttö ja markkinat ovat kehittymättömiä. Merkittävimmäksi yksittäiseksi haasteeksi nousee markkinoiden alikehittyneisyys, mikä heijastuu investointien epävarmuuteen ja hidastaa kehitystä. Samat haasteet nousevat esiin myös kansainvälisissä esimerkeissä, mikä korostaa niiden laajempaa roolia vetytalouden kehityksessä.

Kehitystoimien kohdentamisen osalta tulokset korostavat alueellisen ja kansallisen tason välistä työnjakoa. Alueellisella tasolla keskeisiä toimenpiteitä ovat markkinoiden kehittäminen, investointien esivalmistelun tukeminen sekä pilottihankkeiden edistäminen. Näiden toteuttaminen edellyttää riittävää ja systemaattisesti kohdennettua rahoitusta, jonka avulla voidaan rakentaa edellytyksiä vetytalouden ekosysteemin kehittymiselle. Kansallisella tasolla puolestaan korostuvat regulaation selkeyttäminen sekä investointeja tukevat kannustimet ja mekanismit.

Sidosryhmäkartoitus osoittaa, että vetytalouden sidosryhmäkenttä on laaja ja monitasoinen, eikä yksittäisellä toimijalla ole kattavaa kokonaiskuvaa sen rakenteesta. Sidosryhmien tarkastelu arvoketjun ja projektien linkaaren näkökulmista mahdollistaa

kokonaisvaltaisemman ymmärryksen toimijoiden rooleista ja keskinäisistä riippuvuuksista sekä tukee kehitystoimien suunnittelua ja ekosysteemin rakentamista.

Sidosryhmäanalyysin tulokset korostavat erityisesti vedyn tuottajan ja hankekehittäjän keskeistä asemaa vetytalouden arvoketjussa. Hankekehittäjien rooli näyttäytyy integraattorina, joka yhdistää eri toimijoita ja mahdollistaa hankkeiden etenemisen. Samanaikaisesti tulokset osoittavat, että toimijoiden näkemykset sidosryhmien merkittävyydestä vaihtelevat huomattavasti. Erityisesti loppukäyttäjien asema näyttäytyy etäisempänä, mikä korostaa markkinoiden kehittymättömyyttä. Lisäksi uuden teknologian kehittäjien rooli näyttäytyy toistaiseksi rajallisena, mikä liittyy toimijoiden varovaisuuteen ja koeteltujen teknologioiden suosimiseen. Tämä korostaa tarvetta teknologioiden kypsyttämiseksi rajatuissa käyttökohteissa ennen laajempaa markkinoille pääsyä, missä alueellisilla piloteilla ja kehityshankkeilla voi olla merkittävä rooli.

Vaatimustenhallinnan tarkastelu tuo esiin vetytalouden projektien monimutkaisuuden. Keskeiset vaatimukset liittyvät lainsäädäntöön, turvallisuuteen, kustannuksiin ja markkinoihin, ja ne ovat vahvasti toisiinsa kytkeytyneitä. Vaatimukseen liittyvä epävarmuus ja tiedon hajanaisuus muodostavat haasteita projektien etenemiselle.

Kansainvälinen benchmark-tutkimus osoittaa, että vetytalouden kehitys perustuu useiden toisiinsa kytkeytyvien tekijöiden yhteisvaikutukseen. Keskeisiä menestystekijöitä ovat integroitunut arvoketjunäkökulma, riittävä ja vaiheittainen rahoitus, selkeä markkinalähtö sekä osaamisen kehittäminen ja toimiva sidosryhmäkoordinaatio. Näiden lisäksi johdonmukainen politiikka, joka luo suuntaa, ennustettavuutta ja kannustimia, nousee keskeiseksi edellytykseksi markkinoiden muodostumiselle.

Kokonaisuutena tarkasteltuna vetytalouden kehitys Pohjois-Pohjanmaalla on vahvasti systeeminen haaste, jossa arvoketjun eri osat, sidosryhmät ja vaatimukset kytkeytyvät toisiinsa. Alueella on hyvät lähtökohdat kehittyä vetytalouden merkittäväksi toimijaksi, mutta kehitys edellyttää samanaikaisia ja koordinoituja toimia useilla tasoilla. Erityisesti markkinoiden kehittyminen, infrastruktuurin rakentuminen sekä toimijoiden välinen yhteistyö ja yhteinen tilannekuva ovat keskeisiä tekijöitä vetytalouden etenemiselle. Näiden lisäksi kansallisen ja Euroopan unionin tason päätöksenteolla on ratkaiseva rooli investointiympäristön muodostumisessa ja vetytalouden skaalautumisessa.

## 9 Lähteet

Aaltonen, K. & Kujala, J. (2016). Towards an improved understanding of project stakeholder landscapes. *International Journal of Project Management*, 34(8), 1537–1552. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.08.009>

Abdollahi, M., Hageman, S., Buckert, Z. & Heitkemper, J. (2021). The hydrogen valley. Saatavilla: <https://research.calicocat.nl/wp-content/uploads/2021/06/Website-version-hydrogen.pdf>

Acar, C. & Dincer, I. (2019). Review and evaluation of hydrogen production options for better environment. *Journal of Cleaner Production*, 218, 835–849. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.046>

Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3, 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>

Eicke, L. & De Blasio, N. (2022). Green hydrogen value chains in the industrial sector—geopolitical and market implications. *Energy Research & Social Science*, 93, 102847. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102847>

Europe's Largest Green Hydrogen Project: North2 (2020). *Energy Industry Review*. Saatavilla: <https://energyindustryreview.com/renewables/europes-largest-green-hydrogen-project-north2/>

Fottler, M. D., Blair, J. D., Whitehead, C. J. & Laus, M. D. (1989). Assessing key stakeholders: Who matters to hospitals and why? *Hospital & Health Services Administration*, 34(4), 525–546.

Greenstat (2024). Greenstat to start construction of Agder hydrogen facility in Norway. Saatavilla: <https://www.offshore-energy.biz/greenstat-to-start-construction-of-agder-hydrogen-facility-in-norway/>

Greenstat (ei pvm.). Hydrogen Hub Agder. Saatavilla: <https://greenstat.no/en/projects/hydrogen-hub-agder>

HEAVENN Project (ei pvm.). About HEAVENN. Saatavilla: <https://heavenn.org/about/>

Hood, C., Wiedemann, S., Fichtinger, S. & Pautz, U. (2008). Requirements management: The interface between requirements development and all other systems engineering processes. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-68476-3>

Hydrogen Cluster Finland (2021). A systemic view on the Finnish hydrogen economy today and in 2030 – our common playbook for the way forward. Saatavilla: <https://h2cluster.fi/wp-content/uploads/2021/09/H2Cluster-Whitepaper-09-2021.pdf>

HYLAND (ei pvm.). Hydrogen Regions in Germany. Saatavilla: <https://www.hy.land/en/>

International Energy Agency (IEA) (2024). Global hydrogen review 2024. Paris: IEA. Saatavilla: <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2024>

IRENA (2021). World energy transitions outlook: 1.5°C pathway. Abu Dhabi: IRENA. Saatavilla: <https://www.irena.org/publications/2021/March/World-Energy-Transitions-Outlook>

Kinnunen, T., Aapaoja, A. & Haapasalo, H. (2014). Analyzing internal stakeholders' salience in product development. *Technology and Investment*, 5. <http://dx.doi.org/10.4236/ti.2014.52011>

Laurikko, J., Ihonen, J., Kiviaho, J., Himanen, O., Weiss, R., Saarinen, V., Kärki, J. & Hurskainen, M. (2020). National hydrogen roadmap for Finland. Helsinki: VTT. Saatavilla: <https://cris.vtt.fi/en/publications/national-hydrogen-roadmap-for-finland>

Ma, H., Sun, Z., Xue, Z., Zhang, C. & Chen, Z. (2023). A systemic review of hydrogen supply chain in energy transition. *Frontiers in Energy*, 17(1), 102–122. <https://doi.org/10.1007/s11708-023-0861-0>

Mitchell, R. K., Agle, B. R. & Wood, D. J. (1997). Toward a theory of stakeholder identification and salience: Defining the principle of who and what really counts. *Academy of Management Review*, 22(4).

Mottonen, M., Mustonen, T., Harkonen, J., Belt, P. & Hyysalo, J. (2008). Design for eXcellence in high tech companies. Saatavilla: [https://www.researchgate.net/publication/274279787\\_Design\\_for\\_eXcellence\\_in\\_high\\_tech\\_companies](https://www.researchgate.net/publication/274279787_Design_for_eXcellence_in_high_tech_companies)

Robertson, J., Robertson, S. & Reed, A. (2025). Mastering the requirements process (4th ed.). Addison-Wesley. Saatavilla: [https://www.researchgate.net/profile/Ogbonnaya-Jr-37Akpara/publication/330811319\\_Requirements\\_Specification/links/5c549ab6a6fdccd65da65bf/Requirements-Specification.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ogbonnaya-Jr-37Akpara/publication/330811319_Requirements_Specification/links/5c549ab6a6fdccd65da65bf/Requirements-Specification.pdf)

Sivill, L., Bröckl, M., Semkin, N., Ruismäki, A., Pilpola, H., Laukkanen, O., Lehtinen, H., Takamäki, S., Vasara, P. & Patronen, J. (2022). Hydrogen economy – opportunities and limitations. Helsinki: Prime Minister’s Office. Saatavilla: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/164081>

Stam, S., Spijker, E., van den Broek, M. & Faaij, A. (2023). The Netherlands as a future hydrogen hub for Northwest Europe. Potsdam: Research Institute for Sustainability (RIFS). Saatavilla: [https://publications.rifspotsdam.de/rest/items/item\\_6002783\\_2/component/file\\_6002787/content](https://publications.rifspotsdam.de/rest/items/item_6002783_2/component/file_6002787/content)

Tampio, K. P., Haapasalo, H. & Ali, F. (2022). Stakeholder analysis and landscape in a hospital project – elements and implications for value creation. *International Journal of Managing Projects in Business*, 15(8), 48–76. <https://doi.org/10.1108/IJMPB-07-2021-0179>