

HELMIKUU 2026

LUT PTX-ARVOKETJU

Tiivistelmä selvityksestä

Rahoittaja
Työn rahoitti Etelä-Karjalan liitto.

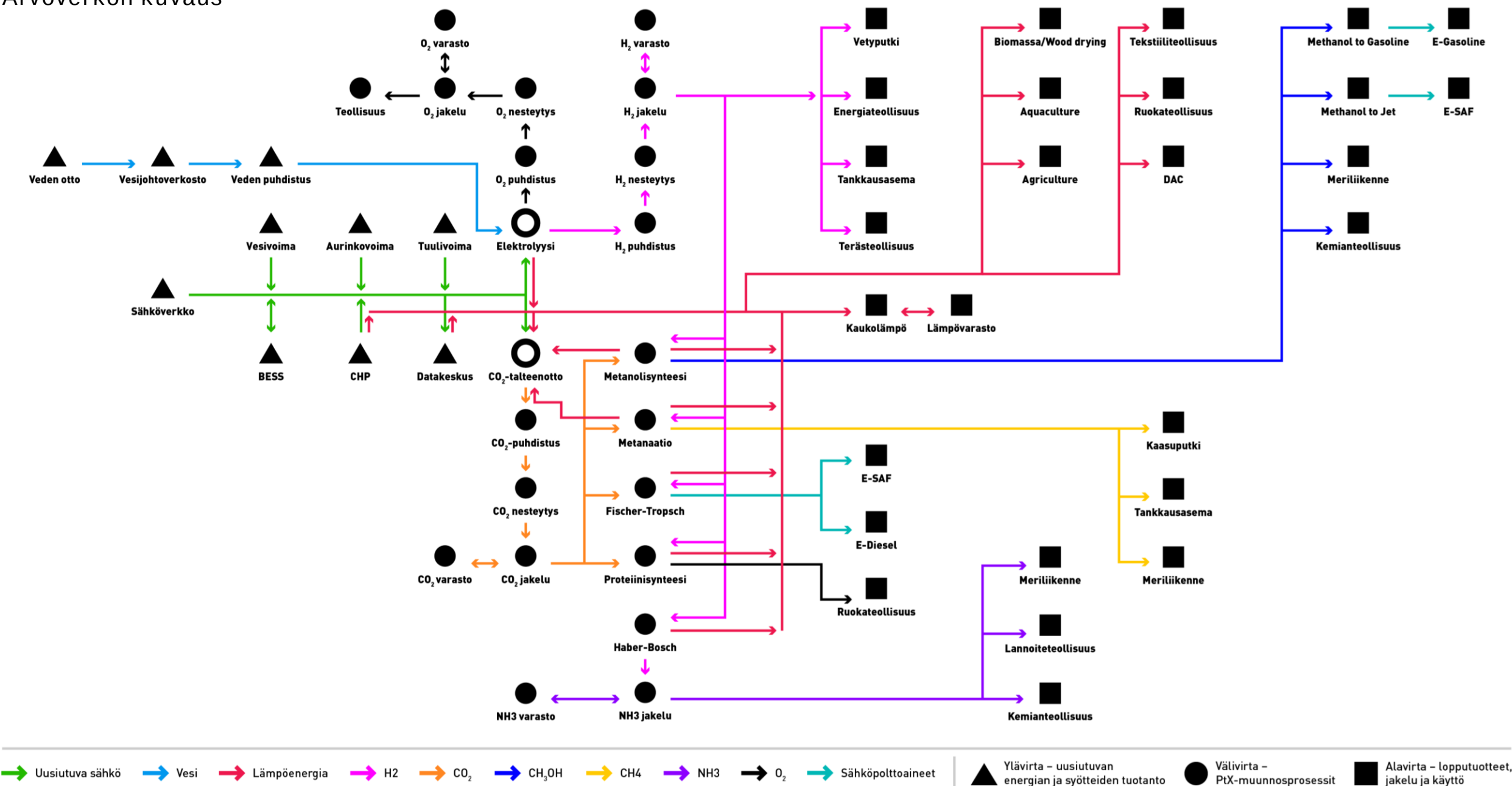
Selvityksen toteutus
Sitowise Oy:n työryhmä: Kasper Kokkonen,
Elina Leinonen, Tanja Oksa, Iida-Maria Seppä,
Titta Taavitsainen ja Marko Uutela



PTX-ARVOKETJUTYÖSTÄ

- » Tämä raportti on tiivistelmä alkuvuodesta 2026 valmistuneesta Etelä-Karjalan PtX-arvoketjun selvityksestä. Työssä analysoitiin konkreettisia lähtökohtia, rajoitteita ja mahdollisuuksia erilaiselle hiilidioksidiin ja vetyyn perustuvalla tuotannolla Etelä-Karjalassa huomioiden ja ennakoiden mahdollisuuksien mukaan talous, teknologiat, sääntely-ympäristö ja poliittiset aiheet.
 - » PtX (power-to-x) tarkoittaa tässä yhteydessä teknologioita, joilla sähkö muunnetaan eri tuotteiksi.
 - » Työssä keskityttiin erityisesti biogeeniseen hiilidioksidiin pohjautuviin e-polttoaineisiin, sillä Etelä-Karjalassa on merkittäviä hiilidioksidilähteitä ja kestävien polttoaineiden kysyntä kasvaa jo lähivuosina lakisääteisten velvoitteiden seurauksena. Vaikka tarkastelun pääpaino on volyymituotteissa, eli e-polttoaineissa, työssä ei suljeta pois myöskään pienemmässä mittakaavassa valmistettavia korkean jalostusarvon tuotteita.
 - » Analyysissä käydään läpi PtX-arvoketjun osia ja toimijoita, eri teknologioita sekä laajemman arvoverkon kehitysnäkymiä. Työn tuotokset perustuvat asiantuntijahaastatteluihin, kattavaan kirjallisuusanalyysiin ja asiantuntijatyöskentelyyn. Työssä esitetyt laskelmat ja arviot perustuvat valikoituihin numeerisiin lähtötietoihin eri hankkeista sekä yleisesti käytettyihin ajantasaisiin kertoihin.
 - » Analyysin perusteella Etelä-Karjalassa on merkittäviä mahdollisuuksia PtX-arvoketjussa paikallisen vahvuuden eli biogeenisen hiilidioksidin hyödyntämisessä. Keskeistä kehityksen käynnistymisen kannalta on löytää arvoketjun alullepanija, eli hankekehittäjä, sekä solmia pitkäaikaisia sopimuksia hiilidioksidin käytöstä. Arvoketjuun halutaan kytkeä mahdollisimman paljon paikallisia toimijoita, mikä vaatii panostuksia yhteistyön kehittämiseen.
- » Tämän tiivistelmän sivulla 3 on esitetty, mistä osista PtX-arvoverkko koostuu. Sivulla 4 voi tarkastella yritysten mahdollisuuksia kytkeytyä arvoketjuun. Sivulla 5 on esitetty Etelä-Karjalan PtX-ketjun SWOT-analyysi (strengths, weaknesses, opportunities, threats). Tiivistelmän lopussa on esitetty selvityksen keskeisiä johtopäätöksiä sekä suositukset PtX-ekosysteemin kehittämiseksi Etelä-Karjalassa.

Arvoverkon kuvaus



Arvoketju + yritykset

Teknologiatoimittajat

Vedyn tuotanto /
elektrolyysi

**Alkalinen
elektrolyysi AEL**
German Sunfire GmbH
Thyssenkrupp Nucera
HyGear
Green Hydrogen
Systems
HydrogenPro
Enapter
LONGi Hydrogen
Technology Co., Ltd.
Hygreen energy
McPhy
PEM-elektrolyysi
Nel Hydrogen
ITM Power
Plug Power
Elogen
Giner Inc
Ohmium
Siemens Energy
Quest One
**Solid Oxide Electrolysis
Cell SOEC**
Bloom Energy Corporation
Convion Oy
Topsoe
Elcogen Oy
C02- talteenotto
Soleltair Power
**Fyysiset (Selexol,
Rectisol)**

**Adsorptio (PSA/VSA)
(Pre-combustion)**
Membranit
Amine (MEA)
Andritz
Air Liquide Engineering
& constructions
Aker Solutions
Ionada
Kanfa
Mitsubishi Heavy Industries
Shell CanSolv Co2
GE Vernova
**Hot Potassium Carbonate
HPC**
Sumitomo SHI FW
Capsol Technologies
Ammoniakkipohjaiset CAP
Solid sorbent
Svante
Absorptio
**Cryogenic separation
(Post-combustion,
fysikaalinen)**
Air Liquide Engineering &
constructions
(Post-combustion, muut)
Water scrubbing
Carbon ReUse
Oxy+
Sumitomo SHI FW

N2-talteenotto

Biomassan
kaasutus

HYCO 1
Clariant
XyloGas Oy
Q Power Oy
Sumitomo SHI FW
Valmet
Thyssenkrupp
Andritz

C02-käsittely
ja kuljetus

**Puristus (superkriittinen)
putkikuljetukseen**
**Nesteytys (cryogenic)
laivakuljetukseen
ja varastointiin**

Konversio-
teknologiat

Metanaatio
Q Power Oy
Everllence
Electrochaea GmbH
Etyleeni
Giner inc
**C02 -> Metanoli
(Cu/ZnO katalyytti)**
Andritz
Carbon Recycling
International
Topsoe

Everllence
Icodos
Clariant
Air Liquide Engineering &
constructions
Johnson Matthey
**Syngas -> methanol
(RWGS/CPOX)**
Sumitomo SHI FW
Topsoe
HYCO 1
Clariant
Air Liquide
Engineering & constructions
Mitsubishi Gas
Chemical
Methanol to gasoline MTG
ExxonMobil
Topsoe
MT0-M06D
Fischer-Tropsch
Syngas -> Methane
Q Power Oy
E-SAF
Topsoe
Everllence
Shell
Johnson Matthey

Axens group
E-ammoniakki
Topsoe
Andritz

Uusiutuva
energiantuotanto

Tukiteknologiat

Kuljetuskalusto-
valmistajat

Veden käsittely

Terästeollisuus

Päästötön
sähkö

Aurinkovoima
Ruokolahden
Aurinkovoima Oy
Mäen Aurinko Oy
Ilmatar Energy Oy

Vesivoima

Tuulivoima

Sähköverkot

BESS

Syötteiden
tuotanto ja
valmistelu

Vesi
Vedenpuhdistus
Pumppaamo
Vedenottamo
Vesilaitos
Imatran Vesi
Lappeenrannan
Energia Oy
Rautjärven Vesi

Hiilidioksidi

Stora Enson
Imatran tehtaat
UPM Kaukaan tehtaat
Metsä Fibre Joutseno
Finnsementti Oy
Lappeenrannan Energia
Etelä-Karjalan
Jätehuolto Oy
Metsä Board Simpele
Imatran Lämpö Oy
Adven Oy
Oy Linde Gas Ab

Typpi

Vety

Elektrolyysi

Konversio

Vety
Paineistettu
Nesteytetty

Metaani

Paineistettu
Nesteytetty
Freija AS Imatra

Metanoli

Ammoniakki

Vedyn kantajana
Raaka-aineena

E-SAF

Kaukolämpö

Imatran Lämpö Oy
Kaukaan Voima Oy
Lappeenrannan
Energia Oy
Simpeleen Lämpö Oy
Metsä Board Simpele

Varastointi

Paineistus

Nesteytys

H2 liquid storage

H2 gaseous
storage

C02 liquid
storage

Jakelu

Vetyputki

Gasgrid

Kaasuputki

Gasgrid

Autokuljetus

Kiitosimeon Oy
Freja Finland Oy
Kuljetusliike
Ilkka Huttunen Oy

Rautatie

VR Transpoint

Laiva

LH2 Ship tube tanker
LC02 Gas tanker

Tankkausasemat

P2X
Vireon
H2 Mobility
Hydac Oy

Satamabunkkeri

Loppukäyttö

Terästeollisuus

Ovako

Lannoite-
teollisuus

Yara

Kemian-
teollisuus

Kemira

Energia-
teollisuus

Elintarvike-
teollisuus

Solar Foods Oy

TKI/
tukipalvelut

Tuotannon
optimointi

Neovolt Oy

Tutkimus-
ja koulutus

Lappeenrannan
teknillinen yliopisto
LAB
Saimaan ammattiopisto,
Sampo

Alueen
elinkeino-
toimijat

Business Lappeenranta
Business Imatra Region

Suomessa sijaitseva tai toimiva yritys/organisaatio

Etelä-Karjalassa sijaitseva tai toimiva yritys/organisaatio

Strengths Vahvuudet

- ## Weaknesses Heikkoudet

- ## Opportunities Mahdollisuudet

- # Threats

- Sähkön saatavuus voi vaarantua suurten vetytalous- tai datakeskushankkeiden toteutumisen kautta, mikä voi aiheuttaa myös sähkön hinnan nousua.
- Biogeenisen hiilidioksidin talteenoton, markkinoiden sekä jakelun suhteen on suuria haasteita ja epävarmuuksia ratkaistavaksi.
- Mikäli uusiutuvan sähkön saatavuus ja hinta muodostuvat pullonkaulaksi ja rajoittavat vedyn tuotantoa, metsäteollisuus voi ohjata bioperäisen hiilidioksidipäästönsä varastointiin tai Euroopan markkinoille.
- Investorit voivat painottaa itärajan geopoliittista riskiä, mikä voi viivästyttää tai aiheuttaa kielteisiä investointipäätöksiä.
- Hiilidioksidin varastointi ja kuljetus on helpompaa ja edullisempaa kuin vedyn. Tämä muodostaa pitkällä tähtäimellä uhan Etelä-Karjalan hiilidioksidipäästön kuljettamisesta muualle jalostettavaksi.
- Uhka metsäteollisuuden tuotantolaitosten sulkemisista voi merkittävästi vaikuttaa investointipäätöksiin Etelä-Karjalassa.
- Isojen hankkeiden toimittajat tuovat alihankkijat alueen ulkopuolelta.



JOHTOPÄÄTÖKSIÄ 1/2

- » PtX-investointien käynnistyminen ja skaalautuminen Etelä-Karjalassa edellyttää useiden tekijöiden toteutumista samanaikaisesti:
 - » Varmistunut markkina PtX-lopputuotteille
 - » Uusiutuvan sähkön saatavuus sekä riittävän alhainen hinta
 - » Paikallinen vedyn ja biogeenisen hiilidioksidin saatavuus
 - » Riittävä infrastruktuuri energian, hiilidioksidin, vedyn ja lopputuotteiden varastointiin sekä kuljetukseen
 - » Vakaa ja ennustettava regulaatio sekä tukipolitiikka
- » Biogeenisen hiilidioksidin saatavuus on PtX-arvoketjulle ensiarvoisen tärkeää. Etelä-Karjalan pienet pistelähteet riittävät käytännössä vain pilotointimittakaavaan, kun taas metsäteollisuuden biogeeniset hiilidioksidipäästöt ovat niin suuria, että jo yhden laitoksen päästövirrasta riittäisi usean PtX-investoinnin tarpeisiin. Koska alueella on samanaikaisesti käytettävissä sähköä ja investoinneille soveltuvaa tilaa sekä suunnitelmia hankkeille, nousee hiilidioksidin talteenoton toteutuminen metsäteollisuuden yhteydessä koko arvoketjun kriittisimmäksi tekijäksi.
- » Etelä-Karjalan PtX-arvoketjun skaalautuvuus riippuu sähkönsiirron vahvistamisesta (400 kV linja) ja uusiutuvan sähkön tuotannon kasvusta (→ 1,5 GW). Lappeenranta–Imatra-välin siirtokyvyn nosto 400 kV tasolle on edellytys suurille investoinneille, ja mahdolliset datakeskushankkeet lisäävät kilpailua liityntätehosta. Alueen aurinkovoimapotentialiaa on mahdollista kasvattaa merkittävästi, mutta tuulivoimainvestointien toteutuminen riippuu maanpuolustuksellisten haasteiden ratkaisujen mallista sekä aikataulusta.



JOHTOPÄÄTÖKSIÄ 2/2

- » Laaditun E-metanolin arvoketjun esimerkkilaskelman mukaisesti erityisesti elektrolyysin sähkönkulutus ja sähkön hinta muodostavat merkittävämmän osuuden kokonaiskustannuksista. Kustannuksia voisi olla mahdollista alentaa jonkin verran hyödyntämällä prosessissa syntynyttä hukkalämpöä joko osana tuotantoketjua tai kaukolämpöverkossa. Tuotannon taloudellinen kannattavuus ja investointiriskin minimoiminen vaatii matalan sähkön hinnan lisäksi riittäviä CAPEX- ja OPEX-tukimekanismeja, sillä tuotantolaitokset ovat uniikkeja toimituksia eivätkä toimitusketjut ole vielä vakiintuneet.
- » Hiilidioksidipohjaisille tuotteille ja uusiutuvaan sähköön perustuvalle vedylle on kasvavaa kysyntää sekä Suomessa että kansainvälisesti. Etelä-Karjalan PtX-ekosysteemiin tarvitaan sekä suuria ankkurihankkeita että pienempiä korkean jalostusarvon investointeja. Suuria hankkeita suunnittelevat esimerkiksi Norsk E-Fuel ja Freija AS Imatralla, kun taas Solar Foods on tuomassa alueelle pienemmän mittakaavan, mutta korkean lisäarvon tuotantoa. Talteenotetun hiilidioksidin vuotuinen volyymi voi olla useita satoja tuhansia tonneja, jolloin logistiset ratkaisut nousevat merkittäviksi tekijöiksi toimitusvarmuuden sekä kustannusten kautta. Maantiekuljetuksilla on mahdollista säästää investointikustannuksissa sekä saavuttaa joustavuutta, mikäli hiilidioksidia toimitettaisiin eri alueille. Volyymien kasvaessa hiilidioksidiputken rakentaminen nousee kannattavimmaksi vaihtoehdoksi.
- » Suurimmat haasteet Etelä-Karjalan PtX-arvoketjussa liittyvät hankekehittäjän löytämiseen, hiilidioksidin käytön sopimukseen, uusiutuvan sähkön rajoitteisiin, logistiikan kehittämistarpeisiin sekä teknologiatoimittajien vähäisyyteen. Pitkän aikavälin riskejä muodostavat erityisesti metsäteollisuuden rakennemuutokset ja geopolitiittiset epävarmuudet, jotka voivat vaikuttaa hiilidioksidin saatavuuteen ja investointien riskitasoon.
- » Parhaimmillaan Etelä-Karjalan yrityksille avautuu globaaleja liiketoimintamahdollisuuksia PtX-investointien toimitusketjuissa. Siksi on suositeltavaa kartoittaa maakunnan kasvuhaluiset ja kasvuun kykenevät alihankintayritykset sekä tunnistaa niiden PtX-arvoketjuun sopivat palvelut, teknologiat, tuotteet ja innovaatiopotentiaali. Samanaikaisesti on tärkeää tunnistaa asiakaspotentiaalia omaavat hankeyhtiöt sekä EPC-, EPCM- ja OES-toimittajat ja selvittää niiden tarpeet. Näiden markkinaosapuolien kohtaaminen on varmistettava luomalla alustoja fyysiselle ja digitaaliselle kohtaamiselle.

SUOSITUKSET

1

Tuetaan paikallisia erikokoisia PtX-hankkeita, jotta Etelä-Karjalan sähkö- ja hiilidioksidiresurssit voidaan jalostaa alueella mahdollisimman pitkälle ja maksimoida aluetaloudelliset hyödyt.

2

Edistetään metsäteollisuuden biogeenisen hiilidioksidin talteenottoa ja kehitetään alueellinen hankekonsepti ja liiketoimintamalli sekä vahvistetaan toimijoiden välistä yhteistyötä, jotta metsäteollisuuden yhteyteen sijoittuva talteenotto etenee toteutukseen ja suurten PtX-hankkeiden hiilidioksidin saatavuus voidaan turvata Etelä-Karjalassa.

3

Luodaan selkeät kriteerit Etelä-Karjalaan sijoittumista harkitsevien yritysten ja hankkeiden arviointiin, jotta niiden toteuttamiskelpoisuus, vaikuttavuus ja taloudellinen kannattavuus voidaan vertailla ja resurssit kohdentaa parhaisiin hankkeisiin.

4

Kartoitetaan alueen PtX-kyvykäs alihankintaketju ja kohtautetaan sen toimijat hankeyhtiöihin ja EPC-, EPCM- ja OES-toimittajiin* kohdennettujen toimenpiteiden avulla, jotta Etelä-Karjalan yritykset voivat integroitua investointien globaaleihin toimitusketjuihin.

