

Energiamurros ja maankäytön ilmastovaikutusten arviointi Pohjois-Pohjanmaalla

# EMMI-hanke

Uusiutuvan energiatuotannon ja siihen kytkeytyvän vihreän vetytalouden mahdollisuudet ja maankäytön reunaehdot Pohjois-Pohjanmaalla



# Muutosluettelo

Versio:	Päiväys:	Muutoksen kuvaus	Laatinut	Lähtettänyt
1	28.11.2023	Raportin nykytilanne -osio työryhmälle	Sweco/Gaia	Pohjois-Pohjanmaan liitto
2	20.2.2023	Kommenteille kuntiin	Sweco/Gaia	Pohjois-Pohjanmaan liitto
3	28.3.2023	Viimeistelyä varten	Sweco/Gaia	Sweco
4	31.3.2023	Lopullinen raportti liitteineen	Sweco/Gaia	Sweco

**Projekti:** PPL\_uusiutuvan energiatuotannon mahdollisuudet  
**Työnumero:** 23703825  
**Asiakas:** Pohjois-Pohjanmaan Liitto  
**Päiväys:** 31.3.2023

## Sisältö

1.	Nykytilannekuvaus .....	6
1.1	Nykytilan ja tahtotilan yleiskuva.....	6
1.2	Kysely uusiutuvasta energiatuotannosta .....	6
1.3	Tuulivoimatuotannon nykytila ja näkymät.....	7
1.4	Sähkönsiirron nykytila .....	9
1.5	Aurinkovoiman nykytila.....	12
1.6	CHP-tuotanto ja muut energiahankkeet Pohjois-Pohjanmaalla.....	12
1.7	Raskas teollisuus.....	14
1.8	Raskas liikenne .....	16
1.9	Olemassa olevat vetyhankkeet.....	17
1.10	EU:n ja Suomen vihreän vedyn tavoitteet ja tulevaisuuden kuvat.....	18
2.	Vetytuotannon sijainninhajausmalli.....	20
2.1	Vetytuotannon prosessista ja sijaintivaatimuksista .....	20
2.2	Paikkatietopohjaisen mallin periaatteet .....	25
2.3	Poissulku- ja edullisuusvyöhykeanalyysi Pohjois-Pohjanmaalla.....	26
2.4	Sijainninhajauksen strategiakartta .....	30
2.5	Vetytalouden mahdollisuudet Pohjois-Pohjanmaan kunnissa .....	31
3.	Vetytalouden potentiaaliset alueet.....	43
3.1	Esimerkkejä vetytuotantoalueista.....	43
3.2	Vetytuotannon esimerkkialueiden kohdekuvaukset.....	44
3.3	Vetytalouden potentiaali Pohjois-Pohjanmaalla .....	52
4.	Aurinkoenergian sijainninhajaus .....	53
4.1	Aurinkoenergian tuotantolaitoksen maankäytön rajoitukset .....	53
4.2	Aurinkoenergian potentiaali Pohjois-Pohjanmaalla .....	55
5.	Bioenergiashankkeet.....	56
5.1	Tulevaisuuden näkymät.....	56
	Lopuksi.....	57
	Liite 1 ja liite 2	

# Johdanto

Ilmastonmuutos ja siihen kytkeytyvät luonnon monimuotoisuus ja luonnonvarojen käyttö ovat vahvoja teemoja kansainvälisessä ja valtakunnallisessa päätöksenteossa. EU tavoittelee hiilineutraalisuutta ennen vuotta 2050 ja Suomen hiilineutraalisuustavoite on asetettu vuodelle 2035. Pohjois-Pohjanmaa on osaltaan tukemassa näitä tavoitteita.

Maankäytön ratkaisut ovat keskiössä pitkän aikavälin toimenpiteissä. Ennakoivalla ja harkitulla maankäytön suunnittelulla varmistetaan laajasti vihreä siirtymä, bio- ja kiertotalouden ja uusiutuvan energiantuotannon toimintaedellytykset sekä vaikutetaan merkittävästi kasvihuonekaasupäästöjen vähenemiseen kaikilla päästösektoreilla.

Ilmastonmuutoksen hillinnän kannalta energia on keskeinen alueidenkäytöllinen kysymys, johon sisältyy energiantuotanto, siirtoon ja kulutukseen liittyvä maakuntatason alueidenkäytön yleispiirteinen ohjaus. Energiamurrokseen vastaaminen on yksi suurimmista haasteista maailmanlaajuisesti, mutta myös alueellisesti. Tilastokeskuksen tietojen mukaan Pohjois-Pohjanmaan kasvihuonekaasupäästöistä vuonna 2020 yli 70 % aiheutui energian, teollisuusprosessien sekä tuotteiden käytön päästöistä. Pohjois-Pohjanmaa on vahvasti mukana energiamurroksessa siirryttäessä fossiilisista energialähteistä uusiutuviin energiamuotoihin. Tämä edellyttää uusia energian tuottamisen, varastoinnin ja siirron ratkaisuja sekä älykkäitä energijärjestelmiä ja energiatehokkuutta. Uusiutuvan energiantuotannon edistäminen on edellytys, ja samalla suuri mahdollisuus, maakunnan elinvoiman vahvistamiselle, elinkeinorakenteen uudistumiselle ja monipuolistumiselle.

Tällä hetkellä uusiutuvien (vesi- ja tuulivoima sekä biomassat) osuus sähköntuotannossa Pohjois-Pohjanmaalla on noin 80 %. Vuonna 2021 maakunnassa tuotettiin 2 939 GWh tuulivoimasähköä, mikä on noin 40 % koko maan tuulivoimasta.

Vetytalouden valtava potentiaali on tunnustettu kansallisella ja kansainvälisellä tasolla, käynnissä on eri tasoisia selvitys- ja toteutushankkeita. Puhtaasti tuotetun vihreän vedyn käyttö on tulevaisuudessa Suomessa ja maailmalla suuressa roolissa hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä. Vetyä käytetään pääasiassa kemianteollisuudessa ammoniakkin ja metanolin tuotannossa sekä öljynjalostuksessa. Tällä hetkellä yli 99 % käytetystä vedystä tuotetaan fossiilisia polttoaineita reformoimalla, mikä tuottaa hiilidioksidipäästöjä. Vedyllä on tärkeä rooli, kun kemianteollisuuden prosessit muuttuvat vähähiiliseksi.

Vety on kemianteollisuuden raaka-aine, mutta se myös tarjoaa vaihtoehdon energian varastointiin (Power-to-X). Optimistisimpien ennusteiden mukaan maailman energiantarpeesta jopa neljännes voitaisiin kattaa tulevaisuudessa vetyyn perustuvalla tuotannolla. Varastoitavissa oleva vety voi auttaa tasaamaan energiantuotannon ja -kulutuksen vaihteluja mahdollistaen siten hiilidioksidivapaan sähköenergian (kuten aurinko-, tuuli- ja vesivoima) lisäämisen tulevaisuuden energijärjestelmissä. Vedyn tuotannossa vapautuu sivutuotteena lämpöä, jonka hyödyntäminen voi tarjota mahdollisuuksia esimerkiksi kaukolämpönä. Siirtymä vihreään vetyyn tapahtuu uusiutuvan energian avulla.

Jotta käynnissä olevaan energiamurrokseen voidaan vastata, on tärkeää selvittää tuulivoiman ja laajemmin muun uusiutuvan energiantuotannon hyödyntämismahdollisuudet Pohjois-Pohjanmaalla.

Pohjois-Pohjanmaan liiton Energiamurros ja maankäytön ilmastovaikutusten arviointi Pohjois-Pohjanmaalla (EMMI) -hanke selvittää uusiutuvan energiantuotannon ja siihen kytkeytyvän vihreän vetytalouden mahdollisuuksia ja maankäytön reunaehdoja Pohjois-Pohjanmaalla.

Tämä selvitys osa EMMI-hanketta, ja tuottaa tausta-aineistoa vireillä olevaan Pohjois-Pohjanmaan energia- ja ilmastovaihemaaakuntakaavaan, sekä tukee osaltaan siihen liittyvää päätöksentekoa. Vaihemaaakuntakaavaprosessi on vuonna 2023 ehdotusvaiheessa, kaavan hyväksyntäkäsittelyn tavoite on vuoden 2024 aikana.

Maankäyttö- ja rakennuslaki ei edellytä maakuntakaavavarausta, jotta vetytaloutta voidaan tarkastella kuntakaavoituksessa. Kaasuputkiston mahdollinen sijainti voidaan mahdollisesti huomioida maakuntakaavoituksessa yhteystarvemerkintänä, mutta putkiston rakentuminen edellyttää yksityiskohtaisempia selvityksiä ja vaikutusten arviointia.

Selvityksen yksi oleellinen osa on kuntien tavoitteiden ja suunnitelmien kartoittaminen uusiutuvan energiantuotannon kehittämisestä, ja mahdollisesti siihen kytkeytyvän vihreän vedyn tuotannon mahdollisuuksista. Kyselyn perusteella Pohjois-Pohjanmaan kunnilla ja toimijoilla on kiinnostusta selvittää ja hyödyntää tulevia mahdollisuuksia.

Selvityksen alkuun on koottu nykyiset vetyteollisuuden eri näkökulmat ja prosessit tiiviisti. Tässä selvityksessä keskitytään uusiutuvalla energialla tuotettuun vihreään vetyyn.

Raportissa käydään yleisellä tasolla läpi Pohjois-Pohjanmaan kuntien nykytilanne ja potentiaali, minkä lisäksi nostetaan esimerkkejä potentiaalisista sijaintipaikoista Pohjois-Pohjanmaalla. Sijaintitarkastelujen pohjana on poisraaavien tekijöiden lisäksi sijaintia puoltavat tekijät eli eri tyyppisen vetytalouden reunaehdot ja edellytykset alueella. Kuntien ja esimerkkikohteiden myötä käydään läpi reunaehtoja vihreän vedyn tuotannolle eri kokoluokissa. Tässä yhteydessä on huomioitava, että tarkastelut ovat yleispiirteisiä, eikä selvityksessä ole tehty yksityiskohtaista vaikutusten arviointia.

Hankkeen yhteenvedossa tuodaan esille asioita, joista on tällä hetkellä tiedossa tarve tai tavoitetila, mutta jotka vaativat jatkoselvityksiä.

Työn tuloksena syntyy maakunnallisen tarkastelun tasoinen yleispiirteinen teemakartta vetypotentiaalista, tarkempi kohdekuvaus seitsemästä erilaisesta potentiaalisesta alueesta, sekä sijainninhajausmalli vetyGIS, jotka esitetään tässä kirjallisessa raportissa. Lisäksi selvityksessä käydään läpi aurinkoenergian sijoittumisen reunaehtoja maankäytön suunnittelussa.

Lopputuloksena on kokonaisvaltainen tarkastelu vihreän vedyn tuotanto-alueiden sijoittamisesta maakunnan alueelle mm. teknistaloudellisesta ja maankäytöllisestä näkökulmasta.

EMMI-hanke sai rahoituksen Alueiden kestävän kasvun ja elinvoiman tukemisen määrärahasta (AKKE). Hankkeen pääkohderyhmänä ovat Pohjois-Pohjanmaan kunnat ja maankäytön suunnittelu. Tämä selvitystyö alkoi syyskuussa 2022 ja valmistui maaliskuussa 2023. Työn asiantuntijakonsulttina toimi Sweco Finland Oy ja tytäryrityksensä Gaia Oy. Työtä tehtiin tiiviissä yhteistyössä Pohjois-Pohjanmaan liiton maankäytön asiantuntijoiden kanssa.

Kiitämme työn sparrausryhmää ja sidosryhmiä aktiivisesta keskustelusta ja vaikuttamisesta työn lopputulokseen!

Tällä selvitystyöllä olemme etukenossa varmistamassa maakunnan toimintaympäristön mahdollisuuksia kehittyä. Maankäytön ratkaisut eivät ole vähäisimmästä päästä, kun vetytalouden investointien sijoituspaikkoja lyödään lukkoon.

Työn aikana on huomattu, että paljon on vielä emmittävää, eikä tälläkään selvityksellä maailma valmiiksi tule. Tämä raportti on tehty keväällä 2023 tilanteessa, jossa moni tähän aihepiiriin liittyvä asia on kesken ja epävarmaa. **Raporttia toivotaan luettavan tästä näkökulmasta.** Toivomme, että selvitys valmistuessaan toimii hyvänä pohjana ja edelleen inspiroijana jatkoon.

Työhön ovat osallistuneet seuraavat asiantuntijat:

**Swecon ja Gaian työryhmä:** Tapio Tuuttila, Johanna Lehto, Markku Nikula, Lauri Nyrhilä ja Ville Kirjonen.

**Pohjois-Pohjanmaan liiton tiimi:** Ritva Isomäki (projektipäällikkö), Mari Kuukasjärvi, Rauno Malinen, Erika Kylmänen, Sari Pulkka, Ilpo Tapaninen ja Markus Erkkilä.

**Sparrausryhmä:** Timo Fabritius (Oulun yliopisto, prosessimetallurgian professori), Markku Kempainen (Raahen seudun kehitys, ohjelmajohtaja), Matti Konttinen (Oulun kaupunki, yleiskaavoitus), Harri Leppänen (SSAB, ympäristö- ja turvallisuusjohtaja), Katri Luoma-aho (BusinessOulu, projektipäällikkö) ja Janne Hietaniemi (BusinessOulu, asiakkuuspäällikkö), Anne Sormunen (Utajärvi, kunnanjohtaja), Antti Majava (Käännekohta t&k Oy, toimitusjohtaja) ja Satu Pitkäaho (Oulun yliopisto, projektikoordinaattori, ympäristötekniikan dosentti).

# 1. Nykytilannekuvaus

## 1.1 Nykytilan ja tahtotilan yleiskuva

Pohjois-Pohjanmaa on mukana energiamurroksessa, joka edellyttää uusia energian tuottamisen, varastoinnin ja siirron ratkaisuja. Pohjois-Pohjanmaalla kehitetään pitkällä aikajänteellä uusiutuvan energian tuotantoa, sillä ilmastonmuutoksen hillinnän ja siihen sopeutumisen kannalta energia on keskeinen kysymys.

Pohjois-Pohjanmaan lämpö- sekä sähköenergian tuotanto perustuu paikallisiin primäärienergian lähteisiin: puubiomassaan, turpeeseen, vesivoimaan, metsäteollisuuden sivuvirtojen energiakäyttöön sekä kasvavissa määrin tuulivoimaan. Vuonna 2020 maakunnassa tuotettiin 8 464 GWh sähköä, josta vesi- ja tuulivoimalla noin 83 %. Maakunnan oma sähkönkulutus oli 5 514 GWh eli 65 % tuotannosta. Kaukolämmön lämmön- ja sähköntuotannon (CHP) raaka-aineesta (3 703 GWh) metsäbiopolttoaineen osuus oli noin 27 %, teollisuuden puutähdde ja muut biomassat huomioiden osuus oli noin 50 %, ja turpeen osuus oli noin 40 % (Energiateollisuus ry).

Tuulivoimatuotannossa maakunta on edelläkävijä: vuonna 2021 Pohjois-Pohjanmaalla tuotettiin 2 939 GWh tuulivoimasähköä, mikä on noin 40 % koko maan tuulivoimasta. Pohjois-Pohjanmaan energia- ja ilmastovaihemaakuntakaavan luonnoksessa (21.6.2022) osoitettiin 73 tuulivoimaloiden uutta aluetta maalle (tv-1 ja tv-3) ja 6 aluetta merelle (tv-2). Pohjois-Pohjanmaan liiton TUULI-hankkeen selvityksen mukaan sähkönsiirto voi muodostua kriittiseksi haasteeksi osassa potentiaalisia tuulivoima-alueita.<sup>1,2 ja 3</sup>

<sup>1</sup> <https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/kehittaminen/maakuntakaava/ilmastomaakuntakaava/>

<sup>2</sup> TUULI -hanke, sijainninhajausmallin loppuraportti: <https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/kehittaminen/omat-hankeet/tuuli-hanke/>

Alueellisia toimia uusiutuvan energiantuotannon (kuten tuulivoima, aurinkovoima ja muut biomassat) edistämiseen ja energiatehokkuuden lisäämiseksi tarvitaan.

Energia on keskeinen alueidenkäytöllinen kysymys, johon sisältyy sekä energian tuotantoon että kulutukseen liittyvä alueidenkäytön yleispiirteinen ohjaus. Vihreän vedyntuotannon mahdollisuudet uusiutuvan energiantuotannon arvoketjussa on yksi tärkeä edistettävä kokonaisuus.

## 1.2 Kysely uusiutuvasta energiantuotannosta

Osana tätä selvitystä alueen kunnille ja seutukunnille suoritettiin kysely 'Kunnat ja uusiutuva energia – energiamurros'. Kyselyn avulla selvitettiin kuntien uusiutuvan energiantuotannon nykytilaa, käynnissä ja suunnitteilla olevia uusiutuvan energiantuotannon ja vetytalouden ympärille rakentuvia hankkeita, vetytalouden potentiaalia, sekä tahtotilaa näiden lisäämiselle kuntatasolla. Kyselyn tuloksia täydennettiin kirjallisuuslähteistä saadulla tiedolla. Kyselyyn vastasi 42 toimijaa 26 eri kunnan tai seutukunnan alueelta. Pohjois-Pohjanmaan alueella kuntia on kaikkiaan 30, joten kyselyyn vastasi yli 85 % kunnista.

Kuntakyselystä kävi ilmi, että noin kahdella kolmasosalla vastanneista kunnista on alueellaan kaukolämpöverkko, jonka keskeisenä energialähteenä toimii nykyisin erityisesti biomassa. Puolella vastanneista kunnista on tuulivoimahankkeita myös vaihemaakuntakaavaluonnoksen ulkopuolisilla alueilla, ja lähes kaikkien vastanneiden kuntien tavoitteena on saada

<sup>3</sup> Suomen tuulivoimayhdistys, tuulivoimatilastot, <https://tuulivoimayhdistys.fi/ajankohtaista/tilastot-2/tuulivoimatilastot-6-2022>

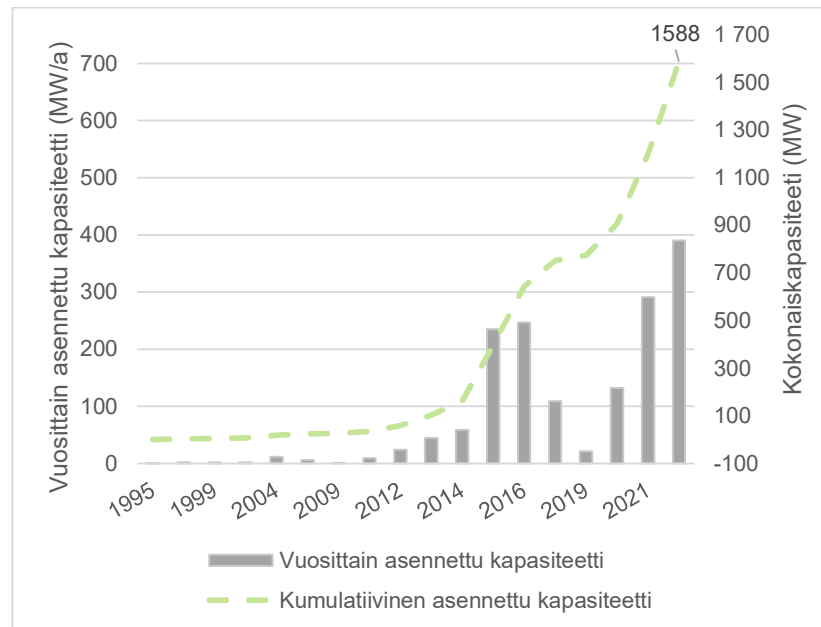
tuulivoimaa lisättyä myös luonnoksen ulkopuolisille alueille. Lähes kaikki vastanneet kunnat tavoittelevat myös aurinkoenergian tuotantoa alueelleen. Miltei kaikilla kunnilla on tavoitteena lisätä myös bioenergian tuotantoa nykyisestä tasosta.

Kyselystä kävi ilmi, että kuntatasolla vetyä potentiaalisesti hyödyntävää teollisuutta on tällä hetkellä vajaalla puolella vastanneista kunnista. Tämän lisäksi vetymarkkinalle nähdään paikallisesti potentiaalia erityisesti paikallisesti raskaassa liikenteessä, sekä energiavarastona. Myös metalli-, konepaja- ja puunjalostusteollisuus, terästehdas ja muut teollistuneet alueet nostetaan esille. Vetyä hyödyntävälle teollisuudelle nähdään yleisesti mahdollisuuksia sijoittua kuntakaavojen mukaisille teollisuusalueille, joiden laajennuksia ja lisäämistä on osassa kunnissa suunniteltu tai toteutettu.

Kyselyn tulokset on esitetty seuraavassa kunkin energiamuodon alla, sekä kyselyn kysymykset ja vastaukset graafimuodossa löytyvät liitteeltä 1.

### 1.3 Tuulivoimatuotannon nykytila ja näkymät

Pohjois-Pohjanmaa on Suomen suurin tuulivoimamaakunta: maakunnassa sijaitsee noin 40 % Suomen tuulivoiman tuotantokapasiteetista. Tuulivoimapuistoja maakunnassa on 40 kappaletta, voimaloita yhteensä 420 kappaletta ja vuonna 2022 Pohjois-Pohjanmaan kumulatiivinen kokonaiskapasiteetti on 1 588 MW (04/2022). Pohjois-Pohjanmaa on suurin tuulivoimamaakunta myös uusien asennusten näkökulmasta. Tuulivoimakapasiteettia on kasvatettu 2010-luvun aikana merkittävästi (Kuva 1). Uuden kapasiteetin rakentaminen on voimistunut vuodesta 2019 lähtien. Sekä vuonna 2021 että 2022, Pohjois-Pohjanmaalle on asennettu eniten uutta tuulivoimaa Suomessa. Vuoden 2022 aikana on asennettu 73 uutta tuulivoimalaa, jonka myötä kapasiteetti on kasvanut 391 MW. Vuonna 2022 Pohjois-Pohjanmaalle asennettiin miltei kaksinkertainen kapasiteetti toiseksi suurimpaan maakuntaan, Etelä-Pohjanmaahan, verrattuna.



Kuva 1. Pohjois-Pohjanmaalle vuosittain asennettu tuulivoimakapasiteetti (MW/a) ja kumulatiivinen tuulivoimakapasiteetti vuosina 1995–2022.<sup>3</sup>

Tuulivoimakapasiteetilla mitattuna Suomen kymmenestä suurimmasta kunnasta Pohjois-Pohjanmaalla sijaitsevia kuntia on listalla kuusi. Pyhäjoella on Pohjois-Pohjanmaan kunnista eniten ja Suomen kunnista toiseksi eniten tuulivoimaa (271 MW, 63 turbiinia). Pyhäjokea enemmän tuulivoimaa on ainoastaan Lapissa Simon kunnassa, jossa tuotantokapasiteettia on noin 280 MW. Uuden asennetun kapasiteetin määrässä kunnissa viiden suurimman joukkoon kuuluu kolme Pohjois-Pohjanmaan kuntaa (vuonna 2022). Yli 100 MW kapasiteetin Pohjois-Pohjanmaan kunnat on koottu taulukkoon 1.

Taulukko 1. Pohjois-Pohjanmaalla sijaitsevat kunnat, joiden asennettu tuulivoimakapasiteetti on yhteensä yli 100 MW.<sup>2</sup>

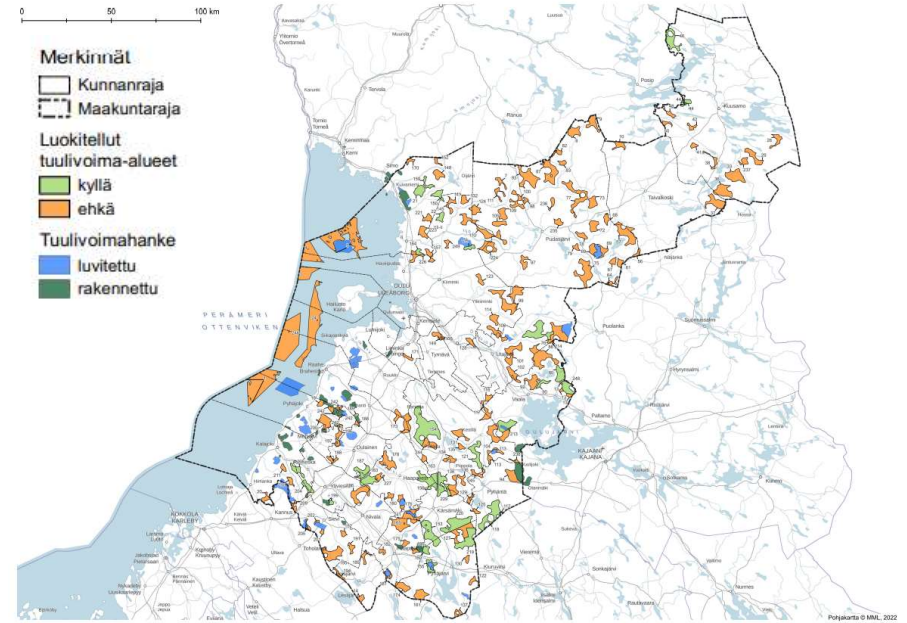
Kunta	Tuulivoimakapasiteetti (MW)	Tuulivoimaloita yhteensä (kpl)
Pyhäjoki	271	63
Raahe	265	74
Kalajoki	208	64
Pyhäntä	161	32
Ii	137	56
Vaala	132	24
Haapajärvi	131	33

Yhteenlaskettu kapasiteetti tuulivoimahankkeille, joille on myönnetty rakennuslupa, mutta jotka eivät ole vielä toiminnassa, on noin 2 930 MW. Vireillä olevissa tuulivoimakaavoissa lisäkapasiteettia on vielä 6 000 MW lisää. Vireillä olevia hankkeita on 44 kpl ja lisäksi 110 hanketta on esisuunnitteluvaiheessa (huhtikuu 2022). Kuva 2 nähdään, että rakennuslupan saaneet hankkeet painottuvat maakunnan lounaisosiin. Lisäksi joukossa on kaksi merituulipuistoa.

Pohjois-Pohjanmaan liiton TUULI-hanke edistää kestävästä tuulivoimarakentamista Pohjois-Pohjanmaalla. Maakunnan tuulivoiman nykytilannetta, mahdollisuuksia ja haasteita on tutkittu hankkeen selvityksissä. Osana hanketta maakunnan alueelta on paikannettu potentiaaliset tuulivoima-alueet. Paikannetut potentiaaliset tuulivoima-alueet ovat jakautuneet tasaisesti maakunnan alueelle.<sup>2</sup> Näistä potentiaalisista tuulivoima-alueista energia- ja ilmastovaihemaakuntakaavan luonnoksessa (21.6.2022) osoitettiin 79 kappaletta.

Yleisenä trendinä hankkeiden koko on kasvanut sekä puistojen kokonaiskapasiteetin että yksittäisten tuulivoimaloiden tehon osalta. Suuremmat tuulivoimalat vaativat suuremmat etäisyydet voimaloiden välillä, mikä kasvattaa hankkeiden tuulivoimapuistojen tarvitsemää maapinta-alaa.

<sup>4</sup> Sitra, Sähköistämisen rooli Suomen ilmastotavoitteiden saavuttamisessa, <https://www.sitra.fi/julkaisut/sahkoistamisen-rooli-suomen-ilmastotavoitteiden-saavuttamisessa/>



Kuva 2. Pohjois-Pohjanmaan luvitettut ja rakennetut tuulivoimahankkeet (04/2022) sekä tuulivoimapotentialiset kyllä- ja ehkä- alueet.<sup>2</sup>

Kyselyyn vastanneista kunnista suurella osalla on lisäksi tavoitteena lisätä tuulivoimaa alueellaan, mikä todennäköisesti on tilanne koko maakunnassa.

Vihreän vedyn tuotannossa sähkön tarve katetaan Suomessa pääosin tuulivoimalla. Lisäksi vähähiilisen sähkön tarve lisääntyy myös muilla yhteiskunnan sektoreilla. Vedyn tuotantoon tarvittava tuulivoimakapasiteetti Suomessa olisi vuonna 2040 noin 6 200 voimalaa, ja yhteiskunnan muun vähähiilisen sähkön tarpeen kattamiseen (arviolta noin 150 TWh/vuosi) tarvittaisiin lisäksi vähintään saman verran tuulivoimakapasiteettia.<sup>4</sup>



## 1.4 Sähkön siirron nykytila

Sähkön siirtotarpeiden oletetaan kasvavan tulevaisuudessa merkittävästi. Pohjois-Pohjanmaalla sähkön tuotanto ylittää kulutuksen jo nykytilanteessa ja vuonna 2019 Pohjois-Pohjanmaan nettosähkövientinä oli 225 GWh.<sup>5</sup> Eri sektoreiden sähköistyminen sekä suunnitellut tuotantokapasiteetin lisäykset mm. tuulivoiman muodossa asettavat olemassa olevalle sähköverkolle kehittämispaineita. Pohjois-Pohjanmaan odotetaan jatkossakin olevan sähkön nettoviejä kasvavan tuulivoimakapasiteetin myötä. Tuulivoiman lisäksi teollisuuden ja liikenteen sähköistyminen lisäävät sähköverkon kuormitusta. Sähköautoistumisen sekä lämpöpumppujen lisääntymisen tuottama sähköntarpeen lisäys ei ole merkittävä teollisuuden osuuteen verrattuna. Kaikkiaan Suomen teollisuuden ostosähkökulutuksen arvioidaan kaksinkertaistuvan vuoteen 2050 mennessä.<sup>6</sup>

Fingridin operoimat kantaverkkolinjat keskittyvät Pohjois-Pohjanmaan läntisiin osiin. Oulun kautta etelään haarautuvat 400 kV siirtolinjat sekä 110 kV linjat keskittyvät lounaaseen ja rannikkoalueille. Fingridin verkkovisio 1/2021<sup>6</sup> antaa käsitystä kantaverkon päävoimansiirtoverkon kehittymisestä ja mahdollisista verkkovahvistustarpeista maan laajuisesti. Verkkovision esittelemiä todennäköisiä sekä mahdollisia kehityshankkeita Pohjois-Pohjanmaan alueella, sekä niiden kuuluminen Fingridin kantaverkon kehittämissuunnitelmaan 2022–2031 on esitetty Taulukko 2 ja Kuva 3.

Fingridin olemassa oleva kantaverkko sekä verkkovision esittelemät verkonvahvistustarpeet ovat keskeisiä Pohjois-Pohjanmaan sähkönsiirron kannalta. Lisääntyvä tuulivoimakapasiteetti asettaa erityisiä vaatimuksia verkolle. Suuret, yli 250 MW tuulipuistot vaativat liittynän 400 kV jännitteiseen kantaverkkoon ja usein myös 100–250 MW puistot liitetään suurjänniteverkkoon verkkoteknisten näkökulmien vuoksi. Pienemmät alle 100 MW puistot voidaan liittää 110 kV verkkoon, jos verkon kapasiteetti riittää.

<sup>5</sup> TUULI -hanke, sähkönsiirtoselvitys: <https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/kehittaminen/omat-hankkeet/tuuli-hanke/>

Pohjois-Pohjanmaan alueella toimii Fingridin kantaverkon lisäksi useita jakeluverkkoyhtiöitä.

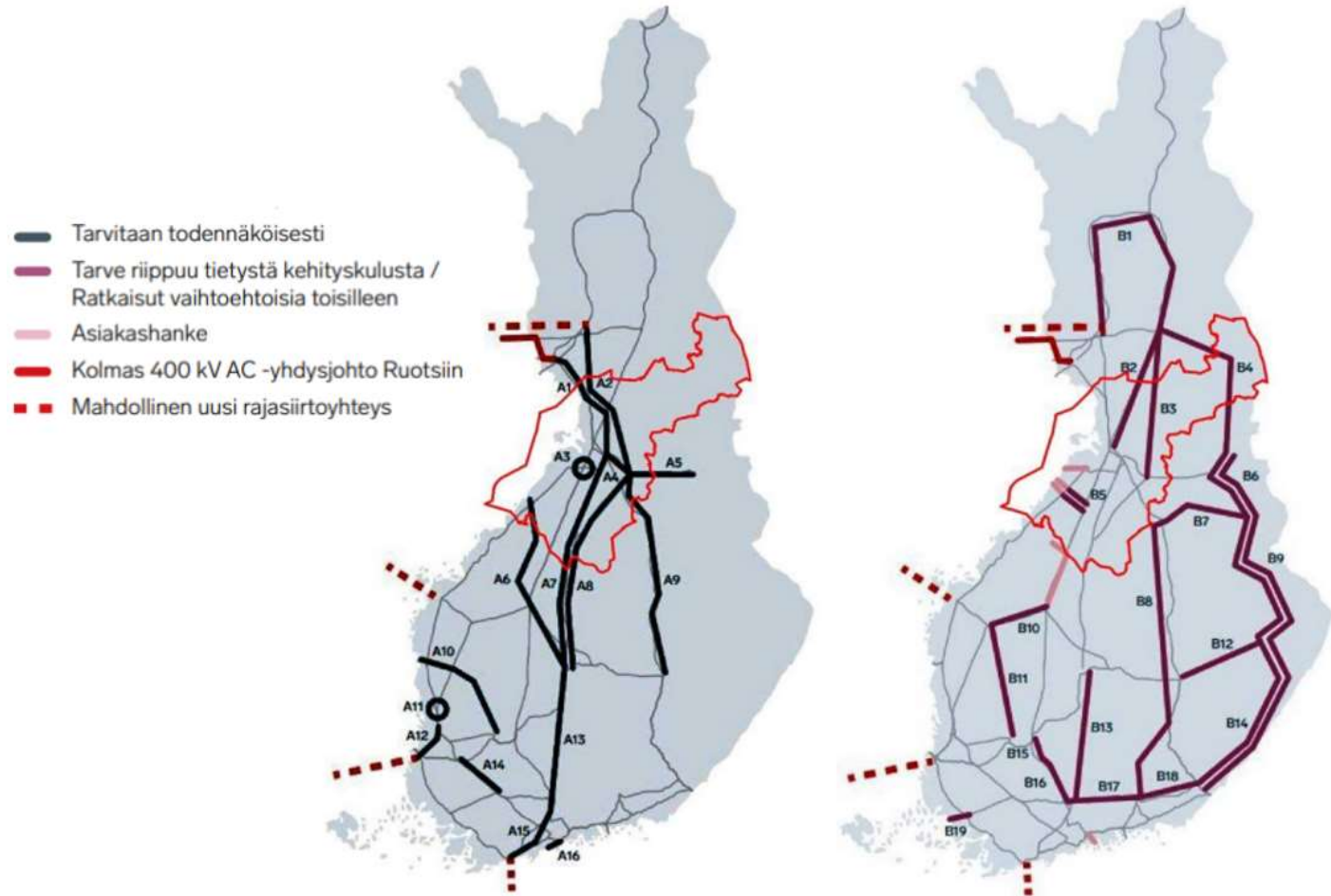
Taulukko 2. Fingridin todennäköiset ja mahdolliset verkkovahvistustarpeet Pohjois-Pohjanmaan alueella.<sup>6</sup> (N/A = Tietoa ei saatavilla)

Verkkovahvistus	Arvioitu valmistuminen	Mukana myös kehittämissuunnitelmassa 2022–2031	Kuva 3 mukainen tunniste
Pyhänselkä – Herva – Viitajärvi – RAC3	2024	Kyllä	A1
Nuojuankangas – Herva -Petäjäkoski	2027	Kyllä	A2
Johtoristeämä		Ei	A3
Pyhänselkä – Nuojuankangas	valmistunut 2022	Kyllä	A4
Nuojuankangas – Seitenoikea	2030	Kyllä	A5
Jylkkä – Petäjävesi	2027–2028	Kyllä	A6
Metsälinja 1 (Petäjävesi – Pyhänselkä)	valmistunut 2022	Kyllä	A7
Metsälinja 2 (Petäjävesi – Nuojuankangas)	N/A	Ei	A8
Järvilinja 2 (Huutokoski – Nuojuankangas)	2026	Kyllä	A9
Pirttikoski – Pikkarala	N/A	N/A	B2
Pirttikoski – Nuojuankangas	N/A	N/A	B3
Pirttikoski – Kuusamo – Suomusalmi	N/A	N/A	B4
Hanhela – Lumijärvi (kaksoisjohto)	N/A	N/A	B5

<sup>6</sup> Fingrid, Verkkovisio 1/2021, [https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/sahkomarkkinat/fingrid\\_verkkovisio.pdf](https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/sahkomarkkinat/fingrid_verkkovisio.pdf)

Kuva 3. Fingridin verkkovisio 1/2021 (Kuvakaappaus TUULI-hankkeen sähköverkkoselvityksestä). Vasemmalla todennäköiset tarpeet ja oikealla potentiaaliset verkkovahvistustarpeet.<sup>6</sup>

Sähköjärjestelmävisio 2023 julkaistiin tämän raportin julkaisun kanssa yhtä aikaa, ja siinä on esillä eri skenaarioita ja niissä tunnistetut verkon vahvistamistarpeet – Voimaa läheltä, Merellä tuulee, Sähköä tuotteiksi, Tuulella vetyä.<sup>7</sup>



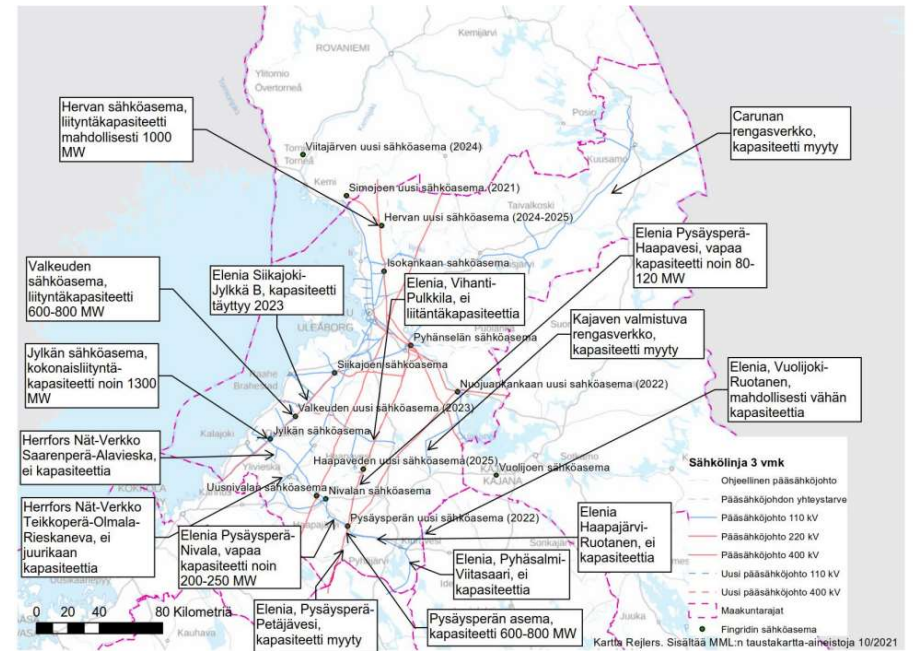
<sup>7</sup> Fingridin sähköjärjestelmävisio (<https://www.fingrid.fi/ajankohtaista/tiedotteet/2023/fingridin-sahkojarjestelmavisiossa-varaudutaan-merkittavaan-sahkon-kulutuksen-ja-tuotannon-kasvuun/>).

TUULI-hankkeen sähkönsiirtoselvityksen yhteydessä toteutettiin haastattelut sähköverkkoyhtiöille, joilla on useita kymmeniä kilometrejä 110 kV sähkönsiirtoverkkoja. Vapaata kapasiteettia jakeluyhtiöiden verkoissa on vaihtelevasti ja useiden verkkojen kapasiteetti on jo myyty, kuten Kuva 4 osoittaa. Vapaata kapasiteettia on vähän tuulivoimakapasiteetin kasvuun nähden: Kokonaiskapasiteetti rakennusluvan saaneille puistoille on lähes kaksinkertainen (3 000 MW) ja vireillä oleville lähes nelinkertainen (6 000 MW) nykyiseen tuulivoimakapasiteettiin verrattuna.

Keskeisimpiä jakeluverkkojen teknisiä haasteita ovat loistehon\* kasvaminen tuotantokapasiteetin kasvamisen johdosta. Sähkömarkkinalaki ei mahdollista vain liittyjiä (tuotantolaitoksia) palvelevia johtoja vaan rakennettujen johtojen tulisi aina palvella myös kuluttajia. Esimerkiksi vain tuulivoimaloita palvelevien johtojen rakentaminen jakeluverkkoon ei näin ollen ole mahdollista. Alueverkkoyhtiöiden ei ole myöskään mahdollista omistaa 400 kV voimalinjoja, eikä laki velvoita samalla alueella toimivia tuulivoimatoimijoita yhteistyöhön sähkönsiirron järjestämisessä. Kantaverkkoyhtiö Fingrid myöntää liittymälupia hankkeille, joiden kaavoitus on saatu lainvoimaiseksi, ja tekee kiinteää yhteistyötä myös suunnitteluvaiheessa, mutta alueellisten sähköverkkojen kokonaissuunnittelua on haasteellista tehdä näillä reunaehdoilla.

Fingridin olemassa oleva kantaverkko sekä verkkovision esittelemät verkonvahvistustarpeet ovat keskeisiä Pohjois-Pohjanmaan sähkönsiirron kannalta. Lisääntyvä tuulivoimakapasiteetti asettaa erityisiä vaatimuksia verkolle. Suuret yli 250 MW tuulipuistot vaativat kytköksen 400 kV jännitteiseen kantaverkkoon ja usein myös 100–250 MW puistot liitetään suurjänniteverkkoon verkkoteknisten näkökulmien vuoksi. Pienemmät alle 100 MW puistot voidaan liittää 110 kV verkkoon, jos verkon kapasiteetti riittää. Pohjois-Pohjanmaan alueella toimii Fingridin kantaverkon lisäksi useita alueellisia jakeluverkkoyhtiöitä.

\*Loisteholla tarkoitetaan tehoa, joka kuluu vaihtovirtajärjestelmässä jännitteen ja virran vaihe-erosta johtuen. Loisteho laskee työtä tekevän pätötehon siirtokapasiteettia linjoissa, josta syystä sitä halutaan välttää. Loistehon kulutus kasvaa merkittävästi yli 300 MW kapasiteetilla 110 kV voimalinjoissa.



Kuva 4. Jakeluverkkoyhtiöiden ja Fingridin sähköasemien kapasiteettitilanne lokakuussa 2021 (110 kV voimalinjat).<sup>6</sup>

## 1.5 Aurinkovoiman nykytila

Pohjois-Pohjanmaan energiantuotannossa aurinkovoiman rooli tuuli- ja vesivoimaan verrattuna on toistaiseksi pieni. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus tukee aurinkovoimaan siirtymistä maatalouden investointituella, mutta tukea ei voi saada yksityis- tai muuhun yritystalouteen. Merkittävimpiä yksittäisiä aurinkovoimalahankkeita on Kalajoen Juurakko hybridienergiapuistoon kuuluva aurinkosähköpuisto sekä Oulun Vihreäsaaren aurinkosähköpuisto. Juurakon hybridipuistossa yhdistyy tuulivoima, energian varastointi sekä aurinkovoima. Tuulivoimaloita puistoon rakennetaan seitsemän ja aurinkopaneelien kapasiteetti tulee olemaan noin 13 MW. Puisto on tarkoitus ottaa käyttöön vuoden 2023 aikana. Vihreäsaaren aurinkosähköpuisto koostuu 10 000 paneelista. Puiston huipputeho on noin 5 MW ja se valmistui vuonna 2022. Lisäksi Oulun seudun sähkö ja Oomi ovat solmineet yhteistyösopimuksen syksyllä 2022 tarkoituksenaan rakentaa alueelle aurinkovoimakapasiteettia, jopa 100 MW 10-15 tuulipuistoon. Näistä ensimmäinen tuulipuisto on tarkoitus rakentaa Utajärvelle ja aloittaa tuotanto vuonna 2025.

EMMI-hankkeen kyselyyn vastanneista noin puolet (13) kuntaa kertoi seudullisen (10 – 1000 kW) tai suurteollisuuskokoluokan (> 1000 kW) hankkeista alueellaan (Alavieska, Haapajärvi, Ii, Kalajoella Juurakon lisäksi toinen alue, Kempele osana Oomin selvitystä, Kärsämäki, Liminka, Nivala, Oulussa Vihreäsaari, Pyhäjärvi, Siikalatva, Utajärvi ja Ylivieska). Kyselyyn vastanneista vain muutama kunta ei kerro tavoittelevansa alueelleen aurinkoenergian tuotantoa.

<sup>8</sup> POPilmasto, Pohjois-Pohjanmaan liitto: <https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/kehittaminen/omat-hankkeet/popilmasto/>

## 1.6 CHP-tuotanto ja muut energiahankkeet Pohjois-Pohjanmaalla

Pohjois-Pohjanmaalla on useita lämpöä sekä sähköä tuottavia polttolaitoksia (CHP). Polttoaineet keskittyvät biomassaan ja fossiilisia polttoaineita käytetään mm. apupolttoaineina. Pohjois-Pohjanmaan alueella käytettiin turvetta energiakäyttöön vuonna 2018 noin 2,2 TWh. Kiinteiden puupolttoaineiden energiakäyttö oli noin 2,5–2,8 TWh. Voimalaitoksista suurin osa on verrattain pieniä, yli 100 MW kattiloita oli vuonna 2021 kolme kappaletta, 20–100 MW kattiloita viisi kappaletta ja pieniä 3–20 MW kattiloita 15 kappaletta. Suomen hallitusohjelmataavoitteena ollut turpeen energiakäytön puolittuminen vuoteen 2030 mennessä on toteutunut maakunnassa odotettua nopeammin (päästökauppa ja verotus). Pohjois-Pohjanmaan liiton POP-ilmastohankkeessa tehdyssä selvityksessä<sup>8</sup> arvioitiin, että turpeen energiakäytön korvautumisen seurauksena puubiomassan käyttö energiantuotannossa voi kasvaa noin 0,7–0,9 Mm<sup>3</sup> vuoteen 2035 mennessä. Lisäys perustuu tarpeeseen pitää CHP-laitokset toiminnassa, kunnes ne voidaan korvata polttoon perustumattomilla tuotantotavoilla. Energiapuun lisäys tulee taimikoiden ja nuorten metsien hoitovelkaa vähentämällä, välttämällä ainespuun hyödyntämistä energiantuotannossa. Lisäksi on hyödynnettävä puun jalostuksen sivuvirrat. Tarkastelluissa skenaarioissa metsähakejakeiden suurin ylläpidettävissä oleva hakkuukertymä (SY) yksinomaan tulisi riittämään turpeesta luopumisen seurauksena tapahtuvan puubiomassan käytön kasvun tarkastelujaksolla.<sup>9</sup>

CHP voimalat keskittyvät suurimpien kuntien alueille. Lämmön tuotanto hyödynnetään kautta linjan paikallisissa kaukolämpöverkoissa ja useat voimalat tarjoavat sähkön ja lämmön lisäksi myös prosessihöyryä teollisuudelle. Raahan kaukolämpö tuotetaan pääosin SSAB tuotannon sivuvirtoja (prosessikaasuja) hyödyntäen. Kuntakyselyyn vastanneiden kuntien alueelta löytyvät CHP-laitokset on lueteltu (Taulukko 3).

<sup>9</sup> Turpeen energiakäytön kehitys ja vaikutukset puunhankintaketjuun sekä kasviuonekaasupäästöihin Pohjois-Pohjanmaalla. Loppuraportti 7.12.2020. Afry Management Consulting Oy.

Taulukko 3. Kuntakyselyssä ilmoitettuja CHP-laitoksia Pohjois-Pohjanmaan alueella.

Kunta	Nimi	Tiedot
Oulu	Laanilan biovoimalaitos	Polttoaineina puu & SRF (biopolttoaine). Polttoaineteho 215 MW, sähköteho 70 MW, lämpöteho 175 MW.
Oulu	Laanilan ekovoimalaitos	Polttoaineena jäte, polttoaineteho 53 MW.
Oulu	Toppilan voimalaitos	Polttoaineena puu ja turve. Polttoaineteho 315 MW, sähköteho 120 MW ja lämpöteho 170 MW.
Raahe	Raahen ja Vihannin voimala	Polttoaineena biomassa
Raahe	SSAB tehtaan voimala	Polttoaineena prosessikaasut
Ylivieska	Vieskan voimalaitos	
Kuusamo	Torangin voimalaitos	Polttoaine 97 % puu normaaliajossa
Kuusamo	Rukan biolaitos	Polttoaine 100 % puu normaaliajossa
Haapavesi	Nevel	Biopolttoaine, jyrshinturve, jätevesiliete, kevyt polttoöljy (30 MW)
Hailuoto	Hailuodon panimo	Mäski
Siikajoki	Siikajoenkylä, Ruukki, Paavola	Hake, turve

Alavieska Haapajärvi	Ei eritelty (kyselyssä)	Puuhake Haapajärven HaSa:n tuotannosta tulevat sivuvirrat
li Kalajoki		Pelletti, hake, turve Puupelletti, sahan sivujakeet, metsähake, palaturve
Kempele		Hake
Liminka		Pelletti
Muhos		Oulun seudun sähkö tuottajana
Nivala		Hake, turve
Pudasjärvi		Puuhake
Pyhäjärvi		Hake, puru ja pelletti
Utajärvi		Lanta, hake, kaurankuori

EMMI-hankkeen kyselyyn vastanneista usea ilmoitti, että kunnassa tai alueella on seudullisen tai suurteollisuuskokoluokan bioenergiainkerkeitä\* tai biokaasun tuotantoa (Haapajärvi, Haapavesi, Kalajoki, Kuusamo, Kärsämäki, Liminka, Muhos, Oulu, Pyhäjärvi, Sievi, Siikalatva, Ylivieska). Lähes kaikilla muillakin vastanneilla on tavoitteena lisätä bioenergian tuotantoa.

Kyselyn vastaajat ilmoittivat lisäksi muista energiantuotannon hankkeista alueillaan. Pyhäjoella on ydinvoimahanke, Pyhäjärvellä kaivoksen lopettamisen jälkeisiä hankkeita erityisesti energian varastointiin liittyen, lissä esisuunnitteluvaiheen hankkeita, Kuusamossa kaukolämpöhankkeita, Kärsämäellä alle seudullisen mittakaavan hankkeita, Muhoksella vetytalouden mahdollisuuksiin liittyvä hanke (Muhos Biopark), Oulussa vetytalouteen liittyviä selvityksiä ja Sievissä bioetanolin valmistukseen liittyvä selvitys. Lisäksi aurinkoenergiatavoitteita on Kempeleessä, Kuusamossa, Nivalassa ja Vaalassa, Pudasjärvellä hankkeita paikalliseen sähköntuotantoon sekä biopolttoöljyn valmistamiseen.

\*Bio-CHP-laitosten luokitus polttoainetehon mukaan: Bio-CHP-laitos: suuri (≥ 50 MW), keskikokoinen (1 – < 50 MW); Biolämpöläitos: suuri (≥ 20 MW), keskikokoinen (1 – < 20 MW); Bio-CHP:n ja biolämmön pientuotanto: <1 MW

## 1.7 Raskas teollisuus

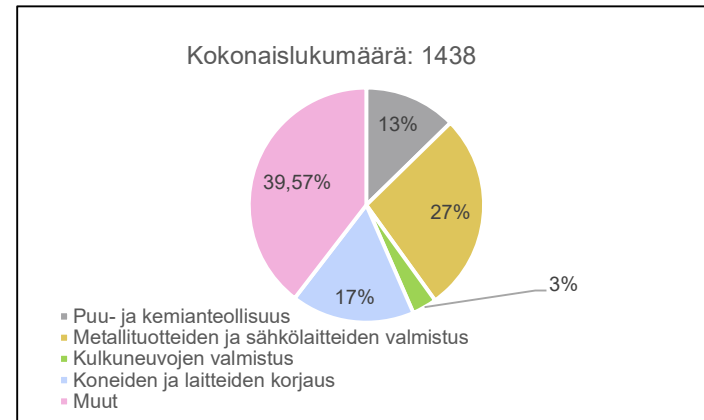
Pohjois-Pohjanmaalla on paljon yrityksiä mm. erikoistuneen rakennustoiminnan, metsätalouden- ja puunkorjuun sekä vähittäistavarakaupan alalla. Alat ovat myös eniten työllistäviä. Pohjois-Pohjanmaalla on merkittävästi teollisuutta ja useita suuria (yli 200 henkeä työllistäviä) teollisuuslaitoksia. Investointeja on odotettavissa etenkin puunjalostussektorin, biojalostuksen (Muhoksen biokaasuhanke, Haapaveden Nordfuelin biojalostamohanke) sekä energian vihreän siirtymän saralla.<sup>10</sup> Vaikka suuria (yli 200 henkilöä) tuotantolaitoksia on lukumääräisesti vain 10, näiden toimipaikkojen tuotannon bruttoarvo on suurempi kuin kaikkien pienempien toimipaikkojen bruttoarvo yhteensä. Yksi merkittävimmistä yksittäisistä laitoksista on SSAB:n Raahen tehdas, jossa on tarkoitus aloittaa fossiilivapaan teräksen tuotanto vuonna 2030<sup>11</sup>. Vähähiilinen teräksentuotanto luo merkittävästi uutta kysyntää vihreälle vedylle.

Taulukko 4. Pohjois-Pohjanmaan teollisuuden toimipaikkojen lukumäärä ja tuotannon yhteenlaskettu bruttoarvo henkilöstömäärän mukaan jaoteltuna.

Henkilöstömäärä	Toimipaikkojen lukumäärä	Toimipaikkojen tuotannon bruttoarvo (milj. €)
20–49 henkeä	113	853 €
50–99 henkeä	59	953 €
100–199 henkeä	25	1 169 €
200 henkeä tai enemmän	10	4 993 €

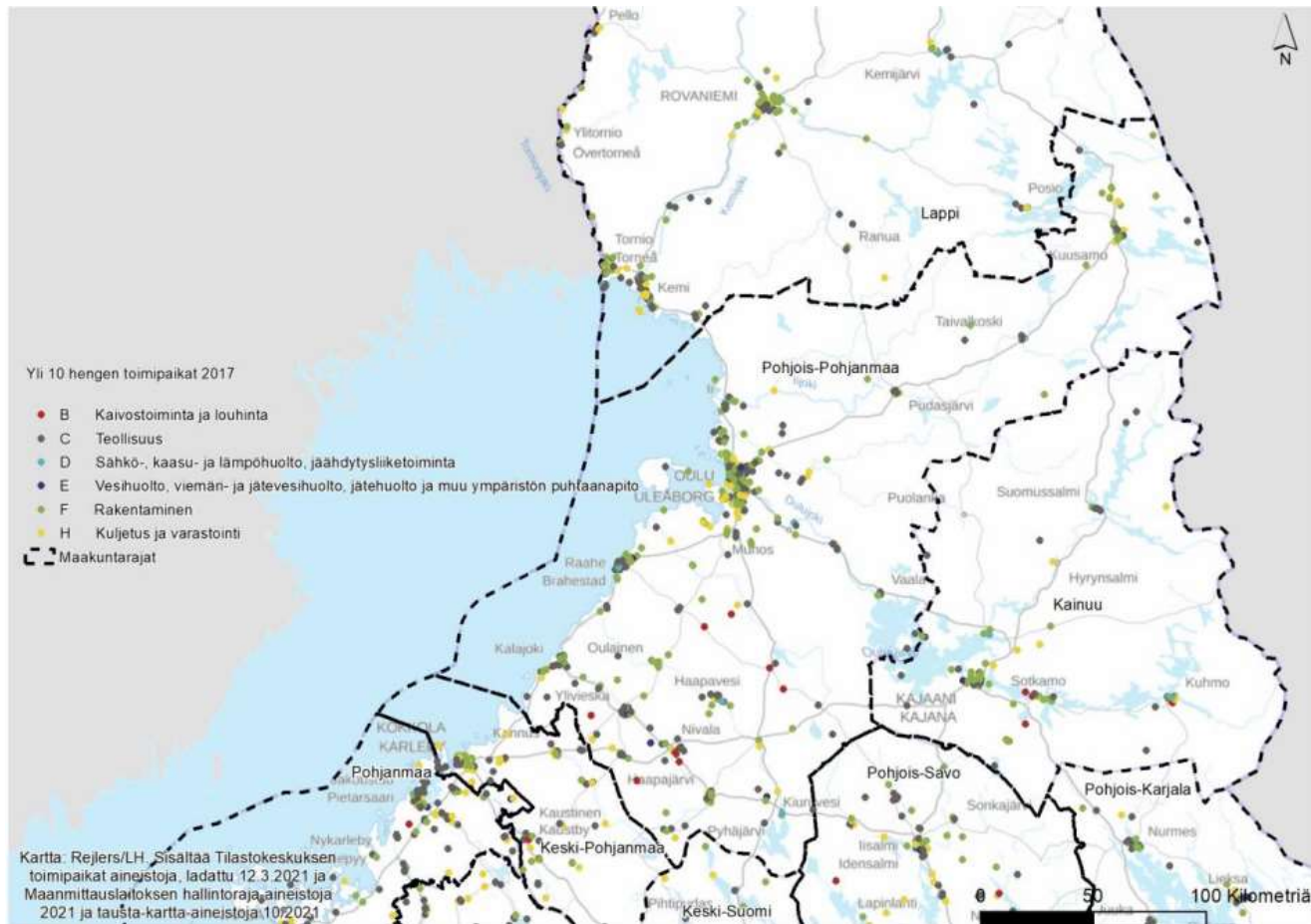
<sup>10</sup> Työ- ja elinkeinoministeriö, Alueelliset kehitysnäkymät keväällä 2022: [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164068/TEM\\_2022\\_38.pdf](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164068/TEM_2022_38.pdf)

Teollisia tuotantolaitoksia on eniten puu- ja kemianteollisuuden, metallituotteiden ja sähkölaitteiden valmistuksen sekä koneiden ja laitteiden korjauspalveluiden alalla. Teollisuuden jakautuminen teollisuuden eri aloille nähdään kuvasta 5. Pohjois-Pohjanmaan yritykset keskittyvät rannikon isoihin kaupunkeihin sekä maakunnan lounaisosiin (kuva 6).



Kuva 5. Teollisten tuotantolaitosten osuus Pohjois-Pohjanmaalla.<sup>9</sup>

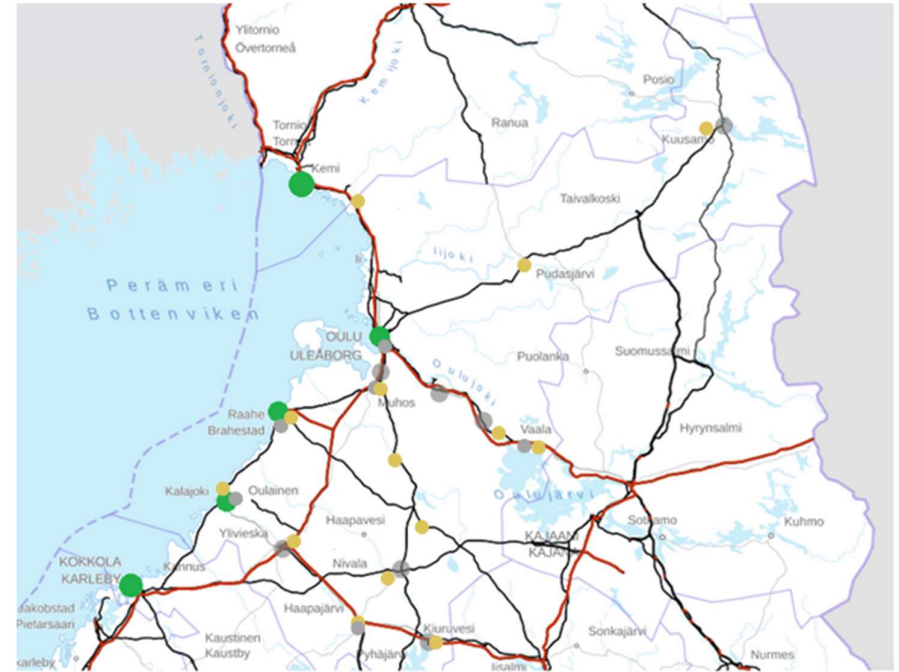
<sup>11</sup> SSAB kotisivut: <https://www.ssab.com/fi-fi/ssab-konserni/tietoja-ssabsta/tuotantopaikkakunnat-suomessa/raahe>



Kuva 6. Yli 10 hengen yritysten toimipaikkojen sijainnit toimialoittain.

## 1.8 Raskas liikenne

Pohjois-Pohjanmaan rannikkoalueilla on kolme satamaa: Kalajoki, Raahе ja Oulu. Näistä Raahen ja Oulun satamat ovat suurimmat. Raahen sataman kautta kulkevat miltei kaikki alueelle rakentuvat maatuulivoimalat, kuten Pohjois-Pohjanmaan liiton ja Kainuun teettämästä Liikennöitävyys selvityksestä ilmenee.<sup>12</sup> Tämän lisäksi maakunnan etelärajan lähellä Kokkolassa Keski-Pohjanmaalla ja maakunnan pohjoisrajan lähellä Kemissä Lapin maakunnassa on merkittävät satamat. Pohjois-Pohjanmaalla kulkee useita valtateitä ja kantateitä, sen sijaan kaksikaistaisia moottoriteitä maakunnassa ei ole pitkiä osuuksia. Meri- ja tieyhteyksien lisäksi maakunnassa on kattavat raideyhteydet, jotka kulkevat suurimpien kaupunkien kautta. Maakunnan koillisosuus ei ole yhtä hyvien yhteyksien päässä maakunnan rannikko- ja lounaisosuuksiin verrattuna raideyhteyden ja meriväylien puuttuessa. Päätieverkko valtateineen ja kantateineen on kuitenkin laadukas ja tarjoaa hyvät yhteydet.<sup>13</sup> Kuva 7 näyttää raideyhteyksien, valtateiden ja erikoiskuljetusväylien, sekä satamien sijoittumisen Pohjois-Pohjanmaan alueella ja sen välittömässä läheisyydessä.



Kuva 7. Raskaan liikenteen väylät, raideyhteydet ja satamat Pohjois-Pohjanmaan alueella.

### Raideyhteydet

- Valtatiet ja erikoiskuljetusväylät
- Satamat
- Muu liikenne- tai logistiikkaterminaali\*
- Puuterminaalit\*

\*(kyselyn tuloksista, suuntaa-antava sijainti)

<sup>12</sup> [https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/wp-content/uploads/2022/10/Pohjois-Pohjanmaan\\_ja\\_Kainuun\\_liikennoitavyys\\_selvitys\\_30.9.2022.pdf](https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/wp-content/uploads/2022/10/Pohjois-Pohjanmaan_ja_Kainuun_liikennoitavyys_selvitys_30.9.2022.pdf)

<sup>13</sup> Paikkatietoikkuna - IRENA karttatason, <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>



## 1.9 Olemassa olevat vetyhankkeet

Vetyä valmistetaan tällä hetkellä Pohjois-Pohjanmaalla pääasiassa muun tuotannon sivuvirroista tai fossiilisista lähteistä. Vuonna 2021 toteutettu Perämeren vetyselvitys<sup>14</sup> paikallisti kaksi vetyä valmistavaa toimijaa: Eastman (Oulu, SMR = metaanihöyryreformointi, eli vedyn valmistaminen maakaasusta) sekä Nouryon (Oulu, sivuvirta kloorin tuotannosta). Selvityksessä toteutettiin kysely alueen yrityksille, kunnille ja muille tahoille. Selvityksessä suoritettiin vielä erikseen haastattelu 16 toimijalle, jotka tunnistettiin erityisen potentiaaliseksi kyselyn tuloksista. Kyselyyn osallistuneista toimijoista 67 %:lla on jo voimassa olevia suunnitelmia vedyn ja/tai synteettisten polttoaineiden arvoketjuun liittyen. 55 % vastanneista näkee itsensä vedyn tuottajina, 38 % jakelijana ja 63 % käyttäjinä. Tuotantomenetelmissä on myös havaittavissa muutosta. Tulevista vetytuottajista 63 % tuottaisi vetyä pääasiallisena lopputuotteena. 67 % tulevista tuottajista tuottaisi vihreää vetyä (elektrolyysi), 11 % sinistä vetyä (fossiilisesta lähteestä, mutta hiilidioksidin talteenottoa hyödyntäen) ja 22 % harmaata (fossiilinen lähde, ei hiilidioksidin talteenottoa). Kehitystyö, suunnittelu ja tuotannon aloitus on mahdollista jo lyhyellä aikavälillä (2026 mennessä) ja merkittäviä investointeja sekä tuotannon skaalausta on mahdollista nähdä jo keskipitkällä aikavälillä (2030 mennessä). Keskeisiä toimijoita on sijoitettu kartalle (Kuva 8).

Selvityksessä suurimmaksi epävarmuustekijäksi nousi vedyn logistiikan haasteet. Pohjois-Pohjanmaalla ei ole vedyn jakelu- ja varastointi-infrastruktuuria. Putkien kautta tapahtuva jakelu nähdään todennäköisimpänä ratkaisuna ongelmaan, mutta jakeluputkiston rakennus on sekä taloudellisesti että ajallisesti merkittävä hanke. Toimijat näkevät mm. raide- ja laivakuljetukset todennäköisinä lyhyen aikavälin ratkaisuin.

EMMI-hankkeen kyselyyn vastanneista 11 kunnalla oli alueellaan teollisuutta, joka voisi hyödyntää vetyä (Haapavesi, Kalajoki, Oulu, Pudasjärvi, Raahe, Sievi, Siikajoki, Siikalatva, Taivalkoski, Utajärvi ja Ylivieska). Yksi näistä katsoi

tuulivoimasähkön varastoinnin, yksi polttoainekäytön tällaiseksi teollisuudeksi, muut olivat logistiikka-, teollisuus-, puuteollisuus- ja metallialan yritysten kotipaikkoja. Raahen terästehdas nostettiin myös vastauksissa esille. Vastanneista vain kolme ei ollut kiinnostunut saamaan lisää vetyä hyödyntävää teollisuutta alueelleen, ja näistä kaksi eivät katsoneet kunnassa olevan mahdollisuuksia tai kiinnostusta vetyteollisuuden sijoittumiselle.



Kuva 8. Potentiaaliset vedyn kysynnän HOTSPOT-sijainnit sekä vireillä/toiminnassa olevat tuotantolaitokset.<sup>14</sup> (SMR = Höyrymetaanireformointi = vedyn valmistaminen maakaasusta)

<sup>14</sup> Pohjois-Pohjanmaan liitto, Hydrogen Study of the Bay of Bothnia, <https://www.businessoulu.com/media/2019/vetywebinaari/hydrogen-study-of-the-bay-of-bothnia-final-report.pdf>

## 1.10 EU:n ja Suomen vihreän vedyn tavoitteet ja tulevaisuuden kuvat

Euroopan Unionin EU vetystrategia ilmastoneutraalille Euroopalle<sup>15</sup> (COM/2020/301), määrittelee uusiutuvan ja vähähiilisen vedyn osaksi EU:n talouden elpymistä ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiskeinoja vuoteen 2030 mennessä. Lisäksi strategia määrittelee vedyn korvaamaan fossiilisia poltto- ja raaka-aineita erityisesti sektoreille, joissa hiilestä irtautuminen on vaikeaa. Vetystrategia määrittelee EU-tasolla useita toimenpiteitä, joita on lähdetty toimeenpanemaan vuodesta 2020 alkaen.

Pohjois-Pohjanmaan alueen vetytalouden tulevaisuuden kannalta potentiaalisimpia toimenpiteitä EU-tasolla ovat vetytalouden investointiohjelma, jonka tarkoituksena on tukea vetyyn tehtäviä strategisia investointeja vuosien 2021–2027 aikana, vedyn kysynnän lisäämisen ja tuotannon laajentamisen toimenpiteet, kuten vedyn ja vedyn johdannaisten käytön helpottaminen liikennealalla, Euroopan laajuisen vetyinfrastruktuurin suunnittelu ja tankkausverkoston käyttöönoton nopeutus. Erityisesti nämä toimenpiteet nähdään mahdollisesti vauhdittavan ja edesauttavan vetytalouden syntymistä myös Pohjois-Pohjanmaan alueella.<sup>15</sup>

Suomi sen sijaan ei ole laatinut omaa lopullista kansallista vetystrategiaa. Työ- ja elinkeinoministeriön pitämässä tiedotustilaisuudessa<sup>16</sup> 15.9.2021 ilmoitettiin kuitenkin, että Suomi laatii oman vetystrategian ilmasto- ja energiastrategian toteuttamisen tueksi. Business Finland julkaisi loppuvuodesta 2020 kansallisen vetytiekartan<sup>17</sup>. Tiekartassa tunnistetaan erityisesti teollisuus suureksi vedyn kuluttajaksi. Pohjois-Pohjanmaan rooli korostuu erityisesti SSAB:n Raahan tehtaan myötä. Vuonna 2030 Suomen öljy- ja biopolttoaineiden jalostuksen, kemianteollisuuden vetyperoksidin valmistuksen sekä kaivosteollisuuden ja metallien jalostuksen oletetaan kuluttavan hieman alle 200 000 tonnia vetyä vuodessa. Raahan terästehtaan siirtyminen

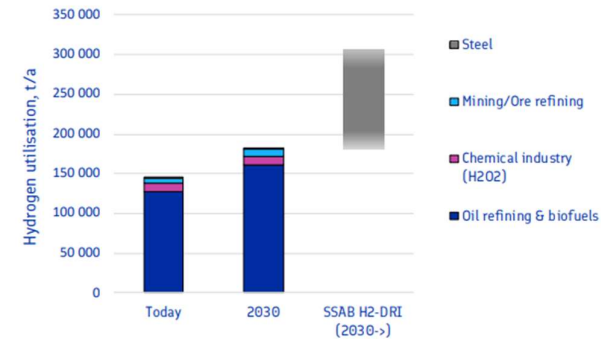
<sup>15</sup> Euroopan Unionin vetystrategia ilmastoneutraalille Euroopalle, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0301>

<sup>16</sup> Työ- ja elinkeinoministeriö, Ilmasto- ja energiastrategia, Mika Lintilä, Tiedotustilaisuus 15.9.2021 [https://tem.fi/documents/1410877/53440649/Ministeri+Lintil%C3%A4\\_+Ilmasto-+ja+energiastrategia+.pdf/9300f450-f9e5-cbbf-c42f-e3c5a140887b/Ministeri+Lintil%C3%A4\\_+Ilmasto-+ja+energiastrategia+.pdf?t=1631804989380](https://tem.fi/documents/1410877/53440649/Ministeri+Lintil%C3%A4_+Ilmasto-+ja+energiastrategia+.pdf/9300f450-f9e5-cbbf-c42f-e3c5a140887b/Ministeri+Lintil%C3%A4_+Ilmasto-+ja+energiastrategia+.pdf?t=1631804989380)

<sup>17</sup> Business Finland, National Hydrogen Roadmap for Finland, [https://www.businessfinland.fi/4abb35/globalassets/finnish-customers/02-build-your-network/bioeconomy--cleantech/alykas-energia/bf\\_national\\_hydrogen\\_roadmap\\_2020.pdf](https://www.businessfinland.fi/4abb35/globalassets/finnish-customers/02-build-your-network/bioeconomy--cleantech/alykas-energia/bf_national_hydrogen_roadmap_2020.pdf)

tuottamaan hiilineutraalia terästä lisäksi vedyn kulutusta yli 100 000 tonnia vuodessa, mikä olisi yli 50 %:n kasvu yksittäisen toimijan johdosta (kuva 9).

Suomen valtiollinen kaasun siirtoverkon haltija Gasgrid Finland ja ruotsalainen kaasun siirtoverkon haltija Nordion Energi julkistivat keväällä 2022 Nordic Hyrdogen Route-hankkeen, jonka tavoitteena on rakentaa Perämeren alueelle rajat ylittävän vetyinfrastruktuurin ja avoimen vetymarkkinan verkosto vuoteen 2030 mennessä<sup>18</sup>. Toteutuessaan Nordic Hydrogen Route toimii vetytalouden kiihdyttäjänä erityisesti Perämeren alueella, johon Pohjois-Pohjanmaan rannikon kunnat, kuten Kalajoki, Raaha ja Oulu kuuluvat. Lisäksi sitä voidaan pitää Suomen ja Ruotsin osalta ensimmäisenä konkreettisena askeleena kohti Euroopan laajuista European Hydrogen Backbone initiative -hanketta, jonka tavoitteena on rakentaa koko Euroopan Unionin laajuinen vetyverkosto 2050-luvulle mennessä<sup>19</sup>. Kuvassa 10 on hahmoteltu Euroopan vetyverkostoa.



Kuva 9. Vedyn käyttö eri teollisuuden aloina vuosina 2020 (kuvassa "Today") ja 2030, sekä SSAB Raahan terästehtaan päästöttömän teräksen tuotannon lisäinen vaikutus.<sup>17</sup>

<sup>18</sup> Gasgrid, Gasgrid Finland ja Nordion Energi ovat julkistaneet Nordic Hydrogen Routen – Euroopan ensimmäisen laajamittaisen rajat ylittävän vetyverkoston (Artikkeli), saatavilla: <https://gasgrid.fi/2022/04/22/gasgrid-finland-ja-nordion-energi-ovat-julkistaneet-nordic-hydrogen-routen-euroopan-ensimmaisen-laajamittaisen-rajat-ylittavan-vetyverkoston/>

<sup>19</sup> European Hydrogen Backbone, 2022, A EUROPEAN HYDROGEN INFRASTRUCTURE VISION COVERING 28 COUNTRIES <https://ehb.eu/files/downloads/ehb-report-220428-17h00-interactive-1.pdf>

Kuva 10. Suomeen suunniteltu vetyverkosto (Kuva: Jyrki Lyytikä / Yle)<sup>20</sup>

<sup>20</sup> Yle, Kaasuverkko-yhtiö Gasgrid Finland haluaa rakentaa Suomeen jättimäisen putkiston kuljettamaan vetyä (artikkeli), Viitattu 11/2022, saatavilla: <https://yle.fi/a/3-12482426>

Pohjois-Pohjanmaan potentiaali kansallisessa ja rajat ylittävässä vetytaloudessa on siis merkittävä ja tahtotila Perämeren alueen vetytalouden luomiseen ja kiihdyttämiseen on olemassa. Esimerkiksi Keski-Pohjanmaalle Kokkolaan on suunnitteilla suuri vetytehdas, jonka tarkoitus on valmistaa vetyä ja vedyn jatkojalosteita, kuten ammoniakkia vuoteen 2027 mennessä<sup>21</sup>. Toteutuessaan tämä tulee entisestään vauhdittamaan alueen vetytalouden syntymistä. Pohjois-Pohjanmaan lopullinen osuus kansallisen vetytalouden ”potista” määräytyy kuitenkin pitkälti alueen kuntien kyvyllä houkutellessa teollisuuden ja energiantuotannon investointeja verrattuna Perämeren alueen muihin kuntiin.

Vedyn tuotantoon, käyttöön, varastointiin ja siirtoon liittyy teknistaloudellisia haasteita. Koska vety voi molekyyli-rakenteestaan johtuen läpäistä teräksiset säiliöt ja putkistot, on sen siirto sellaisenaan teknisesti haastavaa. Elektrolyysereiden investointikustannukset ovat mittavia tänä päivänä, mutta vetyelektrolyysiteknologian oletetaan halpenevan lähivuosina siten, että keskeisimmäksi tuotannon kustannustekijäksi muodostuu vähähiilisen sähkön hinta ja saatavuus. Tähän liittyy vetyvarastoinnin kehittyminen, jotta energiaa on saatavilla myös silloin, kun tuulivoima ei tuota riittävästi energiaa. Mikäli vesivoima hyväksytään vihreän vedyn energialähteeksi, on esimerkiksi Pohjois-Ruotsin tuotanto todennäköisesti edullisempaa kuin Suomen. Toisaalta Pohjois-Ruotsin sähköntuotantomäärä ei tämän hetken tiedon mukaan riitä kasvavan vetyteollisuuden tarpeisiin, joten Suomen energiantuotanto nousee keskeiseksi. Suomessa halutaankin panostaa vedyn siirtoon, koska sähkönsiirron tilanteessa meille jää pelkkä energiantuottajan rooli, ja vedyn tuotanto ja sitä hyödyntävä teollisuus voi sijoittua esim. Ruotsiin. Vetytalouden rakentumiseen vaikuttaa siis oleellisesti EU:n näkemys siitä, millainen vedyn tuotanto lasketaan vihreäksi.

EMMI-hankkeen kuntakyselyyn vastanneista osalla kunnista on strategia uusiutuvan energiantuotannon kehittämiseksi alueella (Kalajoki, Kempele, Kuusamo, Kärsämäki, Lumijoki, Muhos, Oulu, Pyhäjärvi, Raahe ja Utajärvi sekä yksi, jolla asia ei ole vielä julkinen).

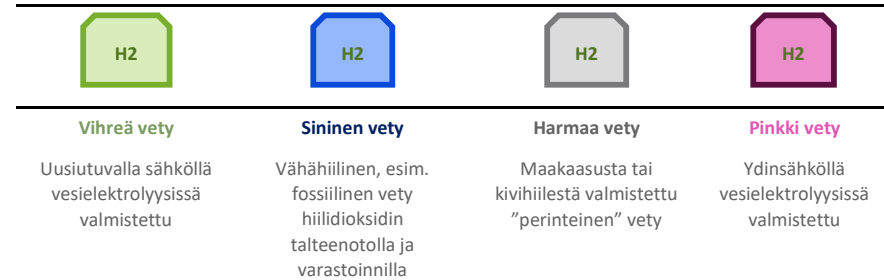
<sup>21</sup> Kokkola-lehti, Suuri vetylaitos Kokkolaan (artikkeli), viitattu 11/2022, saatavilla: <https://www.kokkola-lehti.fi/uutinen/648867>

## 2. Vetytuotannon sijainninohjausmalli

### 2.1 Vetytuotannon prosessista ja sijaintivaatimuksista

Vetytuotannon arvoketjuihin on lukuisia mahdollisuuksia. Karkeasti arvoketjun voi jakaa kahteen osaan: vedyn tuotantoon ja sen loppukäyttöön. Vedyn tuotantoon on kaksi yleisesti kaupallisessa käytössä olevaa prosessia: fossiilista maakaasua käyttävä metaanin höyryreformaatio, sekä uudempi veden vesielektrolyysi. Yleisesti, kun puhutaan vihreästä vedystä, tarkoitetaan vesielektrolyysillä tuotettua vetyä, jonka tuotannossa on käytetty uusiutuvaa sähköä. Vihreän vedyn vaatimukset ovat Euroopan Unionin tasolla vielä määrittelemättä<sup>22</sup>, mutta alustavien direktiiviluonnosten perusteella uusiutuva sähkö tulisi olla myös tuotettu (lähes) samanaikaisesti kuin vetytuotanto, tai tietyn aikaikkunan sisällä, jolloin pelkkä vihreiden sertifikaattien ostaminen ei riittäisi. Lisäksi keskustelussa on ollut, että uusiutuva sähköntuotanto tulisi olla lisäistä, eli vihreää vetyä tuottamaan tarvittaisiin uutta sähkön tuotantoa, eikä aiemmin rakennettua tuotantoa voisi hyödyntää, mikäli tuotettu vety halutaan kaupata vihreänä vetyä. Tämän työn osalta pidetään tarkoituksenmukaisena tarkastella vihreää vetyä, jonka vaatimuksena on, että se on tuotettu vesielektrolyysillä, jolle on saatavilla uutta uusiutuvaa sähköntuotantoa Pohjois-Pohjanmaan alueelta. Tässä selvityksessä vedyn tuotannolla tarkoitetaan vihreän vedyn tuotantoa näillä määritelmillä.

<sup>22</sup> Työn viimeistelyvaiheessa EU-komissio julkaisi RFNBO-delegoidun säädöksen lopullisen luonnoksen, jossa on Komission ehdotus RFNBO-vaatimukset täyttävästä vihreästä vedystä (RFNO: Renewable Fuels of Non-



Kuva 11. Yksi vedyn jaottelutavoista vetymolekyylin ja käytetyn sähköenergian alkuperän mukaan.

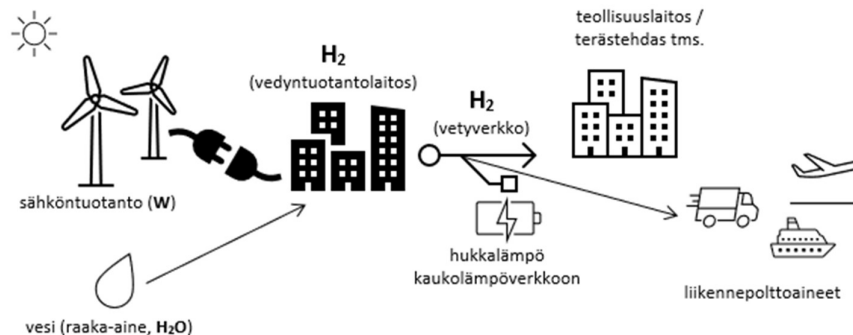
Vedyn vesielektrolyysille on olemassa toistaiseksi kaksi yleisintä teknologiaa, PEM-elektrolyysi (Poly Exchange Membrane Electrolysis) ja AEL-elektrolyysi (Alkaline Electrolysis), joiden lisäksi uudempia teknologioita on kehitteillä. Yleisellä tarkastelutasolla elektrolyysiteknologiat eivät eroa merkittävästi toisistaan. Elektrolyysireaktiossa elektrolyysiin syötetään demineralisoitua vettä (vettä, josta on poistettu suolat ja muut epäpuhtaudet), joka elektrolyyserikenoissa pakotetaan sähkövirran avulla jakautumaan hapeksi ja vedyksi. Näiden lisäksi prosessissa syntyy lämpöä, joka viedään systeemistä ulos jäädyttämällä, ja voidaan hyödyntää muualla. Vedyn tuotantoon tarvitaan siis raaka-aineiksi demineralisoitua vettä ja (uusiutuvaa) sähköä. Lisäksi sijaintivaatimuksena on riittävä tila tuotantolaitteistolle ja muille laitosrakenteille, sekä mahdolliselle jatkojalostukselle, josta lisää myöhemmin tässä luvussa. Vedyn tuotannon hyötysuhde muuttuu elektrolyysikenojen

Biological Origin) . Luonnos löytyy: [https://energy.ec.europa.eu/delegated-regulation-union-methodology-rfnbos\\_en](https://energy.ec.europa.eu/delegated-regulation-union-methodology-rfnbos_en)

elinien funktiona: mitä pidempään kenoja on hyödynnetty, sitä suurempi osuus niihin syötetystä sähköstä muuttuu lämmöksi ja pienempi osuus osallistuu vedyn tuotantoon, eli pakottamaan vesimolekyylin hajoamisen hapeksi ja vedyksi. Elektrolyysin hyötysuhde on tyypillisesti noin 70–60 %, mikä tarkoittaa että 30–40 % järjestelmään syötetystä sähköstä muuttuu lämmöksi. Vettä prosessiin tarvitaan noin 10–15 tonnia tuotettua vetytonnia kohden. Veden demineralisoinnin voi toteuttaa tuotannon yhteydessä, jolloin jätevettä syntyy noin 3 tonnia tuotettua vetytonnia kohden. Yksi tonnia vetyä sisältää teholliselta lämpöarvoltaan noin 33,3 MWh, eli vetytonnin tuottamiseen tarvitaan sähköä noin 48–56 MWh. Toisin sanoen esimerkiksi kennoteholtaan 20 MW elektrolyyseri tuottaisi vetyä noin 14 MW teholla, eli 14 MWh tai 420 kg tunnissa, ja tarvitsisi siihen 20 MWh sähköä 20 MW teholla syötettynä, sekä tilavuusvirtaukseltaan 4200–6300 m<sup>3</sup>/h vettä, ja jätevettä syntyisi vastaavasti 1 260 m<sup>3</sup>/h.

Taulukko 5. Vetytuotannon esimerkkilaskelmia.

Sähkö (MWh)	Hyötysuhteella 70 % tuotettu vety (MWh)	Hyötysuhteella 70 % tuotettu vety (kg)	Veden tarve (m <sup>3</sup> )	Jätevesi (m <sup>3</sup> )	Tuotettu lämpö (MWh (30 % syötetystä sähköstä))
48	33,3	1000	10 000 – 15 000	3000	14,4
20	14	420	4200–6300	1260	6



Kuva 12. Vetytuotannon mahdollisia arvoketjuja, yleiskuvaus.

On tärkeää huomioida, ettei vedyn tuotanto ja käyttö ole primaarista energian tuotantoa: vety ei itsessään ole siis energianlähde, vaan sähköenergian varastoimista kemiallisiin yhdisteisiin. Vetyyn perustuvan energiajärjestelmän potentiaali on erityisesti siinä, että sen avulla pystytään hyödyntämään uusiutuvaa sähköenergiatuotantoa sovelluksissa, joiden suora sähköistäminen ei ole taloudellisesti järkevää tai teknisesti mahdollista.

Vedyllä on lukuisia sovelluksia sellaisenaan, jonka lisäksi siitä voidaan valmistaa katalyyttisillä prosesseilla erilaisia synteettisiä jatkojalosteita. Alkuainevedylle nähdään potentiaalia erityisesti raskaan liikenteen ja meriliikenteen polttoaineena, joiden lisäksi se on raaka-aineena erilaisissa kemianteollisuuden ja muun valmistavan teollisuuden prosesseissa.

Näiden lisäksi vety on mahdollista muuttaa polttokennoissa takaisin sähköksi ja lämmöksi. Tällöin sähköntuotannon hyötysuhde on noin 50 %, mikä tarkoittaa että 60–70 % elektrolyysin hyötysuhteella ”Power-to-Gas-To-Power” -prosessin kokonaishyötysuhteeksi muodostuu 30–35 %. Huonon hyötysuhteen, ja korkeiden investointikustannuksien takia ratkaisulle nähdään toistaiseksi vain vähäistä potentiaalia kaupallisissa ratkaisuissa. Sähkö on mahdollisesti tehokkaampaa varastoida muilla tavoin, kuten pumppuvoimaloihin ja lämpönä osana kaukolämpöjärjestelmää. Kuitenkin, mikäli polttokennojen hyötysuhde merkittävästi paranee, tai investointikustannukset merkittävästi putoavat, voi

kannattavuus parantua huomattavasti. Lisäksi äärimmäisen volatiilissa sähkömarkkinassa, eli tilanteessa, jolloin uusiutuva sähkön tuotanto ei esimerkiksi säariippuvuuden takia pysty kattamaan kysyntää, josta johtuen sähkön vuorokauden sisäinen hintahaarukka on merkittävän suuri, voi vety toimia tulevaisuudessa sähkön huipputuotannon polttoaineena. Tämän kaupallinen potentiaali muihin vaihtoehtoihin nähden on kuitenkin hyvin vaikea arvioida.

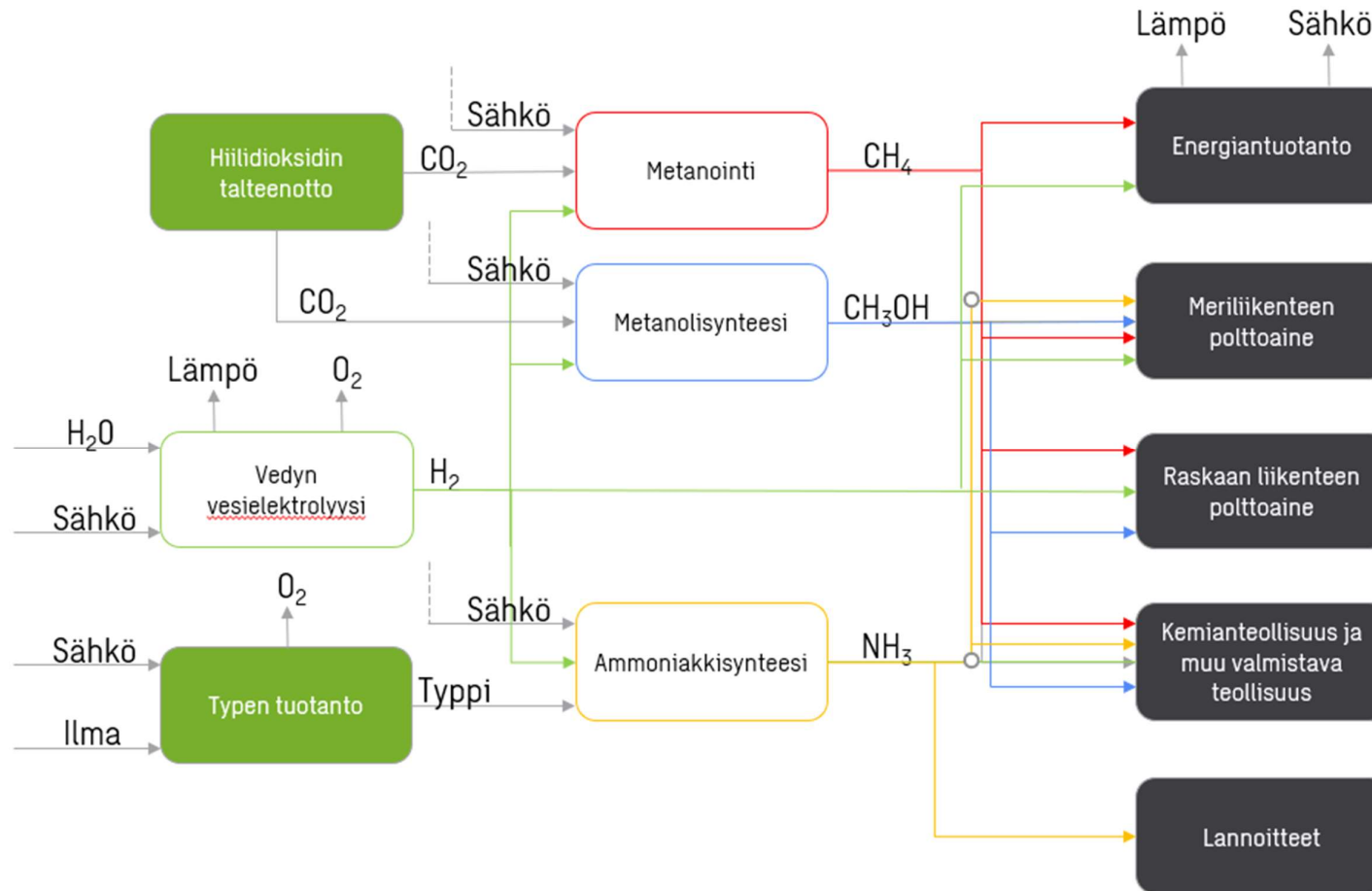
Vety on kevyt ja hankalasti varastoitava kaasu. Tästä syystä vetyä halutaan tietyissä tilanteissa jalostaa eteenpäin synteettisiksi yhdisteiksi. Yleisimmin keskusteluissa ovat (synteettinen tai vihreä) metaani  $\text{CH}_4$ , (vihreä) metanoli  $\text{CH}_3\text{OH}$  ja (vihreä) ammoniakki  $\text{NH}_3$ . Yhdisteet eivät kemiallisesti eroa vastaavista fossiilisista yhdisteistä, mutta vihreä- tai synteettinen- etuliitettä käytetään korostamaan yhdisteen alkuperää. Vedyn mahdollisia arvoketjuja on esitetty seuraavan sivun kuvassa (Kuva 13).

Vihreä metaani on käytännössä katsoen maakaasua vastaava tuote: maakaasussa on pieniä määriä muita yhdisteitä, mutta pääasiassa maakaasu koostuu metaanista. Vihreä metaani valmistetaan vihreästä vedystä, sekä hiilidioksidista metanoinniksi kutsutussa prosessissa. Nykyisissä EU-direktiivien luonnoksissa pienen siirtymisajan jälkeen myös hiilidioksidin tulee olla hiilineutraalista lähteestä, eli käytännössä biomassan polttamisesta, jotta metaania voi kutsua vihreäksi. Metaani on vetyä helpommin liikuteltavissa sen fyysisten ominaisuuksiensa vuoksi, jonka lisäksi metaanille on olemassa kattava jakeluverkosto, joka kattaa Inko-Helsinki-Mäntsälä-Imatra -akselin, Tampere-Hämeenlinna-Mäntsälä -akselin, sekä Lahden, Kotkan ja Lappeenrannan. Lisäksi maakaasua ja metaania kuljetetaan nesteytettynä ja kaasumaisena maanteitä ja Pohjanmerta pitkin. Vihreä metaani voi toimia raaka-aineena kemianteollisuudessa ja valmistavassa teollisuudessa, polttoaineena raskaassa liikenteessä (sekä jossain määrin myös henkilöliikenteessä), jonka lisäksi nesteytettyä metaania voidaan hyödyntää LNG:n (nesteytetyn maakaasun) tilalta meriliikenteen polttoaineena. Synteettistä metaania on mahdollista hyödyntää maakaasun korvaajana sähkön- ja lämmön tuotannossa, mutta kuten vedyllä, sähköntuotannon potentiaali on epävarmaa. Lämmöntuotannolle nähdään potentiaalia erityisesti kotimaassa, sillä Suomessa on olemassa suuri

määrä maakaasua käyttäviä lämpökeskuksia ja maakaasua lämmöntuotannossa hyödyntävää teollisuutta.

Vihreästä vedystä ja hiilidioksidista voidaan valmistaa myös metanolia prosessissa, jota kutsutaan metanolisynteetiksi. Metaanista poiketen metanoli on huonelämpötilassa nestemäinen yhdiste. Metanoli on niin ikään yleinen raaka-aine kemianteollisuudessa, jonka lisäksi sille nähdään potentiaalia erityisesti vaihtoehtoisena meriliikenteen polttoaineena, sekä jossain määrin myös raskaan liikenteen polttoaineena.

Ammoniakkisynteetissä tpeestä ja vedystä voidaan valmistaa ammoniakkia, jota vihreän vedyn tapauksessa kutsutaan vihreäksi ammoniakiksi. Ammoniakki on myrkyllinen ja pistävän hajuisen yhdiste, josta syystä se ei sellaisenaan ole varteenotettava vaihtoehto kaikkiin ratkaisuihin. Valtaosa maailmassa tuotetusta ammoniakista jalostetaan ureapohjaisiksi lannoitteiksi, sekä muiksi tyypipohjaisiksi lannoitteiksi. Lisäksi ammoniakkia hyödynnetään kemianteollisuuden ja muun valmistavan teollisuuden raaka-aineena. Ammoniakille nähdään lisäksi mahdollista potentiaalia erityisesti merirahtiliikenteen polttoaineena.



Kuva 13. Vedyn mahdollisia arvoketjuja.

Vetytuotanto, kuten muukin teollisuus ohjautuu ensisijaisesti sinne, missä se on taloudellisesti kannattavinta. Jotta vedyn tuotanto on ylipäättään mahdollista, tulee saatavilla olla sähköä ja vettä. Näistä kahdesta kustannuksiin vaikuttaa erityisesti sähkön kustannus. Sähköstä aiheutuvat kustannukset vastaavat noin 60–65 % vedyn tasoitetusta tuotantokustannuksesta. Elektrolyyserin ja muiden investointien osuus on noin 30–35 % ja muiden käyttö- ja kunnossapitokustannusten alle 5 %. Investointien osuus tasoitetusta tuotantokustannuksesta elinkaaren aikana kasvaa, mikäli laitoksen käyttöaste jää alhaiseksi, jolloin investoinnille ei saada yhtä suurta tuottoa. Tästä syystä vedyn tuotanto, kuten muukin tuotanto pyrkii ensisijaisesti maksimoimaan tuotantoyksikön käyttöasteen varmistamalla sähkön saatavuuden, josta syystä esimerkiksi verkkoyhteys elektrolyysilaitokseen nähdään välttämättömäksi.

Toinen merkittävä kannattavuuteen vaikuttava tekijä on vedystä saatava hinta. Karkeasti vihreälle vedylle pätee muidenkin hyödykkeiden tapaan sama laki, eli kysyntää erityisesti silloin, kun sen kustannus alittaa vaihtoehtokustannuksen. Tästä syystä vihreän vedyn arvo riippuu globaalista markkinatilanteesta ja erityisesti maakaasun hinnasta, joka on monessa kohtaa vedyn ja muiden jatkojalosteiden vaihtoehtoinen raaka-aine. Yleisesti voidaan kuitenkin todeta, että edellisen kuvan (Kuva 13) esitettyjen mahdollisten arvoketjujen osalta neljä alinta vaihtoehtoa sisältävät pienemmän markkinariskin kuin energiantuotannon, erityisesti sähköntuotannon ratkaisut, josta syystä vihreä vety tulee hyvin todennäköisesti suuntautumaan näille markkinoille. Tästä syystä vedyn tuotanto on kannattavinta sijoittaa siten, että se pystytään mahdollisimman pienillä kustannuksilla saattaa sen loppukäyttäjälle. Toistaiseksi esitettyjä ratkaisuja ovat suoraan loppukäytön yhteyteen rakennettava vedyn tuotanto esimerkiksi teollisuuslaitosten yhteyteen, satamien ja raskaan liikenteen solmukohtiin sijoitettavia laitoksia, jolloin voidaan palvella suoraan meri- ja tieliikennettä, sekä vedyn jakeluun rakennettavat paikalliset, ja myöhemmin myös valtakunnalliset putkiverkostot.

<sup>23</sup> Sähköverkon yksikköhinnat 2022–2023 (excel), <https://energiavirasto.fi/hinnoittelun-valvonta>

<sup>24</sup> Todellisuudessa eri tuulivoimayksiköiden huipputuotannot osuivat tuotannon maantieteellisestä jakautumisesta riippuen osittain päällekkäin, mutta tarkastelun laajuudessa tämä koetaan riittäväksi

Vetyä on mahdollista varastoida myös paineistettuihin kontteihin. Vety on kuitenkin tiheydeltään erittäin harva kaasu: normaaliolosuhteissa (0°C, 1 bar) vedyn tiheys on 0,09 kg/m<sup>3</sup>, kun taas esimerkiksi metaanin tiheys vastaavissa olosuhteissa on 0,716 kg/m<sup>3</sup>. Jos tämä muutetaan energiatiheydeksi, on vedyn energiatiheys normaaliolosuhteissa 2,997 kWh/m<sup>3</sup> ja metaanin 9,952 kWh/m<sup>3</sup>. Metaani on siis yli 3 kertaa energiatiheämpää kuin vety, mikä tarkoittaa, että mikäli vety halutaan kuljettaa kontissa, jossa on rajallinen tilavuus, tulee vedyn painetta nostaa ja/tai lämpötilaa laskea merkittävästi enemmän, kuin metaanin, jotta sama energiamäärä saadaan siirrettyä samassa tilavuudessa. Kuitenkin tilanteissa, joissa vedyn käyttö on niin pientä, ettei putkistoa tai omaa tuotantoa ole järkevää rakentaa, voi vedyn kuljettaminen konteissa olla taloudellisesti järkevintä vedyn jatkojalosteiden kannalta.

Sähkön saatavuus, kuten yllä todettu, on syytä olla taattuna vedyn tuotannolle, jotta tuotanto on kannattavaa. Suomessa on koko maan kattava sähkön siirto- ja jakeluverkosto, jonka ansiosta sähkö voidaan siirtää lähes mistä tahansa, minne päin Suomea tahansa – kuhan paikallisilta pullonkauloilta vältytään. Sähkön siirtolinjaston rakentaminen on huomattavan edullista verrattuna vedyn ja uusiutuvan energian tuotannon investointeihin. Sähkön siirron vaatimaa investointia voidaan arvioida Energiaviraston ilmoittamalla sähköverkon yksikköhinnoilla<sup>23</sup>. Esimerkiksi 100 MW elektrolyyserin investoinniksi voidaan arvioida noin 250 M€ sisältäen laitteiston ja muut investoinnit. Tästä summasta reilu 20 M€ arvioidaan olevan sähköliittymään, muuntajiin ja muuhun sähköinfraan liittyvää investointia. Jos oletetaan laitoksen liittyvän 110 kV korkeajännitteiseen jakeluverkkoon, on 110 kV sähkölinjan arvo noin 200 000–470 000 €/km. Tämä on merkittävä summa, mutta investoinnin mittakaavassa sähkölinjan rakentaminen useamman kilometrin matkalle ei muuta merkittävästi investoinnin kannattavuutta, ottaen huomioon lisäksi, että myös tuotannon investoinnit laskettaisiin tähän mukaan. Jos oletetaan tuulivoimalle 50 % huipunkäyttöaika, ja halutaan saavuttaa vedyn tuotantolaitokselle 90 % käyttöaste, voidaan yksinkertaistaa, että 100 MW investointia varten tarvittaisiin 200 MW tuulivoimainvestointia<sup>24</sup>. Globaali maatuulivoiman

tarkkuudeksi. Tämä kuitenkin korostaa tarvetta pystyä syöttämään sähkö muualle verkkoon tilanteissa, joissa huipputuotanto osuu muualle.



investointikustannus on noin 1325 USD/kW, eli 1020 €/kW<sup>25</sup> (käyttämällä vuoden 2021 keskimääräistä vaihtokurssia, noin 0,85). Teholtaan 200 MW tuulivoimalan investointikustannus olisi karkeasti arvioiden noin 204 M€, kokonaisinvestointi noin 450 M€. Lisäksi 200 MW tuulivoima tuottaisi ajoittain 200 MW tehoa, jolloin ylijäämä sähkö tulisi pystyä varastoimaan myöhempää käyttöä varten (taloudellinen kannattavuus kyseenalaista) tai myydä sähköpörssiin. Voidaan siis sanoa, että vihreän vedyn tuotanto lisäksi uusiutuvan energian tuotannolla tarvitsee kapasiteetiltaan suuremman määrän uusiutuvan sähköntuotannon investointia, mutta sähkön tuotanto tuottaa arvoa myös vedyn tuotannon ulkopuolella sähkömarkkinoilla.

Yhteenvetona voidaan todeta, ettei vedyn käyttöön ja varastointiin ole yksiselitteistä vastausta, vaan mahdollisuuksia on monia. Tässä työssä on pyritty tunnistamaan sijainninhajausmalliin ne tekijät, jotka vaikuttavat erityisesti vedyn tuotannon sijoittumiseen yleisellä tasolla, sekä tunnistettu sijaintien tarjoamia mahdollisuuksia vedyn jatkojalostamiselle. Jatkojalosteissa metanolin ja metaanin valmistukseen tulee saatavilla olla hiilidioksidiä, kun taas ammoniakkia voidaan valmistaa käytännössä katsoen missä vaan, sillä tyyppi saadaan valmistettua ilmasta melko edullisesti. Myös hiilidioksidiä on mahdollista ottaa ilmasta, mutta ratkaisun kaupallistuminen on vielä melko kaukana, ja hiilidioksidin lähteitä on toistaiseksi hyvin saatavilla erilaisien palamisprosessien myötä.

## 2.2 Paikkatietopohjaisen mallin periaatteet

Vetytuotannon kannalta keskeisten alueiden kartoittaminen Pohjois-Pohjanmaalla aloitettiin määrittämällä alueet, joille vetytuotantoa ei voida sijoittaa. Nämä ovat alueita, joiden huomioinnilla minimoidaan haitalliset ympäristövaikutukset. Lisäksi kartoitettiin tekijöitä, joiden läheisyys hyödyttää vedyntuotantoa tai näkökulmia, jotka hyötävät vedyntuotannosta. Tätä poissulku- ja edullisuusvyöhykemenettelyä on tehty seuraavien periaatteiden mukaan:

Alueet, joille vetytuotantolaitosten sijoittaminen ei ole tällä hetkellä (2023) mahdollista tai kannattavaa:	Alueet, joille vetytuotantolaitokset on tällä hetkellä (2023) järkevä ensisijaisesti sijoittaa:
<ul style="list-style-type: none"><li>- luonnonympäristön ja maiseman kannalta arvokkaat alueet</li><li>- virkistys- ja matkailualueet, reitit ja kohteet (erityisesti seudullisen tason)</li><li>- asutuksen läheisyys (suojavyöhyke), lisäksi tulee huomioida suojaetäisyys liikenneväylistä tms.</li><li>- puolustusvoimien alueet (suojavyöhyke)</li><li>- poroelinkeinon kannalta keskeiset alueet</li><li>- etäisyys kysynnästä (siirtokustannusten ja hävikin minimointi)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>+ teollisuusalueille/teollisuuden lähialueille (vedyn hyödynnysmahdollisuus, sivutuotteiden hyödynnysmahdollisuus)</li><li>+ liikenne- ja logistiikka-alueiden läheisyyteen (polttoainekäyttö, kuljetusmahdollisuudet)</li><li>+ saavutettavasti, jolloin sijainnin tulee olla päätiestön, rautateiden ja satamien läheisyydessä</li><li>+ uusiutuvan energian saatavuus huomioiden sähkönsiirto</li><li>+ riittävän vesivarannon saatavuus varmistaen</li><li>+ kaukolämpöverkon tai vastaavan läheisyyteen (hukkalämmön syöttö)</li><li>+ tulevaisuuden vetyverkon varrelle</li></ul>

<sup>25</sup> IRENA (2022), Renewable Power Generation Costs in 2021, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, saatavilla: ISBN 978-92-9260-452-3

## 2.3 Poissulku- ja edullisuusvyöhykeanalyysi Pohjois-Pohjanmaalla

Vetyteollisuuden (tai muun teollisuuden) kannalta tulee huomioida keskeiset luontoarvot, joiden alueille tai tietyiltä osin myöskään lähialueelle ei lähtökohtaisesti tule suunnitella rakentamista:

- Natura-alueet, luonnonsuojelualueet, suojeluohjelmien alueet
- luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeitä alueet, luonnon monimuotoisuuden kannalta tärkeitä suoalueet, arvokkaat suokehityssarjan alueet
- pohjavesialueet
- arvokkaat geologiset muodostumat (maisemakalliot, moreenimuodostumat, tuuli- ja rantakerrostumat, arvokkaat harjualueet)

Suunnittelussa tulee ottaa huomioon/suojata:

- valtakunnallisesti, maakunnallisesti ja paikallisesti arvokkaat maisema-alueet ja rakennetut kulttuuriympäristöt sekä perinnemaisemat
- arkeologiset kohteet (muinaisjäännökset)

Matkailun osalta tulee turvata elinkeinolle keskeiset alueet ja kohteet myös tulevaisuudessa:

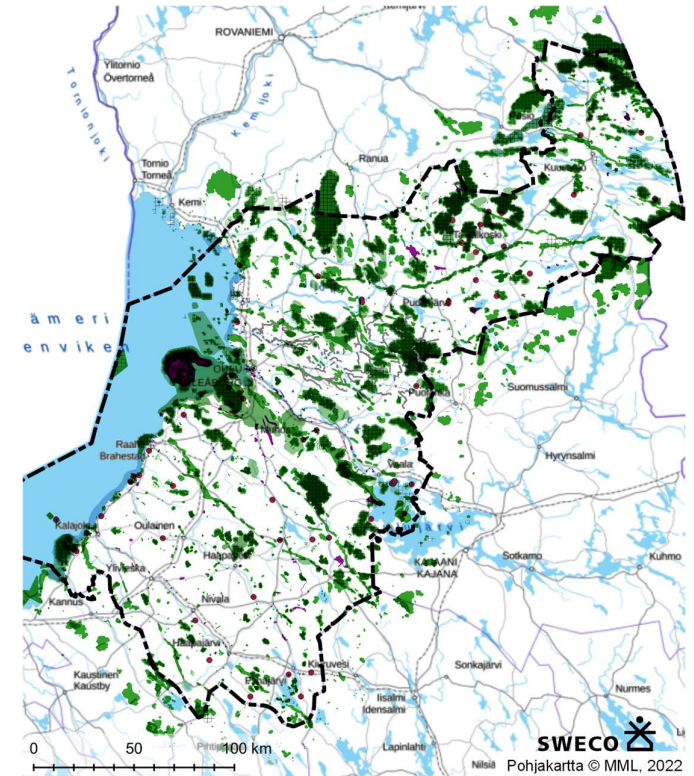
- matkailun vetovoima-alueet
- virkistysalueet, virkistys- ja matkailukohteet
- tärkeät ulkoilu- tai retkeilyreitit sekä melonta- tai vesiretkeilyreitit

Lisäksi puolustusvoimien alueiden suojavyöhykkeille tai asutuksen ja liikenneväylien välittömään läheisyyteen rakentaminen ei onnettomuusvaaran vuoksi ole mahdollista.

Pohjois-Pohjanmaalla tulee lisäksi huomioida poronhoitoalue, jonka osalla on turvattava poronhoidon edellytykset (maakuntakaavan yleinen suunnittelumääräys). Myöskin matkailuvyöhykkeillä ja arvokkaiden vesistöjen läheisyydessä tulee mahdollisen toiminnan vaikutukset arvioida erityisen huolellisesti ja välttää näitä alueita mahdollisuuksien mukaan.

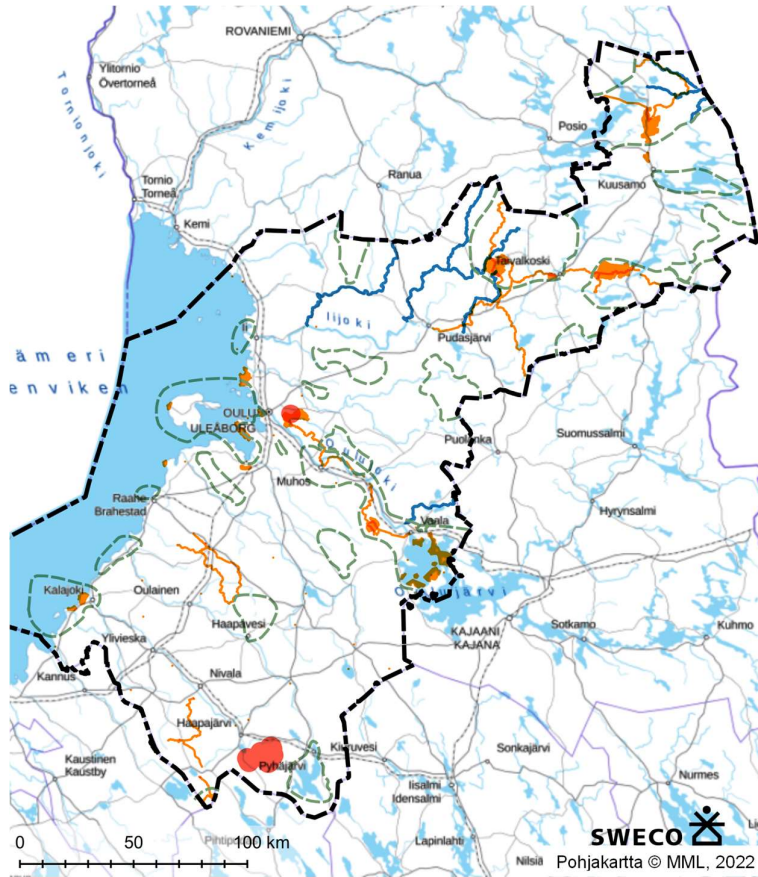
Seuraavassa on esitetty poissulkuperiaatteiden mukaisia teemakarttoja (kartat 1-3). On huomioitava, että kartat ovat maakuntakaavataso yleispiirteisiä karttoja, eikä selvityksessä ole tehty yksityiskohtaista vaikutusten arviointia.

Kartta 1. Arvokkaat luontoalueet, Natura 2000-alueet, Linnuston kannalta arvokkaat alueet, Emma-kohteet, rakennettu kulttuuriympäristö ja perinnemaisemat – teemakartta.



### Merkinnät

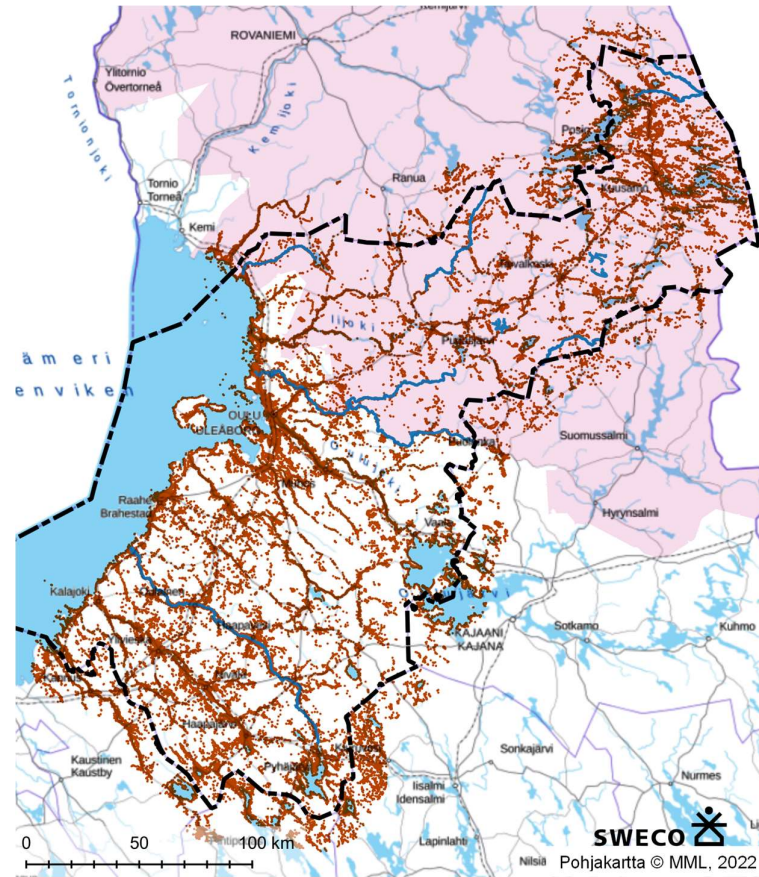
- |   |   |
|---|---|
| <span style="color: green;">■</span> Arvokkaat luontoalueet (Luonnon- ja kansallispuistot, suojelualueet, pohjavesialueet, geologiset muodostumat.) | <span style="color: lightblue;">■</span> Emma-kohteet   |
| <span style="color: lightgreen;">■</span> Natura 2000-alueet  | <span style="color: purple;">■</span> Rakennetun kulttuuriympäristön kohteet (valtakunnallinen ja maakunnallinen) |
| <span style="color: lightgreen;">■</span> Linnuston kannalta arvokkaat alueet (IBA, FINIBA suojavyöhy.)   | <span style="color: red;">●</span> Perinnemaisemat  |



**Merkinnät**

- Matkailun vetovoima- ja luonnon monikäyttöalue
- Matkailu- ja virkistysalueet ja -kohteet
- Ulkoilu- ja retkeilyreitti
- Melonta- ja vesiretkelyreitti
- Puolustusvoimien alueet (suojavyöhyke 4 km)

Kartta 2. Matkailu- ja virkistysalueet, ulkoilu- ja retkeilyreitit, sekä puolustusvoimien alueet -teemakartta.



**Merkinnät**

- Asuin- ja lomarakennukset (suojavyöhyke 500m)
- Arvokkaat vesistöt
- Poronhoitoalue

Kartta 3. Asuin- ja lomarakennukset, arvokkaat vesistöt ja poronhoitoalueet -teemakartta.

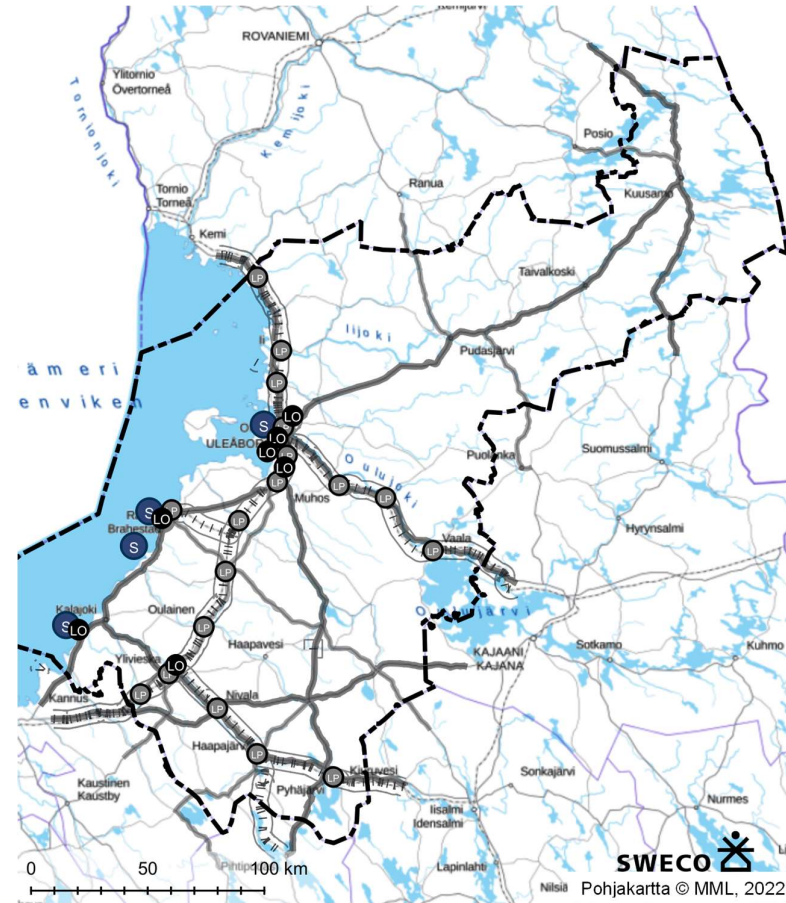
Vihreän vedyn tuotannon sijoittaminen on tämän hetken (2023) tietämyksen mukaan kannattavinta seuraavat tekijät huomioiden:

- kulutuksen lähelle (teollisuus, liikenne): olemassa olevat teollisuus- ja varastoalueet, logistiikka-alueet ja satamat
- kulutuksen lisäksi voidaan samalla mahdollistaa sivutuotteiden hyödynnyks maksimaalisesti (taajamat, joissa kaukolämpöverkko, teollisuus, joka voi käyttää happea)
- saavutettavuus eli pääliikenneyhteyksien varrelle (satamien lisäksi rautatiet ja päätiestö huomioiden)
- sähköverkon piirissä olevat alueet (sähkön saatavuuden varmistaminen)
- vedensaannin varmistaminen (ilman tarkempia selvityksiä virtaamista tai vedenoton luontovaikutuksista on huomioitu meren, suurimpien järvien eli Oulujärven ja Pyhäjärven sekä valjastettujen jokien eli Iijoen, Oulujoen, Siikajoen ja Pyhäjoen vedenoton mahdollisuudet)

Myös tulevaisuuden tuotannon mahdollisuudet on hyvä huomioida.

- energiantuotannon lähialueet (uusiutuva energiantuotanto, eli tuuli- ja aurinkoenergia sekä biopolttolaitokset tai vastaavat), joissa vedyntuotanto ja varastointi luovat taloudellista kannattavuutta.

Seuraavassa on esitetty edullisuusvyöhykeperiaatteiden mukaisia teemakarttoja (kartat 4-6). On huomioitava, että kartat ovat maakuntakaavatason yleispiirteisiä karttoja, eikä selvityksessä ole tehty yksityiskohtaista vaikutusten arviointia.



#### Merkinnät

— Rautatie

— Päätiestö:

— Valtatie

— Kantatie

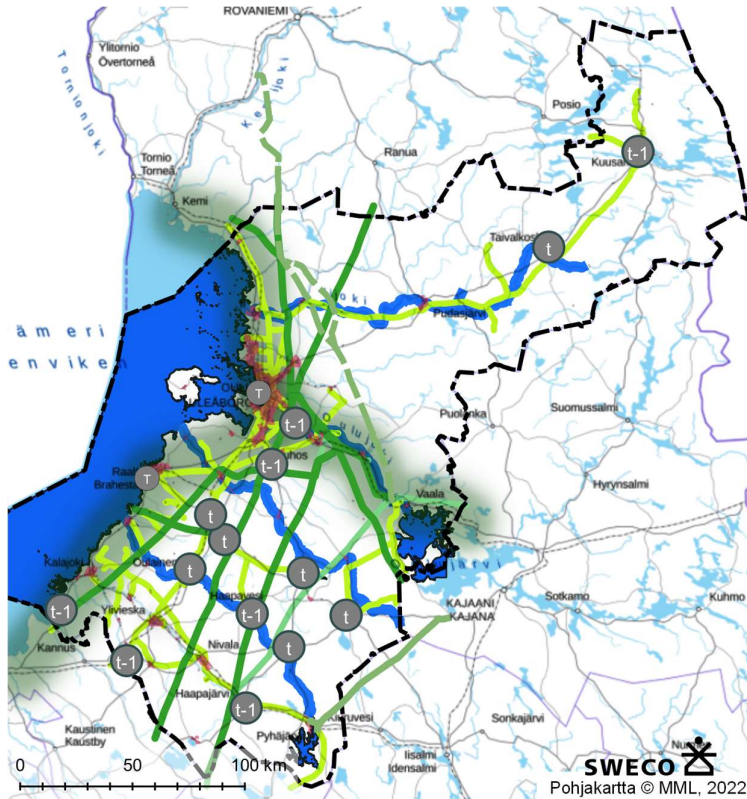
Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaavasta:

LO Logistiikka-alue (tavaraliikenteen terminaali-alue)

EP Pääradan liikennepaikka

S Satama

Kartta 4. Liikenne- ja logistiikka-alueet -teemakartta.



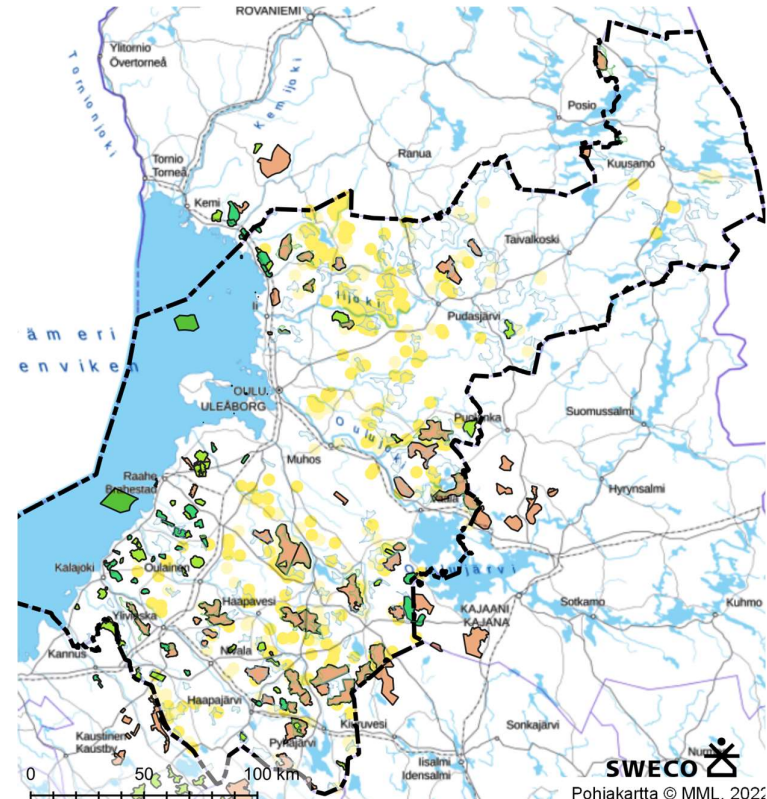
**Merkinnät**

- Teollisuus- ja varastoalueet (P-P maakuntakaavasta, teollisuusalueet T ja t, biojalostamot tai vastaavat t-1)
- Taajamatoimintojen alueet (sis. teollisuutta)
- Teollisuusrakennukset (pohjakartalta)
- Suurimmat valjastetut joet
- Suurimmat järvet, meri

**Pääsähköjohdot (tilanne 11/22)**

- 110 kV, 110 kV+
- 220 kV
- 400 kV, 400kV+
- Vuolijoki-Pyhäsalmi (110 kV, hanke)
- Petäjaskoski-Nuojuankangas (400+110 kV hanke)
- Tulevaisuuden VETY-verkko

Kartta 5. Teollisuus ja sähkönsiirto, vesistöt teemakartta.



**Merkinnät**

**Tuulivoimahankkeet (tilanne 11/22)**

- rakennettu
- luvitettu
- vireillä

**TUULI-hankkeen sijainninohjausmallin alueet**

- kyllä (soveltuu tuulivoimatuotannolle)
- ehkä (soveltuu tuulivoimatuotannolle)

- Aurinkovoimaloille mahdolliset alueet (nykyiset turvetuotantoalueet)
- Aurinkovoimaloille mahdollisesti soveltuvat alueet (P-P maakuntakaavan turvetuotantoon soveltuvat alueet)

Kartta 6. Tuuli- ja aurinkovoima -teemakartta.

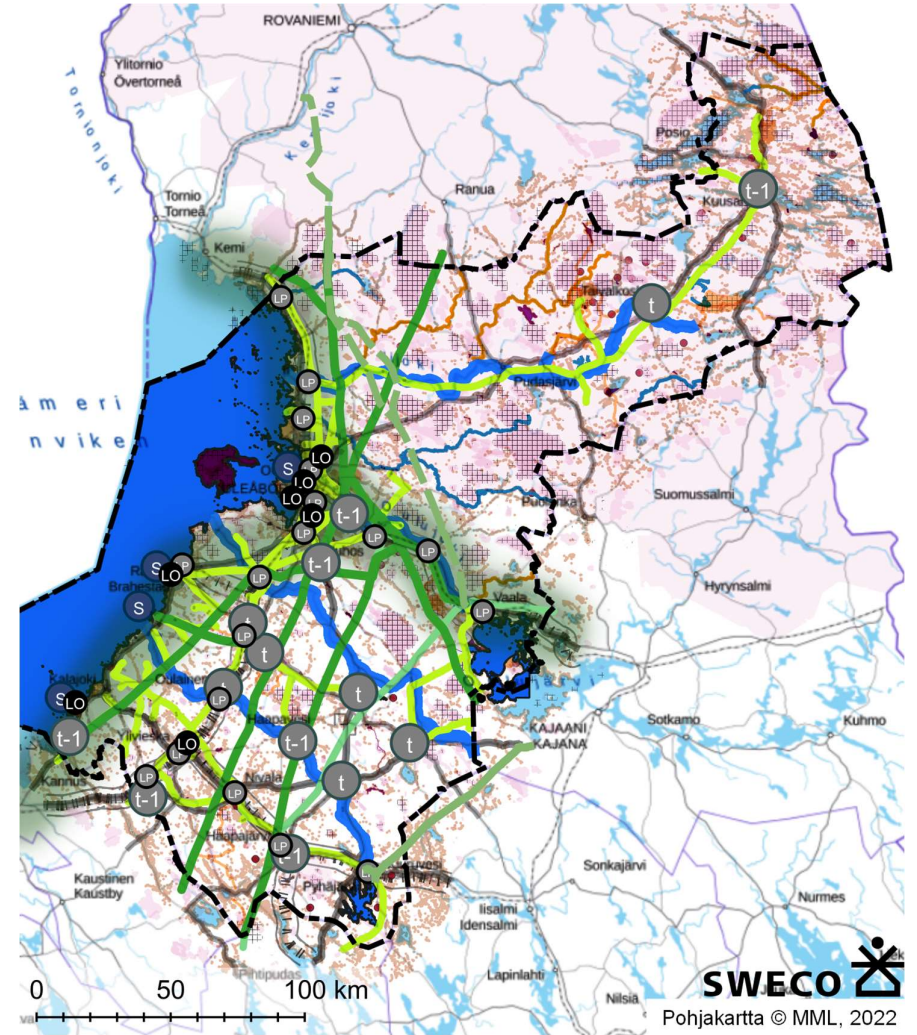
## 2.4 Sijainninhjauksen strategiakartta

Poissulku- ja edullisuusvyöhykeanalyysin tulokset yhdistäen saadaan maakunnasta näkymä (kartta 7), jonka pohjalta rannikkoseudulta löytyy huomattavaa potentiaalia vihreän vedyn tuotannon kehittämiseksi. Myös maakunnan eteläosassa sisämaan alueilla on vetyteollisuutta mahdollistavia tekijöitä. Koillismaalla on enemmän huomioitavia rajoitteita.

Maakunnan nykytilanteen lisäksi tulee huomioida visiot vetyverkosta, joka kiertyy rannikkoa pitkin Perämeren ympäri (kuva 10). Viereisellä kartalla on vihreillä ja harmailla sävyillä vetytuotannon kannalta ensisijaisia tekijöitä, punaisen sävyillä rajoittavia (kartta 8).



Kartta 7. Verkkoyhteystarvekartta.



Kartta 8. Sijainninhjauksen strategiakartta

## 2.5 Vetytalouden mahdollisuudet Pohjois-Pohjanmaan kunnissa



































Seuraavassa on esitetty kuntakohtaisesti tärkeimpiä huomioita vetytalouden mahdollisuuksista sijainninhajausmallin näkökulmista. Tietoja on koottu maakuntakaavoituksen ja tämän selvityksen kyselyn lisäksi kunnilta. Tässä selvityksessä on tuotu esiin vetytalouden sijoittumista muuallekin kuin rannikkoseudulle mahdollisen vety-/kaasuputkiston varrelle. Vetytaloudessa paikalliset ratkaisut voivat nousta merkittäviksi muun muassa huoltovarmuus- ja varavoimakokonaisuusnäkökulmasta. Vierenergia, paikan päällä käyttö ja jalostaminen ovat tärkeitä huomioitavia alue- ja kuntatalousnäkökulmasta.

Kuntakohtaisesti on kerrottu teollisuudesta ja sille varatuista alueista vihreän vedyntuotannon näkökulmasta sekä liikenne- ja logistiikka-alueista. Alueen kaukolämpöverkko, energiansiirtoverkko ja uusiutuvan energian tuotantopotentiaali on huomioitu, minkä lisäksi on tarkasteltu saavutettavuutta, vedensaannin näkökulmia sekä erityisiä luonto- tai maisematarvoja. Lisäksi on huomioitu asutus, muut elinkeinot sekä virkistys- ja matkailualueet. Taulukossa on tuotu esille kunnan itsensä tuomat näkökulmat sekä mahdolliset kunnissa meneillään olevat hankkeet liittyen vihreän vedyn tuotantoon. Vetyteollisuutta puoltavat asiat on nostettu mahdollisuuksiksi, kun taas huomioitaviin asioihin on kirjattu tekijöitä, jotka tulee pohtia jatkosuunnittelussa tai joita ei ole voitu tässä maakuntatason tarkastelussa riittävän tarkasti selvittää.

Kartoilla on joillekin merkinnöille esitetty suojavyöhyke. Tämä esitystapa on valittu, jotta merkinnät erottuvat kartoilta. Lisäksi osalla luonnon ja maiseman kannalta arvokkailla alueilla suojavyöhykkeen esittäminen vastaa TUULI-hankkeen karttoja. Kartat on esitetty A4-kokoisena liitteessä 2.

### Merkinnät

Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaavan mukaisesti:

 Taajamatoimintojen alueet (sis. teollisuutta)	 Puolustusvoimien alue
 Logistiikka-alueet (tavaraliikenteen terminaali-alue)	 Matkailu ja virkistys (vyöhyke 500 m)
 Teollisuus- ja varastoalueet (teollisuusalueet T ja t, biojalostamot tai vastaavat t-1)	 Perinnemaisemat
 Pääradan liikennepaikat	 Natura 2000
 Satamat	 Luonnon kannalta arvokas alue (suojavaöhykkeillä)
 Aurinkovoimaloille mahdolliset alueet (nykyiset turvetuotantoalueet)	 EMMA-alue
 Aurinkovoimaloille mahdollisesti soveltuvat alueet (turvetuotantoon soveltuvat alueet)	 Valtakunnallisesti ja/tai maakunnallisesti arvokas rakennettu kulttuuriympäristö
<b>Pääsähköjohdot (tilanne 11/2022):</b>	 Linnuston kannalta arvokas alue (suojavaöhykkeellä 1 km)
 110 kV, 110 kV+	 Arvokas vesistö
 220 kV	
 400 kV, 400 kV+	
 Vuolijoki - Pyhäsalmi 110 kV (hanke)	
 Petäjäskoski-Nuojuankangas (400 + 110 kV hanke)	
 Energiahuollon alue (voimalat ja suurmuuntamot)	
<b>Muut merkinnät:</b>	
 Teollisuusrakennus (vyöhyke 500m)	 Poronhoitoalue kopio
 Rautatie	 Rakennus_vyöhyke_500m kopio
 Valtatie	 Tuulivoimahanke (tilanne 1/2023)
 Kantatie	 vireillä
 Tulevaisuuden vetyverkko	 luvitettu
 Keskeinen vesistö	 rakennettu

Kuva 14. Seutukuntakohtaisten karttojen merkinnät.

## Haapaveden-Siikalatvan seutukunta

### Haapavesi

#### Vetytalouden mahdollisuudet

- teollisuutta
- valjastettu joki
- bio-CHP – tai biolämpölaitos
- biojalostamohanke
- tavoitteena vetyteollisuuden kehittäminen alueella
- tuonut kyselyn kautta esille kiinnostusta vetyteollisuutta kohtaan

#### Huomioitavat asiat

- asutusta: asutus rajoittaa sijoittumista jonkin verran
- pääteiden lisäksi ei muita kuljetusmuotoja

### Pyhäntä

#### Vetytalouden mahdollisuudet

- pääliikenneväylät
- valjastettu joki
- runsaasti teollisuutta
- kehittyvä sähköverkko ja uusiutuvan energian tuotantomahdollisuuksia
- tavoitteena lisätä bioenergian tuotantoa

#### Huomioitavat asiat

- runsaasti työvoimaa
- pääteiden lisäksi ei muita kuljetusmuotoja
- ei hukkalämmön käyttömahdollisuutta

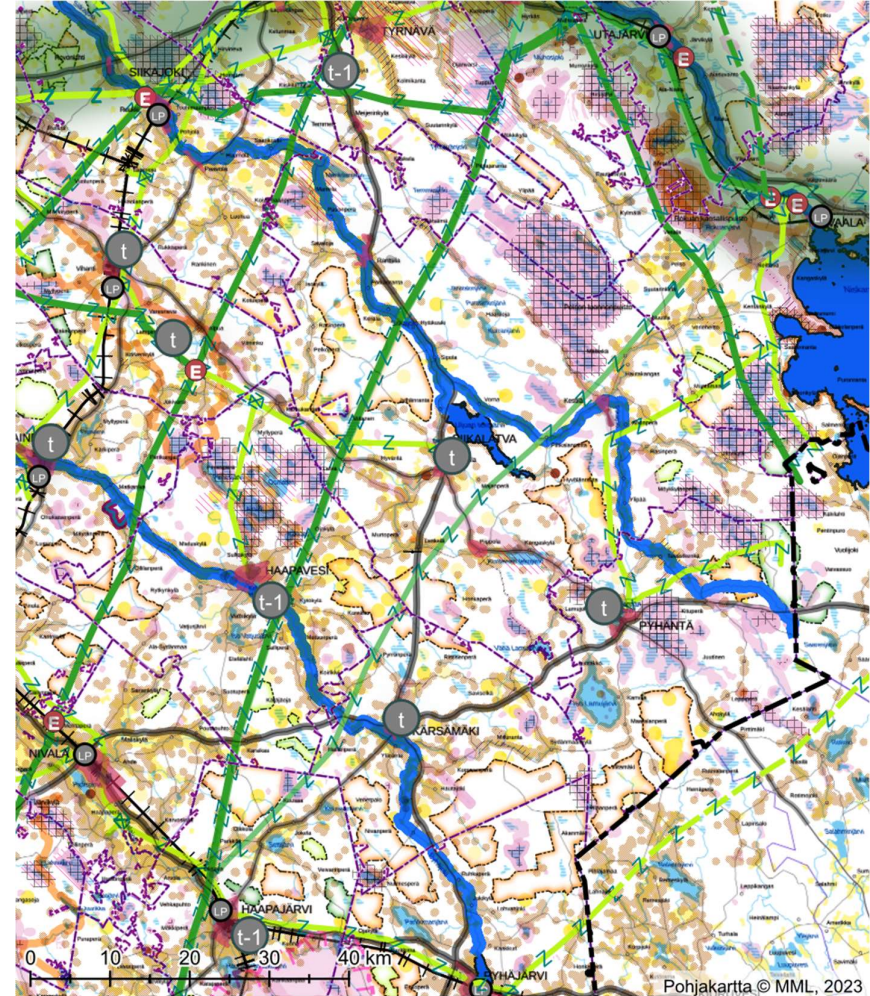
### Siikalatva

#### Vetytalouden mahdollisuudet

- pääliikenneväylät (osa TEN-T -verkkoa)
- valjastettu joki
- teollisuutta
- sähköverkko ja uusiutuvan energian tuotantomahdollisuuksia
- tavoitteena lisätä bioenergian tuotantoa
- bio-CHP – tai biolämpölaitoksia

#### Huomioitavat asiat

- asutusta: asutus rajoittaa sijoittumista jonkin verran
- pääteiden lisäksi ei muita kuljetusmuotoja
- ei hukkalämmön käyttömahdollisuutta



Kartta 9. Haapaveden-Siikalatvan seutukunnan vetytalouden mahdollisuuksia ja huomioitavia asioita kartalla.



## Koillismaan seutukunta

### Kuusamo

#### Kuusamo esimerkkialueissa

#### Vetytalousmahdollisuudet

- pääliikenneväylät
- teollisuutta, logistiikka-alueita
- tavoitteena lisätä bioenergian tuotantoa
- bio-CHP – tai biolämpölaitoksia
- uusiutuvan energiatuotannon kehittämistavoitteita
- tavoitteena vetyteollisuuden kehittäminen alueella
- tuonut kyselyn kautta esille kiinnostusta vetyteollisuutta kohtaan

#### Huomioitavat asiat

- matkailualueet huomioitava
- asutusta: asutus rajoittaa sijoittumista ja vesistöjen varsille myös muuta käyttöpainetta
- vesivarantojen riittävyys ja käytettävyyden vedyntuotantoon
- luontoarvot
- sähköverkon kapasiteettirajoitukset ja uusiutuvan energian tuotantomahdollisuuksia rajallisesti
- vedynkäyttömahdollisuudet teollisuudessa? saavutettavuus ja etäisyys kysynnästä?
- virkistys- ja matkailualueiden huomiointi
- poronhoitoaluetta

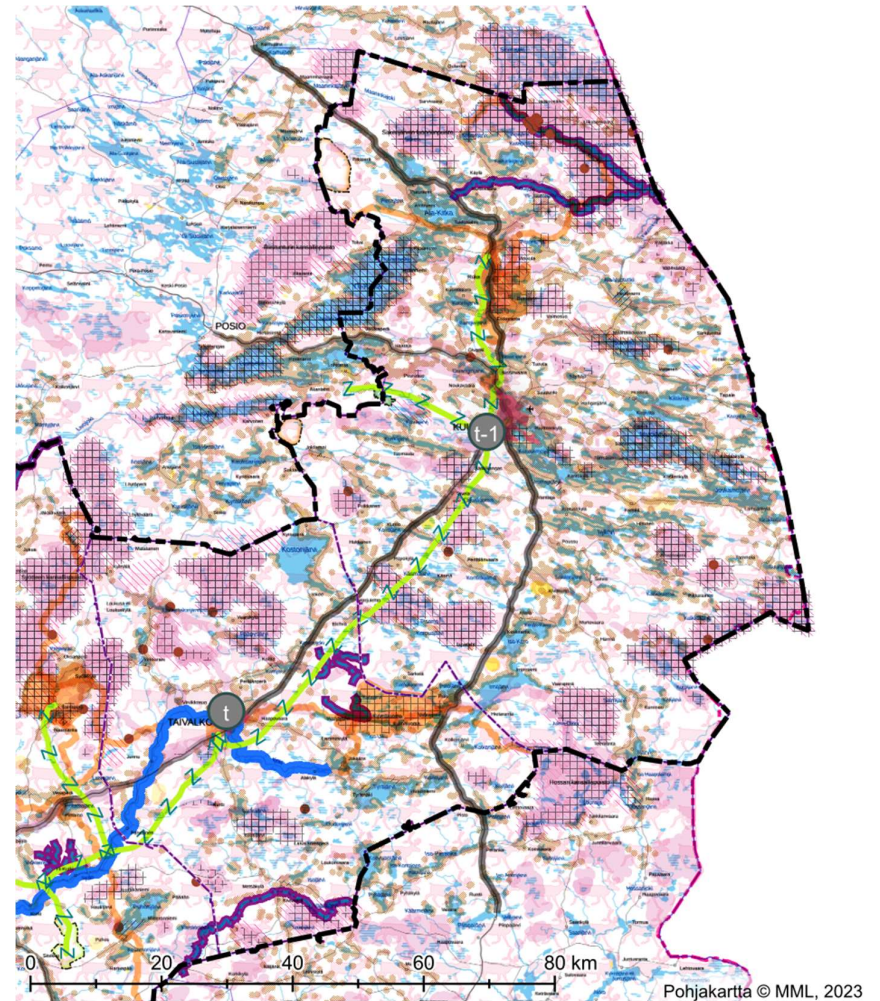
### Taivalkoski

#### Vetytalousmahdollisuudet

- pääliikenneväylät
- valjastettu joki
- teollisuutta
- tavoitteena lisätä bioenergian tuotantoa

#### Huomioitavat asiat

- päätteiden lisäksi ei muita kuljetusmuotoja
- ei hukkalämmön käyttömahdollisuutta
- sähköverkon kapasiteettirajoitukset ja uusiutuvan energian tuotantomahdollisuuksia rajallisesti
- virkistys- ja matkailualueiden huomiointi
- poronhoitoaluetta



Kartta 10. Koillismaan seutukunnan vetytalousmahdollisuuksia ja huomioitavia asioita kartalla.

## Nivala-Haapajärven seutukunta

### Haapajärvi

Vetytalouden mahdollisuudet	Huomioitavat asiat
<ul style="list-style-type: none"> <li>- rautatie</li> <li>- teollisuutta, logistiikka-alueita</li> <li>- sähköverkko ja uusiutuvan energian tuotantomahdollisuuksia</li> <li>- tavoitteena lisätä bioenergian tuotantoa</li> <li>- bio-CHP – tai biolämpölaitos</li> <li>- tavoitteena vetyteollisuuden kehittäminen alueella</li> <li>- tuonut kyselyn kautta esille kiinnostusta vetyteollisuutta kohtaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- asutusta: asutus rajoittaa sijoittumista jonkin verran</li> <li>- vesivarantojen riittävyys ja käytettävyys vedyntuotantoon</li> <li>- Puolustusvoimien alueen huomiointi</li> </ul>

### Kärsämäki

Vetytalouden mahdollisuudet	Huomioitavat asiat
<ul style="list-style-type: none"> <li>- pääliikenneväylät (osa TEN-T -verkkoa)</li> <li>- teollisuutta, logistiikka-alueita</li> <li>- valjastettu joki</li> <li>- tavoitteena lisätä bioenergian tuotantoa</li> <li>- uusiutuvan energiantuotannon kehittämistavoitteita</li> <li>- tavoitteena vetyteollisuuden kehittäminen alueella</li> <li>- tuonut kyselyn kautta esille kiinnostusta vetyteollisuutta kohtaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pääteiden lisäksi ei muita kuljetusmuotoja</li> <li>- ei hukkalämmön käyttömahdollisuutta</li> <li>- vedynkäyttömahdollisuudet teollisuudessa? saavutettavuus ja etäisyys kysynnästä?</li> </ul>

### Nivala

Vetytalouden mahdollisuudet	Huomioitavat asiat
<ul style="list-style-type: none"> <li>- pääliikenneväylät</li> <li>- logistiikka-alueita</li> <li>- sähköverkko ja uusiutuvan energian tuotantomahdollisuuksia</li> <li>- tavoitteena lisätä bioenergian tuotantoa</li> <li>- bio-CHP – tai biolämpölaitoksia</li> <li>- tavoitteena vetyteollisuuden kehittäminen alueella</li> <li>- tuonut kyselyn kautta esille kiinnostusta vetyteollisuutta kohtaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- asutusta: asutus rajoittaa sijoittumista jonkin verran ja vesistöjen varsille myös muuta käyttöpainetta</li> <li>- pääteiden lisäksi ei muita kuljetusmuotoja</li> <li>- vesivarantojen riittävyys ja käytettävyys vedyntuotantoon</li> <li>- vedynkäyttömahdollisuudet teollisuudessa? saavutettavuus ja etäisyys kysynnästä?</li> </ul>

### Pyhäjärvi

Vetytalouden mahdollisuudet	Huomioitavat asiat
<ul style="list-style-type: none"> <li>- rautatie, pääliikenneväylät (osa TEN-T -verkkoa)</li> <li>- iso järvi ja valjastettu joki</li> <li>- teollisuutta, logistiikka-alueita</li> <li>- kehittyvä sähköverkko ja uusiutuvan energian tuotantomahdollisuuksia (tuuli- ja aurinkovoimaa)</li> <li>- syntymässä merkittävä energiavarastoinnin keskittymä</li> <li>- tavoitteena lisätä bioenergian tuotantoa</li> <li>- bio-CHP – tai biolämpölaitoksia</li> <li>- tavoitteena vetyteollisuuden kehittäminen alueella</li> <li>- tuonut kyselyn kautta esille kiinnostusta vetyteollisuutta kohtaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- asutus rajoittaa sijoittumista vesistöjen äärelle, mutta vanha kaivosalue jo poissa asutuksen piiristä</li> <li>- teollisuuden osalta etäisyys kysynnästä</li> <li>- virkistys- ja matkailualueiden huomiointi</li> </ul>

## Reisjärvi

### Vetytalon mahdollisuudet

- pääliikenneväylät
- sähköverkko

### Huomioitavat asiat

- päätteiden lisäksi ei muita kuljetusmuotoja
- ei hukkalämmön käyttömahdollisuutta
- vedynkäyttömahdollisuudet teollisuudessa? saavutettavuus ja etäisyys kysynnästä?



Kartta 11. Nivala-Haapajarven seutukunnan vetytalon mahdollisuuksia ja huomioitavia asioita kartalla.

## Oulun seutukunta

Hailuoto	
Vetytalouden mahdollisuudet	Huomioitavat asiat
<ul style="list-style-type: none"> <li>- meri</li> <li>- bio-CHP – tai biolämpölaitos</li> <li>- bioenergiahanke</li> <li>- mahdollisesti tulevaisuuden vetyverkoston varrella</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arvokas maisema-alue, saari, saavutettavuus ja etäisyys kysynnästä pitkäkköt</li> <li>- vedynkäyttömahdollisuudet teollisuudessa? saavutettavuus ja etäisyys kysynnästä?</li> <li>- mahdollisuudet vedyn tuotannon kehittämiseksi?</li> </ul>

Kempele	
Vetytalouden mahdollisuudet	Huomioitavat asiat
<ul style="list-style-type: none"> <li>- rautatie, pääliikenneväylät (osa TEN-T -verkkoa)</li> <li>- logistiikka-alueita</li> <li>- meri</li> <li>- sähköverkko ja uusiutuvan energian tuotantomahdollisuuksia</li> <li>- tavoitteena lisätä bioenergian tuotantoa</li> <li>- bio-CHP – tai biolämpölaitoksia</li> <li>- tulevaisuuden vetyputkiston varrella</li> <li>- tuonut kyselyn kautta esille kiinnostusta vetyteollisuutta kohtaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- asutusta: asutus rajoittaa sijoittumista ja vesistöjen varsille myös muuta käyttöpainetta</li> <li>- vedynkäyttömahdollisuudet teollisuudessa? saavutettavuus ja etäisyys kysynnästä?</li> </ul>

Liminka	
Vetytalouden mahdollisuudet	Huomioitavat asiat
<ul style="list-style-type: none"> <li>- rautatie, pääliikenneväylät</li> <li>- logistiikka-alueita</li> <li>- meri</li> <li>- bio-CHP – tai biolämpölaitoksia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- arvokas maisema-alue</li> <li>- asutusta: asutus rajoittaa sijoittumista jonkin verran</li> </ul>

- tavoitteena lisätä bioenergian tuotantoa
- uusiutuvan energiantuotannon kehittämistavoitteita
- tavoitteena vetyteollisuuden kehittäminen alueella
- tuonut kyselyn kautta esille kiinnostusta vetyteollisuutta kohtaan
- vedynkäyttömahdollisuudet teollisuudessa? saavutettavuus ja etäisyys kysynnästä?

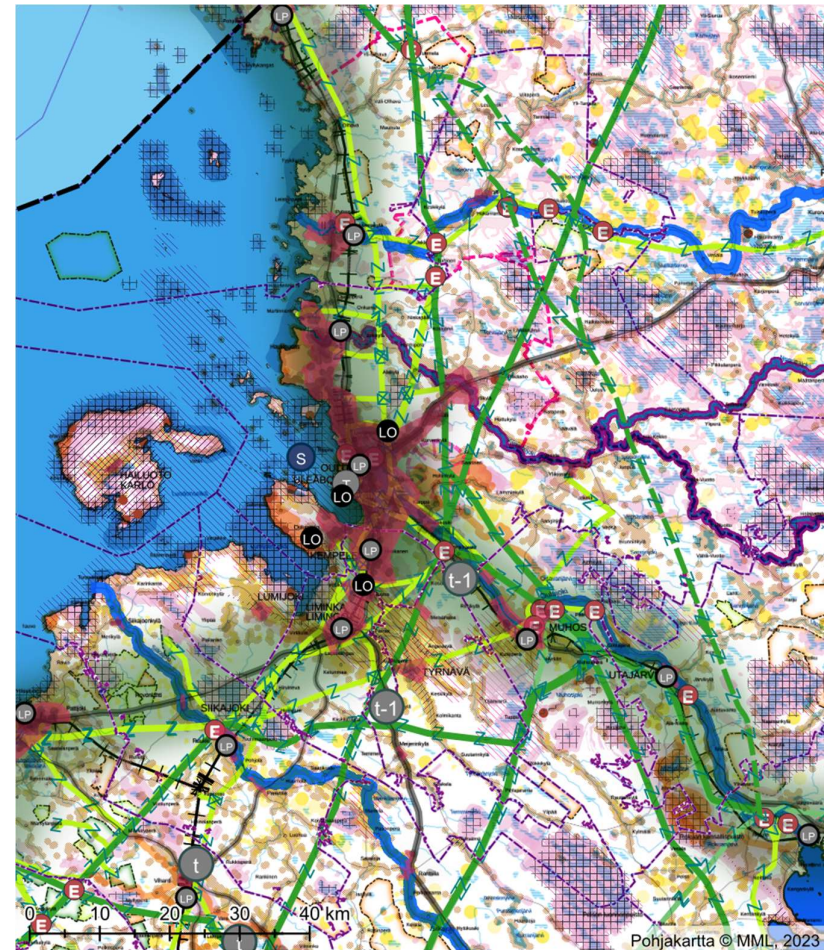
Lumijoki	
Vetytalouden mahdollisuudet	Huomioitavat asiat
<ul style="list-style-type: none"> <li>- pääliikenneväylät</li> <li>- meri</li> <li>- uusiutuvan energiantuotannon kehittämistavoitteita</li> <li>- tavoitteena vetyteollisuuden kehittäminen alueella</li> <li>- tuonut kyselyn kautta esille kiinnostusta vetyteollisuutta kohtaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- asutusta: asutus rajoittaa sijoittumista jonkin verran</li> <li>- pääteiden lisäksi ei muita kuljetusmuotoja</li> <li>- ei hukkalämmön käyttömahdollisuutta</li> <li>- vedynkäyttömahdollisuudet teollisuudessa? saavutettavuus ja etäisyys kysynnästä?</li> </ul>

Muhos	
Vetytalouden mahdollisuudet	Huomioitavat asiat
<ul style="list-style-type: none"> <li>- rautatie, pääliikenneväylät</li> <li>- valjastettu joki</li> <li>- teollisuutta, logistiikka-alueita</li> <li>- sähköverkko ja uusiutuvan energian tuotantomahdollisuuksia</li> <li>- tavoitteena lisätä bioenergian tuotantoa</li> <li>- bio-CHP – tai biolämpölaitoksia</li> <li>- tavoitteena vetyteollisuuden kehittäminen alueella</li> <li>- tuonut kyselyn kautta esille kiinnostusta vetyteollisuutta kohtaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- asutusta: asutus rajoittaa sijoittumista jonkin verran ja vesistöjen varsille myös muuta käyttöpainetta</li> <li>- vedynkäyttömahdollisuudet teollisuudessa? saavutettavuus ja etäisyys kysynnästä?</li> <li>- virkistys- ja matkailualueiden huomiointi</li> </ul>

Oulu	Oulu esimerkkialueissa
<b>Vetytalouden mahdollisuudet</b>	<b>Huomioitavat asiat</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- satama, rautatie, pääliikenneväylät (osa TEN-T -verkkoa)</li><li>- teollisuutta, logistiikka-alueita</li><li>- meri ja valjastettu joki</li><li>- sähköverkko ja uusiutuvan energian tuotantomahdollisuuksia</li><li>- bio-CHP – tai biolämpölaitoksia</li><li>- tulevaisuuden vetyputkiston varrella</li><li>- tavoitteena vetyteollisuuden kehittäminen alueella</li><li>- tuonut kyselyn kautta esille kiinnostusta vetyteollisuutta kohtaan</li><li>- kasvava kaupunki ja koulutettua työvoimaa</li><li>- Oulun yliopisto on tärkeä monipuolinen vetytutkimuksen keskus Suomessa</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- runsaasti asutusta: asutus rajoittaa sijoittumista jonkin verran ja vesistöjen varsille myös muuta käyttöpainetta</li><li>- virkistys- ja matkailualueiden huomiointi</li><li>- osittain poronhoitoaluetta</li></ul>

Tyrnävä	Tyrnävä
<b>Vetytalouden mahdollisuudet</b>	<b>Huomioitavat asiat</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- pääliikenneväylät (osa TEN-T -verkkoa)</li><li>- sähköverkko</li><li>- jonkin verran vedystä potentiaalisesti hyötyvää teollisuutta</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- asutusta: asutus rajoittaa sijoittumista jonkin verran</li><li>- pääteiden lisäksi ei muita kuljetusmuotoja</li><li>- vesivarantojen riittävyys ja käytettävyys vedyntuotantoon ei hukkalämmön käyttömahdollisuutta</li><li>- uusiutuvan energian tuotantomahdollisuuksia rajallisesti</li></ul>

- vedynkäyttömahdollisuudet teollisuudessa? saavutettavuus ja etäisyys kysynnästä?



Kartta 12. Oulun seutukunnan vetytalouden mahdollisuuksia ja huomioitavia asioita kartalla.

## Oulunkaaren seutukunta

<b>li</b>	
<i>li esimerkkialueissa</i>	
<b>Vetytalouden mahdollisuudet</b>	<b>Huomioitavat asiat</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- rautatie, pääliikenneväylät (osa TEN-T -verkkoa)</li> <li>- teollisuutta, logistiikka-alueita</li> <li>- meri ja valjastettu joki</li> <li>- sähköverkko ja uusiutuvan energian tuotantomahdollisuuksia</li> <li>- tavoitteena lisätä bioenergian tuotantoa</li> <li>- bio-CHP – tai biolämpölaitoksia</li> <li>- tulevaisuuden vetyputkiston varrella</li> <li>- tavoitteena vetyteollisuuden kehittäminen alueella</li> <li>- tuonut kyselyn kautta esille kiinnostusta vetyteollisuutta kohtaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- asutusta: asutus rajoittaa sijoittumista</li> <li>- vedynkäyttömahdollisuudet teollisuudessa? saavutettavuus ja etäisyys kysynnästä?</li> <li>- osittain poronhoitoaluetta</li> </ul>

**Pudasjärvi**

<b>Vetytalouden mahdollisuudet</b>	<b>Huomioitavat asiat</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- pääliikenneväylät</li> <li>- jonkin verran vedystä potentiaalisesti hyötyvää teollisuutta, logistiikka-alueita</li> <li>- valjastettu joki</li> <li>- uusiutuvan energian tuotantomahdollisuuksia</li> <li>- tavoitteena lisätä bioenergian tuotantoa</li> <li>- bio-CHP – tai biolämpölaitoksia</li> <li>- tavoitteena vetyteollisuuden kehittäminen alueella</li> <li>- tuonut kyselyn kautta esille kiinnostusta vetyteollisuutta kohtaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- asutus rajoittaa sijoittumista jonkin verran ja vesistöjen varsille myös muuta käyttöpainetta</li> <li>- sähköverkon kapasiteettirajoitukset</li> <li>- virkistys- ja matkailualueiden huomiointi</li> <li>- poronhoitoaluetta</li> </ul>

**Utajärvi***Utajärvi esimerkkialueissa*

<b>Vetytalouden mahdollisuudet</b>	<b>Huomioitavat asiat</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- rautatie, pääliikenneväylät</li> <li>- valjastettu joki</li> <li>- teollisuutta, logistiikka-alueita</li> <li>- sähköverkko ja uusiutuvan energian tuotantomahdollisuuksia</li> <li>- bio-CHP – tai biolämpölaitoksia</li> <li>- todennäköisesti tulevaisuuden vetyputkiston varrella / lähialueella</li> <li>- tavoitteena lisätä bioenergian tuotantoa</li> <li>- tavoitteena vetyteollisuuden kehittäminen alueella</li> <li>- tuonut kyselyn kautta esille kiinnostusta vetyteollisuutta kohtaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- asutus rajoittaa sijoittumista jonkin verran ja vesistöjen varsille myös muuta käyttöpainetta</li> <li>- virkistys- ja matkailualueiden huomiointi</li> </ul>

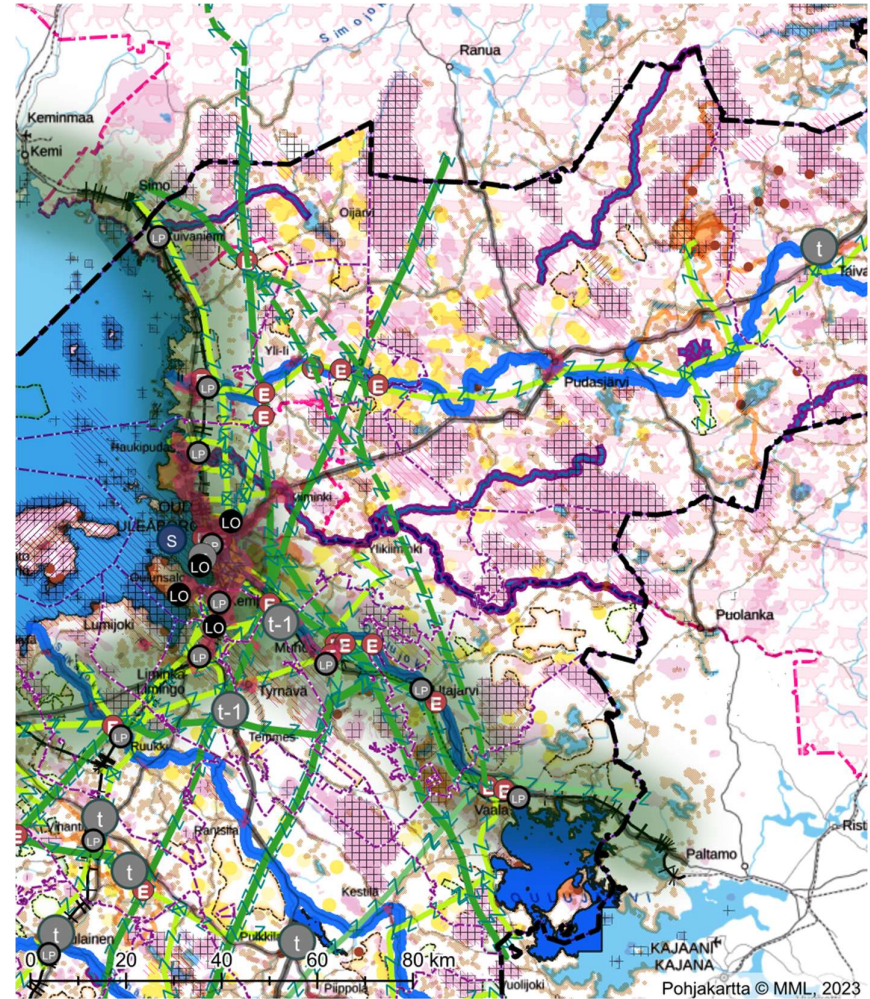
## Vaala

### Vetytalousmahdollisuudet

- rautatie, pääliikenneväylät
- valjastettu joki, järvi
- logistiikka-alueita
- sähköverkko ja uusiutuvan energian tuotantomahdollisuuksia, Vihreää virtaa Vaalasta -selvitystyö käynnissä
- tavoitteena lisätä bioenergian tuotantoa
- tavoitteena vetyteollisuuden kehittäminen alueella
- tuonut kyselyn kautta esille kiinnostusta vetyteollisuutta kohtaan

### Huomioitavat asiat

- asutus rajoittaa sijoittumista jonkin verran ja vesistöjen varsille myös muuta käyttöpainetta
- vedynkäyttömahdollisuudet teollisuudessa? saavutettavuus ja etäisyys kysynnästä?
- virkistys- ja matkailualueiden huomiointi



Kartta 13. Oulunkaaren seutukunnan vetytalousmahdollisuuksia ja huomioitavia asioita kartalla.

## Raahen seutukunta

## Pyhäjoki

Vetytalouden mahdollisuudet	Huomioitavat asiat
<ul style="list-style-type: none"> <li>- potentiaalinen satama-alue, pääliikenneväylät</li> <li>- meri, valjastettu joki</li> <li>- uusiutuvan energian tuotantomahdollisuuksia</li> <li>- tavoitteena lisätä bioenergian tuotantoa</li> <li>- tavoitteena vetyteollisuuden kehittäminen alueella</li> <li>- tuonut kyselyn kautta esille kiinnostusta vetyteollisuutta kohtaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vedynkäyttömahdollisuudet teollisuudessa? saavutettavuus ja etäisyys kysynnästä?</li> <li>- ei hukkalämmön käyttömahdollisuutta</li> </ul>

## Raahen

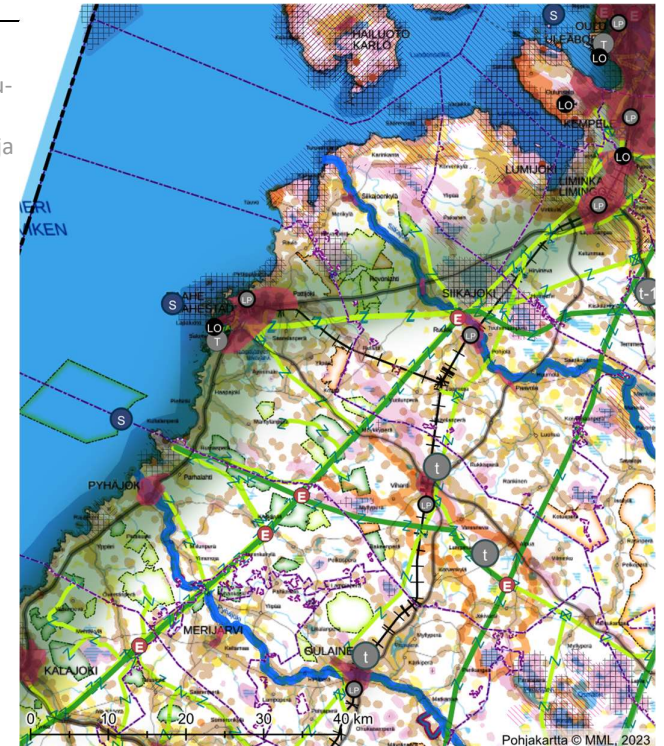
## Raahen esimerkkialueissa

Vetytalouden mahdollisuudet	Huomioitavat asiat
<ul style="list-style-type: none"> <li>- satama, rautatie, pääliikenneväylät</li> <li>- teollisuutta, logistiikka-alueita</li> <li>- meri</li> <li>- sähköverkko ja uusiutuvan energian tuotantomahdollisuuksia</li> <li>- tavoitteena lisätä bioenergian tuotantoa</li> <li>- bio-CHP – tai biolämpölaitoksia</li> <li>- tulevaisuuden vetyputkiston varrella</li> <li>- tavoitteena vetyteollisuuden kehittäminen alueella</li> <li>- tuonut kyselyn kautta esille kiinnostusta vetyteollisuutta kohtaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- asutusta: keskuskaupunki, asutus rajoittaa sijoittumista</li> <li>- virkistys- ja matkailualueiden huomiointi</li> </ul>

## Siikajoki

Vetytalouden mahdollisuudet	Huomioitavat asiat
<ul style="list-style-type: none"> <li>- rautatie, pääliikenneväylät</li> <li>- valjastettu joki</li> <li>- teollisuutta, logistiikka-alueita</li> <li>- sähköverkko ja uusiutuvan energian tuotantomahdollisuuksia</li> <li>- tavoitteena lisätä bioenergian tuotantoa</li> <li>- bio-CHP – tai biolämpölaitoksia</li> <li>- tavoitteena vetyteollisuuden kehittäminen alueella</li> <li>- tuonut kyselyn kautta esille kiinnostusta vetyteollisuutta kohtaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- asutusta: asutus rajoittaa sijoittumista jonkin verran</li> </ul>

Kartta 14. Raahen seutukunnan vetytalouden mahdollisuuksia ja huomioitavia asioita kartalla.



Pohjakartta © MML, 2023



## Ylivieskan seutukunta

### Alavieska

Vetytalouden mahdollisuudet	Huomioitavat asiat
<ul style="list-style-type: none"><li>- bio-CHP – tai biolämpölaitos</li><li>- sähköverkko ja uusiutuvan energian tuotantomahdollisuuksia</li><li>- tavoitteena lisätä bioenergian tuotantoa</li><li>- tuonut kyselyn kautta esille kiinnostusta vetyteollisuutta kohtaan</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- asutusta: asutus rajoittaa sijoittumista jonkin verran</li><li>- pääteiden lisäksi ei muita kuljetusmuotoja</li><li>- vedynkäyttömahdollisuudet teollisuudessa? saavutettavuus ja etäisyys kysynnästä?</li><li>- vesivarantojen riittävyys ja käytettävyyden vedyntuotantoon?</li><li>- sopiva paikka voisi olla valtatie 27 eteläpuolen teollisuusalue</li></ul>

### Kalajoki

#### Kalajoki esimerkkialueissa

Vetytalouden mahdollisuudet	Huomioitavat asiat
<ul style="list-style-type: none"><li>- satama, pääliikenneväylät</li><li>- teollisuutta, logistiikka-alueita</li><li>- meri</li><li>- sähköverkko ja uusiutuvan energian tuotantomahdollisuuksia</li><li>- tavoitteena lisätä bioenergian tuotantoa</li><li>- bio-CHP – tai biolämpölaitoksia</li><li>- tulevaisuuden vetyputkiston varrella</li><li>- tavoitteena vetyteollisuuden kehittäminen alueella</li><li>- tuonut kyselyn kautta esille kiinnostusta vetyteollisuutta kohtaan</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- matkailualueet huomioitava</li><li>- asutusta: asutus rajoittaa sijoittumista ja vesistöjen varsille myös muuta käyttöpainetta</li></ul>

### Merijärvi

Vetytalouden mahdollisuudet	Huomioitavat asiat
<ul style="list-style-type: none"><li>- pääliikenneväylät</li><li>- valjastettu joki</li><li>- uusiutuvan energiantuotannon kehittämistavoitteita</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- asutusta: asutus rajoittaa sijoittumista jonkin verran</li><li>- pääteiden lisäksi ei muita kuljetusmuotoja</li><li>- ei hukkalämmön käyttömahdollisuutta</li><li>- vedynkäyttömahdollisuudet teollisuudessa? saavutettavuus ja etäisyys kysynnästä?</li><li>- mahdollisuudet vedyn tuotannon kehittämiselle?</li></ul>

### Oulainen

Vetytalouden mahdollisuudet	Huomioitavat asiat
<ul style="list-style-type: none"><li>- rautatie, pääliikenneväylät</li><li>- valjastettu joki</li><li>- teollisuutta, logistiikka-alueita</li><li>- sähköverkko ja uusiutuvan energian tuotantomahdollisuuksia</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- asutusta: asutus rajoittaa sijoittumista jonkin verran ja vesistöjen varsille myös muuta käyttöpainetta</li><li>- vedynkäyttömahdollisuudet teollisuudessa? saavutettavuus ja etäisyys kysynnästä?</li><li>- ei hukkalämmön käyttömahdollisuutta</li></ul>

## Sievi

### Vetytalouden mahdollisuudet

- rautatie, pääliikenneväylät
- teollisuutta, logistiikka-alueita
- sähköverkko ja uusiutuvan energian tuotantomahdollisuuksia
- tavoitteena lisätä bioenergian tuotantoa
- tavoitteena vetyteollisuuden kehittäminen alueella
- tuonut kyselyn kautta esille kiinnostusta vetyteollisuutta kohtaan

### Huomioitavat asiat

- asutusta: asutus rajoittaa sijoittumista jonkin verran
- ei hukkalämmön käyttömahdollisuutta

## Ylivieska

### Vetytalouden mahdollisuudet

- rautatie, pääliikenneväylät
- teollisuutta, logistiikka-alueita
- sähköverkko ja uusiutuvan energian tuotantomahdollisuuksia
- bio-CHP – tai biolämpölaitoksia
- tavoitteena lisätä bioenergian tuotantoa
- tavoitteena vetyteollisuuden kehittäminen alueella
- tuonut kyselyn kautta esille kiinnostusta vetyteollisuutta kohtaan

### Huomioitavat asiat

- asutus rajoittaa sijoittumista jonkin verran ja vesistöjen varsille myös muuta käyttöpainetta
- vesivarantojen riittävyys ja käytettävyyden vedyntuotantoon



Kartta 15. Ylivieskan seutukunnan vetytalouden mahdollisuuksia ja huomioitavia asioita kartalla.

## 3. Vetytalouden potentiaaliset alueet

### 3.1 Esimerkkejä vetytuotantoalueista

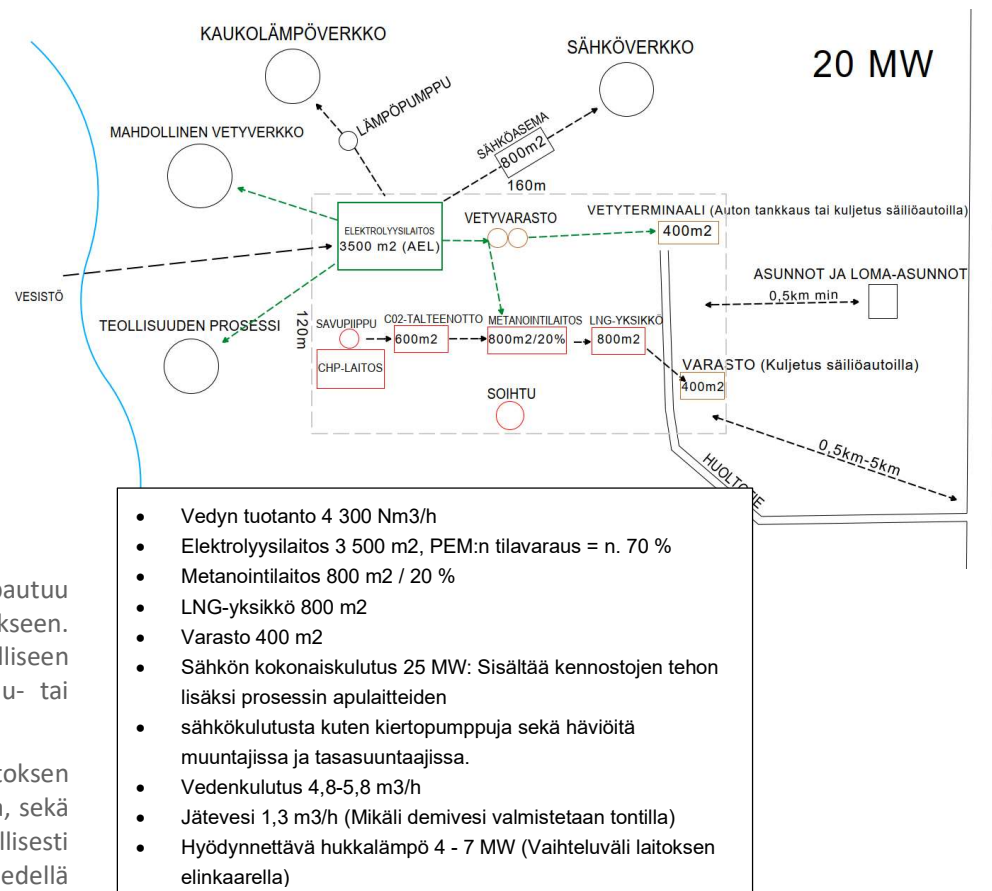
Kuten aiemmin on todettu, on vihreälle vedylle lukuisia mahdollisia arvoketjuja. Tuotantoalueen vaatimukset ja edellytykset vaihtelevat tapauskohtaisesti. Kuvassa 15 on hahmoteltu esimerkinomaisesti mahdollista kaaviota teollisuusalueesta, johon vetytalous on integroituneena. Kuvan esimerkissä elektrolyysiin tarvittava vesi hankitaan valmistamalla demineralisoitua vettä läheisen vesistön vedestä. Tuotetulle vedylle on neljä vaihtoehtoa:

- se voidaan syöttää vedyn siirtoverkkoon,
- se voi olla raaka-aineena tai energianlähteenä teollisuuden prosessina,
- se voidaan varastoida ja kuljettaa eteenpäin alkuainevetynä, tai
- sitä voidaan jatkojalostaa synteettiseksi nesteytetyksi metaaniksi.

Jälkimmäinen vaihtoehto tarvitsee myös hiilidioksidin pistelähteen.

Esimerkissä se on CHP-laitos, jossa polttamalla polttoaineesta vapautuu hiilidioksidia, joka otetaan talteen ja ohjataan metanointilaitokseen. Elektrolyysissä syntyvä hukkalämpö ohjataan lämpöpumpun avulla paikalliseen kaukolämpöverkkoon. Prosessin vaatima sähkö otetaan sähkön jakelu- tai kantaverkosta.

Mikäli esimerkkinä käytetty vedyn ja synteettisen maakaasun tuotantolaitoksen vaatimukset, eli veden, sähkön ja hiilidioksidin saatavuus on mahdollista, sekä lopputuotteille on paikallista kysyntää tai kuljetus/siirto saadaan taloudellisesti järjestettyä, muodostuu kysymykseksi toiminnan laajuus. Mikä tahansa edellä mainituista tekijöistä voi muodostua pullonkaulaksi toimintaa skaalatessa, eli tuotantotehoa määriteltessä.



Kuva 15. Esimerkkikaavio laitosalueesta, jossa tuotetaan vetyä, sekä synteettistä metaania.

Kaupallisesta näkökulmasta tuotantolaitoksen taloudellinen potentiaali on järkevää hyödyntää kokonaisuudessaan. Mainittujen resurssi- ja kysyntätekijöiden lisäksi kuitenkin rajoittavaksi tekijäksi voivat muodostua maankäytölliset ehdot, eli toiminnan tarvitsema pinta-ala ja turvallisuusetäisyys muihin rakennuksiin, kuten muuhun teollisuuteen ja asutukseen. Kuvassa 15 sekä taulukossa 6 on hahmoteltuna vedyn tuotantolaitosten teknisiä tunnuslukuja, sekä maankäytöllisiä vaatimuksia tilankäytön suhteen. Turvaetäisyydestä ei ole olemassa ohjeistusta, vaan vaadittava turvaetäisyys perustuu seurausmallinnukseen, joka tehdään jokaiselle laitokselle erikseen. Seurausmallinnuksessa mallinnetaan mahdollisia poikkeus- ja onnettomuustilanteita, joiden perusteella tarvittavat etäisyydet arvioidaan. Seurausmallinnuksen kannalta merkittävä tekijä on vedyn tuotannon tapauksessa erityisesti tuotannon volyyymi ja vedyn varastointi. Vetyä voidaan arvioida varastoitavan välivarastossa tyypillisesti paineistettuna kaasuna, jolloin räjähdysherkkänä kaasuna vedyn määrä ja varastointipaine ovat merkittäviä muuttujia tarvittavia minimietäisyyksiä määriteltäessä. Tarvittavan etäisyyden voidaan karkeasti arvioida vaihtelevan kymmenistä metreistä muuhun teollisuuteen aina satoihin tai jopa tuhansiin metreihin asutuksesta.

Taulukko 6. Elektrolyysilaitosten suuntaa antavia teknisiä tietoja kokoluokittain.

Elektrolyysiteho (MW)	20	50	100	200
Vedyn tuotanto (Nm <sup>3</sup> /h)	4 300	11 000	22 000	44 000
Elektrolyysilaitos (m <sup>2</sup> )	3 500	7 000	14 000	28 000
Välivarasto (m <sup>2</sup> ) / Varaston mitoitus (tuntia tuotantotehoa)	400 / 8	800 / 8	800 / 4	1 600 / 4
Sähkön kokonaiskulutus (MW)	25	60	120	240
Veden kulutus (m <sup>3</sup> /h)	4,8–5,8	12,0–14,5	24,0–29,0	48,0–58,0
Jätevesi (m <sup>3</sup> /h)	1,3	3,3	6,6	13,2
Hyödynnettävä hukkalämpö (MW)	4–7	10–17	20–35	40–70

## 3.2 Vetytuotannon esimerkkialueiden kohdekuvaukset

Työssä valittiin seitsemän erilaista esimerkkialuetta Pohjois-Pohjanmaalta tarkempaan tarkasteluun. Tarkastelun perusteella kohteista muodostettiin kohdekortit, jossa on kuvattu kunkin kohteen ominaispiirteitä vetytalouden sijoittumisen näkökulmasta.

Kohdekorteissa on alueiden yleiskuvaus. Alueen ja sen läheisyyden vetytalouden kannalta oleellinen elinkeinotoiminta on pyritty tunnistamaan, lisäksi on arvioitu alueen saavutettavuutta, asutuksen sijaintia suhteessa ehdotettuun alueeseen ja pyritty määrittelemään alueen nykyistä ympäristöarvoa. On myös nostettu esille vaihtoehtoisia alueita saman kunnan alueelta ja laadittu karkeat jatkosuunnittelutarpeet siinä tapauksessa, että kunta haluaa edistää vetytalouden syntymistä alueelle.

**Kohdekorteissa esille nostetut alueet ovat esimerkkejä erilaisista vetytuotannon sijaintipaikoista maakunnassa, eikä niiden ole tarkoitus ohjata muiden alueiden kaavoitusta tai rajata alueita pois vetytalouden sijoittumisen näkökulmasta. Alueita on pyritty valikoimaan mahdollisimman monipuolisesti, jotta erilaisien alueiden potentiaali pystytään tunnistamaan. Alueista neljä sijaitsee rannikolla ja kolme sisämaassa.**

## Alue 1: Kalajoki, Rahja

### Kohdekortti:

#### Alueen kuvaus

- sijaitsee sataman välittömässä läheisyydessä merenrannalla
- Siiponjoki sijaitsee eteläpuolella
- alueen osayleiskaavassa kohdealue on osoitettu teollisuusalueeksi ja maa- ja metsätalousalueeksi

#### Elinkeinotoiminta alueella ja sen läheisyydessä

- Kalajoen Sataman ylityspuisto on välittömässä läheisyydessä
- yrityspuistossa on mm. konepajateollisuutta
- Hiekkasärkkien matkailualueella sijaitsee kylpylä ja useita suuria majoitusrakennuksia, ydinalue tiivistyy edelleen lisärakentamisella ja vt 8 mantereenpuolelle rakennetaan uusia matkalua ja liikuntaa palvelevia rakennuksia. Näiden lämmittämisessä voitaneen hyödyntää vetylaitoksessa syntyvää lämpöenergiaa
- vedyn sivutuotteita voidaan hyödyntää esim. laivojen polttoaineena
- Kalajoella on paljon tuulivoimatuuotantoa, myös aurinkovoimaa rakennetaan

#### Saavutettavuus

- satama on merkittävä puutavaran vientsatama, satamaan johtaa maantie
- jos vetyverkko rakennetaan valtatie 8 tuntumaan, on liityntämatka lyhyt tältä vetytuotantoalueelta ko. verkkoon
- läheinen energiantuotanto ja siirtoverkot?

#### Asutus

- lähin vakituinen asutus sijaitsee noin 500 metrin etäisyydellä
- vapaa-ajan asutusta on rannikolla runsaasti ja lähimmät vapaa-ajan asunnot sijaitsevat alueen välittömässä läheisyydessä

#### Ympäristöarvot

- sataman lähellä sijaitsee valtakunnallinen Hiekkasärkkien matkailukeskus luonto- ja maisema-arvoineen
- lähellä ovat Rahjan saariston ja Siiponjoen Natura-alueet sekä hiekkasärkkien pohjoispuolella useita pienempiä Natura-alueita
- alue sijaitsee linnuston Pohjois-Pohjanmaan rannikon päämuuttoreitillä
- alue sijaitsee valtakunnallisesti ja maakunnallisesti arvokkaalla maisema-alueella
- alue sijaitsee IBA- ja FINIBA-alueilla

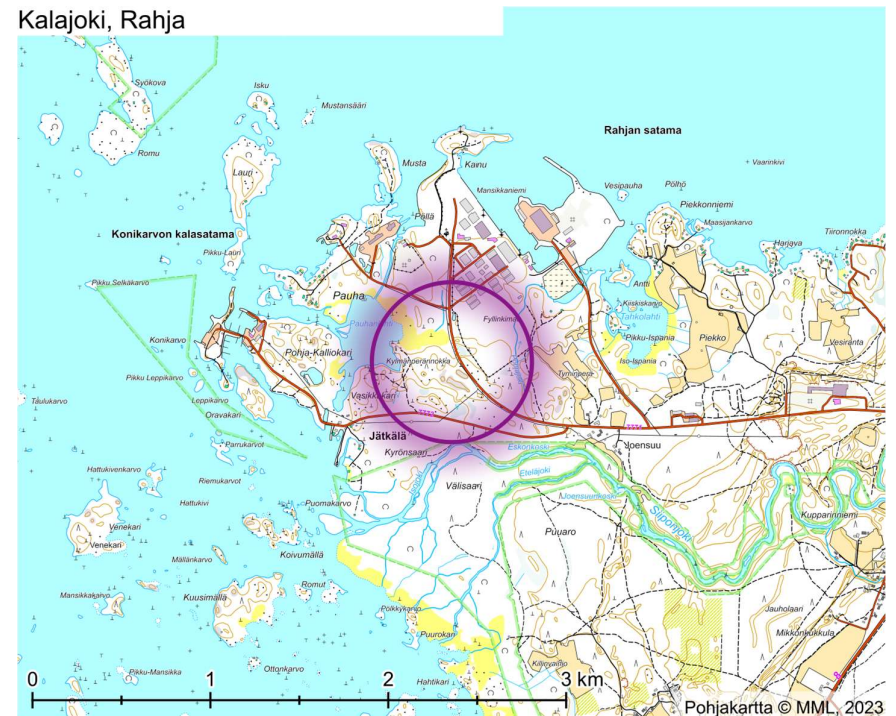
#### Muita potentiaalisia alueita

- Meinalan yrityspuiston eteläpuolella tai Meinalan alueen ja Junnikkalan sahan välisellä alueella voi olla edellytyksiä vedyntuotantoon
- näillä alueilla on hyvät logistiset yhteydet ja taajama on sopivan etäisyyden päässä

#### Jatkosuunnittelutarpeet

- kaupungin kannattaa laatia vetytuotantoalueista tarkempi selvitys
- jos kaupunki päättää kehittää Rahjan aluetta vetytuotantoalueeksi, tulee osayleiskaava ja asemakaava uudistaa

## Kalajoki, Rahja



Kartta 16. Alueen 1, Kalajoen Rahjan likimääräinen sijainti.

## Alue 2: Pyhäjärvi, Kettuperä

### Kohdekortti:

#### Alueen kuvaus

- sijaitsee Ruotasen taajaman pohjoispuolella noin kilometrin päässä
- Pyhäjärven rantaan on matkaa vajaat 3 kilometriä
- alueen eteläpuolella sijaitsee jätteenkäsittelyalue
- osayleiskaavassa alueelle on osoitettu energiatuotantoalue
- kaupunki omistaa alueella noin 150 ha maata

#### Elinkeinotoiminta alueella ja sen läheisyydessä

- Ruotasen kaivos- ja teollisuusalue sijaitsee noin 2 kilometrin päässä
- lakkautettavan kaivoksen alueelle tulee monipuolista tutkimus-, kehitys- ja energiatuotantoa, mm. pumppuvoimala ja aurinkoenergiapuisto
- Pyhäjärvellä ja seudulla on paljon tuulivoimaatuotantoa ja useita tuulivoimahankkeita on vireillä

#### Saavutettavuus

- valtatie 27 ja rautatie sijoittuvat ko. alueen eteläpuolelle
- alueen vierestä kulkee 110 kV:n sähkölinja ja lähelle rakennetaan uusi sähköasema (matkaa noin 700 m), sähköaseman investointi liittyy moniin tuulipuistohankkeisiin

#### Asutus

- lähin asutus sijaitsee noin 500 metrin etäisyydellä alueesta

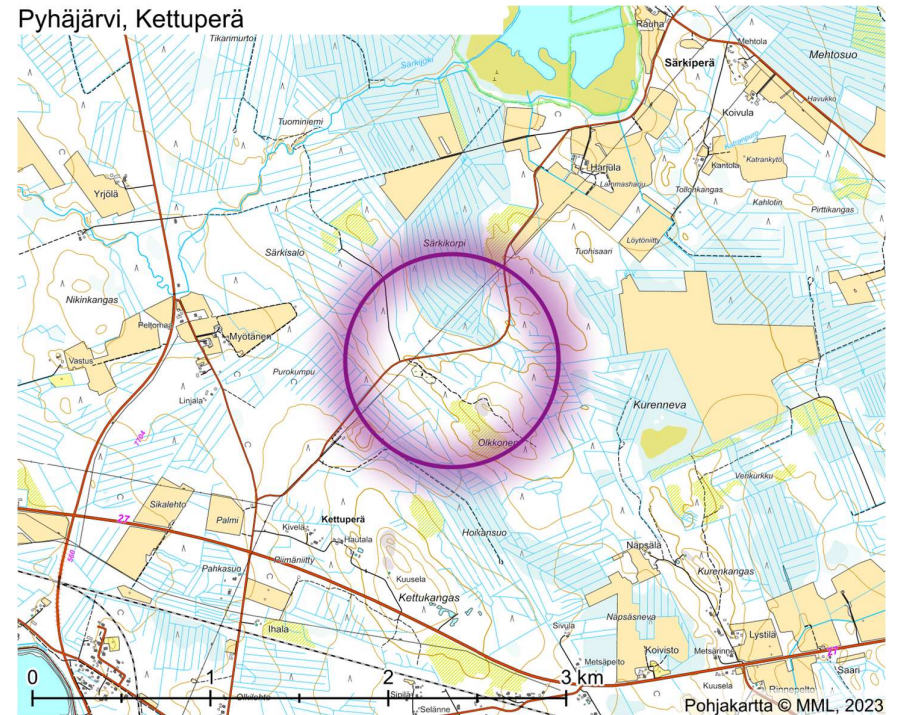
#### Ympäristöarvot

- alueella ei sijaitse luonnon-, maiseman- tai rakennetun kulttuuriympäristön arvo kohteita
- alueella sijaitsee yksi tunnettu muinaisjäännös
- alueen lähellä sijaitsee maakunnallisesti arvokas maisema-alue

#### Jatkosuunnittelutarpeet

- kaupungin kannattaa laatia vetytuotantoalueesta tarkempi selvitys
- jos kaupunki päättää kehittää ko. aluetta vetytuotantoalueeksi, tulee osayleiskaava päivittää ja laatia alueelle asemakaava

### Pyhäjärvi, Kettuperä



Kartta 17. Alueen 2, Pyhäjärven Kettuperän likimääräinen sijainti.

## Alue 3: Raahе, Paharäme

### Kohdekortti:

#### Alueen kuvaus

- sijaitsee valtatie 8 itäpuolella Hurnasperällä
- alue sijaitsee noin 16 kilometriä Raahen keskustaajamasta ja 11 kilometriä Pyhäjoen keskustaajamasta, alueelta on matkaa Perämeren Kultahteen noin 3 kilometriä
- alue on maa- ja metsätalousaluetta, alueella on myös vanhoja sorakuoppia
- alue on pinnanmuodoiltaan tasaista, mutta alkaa nousta nopeasti kaakkoon mentäessä

#### Elinkeinotoiminta alueella ja sen läheisyydessä

- Hanhikivenniemen kaavoitetulle ydinvoima-alueelle on matkaa noin 4–5 km ja SSAB:n Raahen rautatehtaalte on matkaa noin 11 km
- jos vetyverkko rakennetaan valtatie 8 tuntumaan, on liityntämatka lyhyt tältä vetytuotantoalueelta ko. verkkoon
- Raahen alueella on paljon tuulivoimatuotantoa, myös kohdealueen lähelle sijoittuu useita tuulivoimaloita
- kohdealueen lähelle sijoittuu useita tuulivoimaloita

#### Saavutettavuus

- valtatielle 8 on matkaa alle 2 km
- noin 11 km päässä kulkee Fingridin kantaverkon johtolinja
- läheiselle Sarvankankaan tuulivoima-alueelle johtaa 110 kV:n pääsähköjohto ja hyvät liikenne yhteydet

#### sutus

- lähin asutus sijaitsee noin 500 metrin etäisyydellä alueesta

#### Ympäristöarvot

- alueella ei sijaitse luonnon-, maiseman- tai kulttuuriympäristön arvokohteita
- alue sijaitsee linnuston Pohjois-Pohjanmaan rannikon päämuuttoreitin tuntumassa
- alueen lähellä sijaitsee muutamia tunnettuja kiinteitä muinaisjäännöksiä

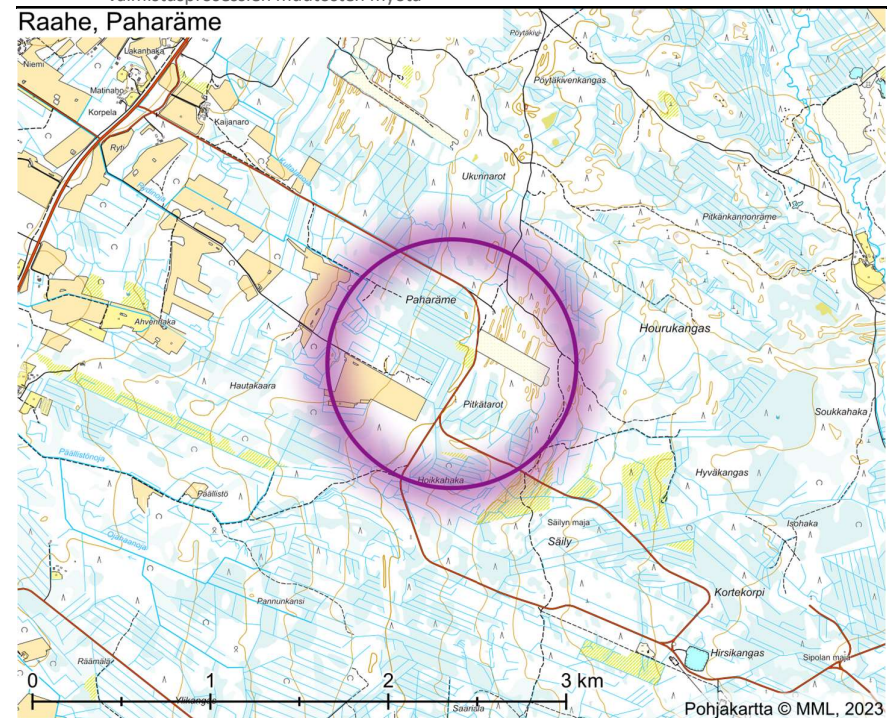
#### Muita potentiaalisia alueita

- kaupunki on teettänyt kaupunkikohtaisen vetytalous selvityksen, jossa potentiaalisiksi alueiksi on esitetty Paharämeen ohella Mittin alue ja Someronkangas
- Mittin alue sijaitsee SSAB:n eteläpuolella saareissa ja osittain vesialueella, jonka käyttöönotto edellyttää vesialueen täyttämistä
- ko. alue on maakuntakaavan mukaista teollisuus- ja varastoaluetta ja osittain rantojen suojelualuetta

- Mittin alue on toiminnallisesti erittäin hyvässä paikassa terästehtaan tulevaa vedyn tarvetta ajatellen, myös Mittin alueen vieressä oleva Aunolanperän alue on toiminnallisesti potentiaalinen vetytuotantoon
- alueen läheisyydessä on jonkin verran asutusta
- Someronkangas sijaitsee varsin etäällä taajama- ja teollisuusalueista

#### Jatkosuunnittelutarpeet

- kaupungin vetytalous selvitykseen perustuen Raahen strategisessa maankäytön suunnitelmassa (hyv. 9.9.2022) on esitetty vetytalous selvitysalueiksi Paharämettä ja Someronkangasta
- jatkoselvitystyön myötä valitulle alueelle laaditaan osayleiskaavat ja asemakaavat
- kaupungin kannattaa selvittää yhdessä SSAB:n kanssa voidaanko vetylaitos sijoittaa nykyisin terästehtaan käytössä olevalle alueelle, kun alue uudistuu merkittävästi teräksen valmistusprosessien muutosten myötä



Kartta 18. Alueen 3, Raahen Paharämeen likimääräinen sijainti.

## Alue 4: Oulu, Laanila

### Kohdekortti:

#### Alueen kuvaus

- alue sijaitsee Laanilan teollisuusalueella
- Laanilan alue on osoitettu yleis- ja asemakaavassa T/kem-merkinnällä

#### Elinkeinotoiminta alueella ja sen läheisyydessä

- Laanilan teollisuusalueella on monipuolista teollisuustoimintaa ja energian ja lämmön tuotantoa
- lähellä sijaitsee myös Ruskon ja Ruskonselän yritysalueet
- jos vetyverkko rakennetaan valtatie 4 tuntumaan, on liityntämatka lyhyt tältä vetytuotantoalueelta ko. verkkoon
- vedyn sivutuotteita voitaneen hyödyntää lähellä olevilla teollisuusalueilla
- Oulun pohjoispuolella on paljon tuulivoimaatuotantoa, myös Oulun pohjoisosiin on vireillä useita tuulivoimapuistoja

#### Saavutettavuus

- alueelle on hyvät tie- ja rataliikenteen yhteydet
- Oritkarin ja Vihreäsaaren satamat ovat kohtuullisen lähellä
- alueen läheltä sekä idässä että lounaassa kulkevat 110 kV:n pääsähköt 1–2 km etäisyydellä

#### Asutus

- lähin asutus sijaitsee aivan Laanilan teollisuusalueen reunoilla

#### Ympäristöarvot

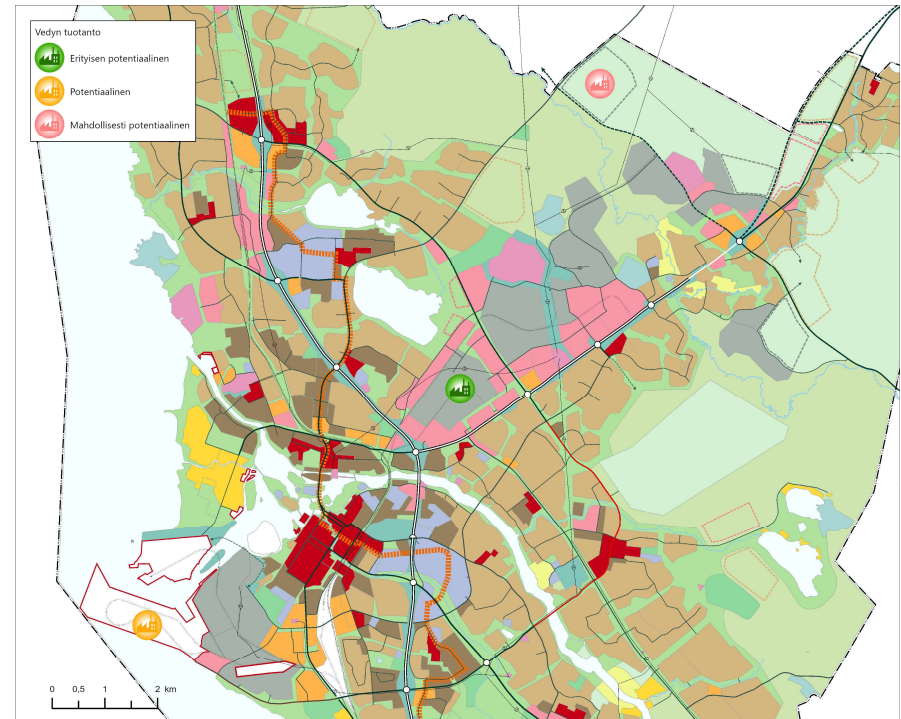
- alueella ei sijaitse luonnon-, maiseman- tai kulttuuriympäristön arvokohteita

#### Muita potentiaalisia alueita

- muita potentiaalisia vetytuotantoalueita Oulussa ovat Oritkari ja Punaisenladonkangas
- Oritkarin etuna on logistisesti hyvä sijainti sataman ja teollisuustoimintojen lähellä. Oulun sataman laadittavana olevassa yleissuunnitelmassa selvitetään, voiko uusilla täyttöaltilailla luoda mahdollisuuksia vetytaloudelle. Alueen sähkönsiirtoverkon parantamiseksi haetaan ratkaisua. Vetytalouden toiminnot vaatisivat myös selvityksiä ja ympäristövaikutusten arviointia sekä yleiskaavan laatimista.
- Punaisenladonkangas on etäällä mm. teollisuusalueista ja pääliikenneväylistä, mikä heikentää sen potentiaalia. Punaisenladonkankaalla on kaavoituksen kannalta eniten käytettävissä olevaa tilaa ja laajentumismahdollisuuksia. Vetytalouden toiminnot vaatisivat kuitenkin selvityksiä ja ympäristövaikutusten arviointia sekä yleiskaavan laatimista.

### Jatkosuunnittelutarpeet

- Oulun kaupunki on käynnistämässä osana Oulun keskeisen kaupunkialueen yleiskaavatyötä selvityksen uusiutuvista energiamuodoista koko kaupungin alueelle. Kaupungin selvityksessä käsitellään kaikki tämän hetken keskeiset uusiutuvat energiamuodot (mm. vety, aurinkovoima, pienydinvoima, tuulivoima) ja tulevaisuustarpeet vuoteen 2040 saakka Oulun kaupungin alueella. Selvityksellä kartoitetaan mm. vetytaloudelle potentiaalisia sijoittumisvaihtoehtoja



Kartta 19. Alue 4, Oulu. Teemakartan pohjalla on pelkistetty uuden Oulun yleiskaava.  
Lähde: Oulun kaupunki



## Alue 5: Utajärvi, Hietaselkä-Mustikkakangas

### Kohdekortti:

#### Alueen kuvaus

- sijaitsee kuntakeskuksen eteläpuolella
- Mustikkakankaan teollisuusalue sijaitsee valtatie 22 varressa ja Oulujoen läheisyydessä, Hietaselkä on rautatien länsipuolella

#### Elinkeinotoiminta alueella ja sen läheisyydessä

- Mustikkakankaalla on monipuolista teollisuustoimintaa, mm. puunjalostusta
- sinne suunnitellaan mm. raskaan liikenteen logistiikka-alueita ja jakeluasemia, kiertotalousaluetta, akkuasemia
- lähellä sijaitsee Utasen vesivoimalaitos ja kytkinkenttä
- Hietaselän alueelle vierivoimaa eli tuotettava energia kulutetaan samalla alueella
- Hietaselän alueelle suunnitellaan tuulivoimaloita ja pienehköä vetytuotantolaitosta
- Hietaselän alueesta on kunnan omistuksessa maata noin 280 hehtaaria
- lähialueille on vireillä useita aurinkoenergiapuistoja
- Utajärvellä on vireillä myös useita tuulivoimapuistoja

#### Saavutettavuus

- valtatie 22 ja rautatie sijaitsevat alueen vieressä
- sähkösiirtoverkot sijaitsevat alueen välittömässä läheisyydessä
- jos vetyverkko rakennetaan valtatie 22 tuntumaan, on liityntämatka lyhyt tältä vetytuotantoalueelta ko. verkkoon

#### Asutus

- keskustajaamaan on matkaa noin 1,5 km, lähimpään asutukseen noin 500 m – 1 km

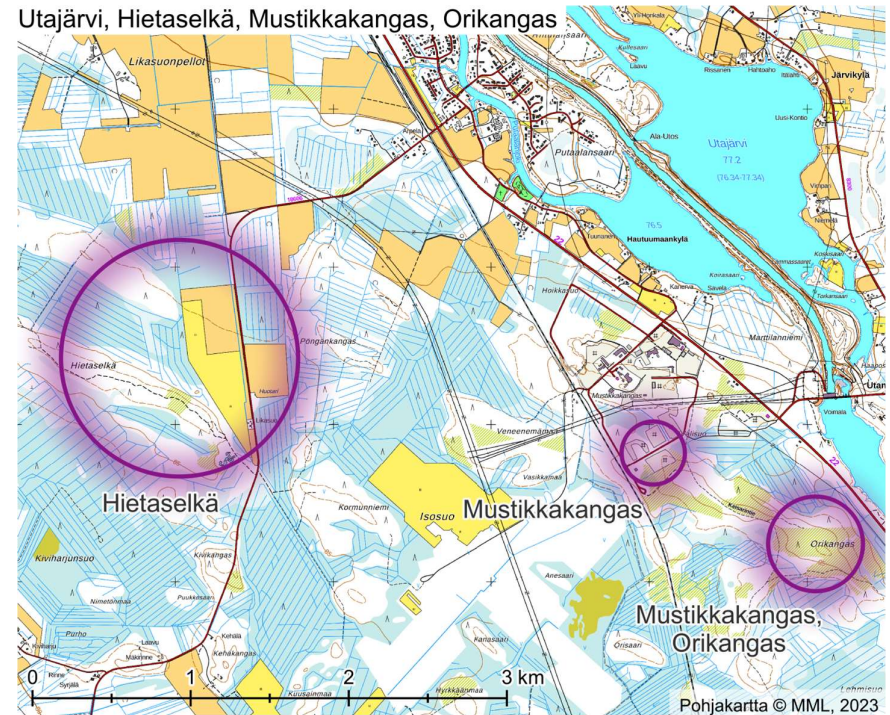
#### Ympäristöarvot

- alueella ei sijaitse luonnon-, maiseman- tai kulttuuriympäristön arvokohteita
- historiallinen Keisarintie kulkee Mustikkakankaalla
- maakunnallinen retkeilyreitti kulkee Utajärven taajaman kautta, lähimmillään noin 2 km päässä alueesta

#### Jatkosuunnittelutarpeet

- kunnan kannattaa laatia vetytuotantoalueista tarkempi selvitys
- tarkempi vetytalousselvitys edistäisi käynnissä olevia Hietakankaan osayleiskaavoitusta ja Mustikkakankaan asemakaavoitusta

### Utajärvi, Hietaselkä, Mustikkakangas, Orikangas



Kartta 20. Alueen 5, Utajärven Hietaselän, Mustikkakankaan ja Orikankaan likimääräinen sijainti.

## Alue 6: Ii, Isokangas

### Kohdekortti:

#### Alueen kuvaus

- Isokankaan alue sijaitsee rautatien ja tulevan valtatie 4 ohitustien itäpuolella ja Iijoen eteläpuolella
- osayleiskaavassa kohdealue on osoitettu maa- ja metsätalousalueeksi

#### Elinkeinotoiminta alueella ja sen läheisyydessä

- Iin keskustan teollisuusalueet sijoittuvat nykyisen valtatie varteen eli varsin etäälle Isokankaan alueesta
- Raasakan vesivoimalaitos sijaitsee noin kolmen kilometrin päässä
- jos vetyverkko rakennetaan valtatie 4 tuntumaan, on liityntämatka lyhyt tältä vetytuotantoalueelta ko. verkkoon
- Iissä on runsaasti tuulivoimaloita, toiminnassa on 56 kpl ja suunnitella noin 130 kpl

#### Saavutettavuus

- alueelle on hyvät maantie- ja ratayhteydet
- lähellä on sähkönsiirtolinjoja

#### Asutus

- lähimpään asutukseen Asemakylällä ja Mökkiperällä on matkaa noin 500 m

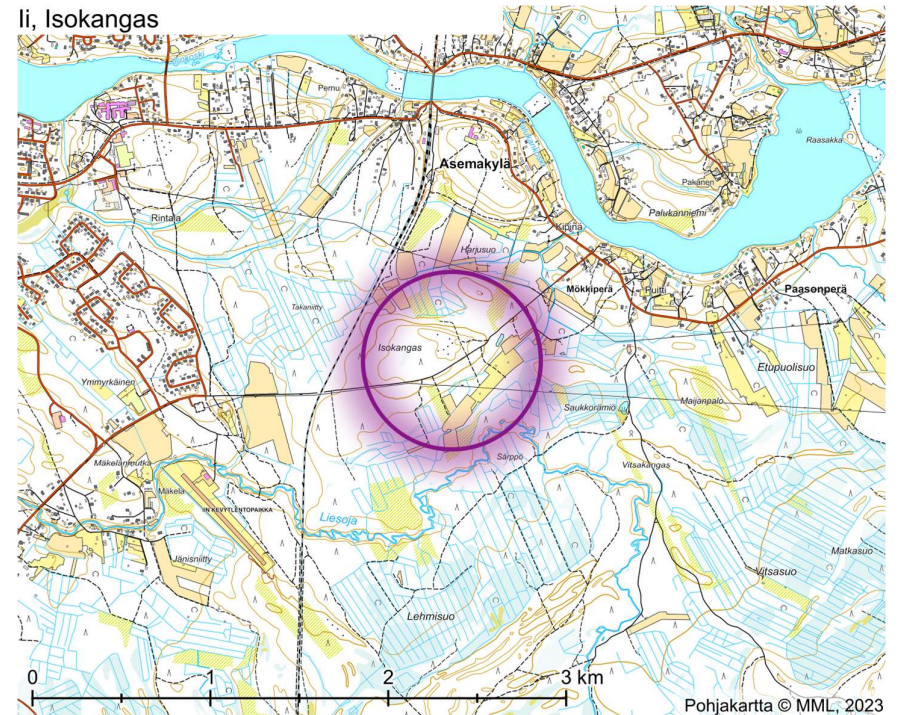
#### Ympäristöarvot

- alue sijaitsee linnuston Pohjois-Pohjanmaan rannikon päämuuttoreitillä
- lähiympäristössä on muutamia kiinteitä muinaisjäänöksiä
- alueen lähellä sijaitsee maakunnallisesti arvokas maisema-alue ja rakennetun kulttuuriympäristön alue

#### Jatkosuunnittelutarpeet

- kunnan kannattaa laatia vetytuotantoalueesta tarkempi selvitys
- jos kunta päättää kehittää Isokankaan aluetta vetytuotantoalueeksi, tulee se ottaa huomioon kunnan strategisen yleiskaavan laadinnassa
- alueelle pitää laatia myös asemakaava

### Ii, Isokangas



Kartta 21. Alueen 6, Iin Isokankaan likimääräinen sijainti.

## Alue 7: Kuusamo, Mäntyselkä

### Kohdekortti:

#### Alueen kuvaus

- Mäntyselän alue sijaitsee Toringin kaupunginosasta länteen, valtatie 20 pohjoispuolella
- Kuusamon strategisessa yleiskaavassa Mäntyselän alue on osoitettu kehitettäväksi työpaikka-alueeksi (TP)

#### Elinkeinotoiminta alueella ja sen läheisyydessä

- ko. alueella on EVO:n jätevedenpuhdistamo ja alueelle on vedetty vesijohto
- alueelle suunnitellaan kaukolämpöläitosta, joten mahdollisen vetytuotantolaitoksen hukkalämpö voidaan hyödyntää kaukolämpönä
- Mäntyselän asemakaavan laajennus työ on käynnissä, nähtävillä olleessa kaavaluonnoksessa alueelle on osoitettu laajakotit alueet teollisuus- ja erityisalueiksi

#### Saavutettavuus

- alueelle on lyhyt matka valtatieltä
- alueen halki kulkee sähköverkko
- Kuusamossa on jonkin verran tuulivoima tuotantoa ja merkittäviä tuulivoimahankkeita on vireillä
- vetytuotantolaitoksen raakavesi voitaneen ottaa vieressä virtaavasta Säynäjäjoesta tai vesijohtoverkostosta

#### Asutus

- lähin asutus sijaitsee vajaan kilometrin päässä

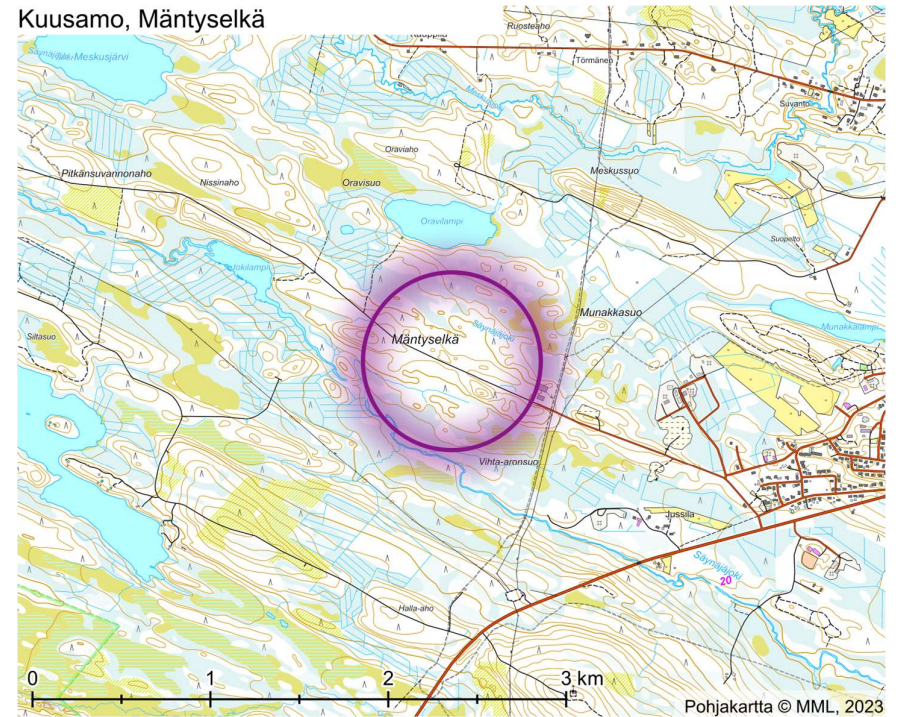
#### Ympäristöarvot

- alueella ei sijaitse luonnon-, maiseman- tai kulttuuriympäristön arvokohteita
- lähin Natura-alue sijaitsee noin 3 km päässä
- lähin maakunnallisesti arvokas maisema-alue sijaitsee noin 3,5 km päässä

#### Jatkosuunnittelutarpeet

- kaupungin kannattaa laatia vetytuotantoalueesta tarkempi selvitys
- jos kaupunki päättää kehittää aluetta vetytuotantoalueeksi, tulee asemakaavaa täydentää ehdotusvaiheessa

## Kuusamo, Mäntyselkä



Kartta 22. Alueen 7, Kuusamon Mäntyselän likimääräinen sijainti.

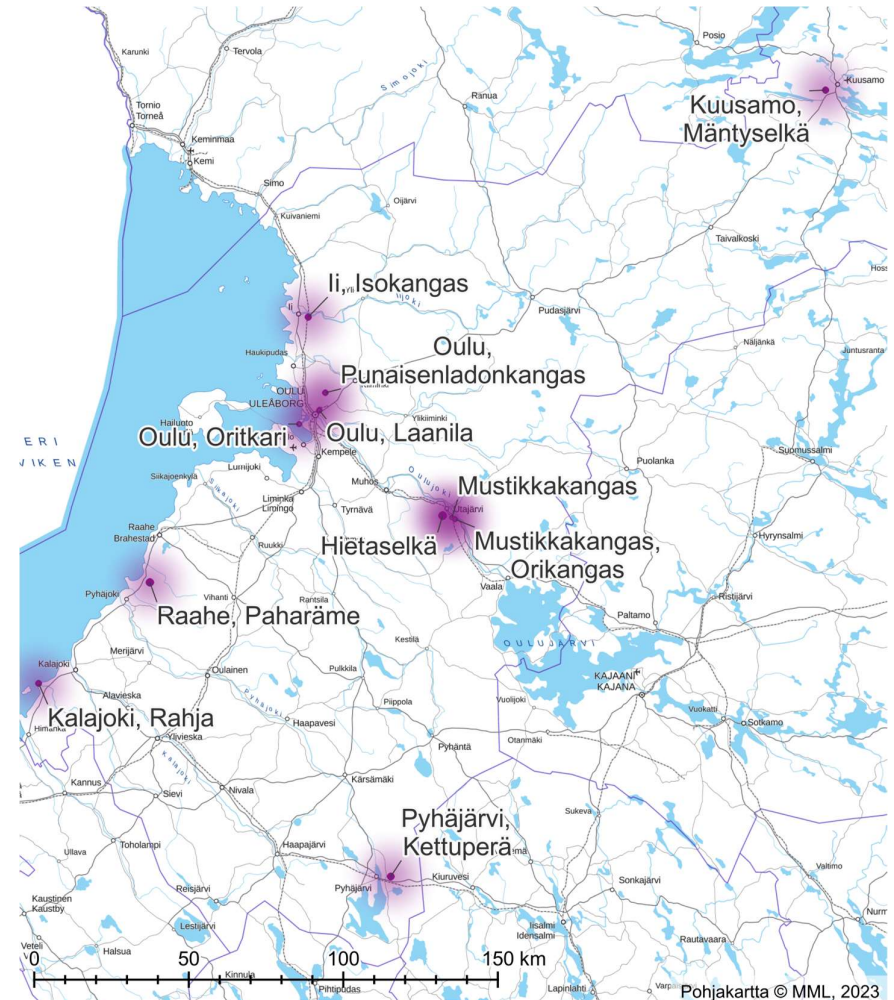
### 3.3 Vetytalouden potentiaali Pohjois-Pohjanmaalla

Kohdekorteissa tunnistettujen esimerkkikohteiden perusteella voidaan todeta, että Pohjois-Pohjanmaan kuntien alueelta pystyttiin tunnistamaan lukuisia vetytalouden kannalta potentiaalisia alueita. Vedyntuotannon reunaehtojen osalta etenkin uusiutuvan sähkön saatavuus, niin sähkön jakeluverkon, -siirtoverkon ja/tai olemassa olevan paikallisen uusiutuvan sähkön tuotannon muodossa toteutuu kaikissa tarkastelluissa kohteissa. Veden paikallinen saatavuus ja riittävyys vetytalouden käyttöön on paikoittain epävarmaa ja vaatii lisätarkastelua.

Alueella on lukuisia mahdollisia vedyn käyttökohteita: Maa- ja rautatieliikenteen väyliä tunnistettiin useiden kohteiden lähetyviltä, jolloin vety voidaan käyttää sellaisenaan tai jatkojalostaa suoraa maantiliikenteen polttoaineeksi, tai kuljettaa kumipyörillä tai rautateitse muualle loppukäyttöön. Alueella tunnistettiin myös satamia, jotka voivat toimia vedyn ja sen jatkojalosteiden kuljetusketjun osana, ja ennen kaikkea vedyn ja jatkojalosteiden loppukäyttäjinä. Esimerkkikohteista pystyttiin tunnistamaan ainoastaan yksi valmistavan teollisuuden toimija, SSAB Raahessa, jolla tulee olemaan tulevaisuudessa selkeä tarve vedylle. Eri alueilla on kuitenkin useita pienempiä teollisuuden toimijoita lukuisilta eri teollisuuden aloilta, joten yksittäisen alueen potentiaali vaatisi alueen toimijoiden tarkempaa tarkastelua.

Tarkastelluista kunnista pystyttiin tunnistamaan myös useita muita reunaehdot täyttäviä potentiaalisia alueita, joilla vetytalouden toimintaa, erityisesti vedyn ja sen jatkojalosteiden tuotantoa voitaisiin tulevaisuudessa mahdollisesti harjoittaa. Syntyvälle hukkalämmölle pystyttiin tunnistamaan loppukäyttäjiä kaukolämpöverkkojen muodossa. Mikäli kaukolämpöverkkoa ei ole, mutta alueella on muuta teollisuutta, on mahdollista, että alueille muodostuisi alueellisia lämpöverkkoja, jotka hyödyntävät vedyn tuotannon lämpövirtaa alueen kiinteistöjen lämmittämiseen.

Pohjois-Pohjanmaan alueen potentiaalia vetytalouden näkökulmasta nostaa edelleen rannikkoalueelle kaavailtu vedyn siirtoverkosto, joka tulee olemaan luultavasti kustannustehokkain tapa siirtää vetyä tuottajalta kuluttajalle, mikäli vetyä ei voida kuluttaa tuotannon läheisyydessä.



Kartta 23. EMMI-selvityksen esimerkkikohteiden alueet.

## 4. Aurinkoenergian sijainninohjaus

### 4.1 Aurinkoenergian tuotantolaitoksen maankäytön rajoitukset

Uusiutuvan energian tuotannon kehittämisessä on yhä vahvemmin mukana myös aurinkoenergia. Aurinkoenergian suosio on kasvanut huomattavasti, ja se katsotaan maailman nopeimmin kasvavaksi energiantuotannon muodoksi. Tämän ovat mahdollistaneet tekniikan kehittyminen ja sitä seurannut hintojen lasku. Pohjois-Pohjanmaan kaikissa kunnissa ei ole mahdollista rakentaa seudullisesti merkittävää tuulivoimaa, joten aurinkoenergian hyödyntäminen on uusiutuvan energian houkuttelevin vaihtoehto.

Auringosta tuotetaan sähköä kennoista koostuvilla aurinkopaneeleilla, joiden toiminta perustuu auringon säteilyyn, valosähköiseen ilmiöön ja mm. puolijohdemateriaalien ominaisuuksiin. Aurinkopaneelin tuottaman virran määrä riippuu auringonsäteilyn voimakkuudesta. Aurinkopaneelit tuottavat sähköä sekä suorasta auringon säteilystä että hajasäteilyä. Tämä on Suomessa tärkeää, koska Suomessa merkittävä osa auringon säteilystä on hajasäteilyä. Paneelien tuotantomäärään vaikuttaa myös paneelien asennuskulma sekä pilvisuus. Aurinkolämpöä voidaan hyödyntää aktiivisesti myös aurinkokeräinten avulla. Aurinkokeräin on laite, jolla auringon säteilyä voidaan muuntaa lämmöksi.

Suomessakin aurinkoenergiaa hyödynnetään koko ajan enemmän, vaikkakin sen odotetaan säilyvän pienehkönä osana kokonaistuotantoa. Valtaosa aurinkoenergiapaneeleista on vielä tällä hetkellä integroituina rakennettuun ympäristöön, pääosin rakennusten katoilla, järjestelmät pieniä ja tyyppillisesti järjestelmän omistaja käyttää energian itse. Tämä hajautettu tuotanto nähdään jatkossakin järkevänä. Aurinkoenergiaa voidaan tuottaa periaatteessa kaikkialla (kannattavuus huomioiden): rakennusten katoilla ja julkisivuilla, maassa tai kelluvilla perustuksilla. Rakennuskannan yhteydessä tai jo käytössä olevilla alueilla aurinkovoiman hyödynnys tehostaa alueiden käyttöä ja säästää luonnonalueita. Parhaimmillaan hyödynnetään tilaa, jolle ei ole muuta käyttöä.

Tässä selvityksessä on tarkoituksena tuoda esille näkökohtia teollisen mittakaavan aurinkoenergiatuotannon sijoittamiselle muualle kuin olevan rakennuskannan yhteyteen. Teollisen mittakaavan aurinkovoimalaitosten puoltavia tekijöitä ovat mm. hankintakustannusten skaalaedut, jotka pienentävät kustannuksia tuotettua energiayksikköä kohden. Laaja-alaisten aurinkopuistojen merkittävin ympäristövaikutus liittyy maiseman muutokseen, mikäli luontoarvot on huomioitu asianmukaisesti. Aurinkoenergian tuotantoalue ei lähtökohtaisesti vaadi maakuntakaavamerkintää (tilanne 02/2023), jolloin kuntakohtaiset ohjausvälineet (yleiskaava, asemakaava, toimenpidelupa ja rakennusjärjestys) ovat riittäviä. Teollisen mittakaavan aurinkoenergian tuotantoalueen sijoittamista suositellaan erityisesti jo käytetyille, ei luonnonalaisille alueille. Nämä käytetyt, ns. brown field -alueet voivat olla esim. pilaantuneiden maiden alueita tai esim. käytöstä poistettuja kaatopaikkoja, läjitys- ja täyttöalueita, meluvalleja, entisiä turvetuotantoalueita, entisiä teollisuusalueita ja kaivosalueita tai huonosti tuottavia viljelysalueita. Aurinko- ja tuulivoimatuotannon sijoittaminen samoille alueille voi olla taloudellisesti ja vaikutuksiltaan hyvä ratkaisu, jo pelkästään sähkösiirron näkökulmasta.

Kuten aiemmin on todettu, tuotetun energian varastointiin ei ole vielä taloudellisesti kannattavaa ratkaisua. Aurinkoenergian tuotanto ei vastaa ajallista kulutusta, koska Suomessa eniten kulutusta on silloin kun auringonpaistetunteja on vähiten. Sähkön varastoinnin lisäksi mm. kysyntäjousto on toinen oleellinen tekijä. Vierivoima on termi, jota käytetään yleensä energiamurroksen yhteydessä. Tuotettu aurinkosähkö liitetään yleensä verkkoon joko keski- tai suurjännitteisesti.<sup>26, 27, 28, 29 ja 30</sup>

Taulukko 7. Teollisen mittaluokan aurinkoenergiatuotannossa huomioitavat tekijät

**SELITE:****MUUTA HUOMIOITAVAA:**

<b>Luonnon ja maiseman kannalta arvokkaat alueet</b>	Natura 2000 -verkoston alueet, luonnonsuojelualueet ja maakunta-, yleis- tai asemakaavassa osoitetut muut suojelualueet  Valtakunnallisesti ja maakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet sekä merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt  Lintujen kerääntymisalueet (IBA; FINIBA ja MAALI)  ➤ Ei osoiteta aurinkoenergian tuotantoalueeksi
<b>Asuinalueet</b>	Etäisyys asutukseen tarkastellaan tapauskohtaisesti. Suunnittelussa turvataan asukkaisen viihtyisyys sekä kiinnitetään huomiota paneelien häikäisyvaaraan
<b>Laajat, yhtenäiset metsäalueet</b>	Turvataan ekologiset yhteydet, yhtenäisten metsäalueiden pirstaloimisvaikutusta sekä muokkaamattomien luonnonalueiden käyttöä vältetään
<b>Aktiiviset pellot</b>	Viljelykäytössä olevia peltoalueita ei osoiteta aurinkoenergian tuotantoalueeksi

<sup>26</sup> Satakuntaliitto. Esiselvitys aurinkoenergian tuotantoalueista. Loppuraportti. Pöyry Finland Oy, 2016.

<sup>27</sup> Energiaan auringosta. Vinkkejä teollisen mittakaavan aurinkoenergian tuotantoon Uudellamaalla. Uudenmaan liitto, 2017.

<sup>28</sup> Uudenmaan aurinkoenergiaselvitys. Aurinkoenergian tuotannon edistämisen mahdollisuudet Uudellamaalla. Uudenmaan liiton julkaisu E 193, 2017

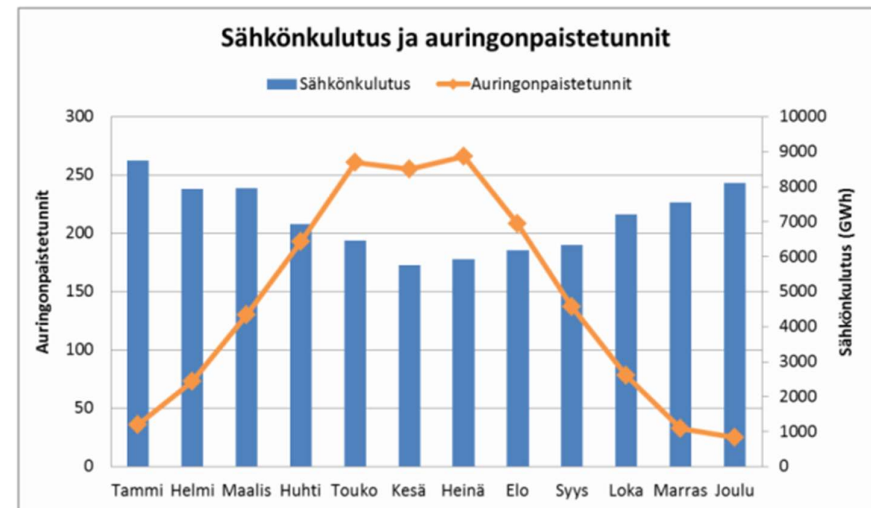
<b>Kosteikot</b>	Rakennettavuus- ympäristörajoitteet huomioitava
<b>Kansallispuistot, virkistysalueet</b>	Turvataan matkailu- ja virkistysarvot
<b>Pohjavesialueet</b>	Mikäli aurinkovoima-alueella vettäläpäisemättömien pintojen osuus on vähäinen (< 5 %), lähtökohtaisesti ei ole tarvetta välttää luokiteltuja pohjavesialueita. Hanksuunnittelussa huomioitava mahdollinen kemiallisten jäänestokemikaalien käytön vaikutus pohjavesiin. Varovaisuusperiaatetta hyvä noudattaa sijoittelussa, jonka mukaan toiminnasta ei saa aiheutua riskejä pohjavesialueelle.
<b>Tulvariskialueet</b>	Aurinkoenergian tuotantoaluetta ei lähtökohtaisesti tule sijoittaa tulvariskialueelle sähköturvallisuuden vuoksi
<b>Ekologiset yhteydet, eläinten pääkulkureitit</b>	Aurinkovoima-alueiden aitaaminen saattaa aiheuttaa muutoksia eläinten kulkureitteihin ja ekologiin käytäviin sekä pirstoa yhtenäisiä elinympäristöjä
<b>Tutka- ja lentoestealueet</b>	Lentoliikenteen tutka- ja viestintäjärjestelmiin voi aiheutua häiriötä joko sähköisen vaikutuksen tai fyysisen esteen takia.  Aurinkoenergian tuotannosta ei ole todettu aiheutuvan sähköistä häiriövaikutusta lentokenttien järjestelmien käyttämillä taajuuksilla. Fyysiset esteet tai niiden välillisesti aiheuttamat heijastukset voivat vaikuttaa esimerkiksi tutkien toimintaan, mikä tulee huomioida aurinkopaneeli- tai -keräinalueiden sijoittelussa suhteessa tutkalähtetimiin ja -vastaanottimiin.

<sup>29</sup> Suomen Aurinkoenergiayhdistys ry (<https://www.sary.fi/>, katsottu 10.2.2023)

<sup>30</sup> Aurinkoenergia. Energiamaailma (<https://energiamaailma.fi/energiasta/energiantuotanto/aurinkovoima/>, katsottu 10.2.2023)

## 4.2 Aurinkoenergian potentiaali Pohjois-Pohjanmaalla

Suomessakin aurinkoenergiaa säteilee vuositasolla saman verran kuin esimerkiksi Keski-Euroopassa. Suomessa auringonsäteilyä tulee runsaasti kesäaikana, haasteita tuottavat marras-, joului- ja tammikuu. Aurinkopaneelien suuntaamisella ja kaksipuoleisilla paneeleilla saadaan enemmän tehoa irti. Aurinkopaneelit tuottavat suoran säteilyn lisäksi hajasäteilyä. Valoisana päiväsaikaan sateellakin nykyaikaiset aurinkopaneelit tuottavat sähköä. Lisäksi aurinkopaneelit ovat puolijohdetta (pii), jonka jännite kasvaa, kun lämpötila putoaa. Tämän vuoksi aurinkopaneelin sanotaan pitävän paitsi auringosta ja lumen heijastavasta vaikutuksesta, myös pakkasesta.<sup>31 ja 32</sup>



Kuva 16. Sähkönkulutus ja auringonpaistetunnit Suomessa kuukausitasolla<sup>33</sup>

Kuvassa 16 on esitetty kuukausittainen sähkönkulutus ja auringonpaistetunnit Suomessa.

Sähkönkulutustilasto edustaa keskimääräistä kuukausittaista kokonaiskulutusta Suomessa ajanjaksolla 12/2006-11/2015.<sup>34</sup>

Auringonpaistetunnit ovat kuukausittaisia keskiarvoja Jokioisten sääaseman 30 vuoden havaintotilastoista 1981-2010.<sup>35</sup>

<sup>31</sup> Novice, Aurinkosähköpuiston toteutettavuusselvitys

<sup>32</sup> Yleisiä kysymyksiä aurinkoenergiasta. Salo Solar (<https://www.arevasolar.fi/fi/kysymyksiä-ja-vastauksia-aurinkoenergiasta>, katsottu 10.2.2023)

<sup>33</sup> Satakuntaliitto, Esiselvitys aurinkoenergian tuotantoalueista, Pöyry Finland Oy, 201

<sup>34</sup> Energiategollisuus ry, Sähkönkulutuksen kuukausitilasto – Monthly statistics of energy consumption, 15.12.2015

<sup>35</sup> Ilmatieteen laitos, Pirinen ym.; Tilastoja Suomen ilmastosta 1981–2010, Raportteja No. 2012:1

# 5. Bioenergiահankkeet

## 5.1 Tulevaisuuden näkymät

Bioenergian määrittely uusiutuvana energiana on murroksen alla. Euroopan unionin vuonna 2018 antama uusiutuvan energian direktiivi 2018/2001/EU<sup>36</sup> on vielä osittain implementoimatta, mutta osana vihreän siirtymän suunnitelmaa, päätettiin kyseinen direktiivi uusia. Direktiivistä ei ole virallista versiota saatavilla, mutta vuodettujen luonnosten perusteella on mahdollista, että uusiutuvan bioenergian vaatimukset tiukentuvat merkittävästi voimassaolevan direktiivin vaatimuksista. Biomassan energiakäytön lisäämistä voidaan direktiivissä pyrkiä rajoittamaan, sekä erilaisten biomassojen, kuten harvennuksen hakkuutähteen tai muun puuhakkeen asemaa uusiutuvana energialähteenä, muuttaa. Voidaan ajatella, että strategisella tasolla EU:ssa biopolttoaineet nähdään siirtymävaiheen polttoaineena erityisesti tie- ja meriliikennesektorilla, sekä lämmöntuotannossa yhteiskunnan sähköistyessä ja vetytalouden korvatussa polttamista vaativat prosessit. Pitkällä tähtäimellä on epävarmaa, mikä bioenergian asema energiantuotannossa (sähkö ja lämmön tuotanto) on.

Vetytalouden näkökulmasta bioenergia on kuitenkin relevantti erityisesti hiilidioksidin lähteenä, jota tarvitaan synteettisiin polttoaineisiin. EU tasolla ei ole toistaiseksi määritelty hiilidioksidin lähteen vaatimuksia, kun halutaan tuottaa uusiutuvia synteettisiä polttoaineita, kuten synteettistä metaania. Kuitenkin on odotettavissa, että siirtymäajan jälkeen hiilidioksidin lähde on oltava uusiutuvaa, kuten kestävän bioenergiatuotannon hiilidioksidivirta. Kestäviä hiilidioksidin pistelähteitä on kuitenkin laajasti saatavilla nykyiseltään, joten bioperäisen hiilidioksidin ei oleteta muodostuvan pullonkaulaksi vetytalouden näkökulmasta.



<sup>36</sup> Euroopan komissio, Renewable energy directive -sivusto ja direktiivi 2018/2001/EU, saatavilla: [https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en)



# Lopuksi

Kehittämisen tahti uusiutuvan energiatuotannon ja siihen liittyen vetytuotannon alalla on kiihtynyt. Tuulivoiman lisäksi aurinkoenergiaprojektit ovat kasvussa.

Pohjois-Pohjanmaalla on tehty aiheesta useita teknistaloudellisia tutkimuksia ja selvityksiä. Toiminta kansallisissa ja kansainvälisissä verkostoissa on aktiivista. Veturiyritykset vetävät pienempiä toimijoita mukaan.

EMMI-hankkeen kuntakyselyn ja keskustelujen perusteella kunnat ovat aktiivisia ja kiinnostuneita kehittämään uusiutuvien energiamuotojen hyödyntämistä ja siihen liittyvänä osana voi olla vetytuotanto. Kunnilla on hyvin erilainen tilanne vetytalouden sijoittumisen ohjaamisessa. Osalla kunnista on hyvin tarkat sijoittumisen suunnitelmat, osalla tarkastelutaso on yleispiirteinen. Myös maanomistustilanne ja maanhankinnan onnistuminen vaikuttavat hankkeiden sijaintiin.

EMMI-hankkeen aikana ymmärrys siitä, millä tasolla vetytuotannon sijoittumista tarkastellaan, on lisääntynyt. Selvityksen pohjalta ei tehdä maakuntakaavaan aluevarausmerkintöjä. Selvityksessä esille nouseva vetyputkistohanke voidaan huomioida maakuntakaavoituksessa yhteystarvemerkinä, mutta vetyputkiston rakentaminen edellyttää paljon tarkempia selvityksiä ympäristövaikutuksista ja turvallisuudesta. Pohjois-Pohjanmaan energia- ja ilmastovaihekaavun ehdotusvaiheessa tutkitaan yhteystarvemerkinä maakunnalliselle kaasuputkistolle tai kaasuverkostolle, joka sisältää myös vedyn siirtomahdollisuuden.

Teollisuus tuottaa jo nykyisin vetyä tiiviillä teollisuusalueilla, joilla yleis- ja asemakaavamerkinällä T-kem osoitetaan ison mittaluokan tuotantoa.

Vetytuotannon sijainninhajaukseen ja lupamenettelyyn tarvitaan lisää tietoa mm. suojaetäisyyksien osalta.

EMMI-hankkeessa on tarkasteltu esimerkkialueita myös sisämaasta, ei vain suunnitellun vetyputkiston varrelta. Vierenergia, paikan päällä käyttö ja jalostaminen, sekä pitemmällä aikavälillä kytkeminen vetyverkkoon on huomioitava. Aluetaloudenäkökulmasta jatkojalostus on tavoiteltavaa.

Tämän selvityksen lopputulos ei ole ristiriidassa sen kanssa, että vetyteollisuus jatkaa ennen mahdolliseen vihreään vetyyn siirtymistä muilla, osittain perinteisemmällä tuotantomenetelmillä ja arvoketjuilla.

Maankäytön kysymykset ovat keskeisiä, kun vetytalouden investointeja suunnitellaan. Maankäytön näkökulmia ei ole tarkasteltu kattavasti aikaisemmin. Toivomme, että selvityksen tulokset hyödyttävät Pohjois-Pohjanmaan kuntia ja niiden maankäytön suunnittelua, sekä laajemmin toimijoita. EMMI-hanke on tuonut kortensa kehoon. Tästä on hyvä jatkaa.



# Liite 1.

EMMI-hankkeessa laaditun kyselyn tulosten koonti.

# Kysely: kunnat ja uusiutuva energia - energiamurros (PPL/EMMI-hanke)

Tulokset 02/2023

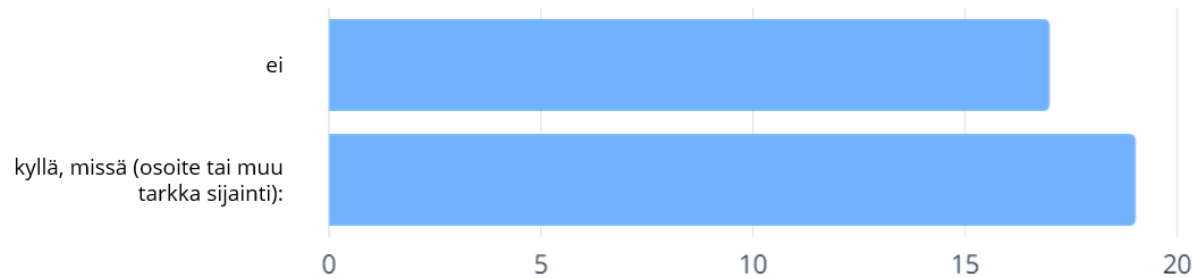
# Kyselystä ja hankkeesta

- Pohjois-Pohjanmaan liitto selvittää uusiutuvan energiantuotannon ja siihen kytkeytyvän vihreän vetytalouden mahdollisuuksia ja maankäytön reunaehdoja Pohjois-Pohjanmaalla. Selvitystyö on osa Energiamurros ja maankäytön ilmastovaikutusten arviointi Pohjois-Pohjanmaalla (EMMI) -hanketta, joka tuottaa tietoa Pohjois-Pohjanmaan energia- ja ilmastovaiHEMAKUNTAKAAVALLE.
- Selvitystyössä laaditaan kokonaisvaltainen tarkastelu vihreän vedyn tuotantoalueiden sijoittamisesta maakunnan alueelle. Työhön sisältyy vetytalouden sijoittamiseen liittyvien teknistaloudellisten seikkojen sekä maankäytön reunaehtojen selvittäminen. Oleellisena osana on kuntien ja kunnissa toimivien yritysten tämän hetken tilanteen sekä tavoitteiden ja suunnitelmien kartoittaminen uusiutuvan energiantuotannon kehittämisestä, mikä toteutetaan kyselyllä.
- Kysely on lähetetty kuntien kirjaamoille, kunnanjohtajille, teknisille johtajille ja kuntien elinkeinotoimelle. Vastauksia pyydettiin 31.10.2022 mennessä, mutta kyselyä pidetään auki vielä pidempään(muistutusviestit).
- Kyselyyn vastasi loppujen lopuksi 42 toimijaa 26 eri kunnan tai seutukunnan alueelta. Pohjois-Pohjanmaan alueella kuntia on kaikkiaan 30, joten kyselyyn vastasi yli 85 % kunnista.

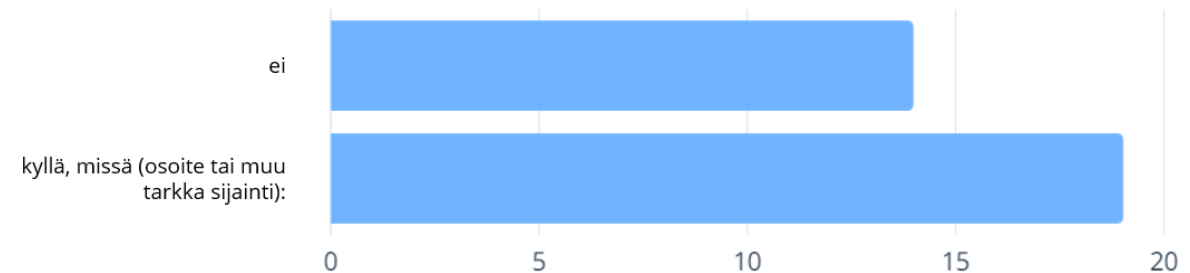
# Lähtökohdat

- Lähtökohdista kysyttiin vastaajan taustatiedoiksi yhteystietoja, minkä kunnan edustajana vastaa kyselyyn
- Lähtökohdista kysyttiin myös, on kunnassa liikenne- tai logistiikkaterminalaaleja tai puuterminaaleja (nykyisiä tai suunniteltuja)
- Kuvioissa näkyvät kaikki vastaukset, eli yhdestä kunnasta voi olla useampi vastaaja. Tulokset on analysoitu raporttiin kunnittain.

Onko kunnassanne/alueellanne liikenne- tai logistiikkaterminalaaleja (nykyisiä tai suunniteltuja)?



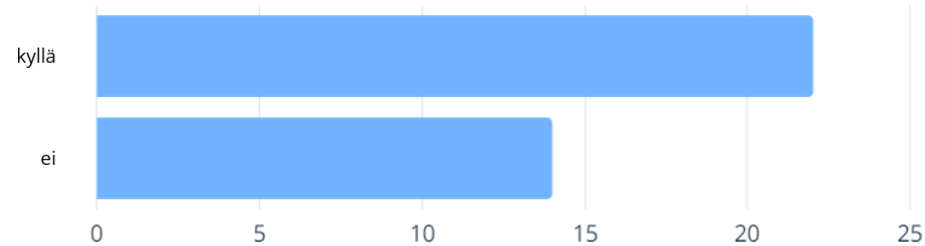
Onko kunnassanne/alueellanne puuterminaaleja (nykyisiä tai suunniteltuja)?



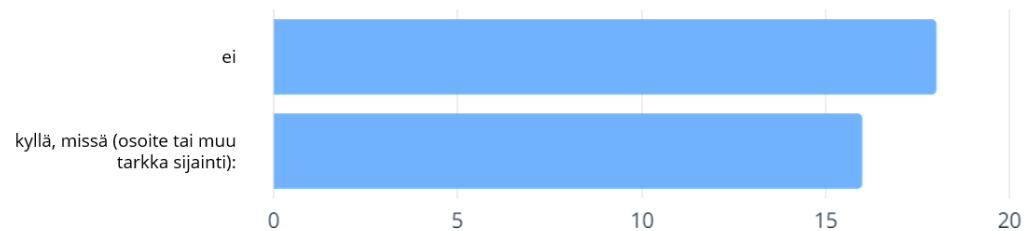
# Energiantuotannon nykytilanne

- Energiantuotannon nykytilanteesta pyydettiin kertomaan energiantuotannosta, aurinkoenergiaprojekteista, bioenergiaprojekteista sekä tuulivoimatuotannosta
- Kuvioissa näkyvät kaikki vastaukset, eli yhdestä kunnasta voi olla useampi vastaaja. Tulokset on analysoitu raporttiin kunnittain.

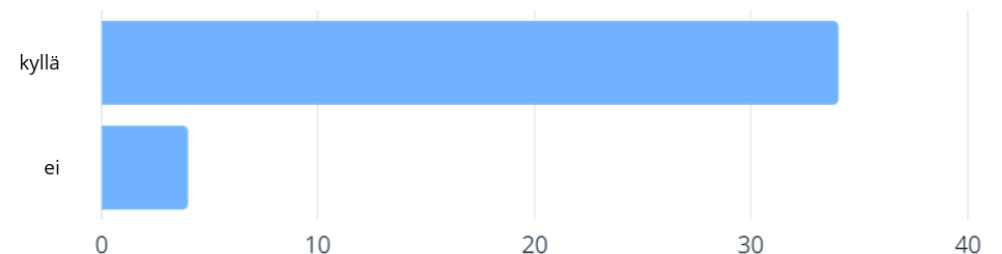
Onko kunnassanne/alueellanne suuren tai keskikokoisen polttoainetehon bio-CHP – tai biolämpölaitoksia (lämmön ja sähkön yhteistuotantoa, kaukolämmön tuotantoa tai muuta keskitettyä energiantuotantoa)?



Onko kunnassanne/alueellanne seudullisen (10 – 1000 kW) ja suurteollisuuskokoluokan (> 1000 kW) aurinkoenergiaprojekteita?



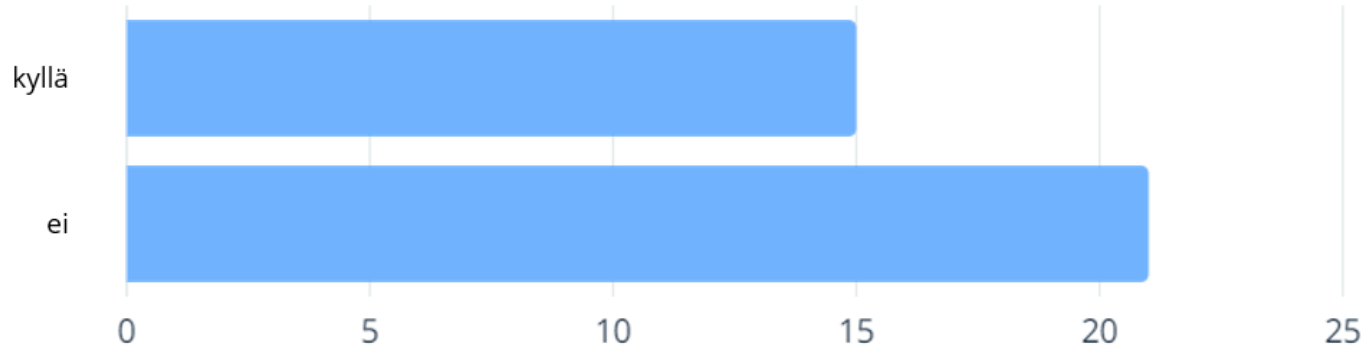
Tavoitellaanko kuntaanne/alueellenne aurinkoenergian tuotantoa, joko integroituna tai erilliskenttinä?



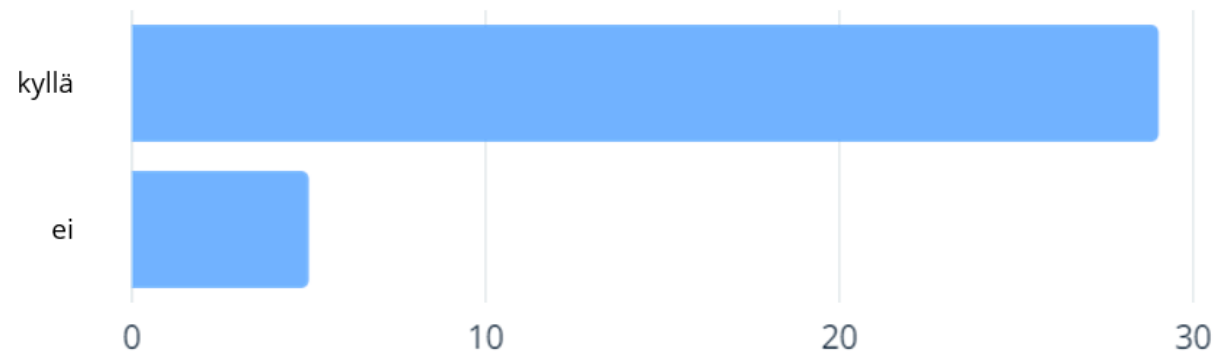
# Energiantuotannon nykytilanne

- Kuvioissa näkyvät kaikki vastaukset, eli yhdestä kunnasta voi olla useampi vastaaja. Tulokset on analysoitu raporttiin kunnittain.

Onko kunnassanne/alueellanne tiedossa olevia seudullisen ja suurteollisuuskokoluokan bioenergiaprojekteja / biokaasun tuotantoa?



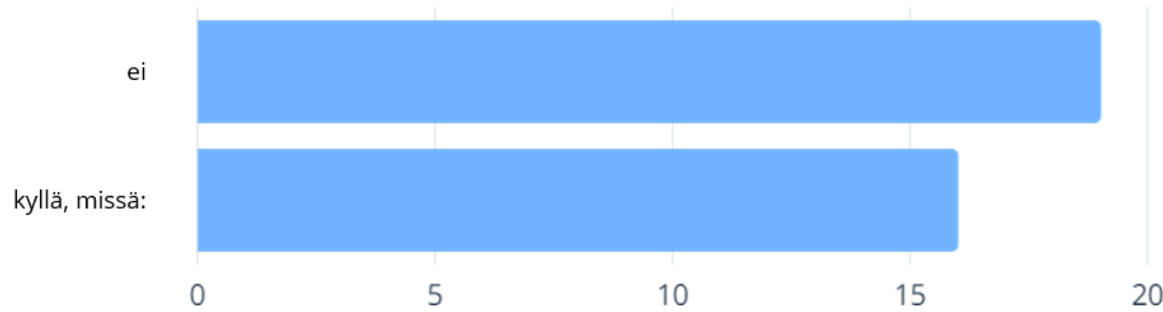
Onko kunnassanne/alueellanne tavoitteena lisätä bioenergian tuotantoa?



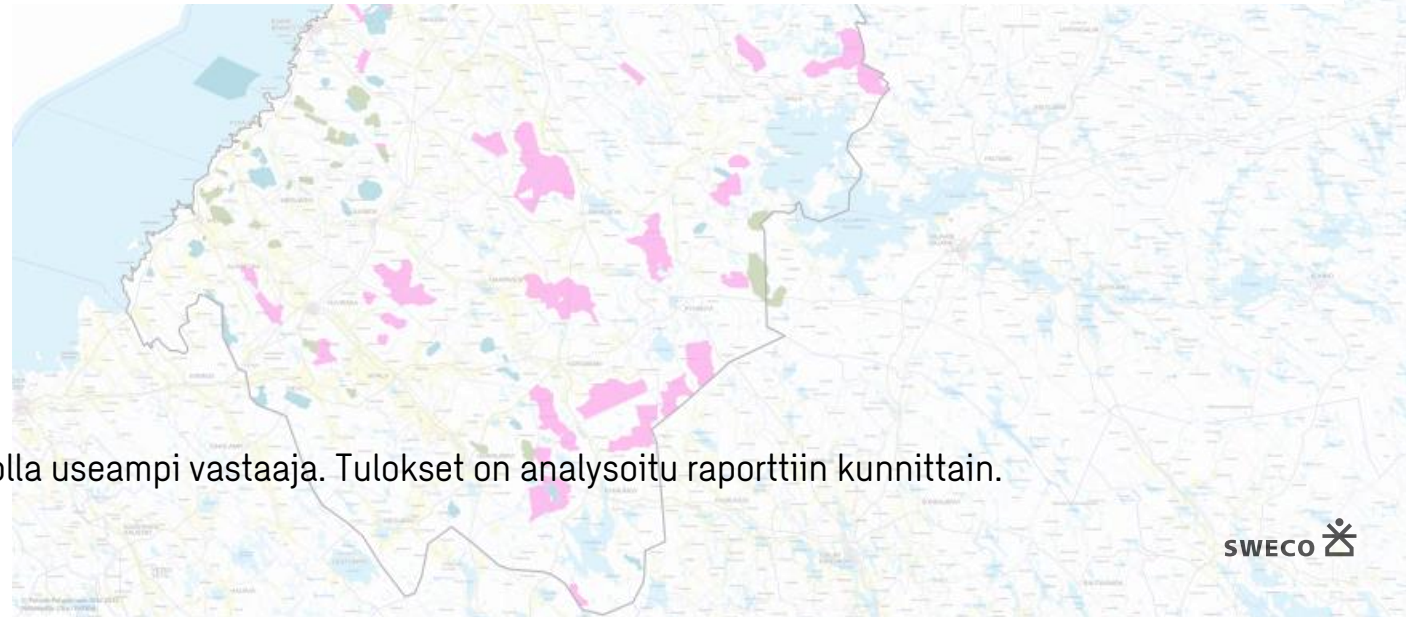
# Tuulivoimatuotannon nykytilanne



Onko kunnassanne/alueellanne vireillä tuulivoimahankkeita muilla kuin kartan mukaisilla alueilla (linkki karttaan edellä)?



Onko kunnassanne/alueellanne tavoitteena saada tuulivoimaloita muualle kuin kartan mukaisille alueille (linkki karttaan aiemmin)?

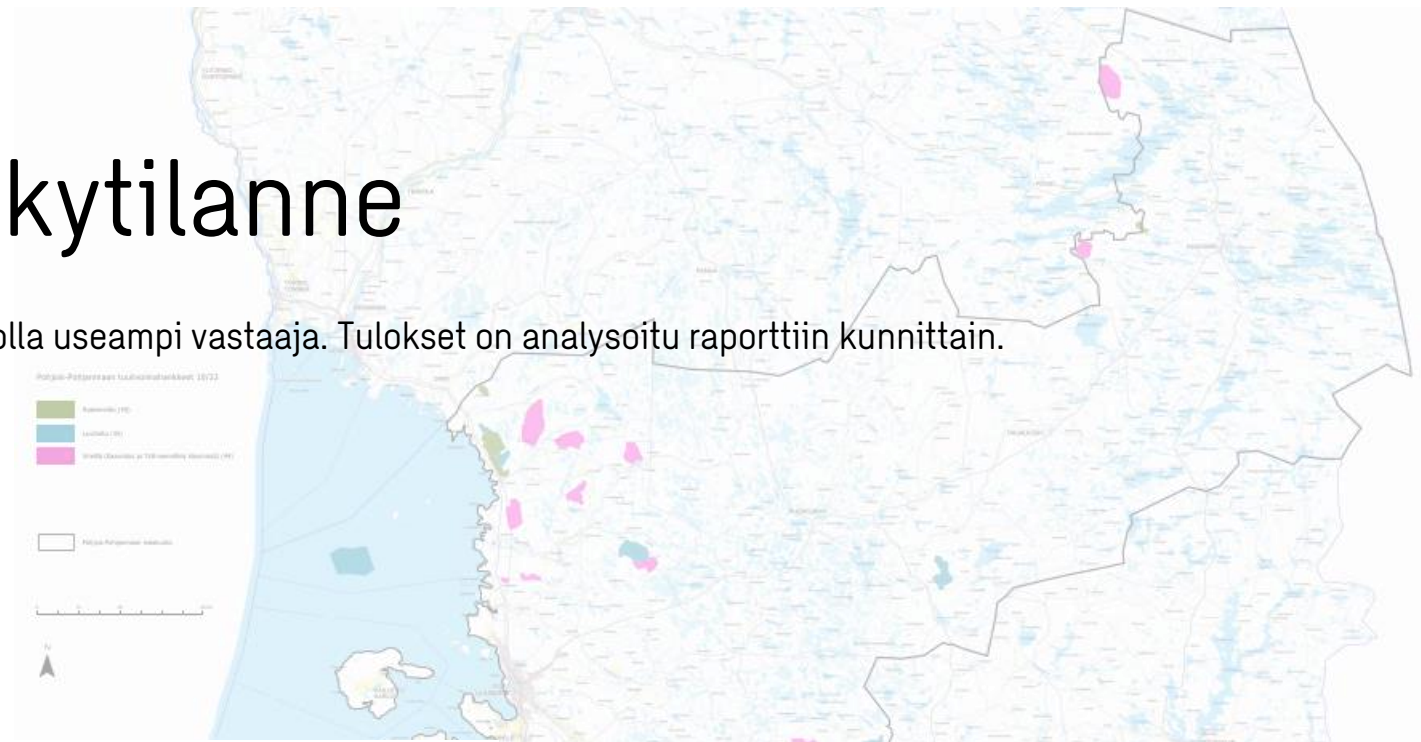


- Kuvioissa näkyvät kaikki vastaukset, eli yhdestä kunnasta voi olla useampi vastaaja. Tulokset on analysoitu raporttiin kunnittain.

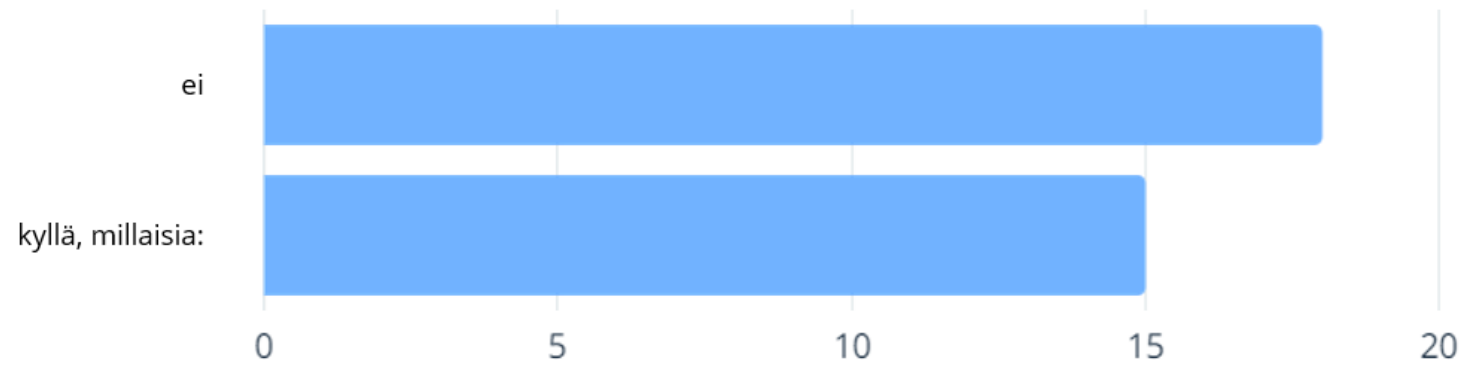


# Tuulivoimatuotannon nykytilanne

- Kuvioissa näkyvät kaikki vastaukset, eli yhdestä kunnasta voi olla useampi vastaaja. Tulokset on analysoitu raporttiin kunnittain.



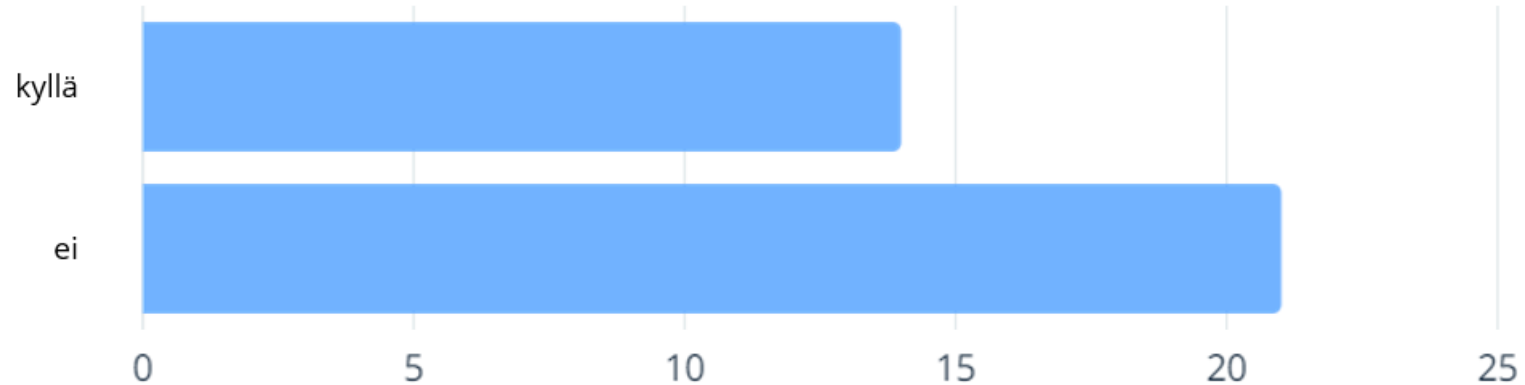
Onko kunnassanne/alueellanne muita energiantuotannon hankkeita?



# Tavoitteet

- Vastaajilta tarkennettiin vielä tavoitteita uusiutuvan energiantuotannon kehittämisestä.
- Kuvioissa näkyvät kaikki vastaukset, eli yhdestä kunnasta voi olla useampi vastaaja. Tulokset on analysoitu raporttiin kunnittain.

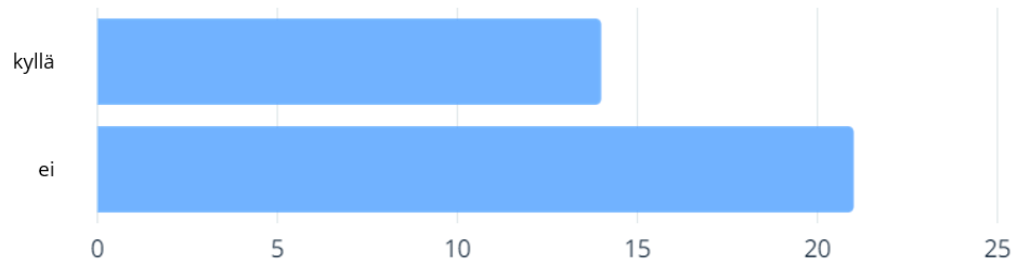
Onko kunnassanne/alueellanne strategiaa uusiutuvan energiantuotannon kehittämiseksi alueellanne?



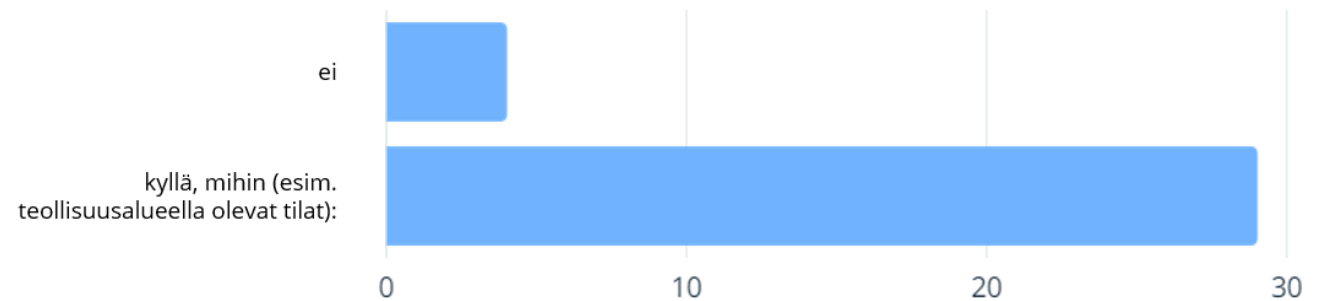
# Tavoitteet

- Tavoitteiden osalta pyydettiin vielä kertomaan tämän hetken tilanteesta teollisuuden osalta.
- Kuvioissa näkyvät kaikki vastaukset, eli yhdestä kunnasta voi olla useampi vastaaja. Tulokset on analysoitu raporttiin kunnittain.

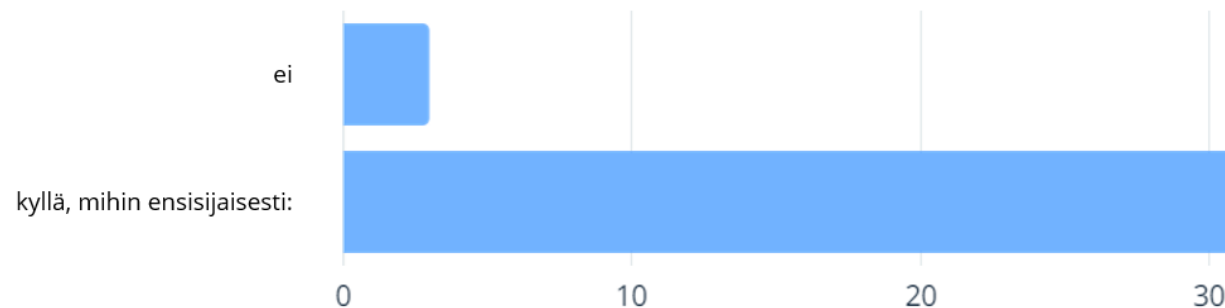
Onko kunnassanne/alueellanne tällä hetkellä teollisuutta, joka voi hyödyntää vetyä (esim. kemianteollisuus, metalliteollisuus)?



Onko kunnassanne/alueellanne kiinnostusta saada lisää vetyä hyödyntävää teollisuutta alueelle?



Onko kunnassanne/alueellanne mahdollisuuksia tai kiinnostusta vetyteollisuuden sijoittumiselle kuntaan?



# Tavoitteet

- Lopuksi vastaajia pyydettiin kertomaan näkökohtia, joita tulisi huomioida vetyteollisuuden sijoittamisessa sekä pohdintaa siitä, miten huoltovarmuutta energian riittävyyden osalta poikkeusoloissa pitäisi parantaa. Seuraavassa muutamia esimerkkejä vastauksista.

## **Onko joitain näkökohtia, joita tulisi huomioida vetyteollisuuden (tuotantolaitosten tai siirtoputkien) sijoittamisessa (esim. asutuksen, maisemien, vesistöjen, virkistyksen tai muiden osalta)?**

- Sähkönsiirtokäytävien hyödynnys (synergia)
- Suojaetäisyys asutukseen
- Vältettävä talousmaiden käyttöä
- Hukkalämmön hyödyntämismahdollisuus lähellä
- Olevan infran hyödynnys, kaavalliset näkökohdat
- Maisemavaikutukset, luontovaikutukset
- Rakennettavuus
- Maanomistajien näkemykset

## **Miten kuntanne/alueenne tai maakunnan alueella pitäisi parantaa huoltovarmuutta energian riittävyyden osalta poikkeusoloissa?**

- Energian varastointi, polttoaineen varastointi
- Vedyntuotanto lähelle sähköntuotantoa
- Sisäverkot
- Uusiutuva energia
- Energiantuotannon varmistaminen (energiälähteiden monipuolisuus, myös muut kuin uusiutuva)
- Varavoimalat
- Pienydinvoima
- Varautuminen, omavaraisuus, huoltovarmuus
- Hajautettu monipuolinen tuotanto
- Tukien hyödynnys
- Puu raaka-aineena


## Liite 2.

Seutukuntien vetytalouden mahdollisuuksia ja huomioitavia asioita kuvaavat kartat A4-koossa. Karttojen selite vieressä.

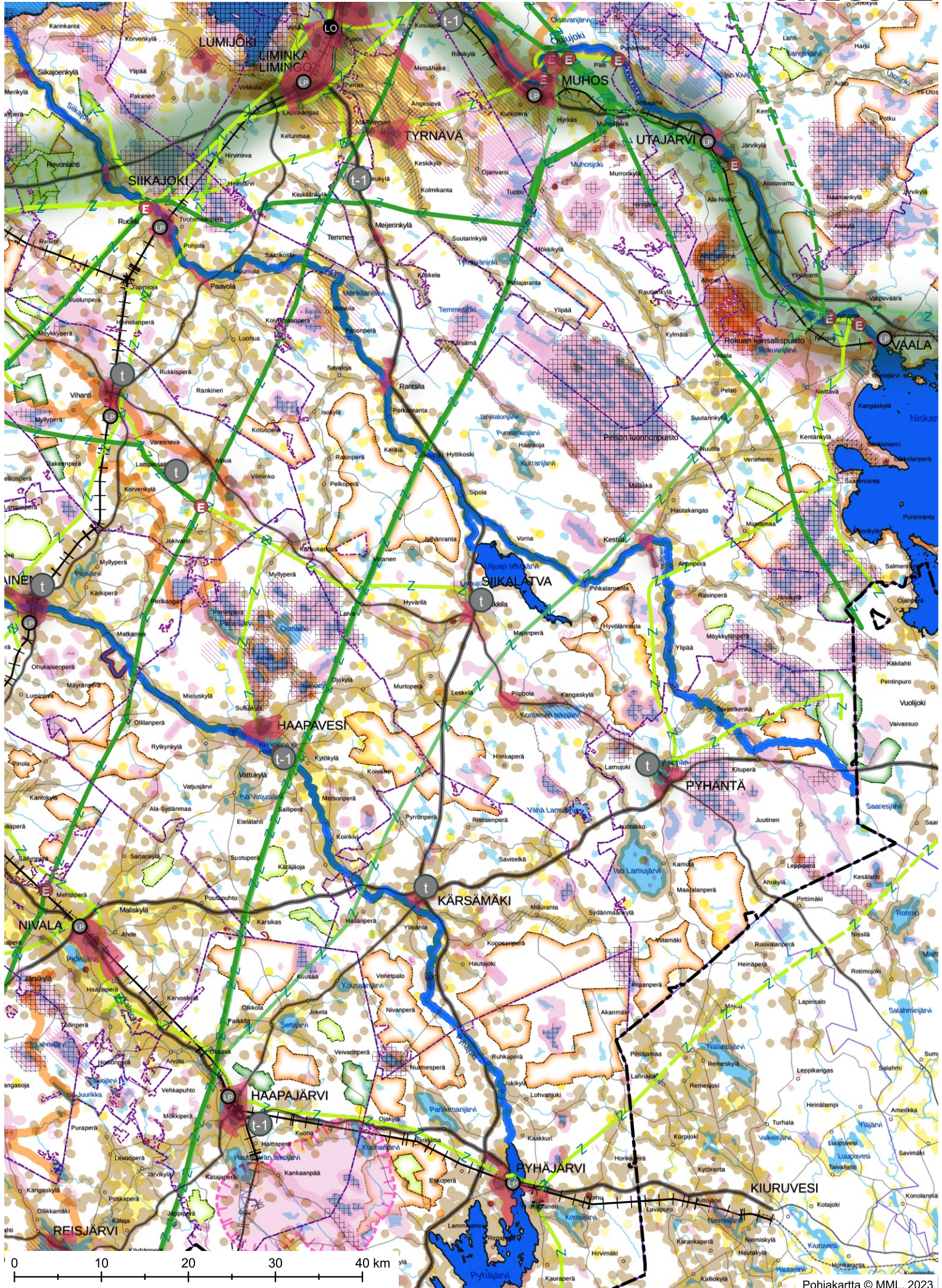
Kartoilla on joillekin merkinnöille esitetty suojavyöhyke. Tämä esitystapa on valittu, jotta merkinnät erottuvat kartoilta. Lisäksi osalla luonnon ja maiseman kannalta arvokkailla alueilla suojavyöhykkeen esittäminen vastaa TUULI-hankkeen karttoja.

### Merkinnät

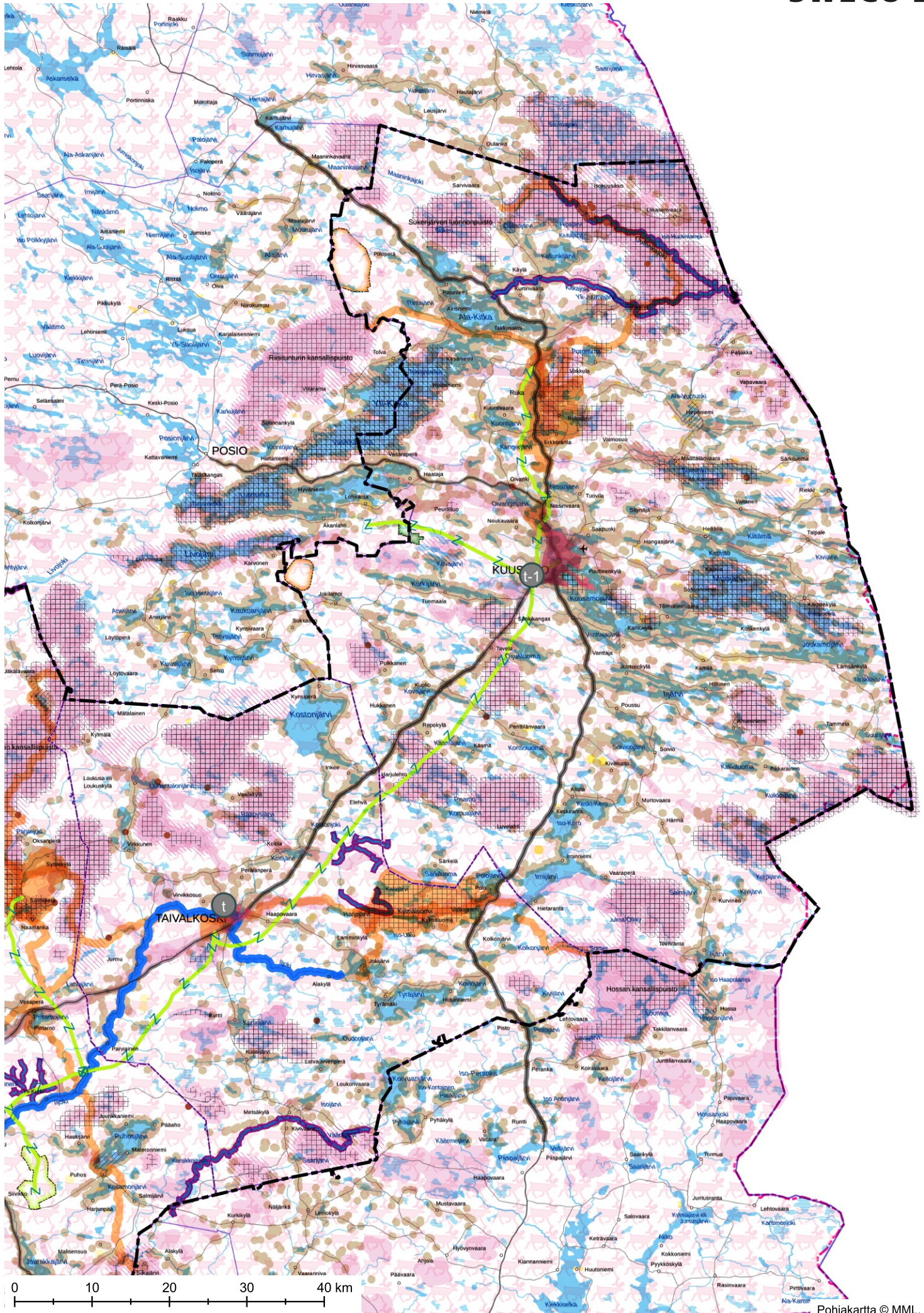
Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaavan mukaisesti:

 Taajamatoimintojen alueet (sis. teollisuutta)	 Puolustusvoimien alue
 Logistiikka-alueet (tavaraliikenteen terminaali-alue)	 Matkailu ja virkistys (vyöhyke 500 m)
 Teollisuus- ja varastoalueet (teollisuusalueet T ja t, biojalostamot tai vastaavat t-1)	 Perinnemaisemat
 Pääradan liikennepaikat	 Natura 2000
 Satamat	 Luonnon kannalta arvokas alue (suojavaikennealue)
 Aurinkovoimaloille mahdolliset alueet (nykyiset turvetuotantoalueet)	 EMMA-alue
 Aurinkovoimaloille mahdollisesti soveltuvat alueet (turvetuotantoon soveltuvat alueet)	 Valtakunnallisesti ja/tai maakunnallisesti arvokas rakennettu kulttuuriympäristö
<b>Pääsähköjohdot (tilanne 11/2022):</b>	 Linnuston kannalta arvokas alue (suojavaikennealueella 1 km)
 110 kV, 110 kV+	 Arvokas vesistö
 220 kV	
 400 kV, 400 kV+	
 Vuolijoki - Pyhäsalmi 110 kV (hanke)	
 Petäjäskoski-Nuojuankangas (400 + 110 kV hanke)	
 Energiahuollon alue (voimalat ja suurmuuntamot)	
<b>Muut merkinnät:</b>	
 Teollisuusrakennus (vyöhyke 500m)	 Poronhoitoalue kopio
 Rautatie	 Rakennus_vyöhyke_500m kopio
 Valtatie	<b>Tuulivoimahanke (tilanne 1/2023)</b>
 Kantatie	 vireillä
 Tulevaisuuden vetyverkko	 luvitettu
 Keskeinen vesistö	 rakennettu

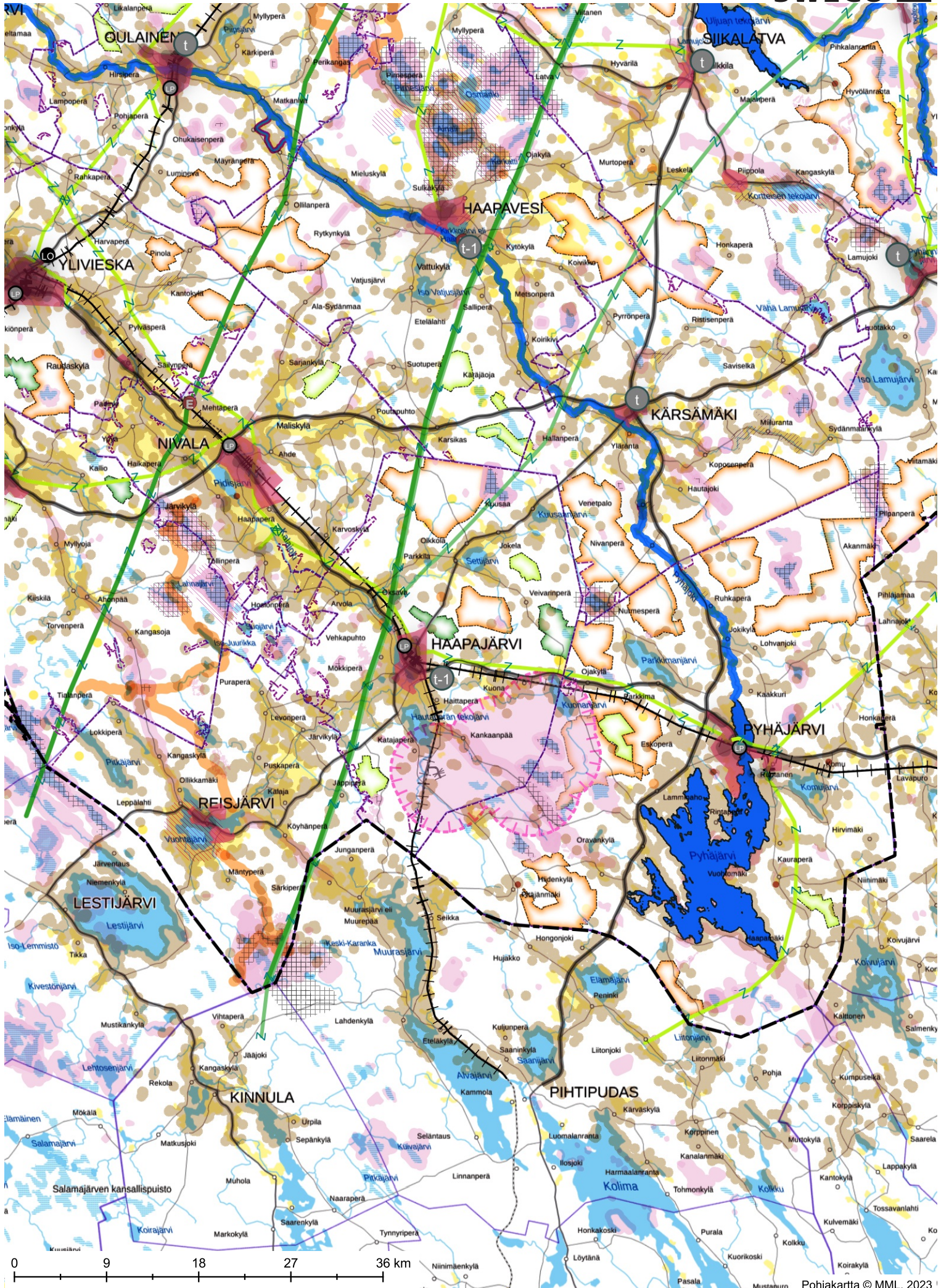
# Haapavesi-Siikalatvan seutukunnan vetytalouden mahdollisuuksia ja huomioitavia asioita kartalla



# Koillismaan seutukunnan vetytalouden mahdollisuuksia ja huomioitavia asioita kartalla

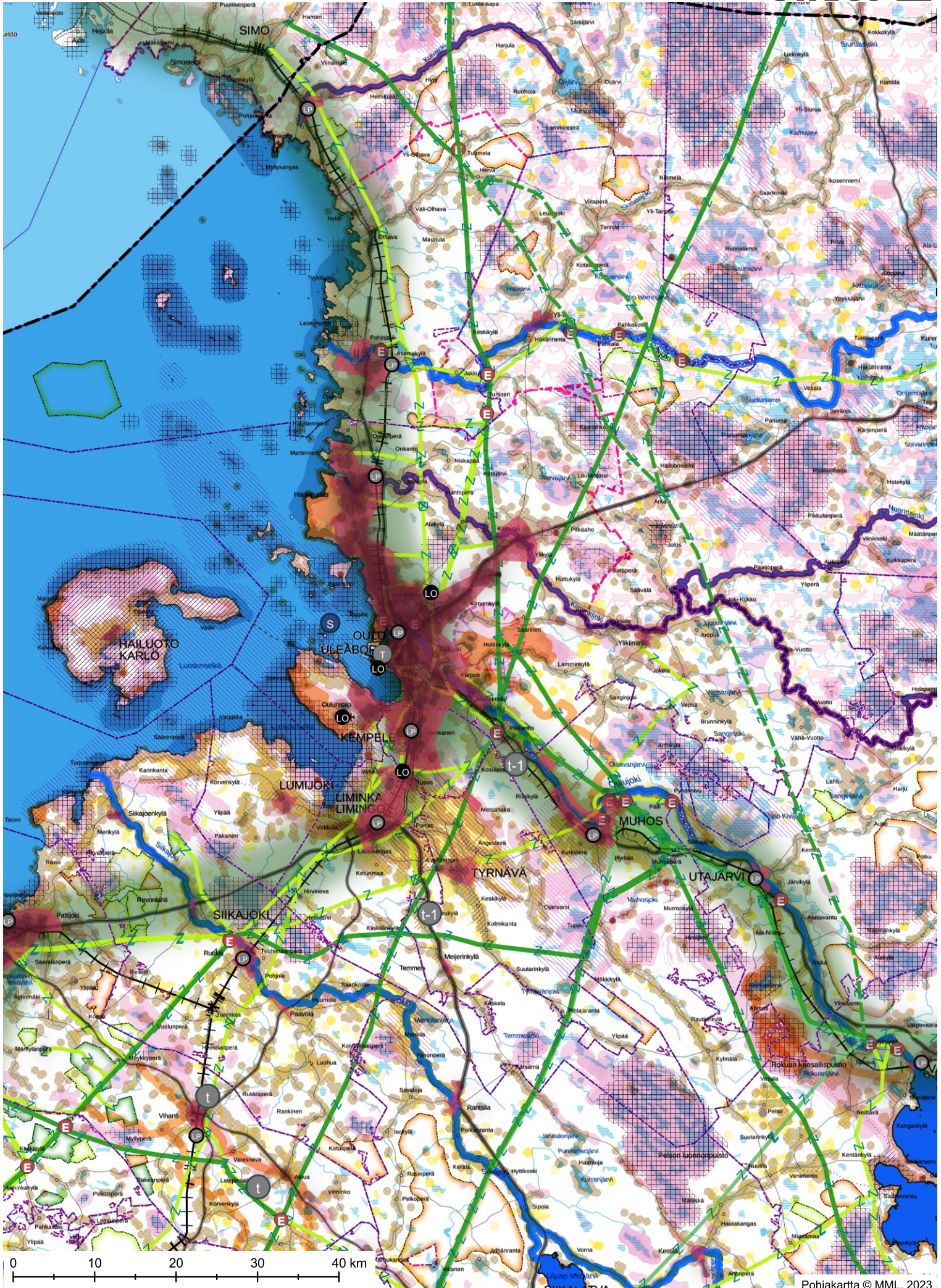


# Nivala-Haapajärven seutukunnan vetytalouden mahdollisuuksia ja huomioitavia asioita kartalla

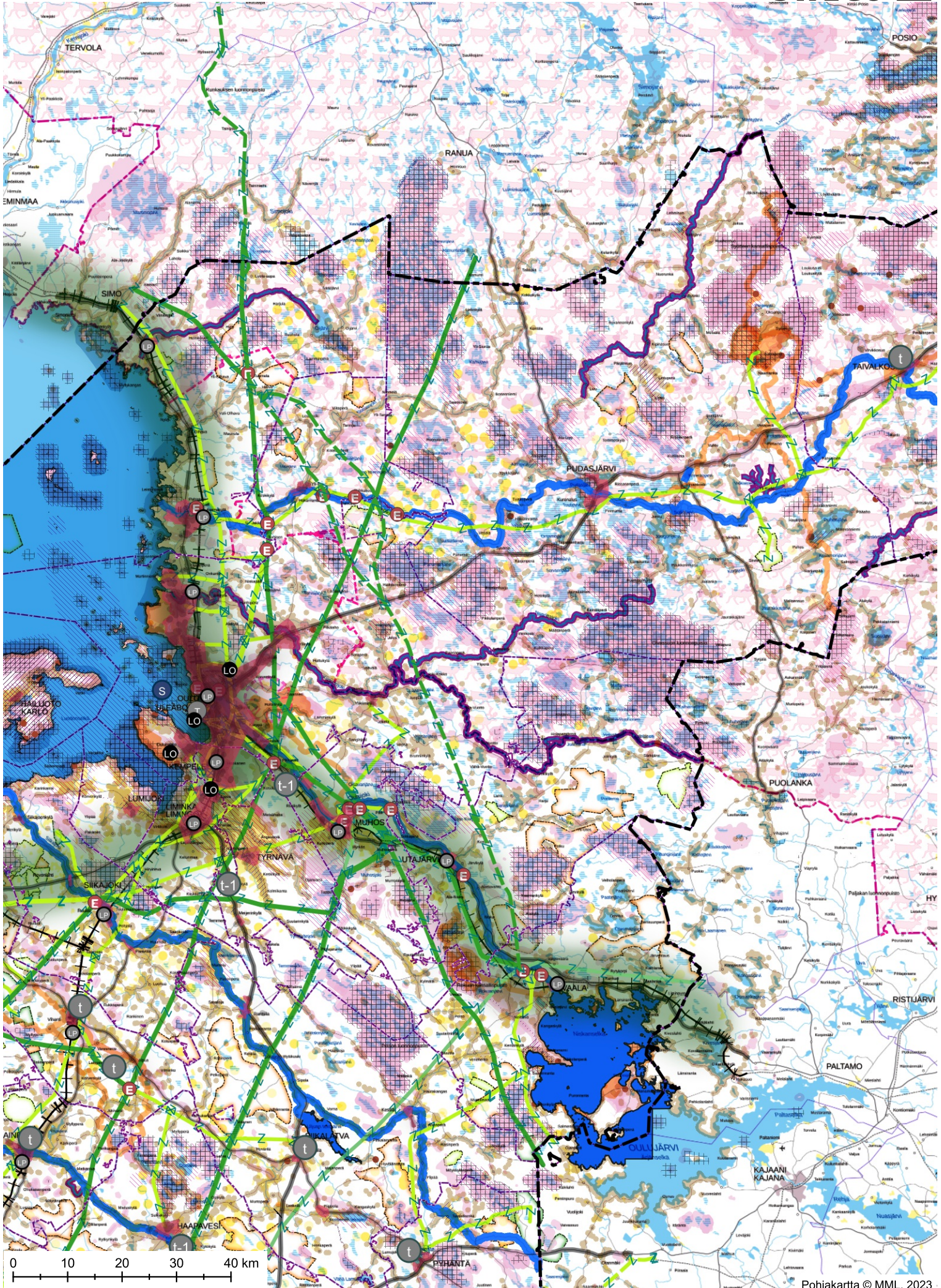




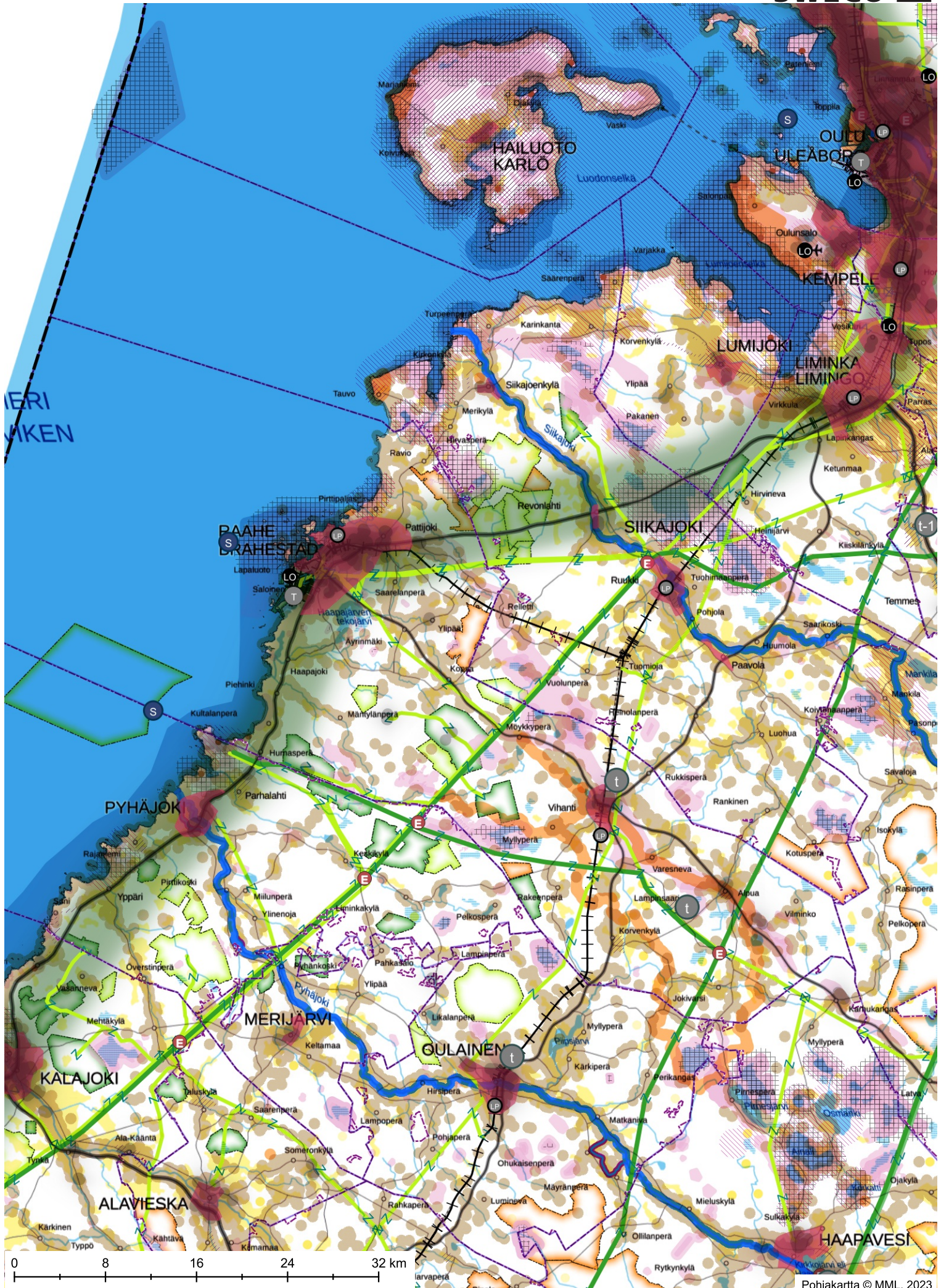
# Oulun seutukunnan vetytalonuden mahdollisuuksia ja huomioitavia asioita kartalla



# Oulunkaaren seutukunnan vetytalouden mahdollisuuksia ja huomioitavia asioita kartalla



# Raahen seutukunnan vetytalouden mahdollisuuksia ja huomioitavia asioita kartalla



# Ylivieskan seutukunnan vetytalouden mahdollisuuksia ja huomioitavia asioita kartalla



