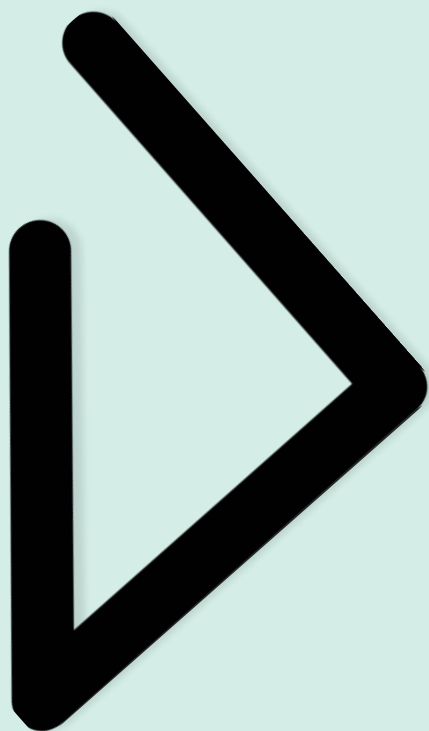


Tiekartta Kymenlaakson vetytalouteen

15.3.2024 - Loppuraportti



Vastuuvapauslauseke

Rejlers Finland Oy ("Rejlers") on laatinut tämän raportin Cursor Oy:n ja Kouvola Innovation Oy:n ("Asiakas") käyttöön Rejlersin ja Asiakkaan välisen sopimuksen ehtoihin perustuen. Näin ollen Rejlersin vastuu raportista perustuu ja rajoittuu yksinomaan kyseisiin sopimusehtoihin. Raportin päivämääränä vallitsevaan parhaaseen tietämykseensä perustuen Rejlers on siinä käsityksessä, että tässä raportissa esitetyt tiedot ovat paikkansapitäviä, perusteltuja ja mainitun sopimuksen ehtojen mukaisia.

Asiakkaan tulisi käyttää omaa harkintaansa ja asiantuntemustaan hyödyntäessään tai tulkitessaan tätä raporttia tai siinä esitettyjä tietoja. Rejlers ei missään olosuhteissa vastaa mistään raporttiin tai siinä esitettyihin tietoihin tai arvioihin perustuvista tai niihin liittyvistä päätöksistä tai aiheutuneista vahingoista.

Kaikki esitetyt lausumat, pois lukien historiallisia tosiseikkoja koskevat lausumat, ovat tai niiden voidaan katsoa olevan tulevaisuutta koskevia lausumia. Tulevaisuutta koskevat lausumat kuvastavat tämänhetkiseen ymmärrykseen ja olettamuksiin perustuvia tulevaisuutta koskevia odotuksia. Tällaisiin lausumiin liittyy Rejlersin vaikutusvallan ulkopuolella olevia tiedossa olevia ja tuntemattomia riskejä ja epävarmuustekijöitä, joiden takia todelliset tapahtumat, lopputulokset tai kehitys saattavat poiketa olennaisesti näissä lausumissa ilmaisusta.

Tulevaisuutta koskevia lausumia ovat esimerkiksi mahdollisia teknologia- ja markkinariskejä koskevat lausumat sekä näihin liittyviä odotuksia, uskomuksia, arvioita, ennusteita, ennakointoja ja olettamuksia koskevat lausumat. Useilla tekijöillä voi olla vaikutusta teknologian ja systeemitason kehitykseen, kaupallistamiseen ja markkinanäkymiin ja mikä tahansa näistä tekijöistä voisi aiheuttaa olennaisia poikkeamia siihen, mitä tässä raportissa olevissa tulevaisuutta koskevissa lausumissa on esitetty.

Rejlers ei anna minkäänlaisia takuita tässä raportissa esitettyjen tulevaisuutta koskevien lausumien osalta eikä ole mitään osin velvollinen tarkistamaan mitään tulevaisuutta koskevia lausumia mahdollisten uusien tietojen, tulevaisuuden tapahtumien tai muiden tietojen seurauksena.

Rejlers pidättää itsellään kaikki oikeudet (mukaan lukien tekijänoikeudet). Asiakkaalla on oikeus hyödyntää raportin ja muun toimeksiannon aikana tuotetun materiaalin sisältöä sisäisessä toiminnassaan. Muut osapuolet eivät saa toisintaa mitään osaa tästä raportista missään muodossa tai millään keinoin ilman Rejlersin etukäteen antamaa kirjallista lupaa. Kaikki luvallinen käyttö ja toisintaminen edellyttää kaikkien tässä vastuuvapauslausekkeessa esitettyjen ehtojen ja rajoitusten jatkuvaa täyttymistä.

SISÄLLYS

	Sivu
1. Tiivistelmä	4
2. Tausta, tavoitteet ja metodologia	10
3. Viitekehys ja vetytalouden edellytykset	13
4. Alueellinen tarkastelu vedyn tuotannolle	29
5. Tarkempi selvitys Kymenlaakson alueen potentiaalisille vetytalouden kohteille	39
6. Case-tarkastelut	63
7. Potentiaali ja tiekartta vetytaloudelle	78

1. Tiivistelmä

Viitekehys ja kriteeristö toimivat selvityksessä toteutettavan analyysin perustana

Viitekehys

- Vetytalouden eri tuotantomuotoja ja tuotteita tarkastellaan yleisimpien teknologioiden kannalta, joista puhdas vedyntuotanto, ammoniakkin, metaanin ja metanolin tuotanto ovat relevanteimmat. Jokainen teknologia vaatii elektrolyyserillä tuotettua vetyä ja synteettiset tuotteet lisäksi synteesisprosessin lopputuotteen valmistamiseksi.
- Teknologiat tarvitsevat sähköä, vettä ja hiilidioksidia tai tyypeä tuotantoprosesseihinsa, riippuen lopputuotteesta. Näiden raaka-aineiden saatavuus on välttämättömyys vetytalouden kannalta. Lisäksi mm. logistiikka, kaavoitus, loppukäyttäjät ja sivuvirtojen hyödyntäminen on otettava huomioon vetytalouden konsepteja suunniteltaessa.

Kriteeristö

- Analyyttisen tarkastelun mahdollistamiseksi vetytalouden edellytyksille luotiin kriteeristö. Kriteeristö perustuu eri vetytalouden edellytyksiin, sisältäen sähkön saannin, CO₂ -lähteen läheisyyden arvioinnin, veden saannin, hukkalämmön hyödyntäjät, jakeluinfrastruktuurin, loppukäytön ja kaavoituksen. Eri kriteereitä painotetaan arviossa eri tavoin, sähkön saannin, CO₂-lähteen läheisyyden ja potentiaalisen loppukäyttäjän läheisyyden saadessa suurimmat painoarvot kriteeristössä. Logistiikan painoarvo nousee kriteeristössä myös merkittäväksi johtuen useasta eri logistiikkakriteeristä. Tarkastelussa huomioidaan myös erillistarkasteluna alueita ja pistemäisiä kohteita (esim. suojellut rakennukset), jotka voisivat aiheuttaa vedyn tai jatkojalosteiden tuotantolaitosten sijoittamiselle rajoitteita. Näitä huomioon otettavia alueita mallinnetaan paikkatietotarkastelussa eri varoetäisyyksin, mutta tarkempaa sijaintikohdevalintaa tehdessä tapauskohtainen tarkastelu on oikea lähestymistapa.
- Turvesuot ja pellot potentiaalisina aurinkoenergian tuotantoalueina sekä maakuntakaavan tuulivoimalle varatut alueet voivat osoittautua vetytalouden kannalta kiinnostaviksi alueiksi. Jos kohteisiin rakennetaan energiantuotantoa ja energiantuottaja sekä vetyä tuottava yhtiö saavat sovittua molempien kannalta kannattavan suoran paikallisen sähköntoimitussopimuksen, vedyn tuotanto näiden sijaintien läheisyydessä voisi kiinnostaa vetytoimijoita.

Kriteeristön perusteella luotu lämpökartta kuvaa paikkatietona eri sijaintien potentiaalia. Haastattelut ja työpaja tarjoavat tarvittavan taustatiedon analyysille

Lämpökartta ja alueellinen tarkastelu

- Vetytalouden kriteeristön pohjalta luotiin niin kutsuttu lämpökartta Kymenlaakson alueelle havainnollistamaan potentiaalisimpia vetytaloudelle sopivia alueita. Karttakohteina sähkölinjat ja eri jakeluinfran reitit korostuvat selkeästi kartalla. Kaupunkien läheisyyteen sekä Kouvolan ja Kotkan välillä kulkevalle rautatie- ja jakeluinfran keskittymälle nousee esiin potentiaalia kuvaavia korostettuja alueita. Kotka-Haminan satama- ja ranta-alueen lähetyville muodostuu myös selkeitä potentiaalin keskittymiä.
- Yhdistämällä lämpökartta huomioitaviin, mahdollisesti vetytalouden toteutettavuutta rajaaviin alueisiin, tarkasteltavien kohteiden määrää rajattiin pienemmäksi. Lisäkriteerinä kohteiden kartoitukseen käytettiin alueen minimikoon rajausta. Tarkasteluun otettiin minimissään kuuden (6) hehtaarin kokoisia alueita, jotta projektin tarkastellun kokoluokan (minimissään 100 MW elektrolyyseriteho) vedyntuotantolaitos ja mahdollinen synteettisen tuotteen tuotantolaitos voisivat sijoittua kohdealueelle.

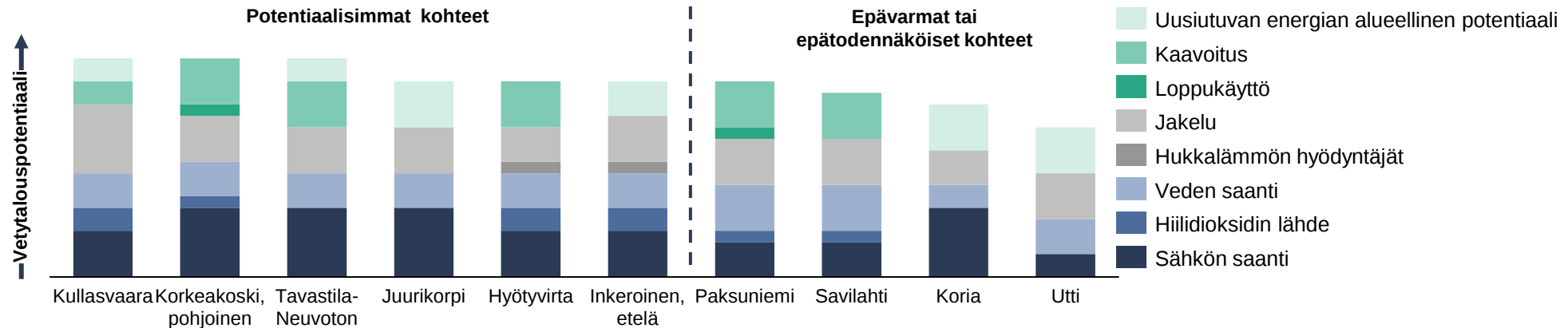
Haastattelut ja työpaja

- Analyysin tueksi, paikallisten kehityssuuntien kartoittamiseksi ja muun lisätiedon hankkimiseksi projektissa toteutettiin haastatteluja ja työpaja, joihin osallistui kunnallisia toimijoita, hankekehittäjiä ja mm. Gasgridin ja Fingridin edustajia. Työpajoista ja haastatteluista saatiin kriteeripohjaisen analyysin tueksi tärkeää tietoa mm. jo varatuista maa-alueista, sähköverkon kapasiteeteista alueittain ja kriteeristön lisäksi huomioitavista rajauksista vetytalouden potentiaalin arvioimiseksi.

Potentiaalisten kohteiden kartoittaminen suoritettiin yhdistämällä paikkatietoon ja kriteeristöön perustuva analyysi kvalitatiivisempaan kohdekohtaiseen selvitystyöhön

- Potentiaalisten kohdealueiden kartoitus toteutettiin yhdistämällä kriteeristöpohjainen selvitys kvalitatiiviseen analyysiin, huomioiden mm. haastattelujen ja työpajan esiinnousseet seikat vetytalouden osalta. Uusina potentiaalisina kohteina nousivat esille Korja, Kullasvaara, Utti, Inkeroinen etelä, Juurikorpi, Korkeakoski-pohjoinen, Tavastila-Neuvoton, Savilahti, Paksuniemi ja Hyötyvirran alue.
- Kohteille suoritettiin kohdekohtainen analyysi, jonka perusteella kohteiden joukosta **Kullasvaara, Tavastila-Neuvoton, Korkeakoski-pohjoinen, Inkeroinen etelä, Juurikorpi ja Hyötyvirran alue** osoittautuivat potentiaalisimmiksi.
- Korja, Utti, Savilahti ja Paksuniemi todettiin epävarmoiksi kohteiksi vetytalouden kannalta. Savilahden ja Paksuniemen arvellaan olevan jopa epätodennäköisiä kohteita vetytaloudelle kyseisten alueiden nykyisten ja suunniteltujen käyttötarkoitusten vuoksi. Puhtaasti kriteerien tarkasteluun perustuen kohteet olisivat voineet olla potentiaalisia kohteita.

Potentiaalisten kohteiden tunnistaminen



Kokonaispotentiaalin arviot on muodostettu kriteereittäin yhdistämällä kriteeristöpisteet ja kvalitatiivinen analyysi.

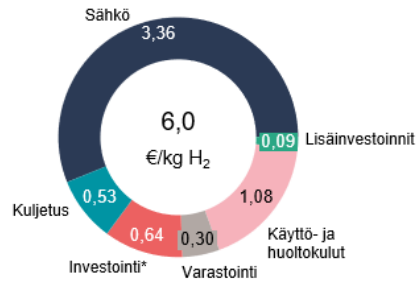
Arvioina kriteereittäin: kohtalainen, hyvä tai korkea potentiaali vetytalouden kannalta.

Case-tarkastelut tehtiin neljälle eri kohteelle huomioiden kohteiden soveltuvuus eri vetytuotteiden valmistukselle ja kuljetukselle

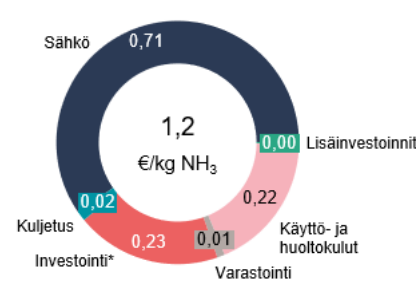
Case-tarkastelut

- Case-tarkastelujen kohteiksi valikoituivat Tavastila-Neuvoton, Kullasvaara, Korkeakoski-pohjoinen ja Hyötyvirran alue. Kohteet valikoituivat case-tarkasteluun niiden yleisesti korkean vetytalouspotentiaalin sekä kohteiden riittävän eroavuuden vuoksi suhteessa toisiinsa.
- Kohteet tarkasteltiin niille potentiaalisimmiksi havaituille vetytalouskonseptien kannalta ylätasen teknistaloudellisena tarkasteluna. Konsultti haluaa korostaa, että jokaiseen tarkasteltuun kohteeseen voisi soveltaa kaikkia työssä tarkasteltuja neljää (vety, ammoniakki, metaani, metanoli) vetytalouskonseptia, mutta työn rajausten puitteissa jokaiseen kohteeseen tehtiin tarkastelu vain yhdestä tuotantokonseptista. Toteutetut case-tarkastelut kohteittain ovat:
 - Tavastila-Neuvoton – 100 MW vedyntuotanto
 - Kullasvaara – 250 MW ammoniakkin tuotanto
 - Korkeakoski-pohjoinen – 100 MW ammoniakkin tuotanto
 - Hyötyvirta – 100 MW metaanin tuotanto
- Case-tarkasteluissa arvioitiin julkisiin lähteisiin perustuen tarkasteltujen konseptien tasoitettua elinkaarikustannusta (LCOE) investointikustannusten, O&M-kustannusten, sähkönhankintakustannusten sekä kuljetus- ja varastointikustannusten muodossa. Sähkönhankinnalle käytettiin kokonaishankintahintaa 70 €/MWh laskelmissa. Lisäksi kohteittain arvioitiin projektispesifit lisätyöt ja kustannukset kohteittain ylätasolla. Alla on esitettyä kohteittain arvioituja tasoitettuja elinkaarikustannuksia.

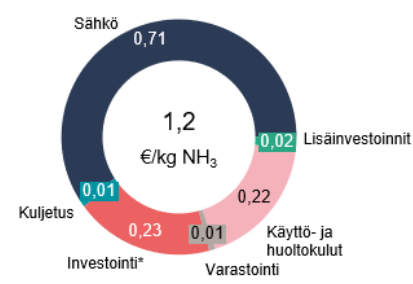
Tavastila-Neuvoton



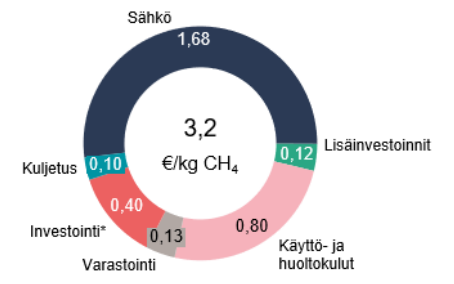
Kullasvaara



Korkeakoski-pohjoinen



Hyötyvirta



Kymenlaakson vetytiekarttaa tarkasteltiin eri toimijaryhmittäin. Kaikki toimijat voivat olla yhteistyössä keskenään, jokaisen vastatessa omasta osuudestaan kokonaisuudesta

Potentiaali ja tiekartta

- Vetytiekarttaa lähestyttiin toimija-/toimintakokonaisuuksiin perustuvalla tarkastelulla. Toimijaryhmillä on eri rooleja vetytalouden kokonaisvaltaisen kehittämisen kannalta. Tarkastelujaksona tiekartalle on noin 10 vuoden ajanjakso 2030-luvun puoliväliin asti.
- Tarkastelussa toimijaryhmiksi, joiden tiekarttaosuuksia vetytaloudelle tarkastellaan ovat hankekehittäjät, sähköverkon haltijat, valtio ja EU, satama, Gasgrid, energiayhtiöt ja teollisuus, kunnat sekä tutkimus- ja kehitys omana kokonaisuutenaan.
- **Hankekehittäjät** kehittävät hankkeitaan tämän hetken selvitysvaiheen hankkeista tuotannossa oleviksi vedyn ja jatkojalosteiden tuotantolaitoksiksi. Yhteistyö etenkin uusiutuvan energian tuottajien kanssa ja työ alueellisten toimintaedellytysten parantamiseksi useiden eri sidosryhmien kanssa ovat avainasemassa hankkeiden toteutumisen kannalta.
- **Sähköverkon haltijat** vahvistavat verkkojaan jo päätettyjen suunnitelmien mukaisesti (esim. Fingridin kantaverkon kehittämissuunnitelma) ja uusiutuvan energian tuottajien sekä vedyntuotantolaitosten hankekehittäjien suunnitelmia tukevaksi kokonaisuudeksi.
- **Valtiotasolla** pyritään edistämään tasapuolisesti koko Suomen vetytalouden toimenpiteitä maan sisäisesti ja EU-tasolla.
- **Satamatoiminnan** kehitys vetytuotteiden vientiä ja terminaalitoimintaa tukevaksi voisi mahdollistaa laajamittaisen vetytalouden toiminnan alueella.
- **Gasgridilla** on erittäin suuri rooli vetytalouden kokonaisratkaisussa Kymenlaakson alueella. Tulevan vetyputkiston reitti ja toteutusaikataulu ovat merkittävimpiä yksittäisiä vetytalouden potentiaalisia mahdollistajia alueella.
- **Teollisuus ja energiayhtiöt** voivat toimia sekä vetytalouden tuotteiden käyttäjinä että raaka-aineiden tuottajina. Kokonaisratkaisujen konseptointi ja yhteistyö laaja-alaisesti eri toimijoiden kanssa voivat mahdollistaa kannattavia kokonaisratkaisuja.
- **Kuntien** kaavoitusratkaisut, maankäytön suunnittelu ja infrakehitys ovat vetylaitoksien sijoittumistarkastelun keskiössä. Asioiden proaktiivinen edistäminen koko maakunnan näkökulmaa ajatellen on tärkeää hankkeiden toteutumisen kannalta.
- **Teknologian kehitystyö** ja osaavan työvoiman kouluttaminen vetytalouden tarpeisiin on maakuntaa laajempi kansallisen ja kansainvälisen tason kokonaisuus. Alueella jo toimivat oppilaitokset ja instituutiot voivat pyrkiä laajentamaan yritys yhteistyötään ja siten voidaan saada myös alueellista hyötyä vetytalouden kokonaisuutta silmällä pitäen.

2. Tausta, tavoitteet ja metodologia

Työssä tarkastellaan Kymenlaakson aluetta vetytalouden mahdollisuuksien kannalta

Kotkan-Haminan seudun ja Loviisan kehittämissyhtiö Cursor Oy ja Kouvola Innovation Oy ovat yhdessä toteuttamassa Vetyä, virtaa kaakkoon -hanketta, jonka tarkoituksena on edistää uusiutuvan energian ja vetytalouden tuotanto-potentiaalin taloudellisen hyödyntämisen edellytyksiä sekä niihin pohjautuvan liiketoiminnan kehittymistä. Selvitys koskee koko Kymenlaakson aluetta.

Osana hanketta toteutetaan Rejlersin toteuttamana Tiekartta Kymenlaakson vetytalouteen –selvitys. Selvitystyön tavoitteena on:

- Luoda edellytyksiä Kymenlaakson vetytalouden kehitykselle 10 vuoden aikaperspektiivillä. Selvityksessä kuvataan konkreettisia toimenpiteitä, joilla voidaan edistää vetytalouden kehitystä ja tukea teollisten investointien sijoittumista Kymenlaaksoon mm. tarkastelemalla maankäyttöä, infrastruktuuria ja teollisuusrakennetta
- Kartoittaa alueellisen uusiutuvan energian roolia vetytalouden edistämisessä ja tarkentaa muita sijaintipaikan valinnan kannalta tärkeitä vetytaloutta tukevia tekijöitä, kuten käyttöhyödykkeiden saatavuus, vedyn siirto- ja varastointi, teolliset tontit ja kaavoitus. Tarkastelussa identifioidaan potentiaaliset uudet kohteet ja kartoitetaan sopivat alueet vaihtoehtoisia elektrolyyseri- ja jatkojalostuskonsepteja ajatellen, huomioiden projektin lähtöolettamana kokoluokkarajoitus, jossa tarkasteltavaksi kokoluokaksi on otettu minimissään 100 MW:n elektrolyyseriteho vedyn tuotannolle

Työn rajauksena on otettu huomioon, että osa Kymenlaakson selvimmistä vetytaloudelle potentiaalisista kohteista on jo kartoitettu, kuten metsäteollisuuden tehdasalueet. Alueen T/Kem -tontit on myös selvitetty ja tunnistettu jo aiemmissa selvityksissä potentiaalisiksi vetytalouden kohteiksi ja eritoten näihin ei keskitytä tässä selvityksessä. Selvityksen tavoitteena on indikoida potentiaalisia uusia vedyntuotantoon tai jatkojalosteiden tuotantoon soveltuvia alueita.

Selvityksestä laaditaan suomenkielinen loppuraportti. Loppuraporttiin sisältyy myös erillinen liite, jossa on esitelty vetytalouden case-tarkasteluja.

Potentiaalisten kohteiden valintoja tehdään yhdistämällä paikkatietoon ja kriteeristöön perustuva analyysi paikallistuntemukseen ja vetytaloustietoon



*) Voikkaa, Myllykoski, Mussalo ja paperi-/metsäteollisuuden kohteet yleisesti jätetty pois, koska alueet on tunnistettu jo aiemmissa selvityksissä potentiaalisiksi

3. Viitekehys ja vetytalouden edellytykset

Alueellisen vetytalouden perusedellytykset on varmistettava ennen sijaintikohteiden tarkempaa etsintää

Vetytalous viittaa taloudelliseen järjestelmään ja energiainfrastruktuuriin, jossa vetyä käytetään laajalti energiakantajana ja polttoaineena. Tavoitteena on hyödyntää vetyä puhtaana ja kestävässä energianlähteenä, mikä mahdollistaa hiilidioksidipäästöjen vähentämisen. Vetytalous pyrkii tarjoamaan vaihtoehdon perinteisille fossiilisille polttoaineille osana laajempaa siirtymistä kestävämpään energiakäyttöön. Tässä työssä vetytaloutta tarkastellaan etenkin vedyntuotannon, jakelun ja potentiaalisten vedyn tai vetytuotteiden kuluttajien kannalta.

Vetytalous vaatii toteutuakseen tiettyjä perusraaka-aineita, joita ilman tekninen toteutettavuus olisi mahdotonta. Toisaalta lähes yhtä tärkeinä vetytalouden komponentteina voidaan pitää epäsuoria mahdollistajia, jotka liittyvät vetytalouden ja eri vetykonseptien taloudelliseen toteutettavuuteen.

Ilman pakollisia raaka-aineita vedyntuotanto tai mikään versio vetyinfrastruktura ja eri jatkojalostusvaihtoehdoista ei onnistuisi, mutta taloudellisen kannattavuuden kannalta ei pelkillä vedyn raaka-aineilla saa toteutettua alueellista tai paikallista vedyntuotantoa eikä tähän liittyvää infrastruktuuria.

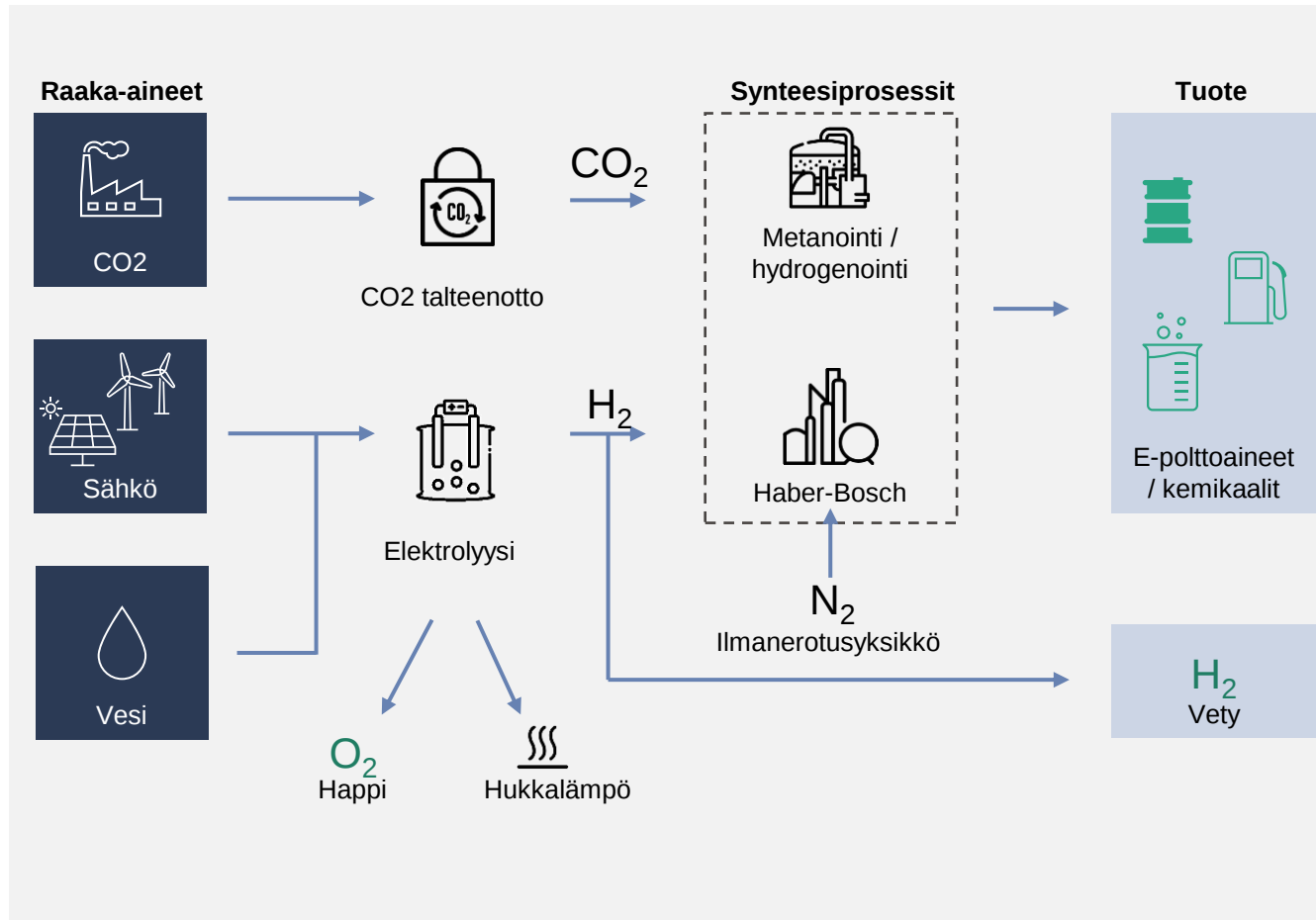
Tässä osuudessa selvitystä luodaan näkymä perusedellytyksistä vetytaloudelle huomioiden eri kriteereitä kuten

- Sähkönsaanti
- Vedensaanti
- Hiilidioksidinlähteet jatkojalosteille
- Logistiikka
- Mahdolliset loppukäyttäjät vedylle, jatkojalosteille ja/tai sivutuotteille

Vedyn ja sen jatkojalosteiden tuotantoa niiden eroja kuvataan ylätasoon kuvauksina käyttäen esimerkeissä vedyntuotannolle 100 MW elektrolyysitehoa.

Lopulta vetytalouden mahdollistajille luodaan kriteeristö, jotta mahdollisuuksia vetytaloudelle voidaan tarkastella analyttisesti.

Vetytalous vaatii toteutuakseen vettä ja sähköä sekä jalostusprosessista riippuen hiilidioksidia tai typpeä

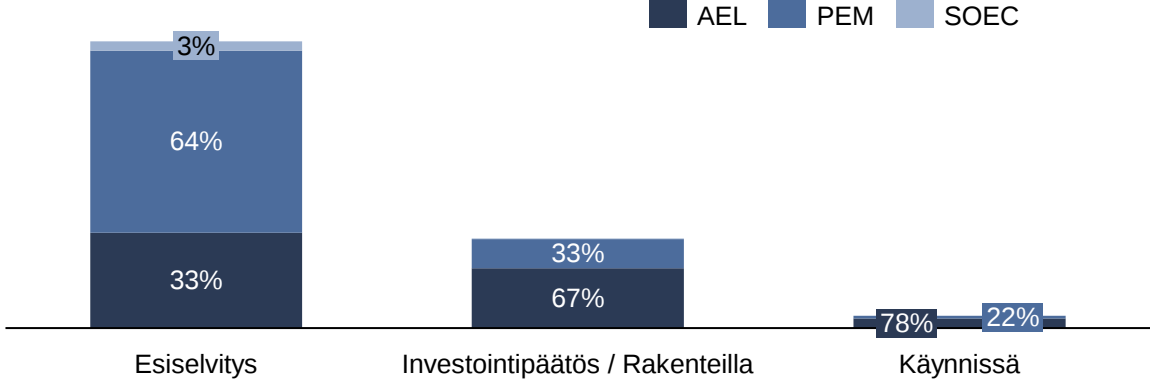


- Vetytaloutta tarkastellaan tässä selvityksessä etenkin tuotannon ja siihen liittyvien välttämättömien raaka-aineiden, tuotantoprosessien, vedyn jatkojalostukseen liittyvien synteesiprosessien, prosesseissa syntyvien sivuvirtojen ja itse tuotteen kannalta. Tarkasteltavien jatkojalosteiden osalta keskitytään metaaniin, metanoliin ja ammoniakkiin, joita voi pitää yleisimpinä vedyn jatkojalosteina.
- Raaka-aineet** muodostavat mahdollistajana vetytalouden perustan. Vedyn tuotannon elektrolyysiprosessi vaatii sähköä, ja sähkö on oltava uusiutuvista energialähteistä tuotettua, jotta tuotettu vety voidaan luokitella vihreäksi vedyksi. Veden saanti prosessiin on myös välttämättömyys, elektrolyysin tarkoittaessa yksinkertaisesti veden hajottamista vedyksi ja hapeksi sähkövirran avulla. Jos tarkastellaan vedyn jatkojalostamista synteettisiksi polttoaineiksi tai kemikaaleiksi, voidaan prosessin raaka-aineiksi luokitella myös hiilidioksidi ja typpi, riippuen onko jatkojaloste hiilivety (metaani tai metanoli) vai ammoniakki.
- Synteesiprosessit** mahdollistavat vedyn jalostamisen synteettisiksi polttoaineiksi tai kemikaaleiksi, jolloin kyseessä on P2X-prosessi (Power-to-X). Tässä työssä tarkasteltavia synteesiprosesseja ovat:
 - Metanointi**, jossa hiilidioksidin (CO₂) ja vedyn (H₂) reaktiossa syntyy metaania (CH₄) ja vettä (H₂O)
 - Hiilidioksidin hydrogenointi** metanoliksi, jossa hiilidioksidin ja vedyn reaktiossa katalyytin avustamana syntyy metanolia (CH₃OH) ja vettä (H₂O)
 - Haber-Bosch-synteesi**, jossa ilmastista erotettu typpi (N₂) reagoi vedyn kanssa muodostaen ammoniakkiä (NH₃)
- Tuote** on lopulta koko prosessin tavoite ja riippuen esimerkiksi alueellisesta markkinasta, se voi olla pelkkä vety elektrolyysistä tai synteesituotteina tuotetut metaani, metanoli tai ammoniakki.
- Sivuvirrat**, kuten happi, hukkalämpö tai vesi voivat muodostaa merkittävän tulonlähteen prosessille, jos sivuvirroille on kysyntää. Vetytalouden konsepteja arvioidessa sivuvirtojen hyödyntäminen on otettava huomioon kokonaisuutta suunniteltaessa.

Puhtaan vedyn tuotantoon on monia vaihtoehtoja käytössä ja kehitteillä – elektrolyysit ovat tällä hetkellä kaupallisesti kypsä teknologia

- Sähkökemialliset teknologiat kuten elektrolyysit mahdollistavat hiilettömän vedyn tuotannon. Muitakin vaihtoehtoja on kehitteillä, kuten esimerkiksi maakaasun pyrolyysierotus vedyksi ja hiileksi, mutta tässä selvityksessä arvioidaan vain elektrolyysereitä, niiden ollessa kaupallisesti kypsä tuotantomuoto.
- Elektrolyysereissä on kolme hallitsevaa tekniikkaa, joista alkalikemio (AEL) on kehittyneintä. Protoninvaihtomembraanielektrolyysit (PEM) on myös nosteessa etenkin uusien hankkeiden esiselvityksissä. Parhaan hyötysuhteen kiinteäoksidikemion (SOEC) kaupallinen valmius ei yllä vielä AEL:n ja PEM:n tasolle.
- Tuotantokonsepteja ajatellen AEL:n ja PEM:n hyötysuhteet ja käyttöhyödykkeiden tarpeet ovat melko samanlaiset, mutta niiden edut ja haitat vaihtelevat.

TEKNOLOGIOIDEN MARKKINAOSUUDET TARKASTELTUIEN ELEKTROLYYSERIEN SÄHKÖTEHOSTA GLOBAALISTII



Lähteet: IEA Hydrogen Projects Database, IRENA Global Hydrogen Review 2023

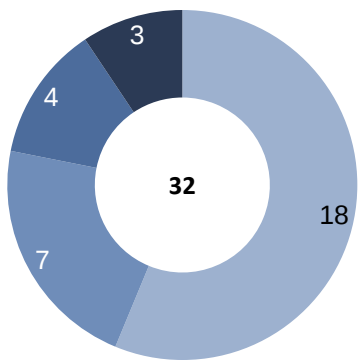
ELEKTROLYYSERITYYPPIEN VERTAILUA

	AEL	PEM	SOEC
+	- Teknisesti kypsä ratkaisu - Ei vaadi kalliita jalometalleja - Soveltuva suureen kokoluokkaan - Pisin arvioitu elinikä	- Joustava tuotantomuoto; toimintakykyinen myös katkonaisemmalla sähkönsaannilla - Soveltuva suureen kokoluokkaan - Vaatii vähiten tilaa - Puhdas tuotekaasu - Jos jalometallit pystytään korvaamaan muilla materiaaleilla, investointikustannukset tulevat laskemaan	- Puhdas tuotekaasu - Joustava polttoaineiden osalta (vety, metaani) - Korkea hyötysuhde
-	- Vaatii jatkuvan sähkönsaannin - Vaatii enemmän tuotantoa tukevia teknisiä järjestelmiä kuin muut elektrolyysit - Korrosoiva elektrolyytti - Tuotekaasu vaatii lisäpuhdistusta	Katalyyttimateriaalit kalliita, mistä johtuen koko ratkaisu on kallis	- Toistaiseksi pienen kokoluokan ratkaisu - Vaatii lämmönlähteen - Ei vielä kaupallinen - Korkea käyttölämpötila ja siitä johtuvat haasteet materiaalikestävyydelle - Pitkä käynnistysaika

Vedystä voidaan jatkojalostaa monipuolisia tuotteita, joita voidaan käyttää teollisuudessa, liikenteessä ja energiantuotannossa

- Tuotettu vety voidaan jatkojalostaa synteettiseksi metaaniksi tai metanoliksi hiilidioksidin avulla hydrogenointiprosessissa, tai synteettiseksi ammoniakiksi typen avulla Haber-Bosch –synteesisissä.
- Metaanin ja metanolin syntetisointi vaativat biogeenistä tai suoraan ilmasta talteenotettua (DAC) hiilidioksidia prosessisyötteeksi, jotta lopputuotteen käyttö polttoaineena olisi hiilineutraalia.
- Suomessa toteutettavissa julkistetuissa vetyhankkeissa korostuu synteettinen metaani yleisimpänä tuotteena. Tässä ajureina on ollut olemassa oleva kaasumarkkina, nykyisen kaasuinfran hyödyntämismahdollisuudet ja jo valmiiksi olemassa oleva kalusto. Maailmanlaajuisesti toteutuspäätöksen saaneissa ja jo operatiivisissa demoprojekteissa metanoli ja ammoniakki ovat kuitenkin suuremmassa roolissa vetyjohdannaisia tarkastellessa.

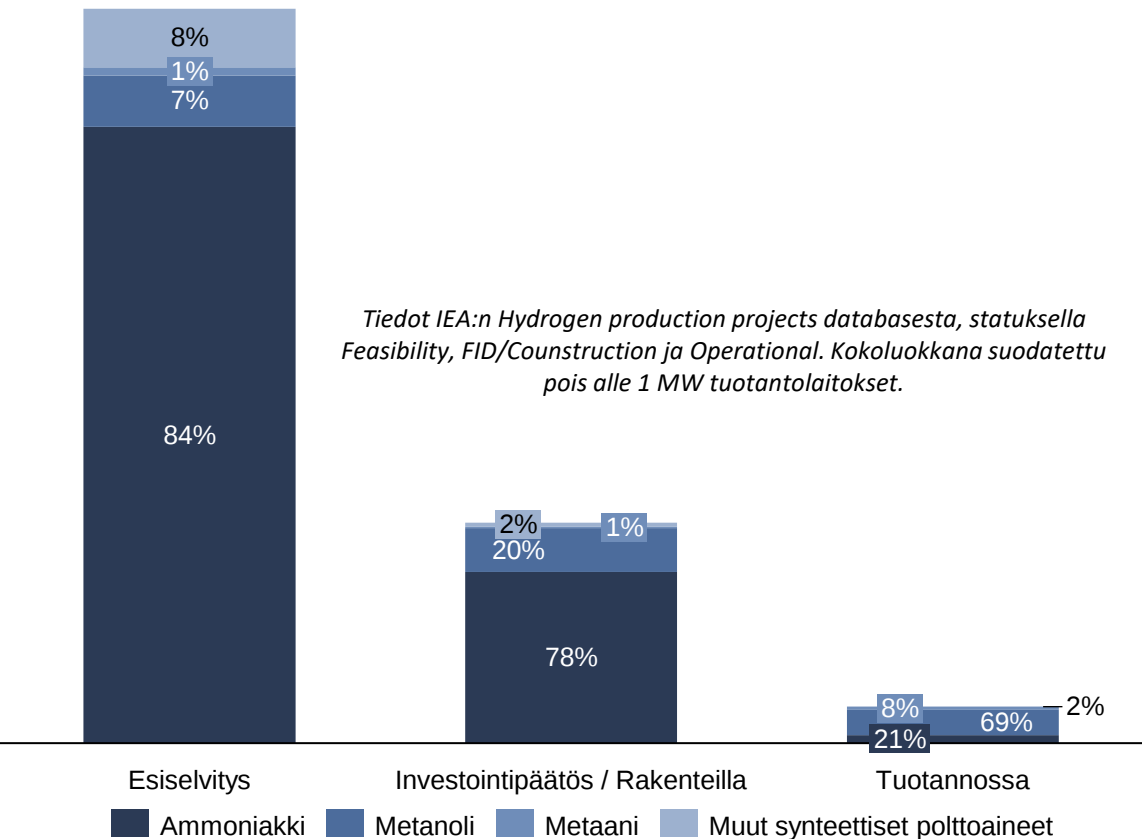
JULKISTETUT VETYHANKKEET LOPPUTUOTTEITTAIN SUOMESSA (KPL)



Muu vedyntuotanto, tai jatkojaloste ei tiedossa Metanoli
Metaani Ammoniakki

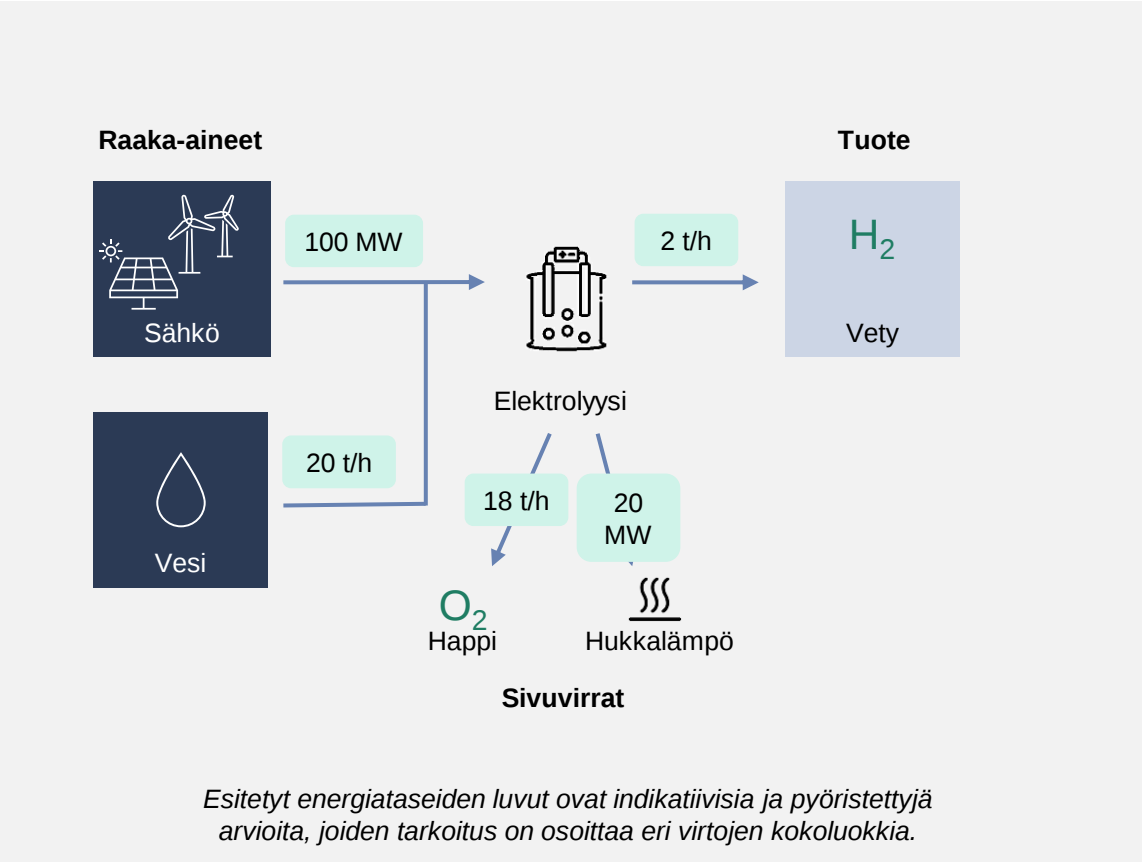
Lähteet: IEA Hydrogen Projects Database, IEA Global Hydrogen Review 2023, EK Suomen vihreät investoinnit

TEKNOLOGIOIDEN MARKKINAOSUUDET GLOBAALISTI SÄHKÖTEHOLLA MITATTUNA



Vedyn tuotanto elektrolyyserillä vaatii sähköä ja tuottaa vedyn lisäksi hukkalämpöä ja happea

VEDYN TUOTANTO ELEKTROLYYSILLÄ



TIETOA TEKNOLOGIASTA

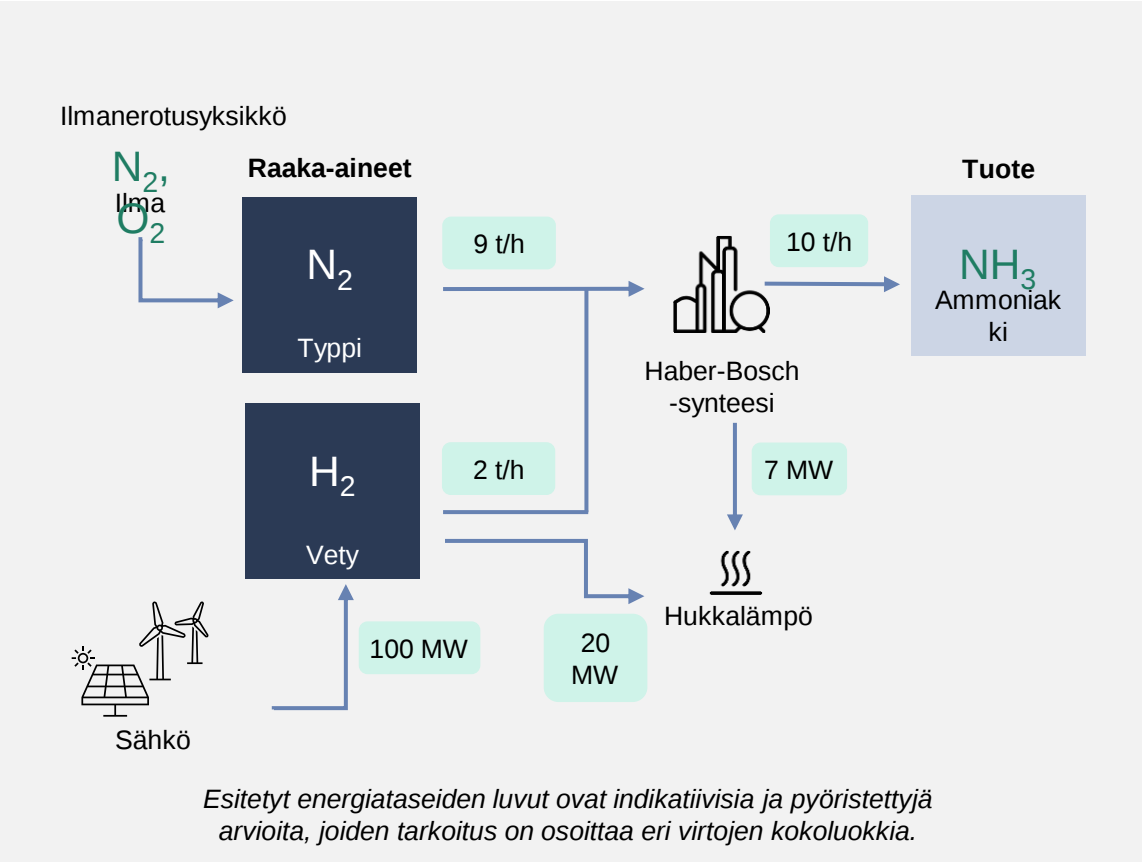
- Elektrolyysissä sähkövirta hajottaa veden katalyytin avulla vedyksi ja hapeksi. Hapetta muodostuu huomattavasti vetyä enemmän. Lämpötila-alueena on n. 50-90 °C (AEL, PEM) tai 700-850 °C (SOEC) ja painetasona 1-70 bar laitteistotyypistä riippuen.
- Prosessin nopeuttamiseksi vaaditaan teoreettista virrantarvetta suurempi ylivirta, joka yhdessä muun lämpenemisen kanssa tuottaa talteenotettavaa hukkalämpöä.

Edut	Yksinkertainen tuotantoprosessi verrattuna jatkojalosteisiin
Heikkoudet	Alhainen energiatiheys ja turvallisuusriskit, varastointi- ja logistiikkahaasteet, rajalliset suuren kokoluokan käyttökohteet Kymenlaaksossa ilman jatkojalostusta
Merkittävin kustannustekijä	Sähköenergian hinta
Potentiaaliset käyttökohteet	Teolliset prosessit, hiilettön terästuotanto, jatkojalostus, raskas liikenne, työkonet
Muuta	Sähkönsaannin järjestäminen on elektrolyyseriprosessin kulmakivi

Lähteet: IEA Global Hydrogen Review 2023, IRENA Green Hydrogen Cost Reduction 2020. Analyysin oletukset: elektrolyyserin hyötysuhde 70%, hukkalämmön talteenoton hyötysuhde 70% käyttötunnit 8000 h/a

Ammoniakki tarjoaa väylän hiilettömiin P2X-arvoketjuihin sen raaka-aineiden sisältäessä vain vetyä ja ilmaa

AMMONIAKIN TUOTANTO HABER-BOSCH -SYNTEESILLÄ



TIETOA TEKNOLOGIASTA

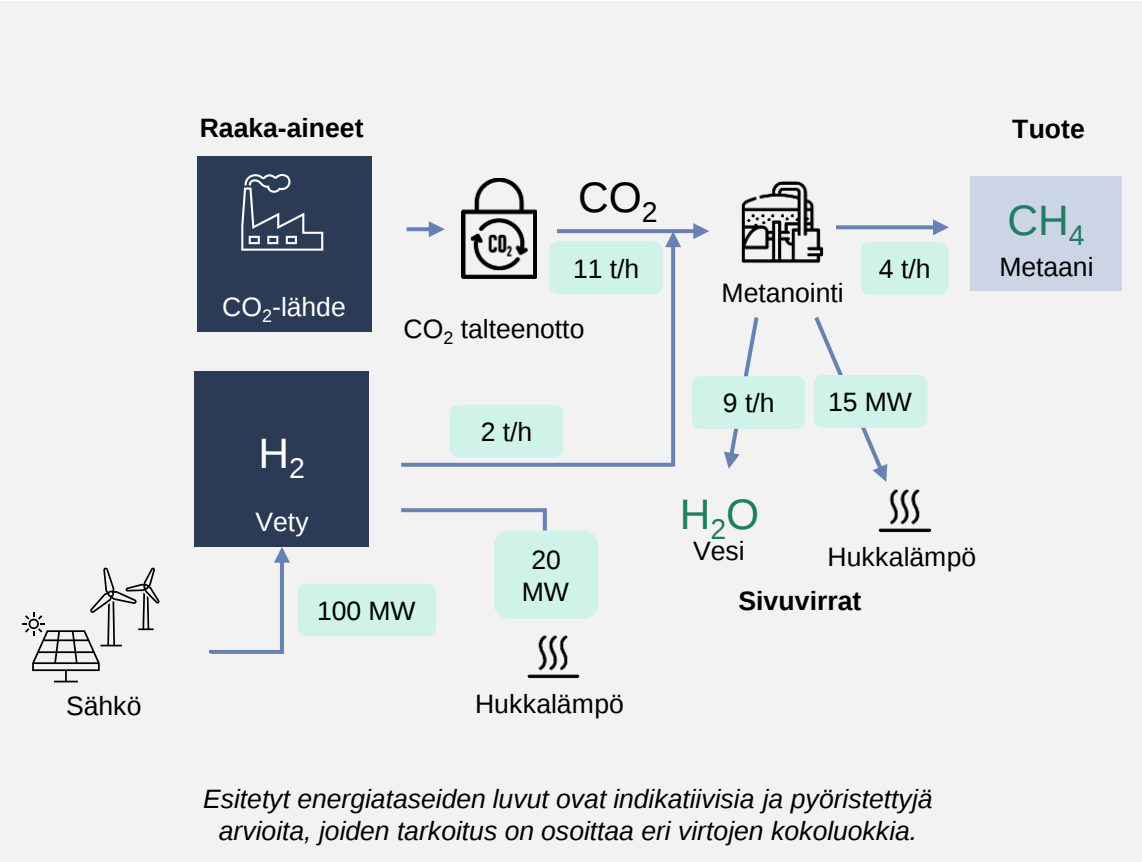
- Ammoniakkia voidaan jatkojalostaa vihreästä vedystä Haber-Bosch –synteesiprosessissa hyödyntämällä ilmasta erotettua typpeä. Tyypillinen reaktion lämpötila on 400-650 °C ja paine 100-400 bar.
- Haber-Bosch –prosessia on kehitetty jo yli sadan vuoden ajan. Prosessin muunnos fossiilisista raaka-aineista kestävämpään ratkaisuun lisää sähkönkäyttöä, mutta alentaa merkittävästi ammoniakkin tuotannon hiilidioksidipäästöjä.

Edut	Vihreän ammoniakkin arvoketju ei vaadi hiiltä ja Haber-Bosch-prosessi ammoniakkin tuottamiseksi on kypsää tekniikkaa
Heikkoudet	Turvallisuus- ja ympäristöhaasteet: ammoniakki on myrkyllinen ja korrosoiva kaasu, ammoniakkipohjaiset yhdisteet ovat vesiliukoisia ja aiheuttavat ympäristöriskin pohjavesiin ja vesieliöille
Merkittävin kustannustekijä	Vedyn tuotantokustannus
Potentiaaliset käyttökohteet	Typpilannoitteet, laivaliikenteen polttoaine, teolliset käyttökohteet (muovit, räjähteet, synteettiset kuidut)
Muuta	Haber-Bosch –prosessi vaatii tasaisen vedyn ja typen syötön

Lähteet: IEA Ammonia Technology Roadmap, Smith et al. 2020

Synteettinen metaani on yleisin P2X-teknologian käyttö-/selvityskohde Suomessa ja metaani soveltuu moneen eri käyttökohteeseen

METAANIN TUOTANTO



TIETOA TEKNOLOGIASTA

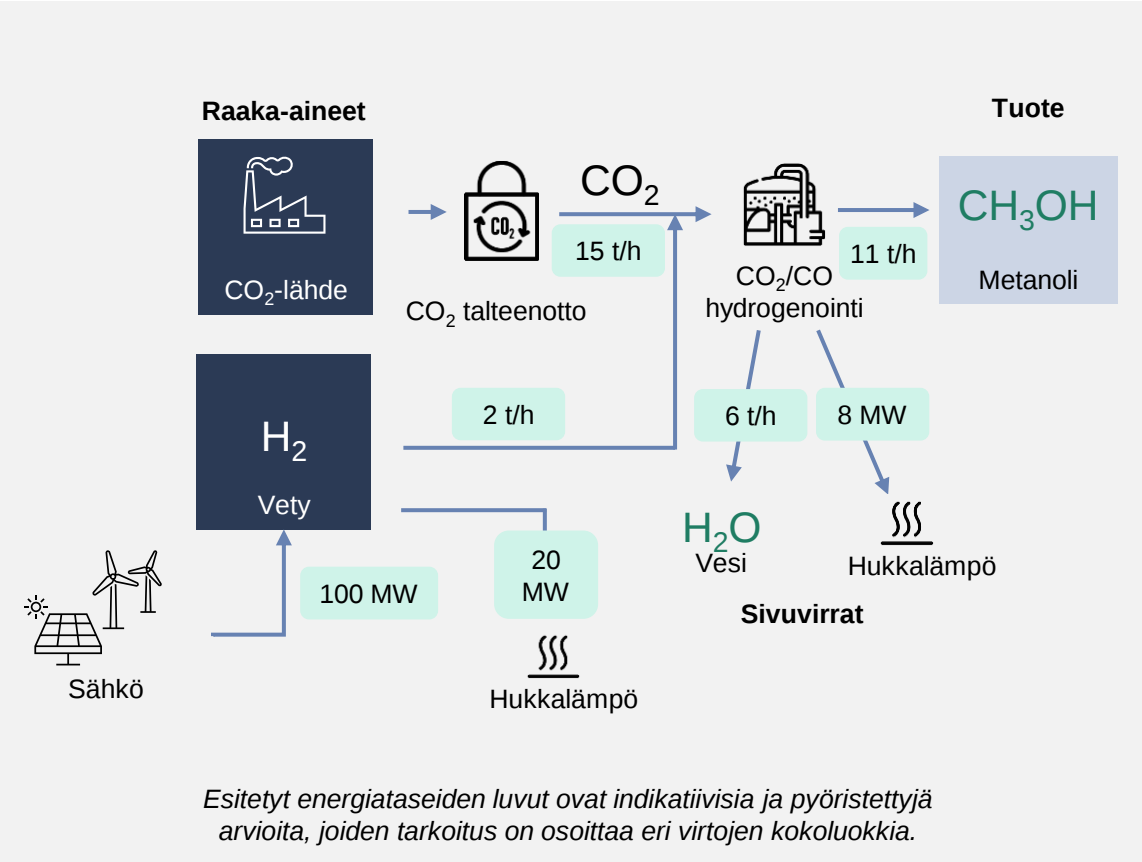
- Metaanin raaka-aineina ovat hiilidioksidi ja vety. Synteesiprosessissa käytetään korkeita lämpötiloja, mutta matalampia paineita verrattuna ammoniakkin synteesiin (~400 °C & 10 – 20 bar).
- Reaktiossa muodostuu lämpöä, joka pitää poistaa, mikä tarkoittaa merkittävää määrää hukkalämpöä hyödynnettäväksi lämpöä tarvitsevalle prosessille tai esimerkiksi kaukolämmöksi.
- Sivutuotteena muodostuu myös huomattava määrä vettä, jota voidaan hyödyntää sivuvirtana.
- Metaani on yleisin tuote selvityksen alla olevissa P2X-konsepteissa Suomessa.

Edut	Metaani on energiatiheä kaasu ja olemassa olevaa infrastruktuuria voidaan käyttää sen hyödyntämiseksi. Sillä on monia käyttökohteita, ja se palaa puhtaasti (verrattuna esim. bensiiniin). Metaanilla on pienin syttymisalue verrattuna vetyyn, ammoniakkiin ja metanoliin
Heikkoudet	Metaani on merkittävä kasvihuonekaasu, sitä on kallista kuljettaa (nesteytettynä) ja synteettinen metaani kilpailee biokaasun kanssa
Merkittävien kustannustekijä	Vedyn tuotantokustannus, CO ₂ talteenotto, kaasujen paineistus, mahdollinen metaanin nesteytys
Potentiaaliset käyttökohteet	Polttoaine (voidaan korvata CNG & LNG ajoneuvoissa sekä laivoissa), sähkön tuotanto, lämmön tuotanto, energian varastointi, syöttö maakaasuverkostoon
Muuta	Maakaasun halpa hinta voi olla haaste synteettisen metaanin kaupallistamisen kannalta. Synteesi tarvitsee tasaisen vedyn ja hiilidioksidin syötön

Lähteet: IEA Global Hydrogen Review 2023, Nemmour et al. 2023, Gorre et al 2019

Metanoli on tärkeä raaka-aine hiilineutraaliuden saavuttamiseksi kemianteollisuudessa – sen nestemäinen olomuoto huoneenlämpötilassa tarjoaa etuja muihin P2X-tuotteisiin verrattuna

METANOLIN TUOTANTO



TIETOA TEKNOLOGIASTA

- Metanolin raaka-aineina ov hiilidioksidi ja vety. Verrattuna metaanisynteesiin, reaktio tapahtuu matalammissa lämpötiloissa (220 – 300 °C), mutta korkeammissa paineissa (50 – 100 bar).
- Sivutuotteena muodostuu vettä ja lämpöä, mutta vähemmän kuin metaanin valmistuksessa.
- Metanolia käytetään erityisesti kemianteollisuuden raaka-aineena.

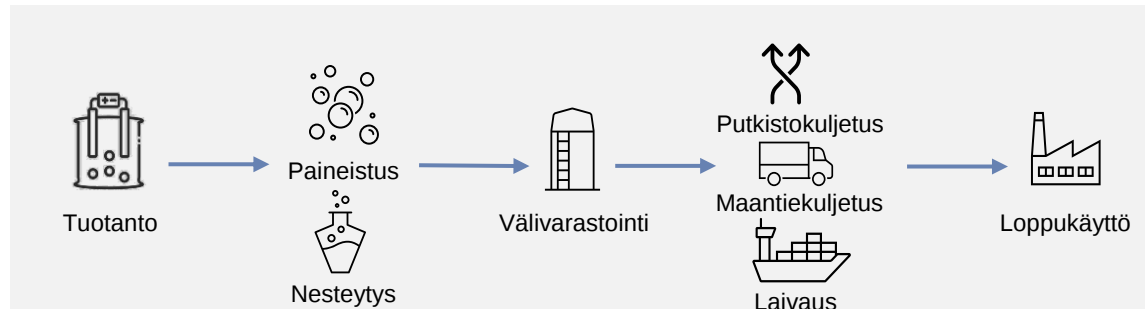
Edut	Metanoli on nestemäistä huoneenlämmössä, veteen liukeneva, korkea energiatiheys, olemassa oleva logistinen infrastruktuuri, poltettaessa ei muodostu typpi- tai rikkioksideja
Heikkoudet	Kaasumainen metanoli on ammoniakkia ja metaania helpommin syttyvä (25 % vesiseos on myös nestemäisenä syttyvä). Metanoli liuottaa tiettyjä muoveja ja syövyttää tiettyjä metalleja
Merkittävin kustannustekijä	Vedyn tuotantokustannus, CO ₂ talteenotto, kaasujen paineistus, katalyyttien vaihto
Potentiaaliset käyttökohteet	Polttoaine (sekoitettuna bensiiniin tai sellaisenaan) ajoneuvoille tai laivoille, energian varastointi, kemikaalien ja muovien valmistus
Muuta	Synteesi tarvitsee tasaisen vedyn ja hiilidioksidin syötön

Lähteet: IRENA & Methanol Institute 2021, IEA Global Hydrogen Review 2023, Tanmay et al., 2022

Vedyn jakelun osalta laajamittaisen vetyputkiston toteutuksen onnistuminen ratkaisisi jakelun haasteita; ammoniakille yleiset jakeluverkostot ovat jo olemassa

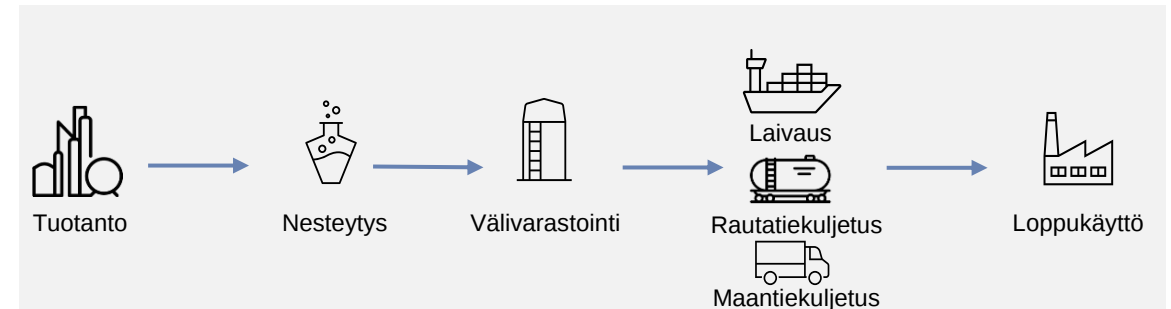
VEDYN JAKELU

- Vetyä voidaan siirtää maakaasun tavoin kaasuna tai nesteytettynä.
 - Kaasukuljetuksen painetaso 20-700 bar ja vastaavasti nesteytyksen lämpötila (-253 °C vs. metaanin -162 °C) tekevät vedyn kuljetuksesta vaativaa. Paineistaminen ja etenkin matalien lämpötilojen ylläpitäminen nesteytettynä kuljetettaessa vaativat paljon energiaa ja ovat täten kalliita toteuttaa.
- Käytössä olevat vedyn siirtoputkistot globaalisti (v. 2023, n. 5 000 km) ovat putkikooltaan suhteellisen pieniä. Vedyn siirtoinfrastruktuuri ei ole vielä kehittyntä, mutta monia infrahankkeita on kehitysvaiheessa. Muun muassa Eurooppaan kaavaillaan laajaa vetyverkostoa, johon Suomenkin on sen toteutuessa tarkoitus liittyä.
- Vedyn matalan energiatihedyyden vuoksi maantiekuljetuksen kuljetuskapasiteetin potentiaali jää melko alhaiseksi verrattuna muihin kuljetusmuotoihin. Kuljetussäiliöiden ja kuljetukseen sopivien ajoneuvojen koko rajoittaa kuljetuskapasiteettia. Lyhyillä etäisyyksillä (< 500 km) maantiekuljetus voi kuitenkin olla taloudellisesti kannattava vaihtoehto.



AMMONIAKIN JAKELU

- Ammoniakille on jo olemassa vakiintunut logistiikkaverkosto etenkin laivakuljetusten osalta (meriteitse kuljetuksia 20 miljoonaa tonnia vuodessa (Mt/a) lähes 200 satamaterminaalin kautta)
 - Ammoniakki nesteytyy jo -33 °C asteessa, mikä vähentää nesteytyksen ja siten kuljetusketjun kustannuksia.
 - Nesteytyvyyden vuoksi ammoniakkia kuljetetaan enemmän nestekaasuna kuin kaasumaisena.
- Ennen Venäjän laajamittaista hyökkäyssotaa Ukrainaan lähes 2/3 Suomen ammoniakkituonnista tapahtui rautateitse, loput laivoilla.
- Putkikuljetus on ammoniakillekin teknisesti mahdollinen vaihtoehto, mutta merikuljetus voi tulla putkea halvemmaksi jopa jo hyvin lyhyillä matkoilla (< 200 km).

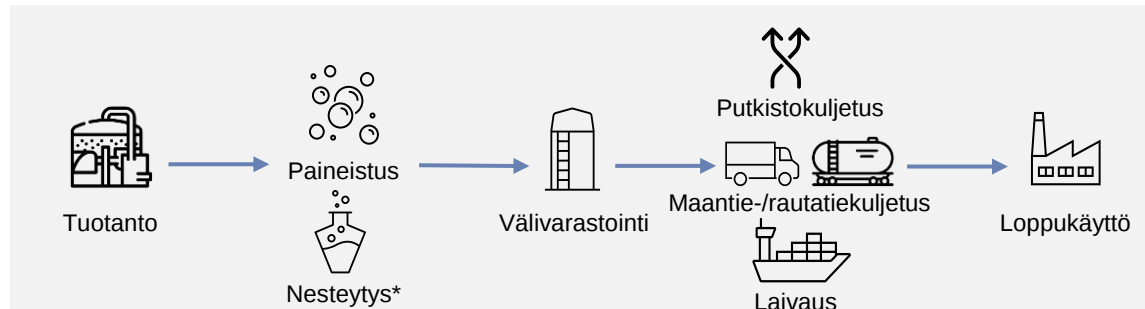


Lähteet: [IEA Hydrogen Projects Database](#), [IEA Global Hydrogen Review 2023](#), [IEA Hydrogen Infrastructure database](#), [Gasgrid-Fingrid siirtoverkkoselvitys](#), [Galimova et al. 2023](#), [Yara 2022](#)

Metaanin ja metanolin osalta logistiikka nojaa vakiintuneisiin jakelutapoihin

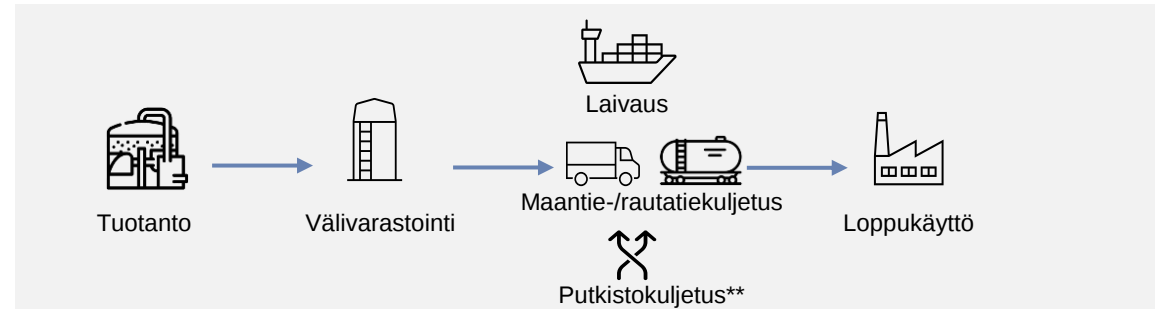
METAANIN JAKELU

- Metaanin kuljetus tapahtuu paineistettuna (20 – 250 bar) tai nesteytettynä (<-162 °C)
 - Kuljetussäiliöissä paine on 100 – 250 bar, jolloin niiden siirto- ja varastointikapasiteetti (metaanin tiheys) kasvaa 150 – 250 kertaiseksi, ja nesteytettynä n. 600 kertaiseksi.
- Lyhyillä matkoilla putkistossa paineistettuna siirtäminen on halvin vaihtoehto
 - Putkistossa tyypillisesti kuljetetaan alle 800 km matkoja, tämän jälkeen puhutaan pitkistä matkoista. Pitkät putkistot ovat tyypillisesti (useiden) maiden välisiä, missä metaani kuljetetaan yli 20 bar paineessa. Nämä putkistot ovat kriittistä infrastruktuuria Euroopassa ja muualla maailmassa.
- Nesteytetyn metaanin maantiekuljetus rekoilla on arvioitu rautatiekuljetusta halvemmassi 200 – 250 km asti, jonka jälkeen rautatiekuljetukset voivat olla kustannustehokkaampi kuljetusvaihtoehto.
- Pidemmällä matkoilla on kannattavampaa laivata metaani nesteytettynä. Matkan pituudella ei ole suurta merkitystä kuljetuksen kokonaiskustannuksiin, mutta pienet siirtomassat ovat suhteessa kalliimpia kuin suuremmat siirtomassat. Lisäksi pitkät logistiikkaketjut nostavat kustannuksia.



METANOLIN JAKELU

- Metanolin nestemäisyys mahdollistaa logistiikan kannattavuuden. Käytännössä yksi kallis välivaihe logistiikan järjestelyssä puuttuu muihin tarkasteltuihin vetytuotteisiin nähden.
 - Metanolin nesteyttämiseksi ei tarvita erikseen energiaa sen ollessa nestemäistä huoneenlämmössä.
- Metanolille on olemassa vakiintunut logistiikkaverkosto maantiekuljetusten ja laivakuljetusten osalta. Tällä hetkellä suurin osa metanolista kuljetetaan meriteitse, sillä sen tuotanto ja käyttö sijaitsevat tyypillisesti eri puolilla maailmaa. Laivojen ja käyttäjien välillä metanolia kuljetetaan rekoilla, junilla tai lyhyitä matkoja putkistoissa.
 - Kustannustehokkaimmat vaihtoehdot lyhyille matkoille ovat siirtoputkistot sekä maantiekuljetukset.
- Suomessa ei toistaiseksi ole satamia, joissa olisi suuria metanolivarastoja. Olemassa olevaa infrastruktuuria voidaan kuitenkin muuntaa metanolille sopivaksi.
- Metanolin osalta putkistokuljetus on yleisesti vain hyvin paikallinen ratkaisu, jossa esimerkiksi sataman läheisyydessä olevasta tuotantolaitoksesta kuljetetaan metanoli putkistossa satamaan varsinaiseen jakeluun.



Lähteet: [Desantis, et al., 2021](#); [OwnerTeamConsult, 2020](#); [Methanol Institute, 2020](#) *) Nesteytys ei koske putkistokuljetusta **) Putkistokuljetus relevantti vain lyhyillä siirtoetäisyyksillä

Vetytalouden kriteeristö luodaan vertaamalla eri mahdollistajia toisiinsa ja arvioimalla niiden suhteellista painoarvoa

Analyttisen vertailun mahdollistamiseksi alueelliselle tarkastelulle luodaan kriteeristö eri vetytalouden mahdollistajista. Kymenlaakson aluetta tarkastellaan kokonaisuutena eri kriteerien kannalta ja niiden perusteella valitaan potentiaalisimpia kohteita vetytaloudelle.

Vetytalouden edellytyksenä on tunnistettu viitekehyksen ja eri lopputuotteiden kannalta oleelliset yleiset vetytalouden kriteerit, sisältäen etenkin seuraavat edellytykset alakriteereineen:

- Sähkön saanti
- CO₂-lähde
- Veden saanti
- Hukkalämmön hyödyntäjät
- Jakelu
- Loppukäyttö
- Kaavoitus

Vetytalouden kannalta tietyt sijainnit eivät ole soveltuvia kohteita vedyn tai sen jatkojalosteiden tuotannolle, vaikka tarkasteltujen kriteerien valossa jokin alue näyttäytyisikin potentiaalisena. Näitä alueita rajataan tarkastelussa pois vertailtavien alueiden joukosta poissulkevilla kriteereillä. Esimerkiksi tuotantolaitosta on erittäin hankala rakentaa keskelle vesialuetta ja näin ollen vesialueet rajataan tarkastelusta poissulkevana kriteerinä.

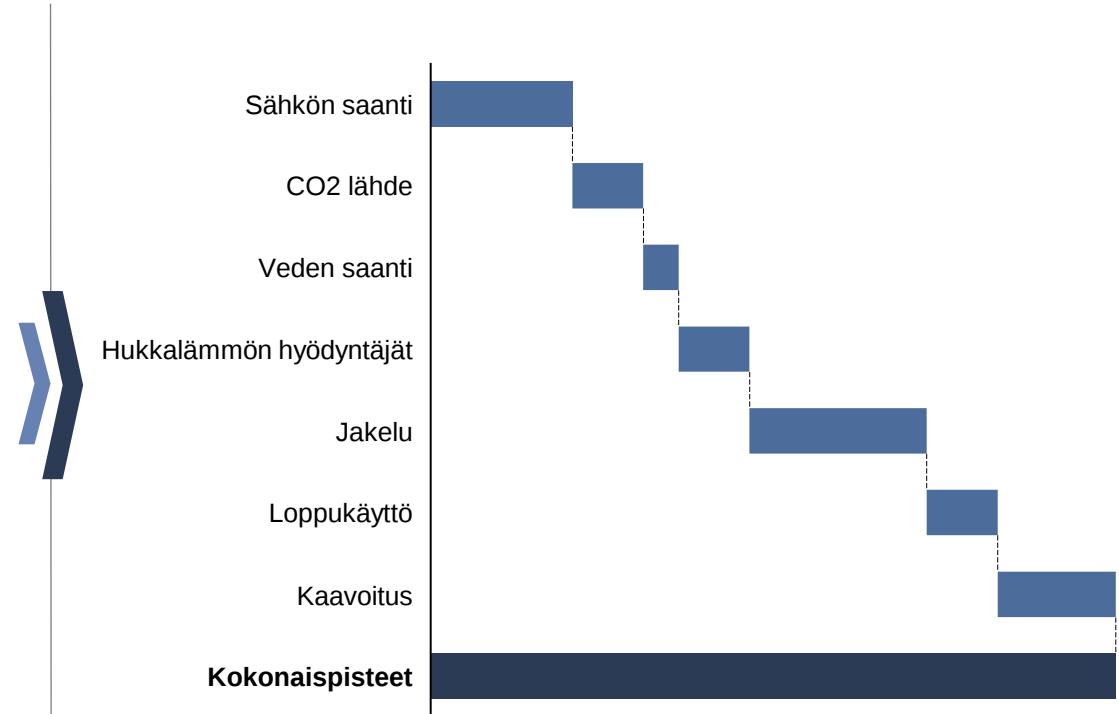
Tavoitteena kriteeristölle on luoda riittävä raja-alue paikalliselle tarkastelulle, jotta parhaat potentiaaliset kohteet olisi löydettävissä

SIJANTIARVIOINTI JA PISTEITYKSEN LASKENTA

- Sijainteja kartalla verrataan toisiinsa sijaintien saamien kokonaispisteiden perusteella.
- Pisteet lasketaan kertomalla ensin yksittäisten kriteerien pisteet kriteeriä vastaavalla painokertoimella ja lopulta summaamalla kaikkien kriteerien pisteet sijaintikohteen osalta yhteen.
- Huomioitavilla aluerajauksilla rajataan mahdollisia heikommin soveltuvia alueita tarkastelusta etsittäessä korkeimman potentiaalin kohteita.
- Kokonaislaskenta toteutetaan paikkatietolaskennalla ja visualisoidaan lämpökarttana, jossa eniten pisteitä saaneet sijainnit korostuvat kartalta.



SIJAINNIN MAKSIMIPISTEIDEN MUODOSTUMINEN (ESIMERKINOMAINEN)



Sijaintikohteen maksimipisteiden muodostuminen antaa kuvaa eri kriteerikokonaisuuksien painoarvosta kokonaispisteiden muodostuksessa. Sähkön saanti ja vetytuotteiden jakelu eri kriteereineen saavat merkittävän potentiaalisen painoarvon kokonaispisteityksessä

Eri karttasijainnit pisteytetään kriteereittäin ja eri kriteerejä painotetaan sijaintiarviossa eri painoarvoilla

Kriteeri	Yksikkö	Kriteerin pisteytys				Kriteerin painoarvo
		0p	1p	2p	3p	1-2
Sähkön saanti						
Etäisyys sähköverkkoon	km	> 3	2-3	1-2	< 1	2
Etäisyys muuntoasemaan	km	> 10	4-10	2-4	< 2	2
CO2 lähde						
Etäisyys CO2-lähteeseen	km	> 1	0,5-1	0,3-0,5	<0,3	2
Veden saanti						
Etäisyys suuriin runkolinjoihin*	km	> 0,5	0,3-0,5	0,1-0,3	< 0,1	1
Hukkalämmön hyödyntäjät						
Etäisyys kaukolämpöverkkoon	km	> 2	0,5-2	0,1-0,5	< 0,1	1
Etäisyys teollisiin lämmön kuluttajiin	km	> 0,5	0,2-0,5	0,1-0,2	<0,1	1

- Eri sijainteja arvioidaan kriteereittäin niiden etäisyyksien mukaan vetytalouden mahdollistajiin nähden. Etäisyyden merkitystä vetytalouden mahdollistajiin pisteytetään eri kriteereille eri etäisyyksien mukaan.
- Kriteereiden merkitystä painotetaan lisäksi kaksiporaisella painoarvoasteikolla, jotta merkittävimmiksi arvioidut vetytalouden mahdollistajat huomioitaisiin arviossa erityispainolla. Merkittävimmiksi yksittäisiksi mahdollistajiksi kriteeristössä nousevat sähkön saanti, CO2-lähde ja teolliset loppukuluttajat. Valintojen perusteena on, että sähkö osoittautuu kaikissa tilanteissa välttämättömyydeksi ja muut painotetut kriteerit puolestaan saattavat yksittäisinä mahdollistajina ratkaista kokonaisen vetytalouskonseptin toteutettavuuden
- Sähkön saannin** osalta useiden kilometrienkin etäisyys siirtolinjoihin (110/400 kV) ja muuntoasemiin nähdään vielä potentiaalia lisäävänä tekijänä, sähkölinjan rakentamisen ollessa jossain mittakaavassa joka tapauksessa välttämätöntä suuren kokoluokan vedyn- ja jatkojalosteiden tuotannossa. Kriteeristön vahvalla sähkön saannin painotuksella on tarkoitus varmistaa, että etenkin välttämättömin tarve vedyntuotannolle täyttyy. Verkkoon liityntöjen osalta tarkastelussa huomioidaan ylätasolla kvalitatiivisemmin myös verkonhaltijoiden näkemykset liityntämahdollisuuksista.
- CO2-lähde** eli todennäköisimmin teollisuuslaitos, joka päästää hiilidioksidia, nähdään melko paikallisena hyötynä, sijainnin saadessa pisteitä alle kilometrin etäisyydestä pistemäiseen CO2-lähteeseen
- Veden saannin** osalta kriteeriä lähestytään siten, että joko kaikki vesi kohteeseen saadaan suurista runkolinjoista tai vesi hankitaan kunnallistekniikan kautta ja vesistöistä. Kunnallistekniikasta ei ole saatavilla paikkatietoja vesi-infran ollessa kriittistä infraa. Näin ollen kunnallisen vedenjakelun arviota toteutetaan väestötiheyttä ja teollisuusalueiden sijainteja mukaillen sekä tarvittaessa tapauskohtaisesti. Yksittäisenä kriteerinä runkolinjan läheisyys pisteytetään paikkatiedon siitä ollessa saatavilla
- Hukkalämmön hyödyntäjien** läheisyys on arvioitu melko paikallisesti kannattavaksi. Etäisyys kaukolämpöverkkoon arvioidaan sallivammin, koska kysynnän pysyvyys nähdään varmempana ja synergiaedut sekä rakennettavuus nähdään kaukolämpöverkkoon liityttäessä parempina kuin yksittäiselle teolliselle kuluttajalle

Lähteet: Rejlers asiantuntija-arvio paikkatiedoista ja vetytaloudesta sekä Rejlersin aiemmin toteuttamat alueelliset selvitykset *) Runkolinjojen läheisyys tarkasteltu etenkin prosessiveden saannin kannalta. Jäähdytysveden kannalta Kymijoki ja meren läheisyys huomioidaan kohteiden kokonaispotentiaalia parantavana tekijänä, mutta niille ei luoda erikseen paikkatiedon pisteytystä

Jakelu, loppukäyttö ja kaavoitus ovat merkittävässä roolissa vetytalouden mahdollisuuksia arvioitaessa

Kriteeri	Yksikkö	Kriteerin pisteytys				Kriteerin painoarvo
		0p	1p	2p	3p	
Jakelu						
Etäisyys maanteihin	km	> 1,5	1-1,5	0,5-1	0,05-0,5	1
Etäisyys Gasgridin kaasuverkkoon	km	> 3	2-3	1-2	< 1	1
Etäisyys rautatiehen	km	> 1	0,5-1	0,2-0,5	< 0,2	1
Etäisyys merkittäviin rautatieasemiin*	km	> 1	0,3-1	0,15-0,3	0-0,15	1
Etäisyys satamaan	km	> 1,5	1-1,5	0,5-1	< 0,5	1
Loppukäyttö						
Etäisyys potentiaaliseen vetytuotteiden loppukäyttäjään (teollisuus)	km	> 0,5	0,2-0,5	0,1-0,2	< 0,1	2
Kaavoitus						
Sijainti maakuntakaavan teollisuusalueella	-	-	-	-	Alueen sisällä	1
Uusiutuvan energian alueellinen potentiaali**						
Aurinkotuotantoalueet (Motiva), 0,5km buffer	-	-	-	Alueen sisällä	-	1
Pellot	-	-	Alueen sisällä	-	-	1
Maakuntakaavan tuulivoima-alueet	-	-	-	Alueen sisällä	-	1
Turvetuotantoalueet	-	-	-	Alueen sisällä	-	1

- **Jakelun** kannalta etäisyydet nähdään suotuisina vielä 1-1,5 kilometriin asti perinteisen kuljetusinfraan kannalta. Kaasuverkon osalta etäisyys nähdään vielä 3 kilometriin asti houkuttelevana. Kaasuverkko voisi osoittautua mahdollisen toimitus- ja liityntäsopimuksen jälkeen merkittäväksi jakelukanavaksi tuotetuille puhtaille kaasuille. Lisäksi voidaan pitää etenkin maankäytön ja luvituksen synergiaetujen kannalta potentiaalisena, että vetyverkoston toteutuessa se mukailisi olemassa olevaa kaasuverkkoa.
- **Loppukäytön** osalta tuotannon päätyessä suoraan käyttöön olisi vedyn tai sen jatkojalosteen tuotannon oltava erittäin lähellä loppukäyttökohdetta. Muuten logistiikka on järjestettävä jakelukanavia pitkin ja silloin merkittävämpään rooliin nousee jakelureittien läheisyys tuotannosta. Tästä syystä suuren potentiaalisen painoarvon saava suoran loppukäytön kohde jätetään tarkastelussa hyvin paikallisesti kannattavaksi kohteeksi.
- **Kaavoitus** huomioidaan arviossa poissulkevien kriteerien lisäksi huomioimalla muutamia merkittäviä sijaintitietoja.
 - Teollisuusalueeksi kaavaillut alueet saavat 3 pistettä arviossa sijaintikohteena, koska teollisuuskaava tarjoaa etua muuhun kaavoitukseen nähden vetytaloutta ajatellen.
- **Uusiutuvan energian alueellinen potentiaali** huomioidaan kriteeristössä potentiaalisten uusiutuvan energian tuotantoalueiden avulla.
 - Aurinkotuotantoalueet nähdään potentiaalisina alueina etenkin mahdollisen suoran sähköyhteyden kannalta vedyntuotantoon.
 - Peltoalueet huomioidaan vastaavista syistä kuin aurinkotuotantoalueet, mutta pienemmällä pisteytyksellä.
 - Tuulivoima-alueet huomioidaan potentiaalisena uusiutuvan energian tuotantoalueina ja täten synergiaetua tarjoavana alueena vedyntuotannolle.
 - Turvetuotantoalueille kaavaillaan usein aurinkovoimaa ja ne huomioidaan vastaavalla pisteytyksellä kuin tuulivoima- ja aurinkovoima-alueet.

Lähteet: Rejlers asiantuntija-arvio paikkatiedoista ja vetytaloudesta sekä Rejlersin aiemmin toteuttamat alueelliset selvitykset, *) Merkittävä = vedyn/jatkojalosteen kuljetukseen soveltuva, ei esim. pienet henkilöjuna-asemat **) Julkisesti saatavilla oleviin sijaintitietoihin perustuen

Kriteeristössä huomioitavilla aluerajauksilla otetaan huomioon mahdollisesti vetytalousaluetta rajaavia kriteerejä – Kohteita tarkastellessa rajaukset on tehtävä kuitenkin tapauskohtaisesti

Huomioitava/rajaava kriteeri	Huomioitava etäisyys alueen lisäksi*	Peruste etäisyydelle/huomioonille
Valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet	100 m	Maisema-arvot
Valtion ja yksityiset suojelualueet, valtion muut suojelualueet	100 m	Reunavaikutus
Suojellut rakennukset	100 m	Suojellut rakennukset ja pihapiiriä poissuljettu.
Kaupunkipuistot	50 m	Maisema- ja virkistysarvot
Valtakunnallisesti arvokas rakennettu kulttuuriympäristö, pistekohde ja viivakohde	50 m	Maisema-arvot, kulttuurihistorialliset arvot. Tapauskohtaisuus mahdollista teollisissa ympäristöissä.
Muinaisjäännökset/arkeologiset kohteet	25 m	Inventoinnin epätarkkuudet, voi jäädä alueen sisälle tapauskohtaisesti.
Luonnonsuojeluohjelma-alueet	100 m	Reunavaikutus ja mahdollinen muu infravaikutus, turvallisuus.
Natura-alueet	100 m	Reunavaikutus ja mahdollinen muu infravaikutus, turvallisuus
Vesialueet: joki, järvi, meri	50 m	Vesistö ja reuna-alueet huonosti rakennettavissa, mahdollisia lintuarvoja.
Luonnonmuistomerkki	25m	Paikallinen vaikutus
Maailmanperintökohde	200 m	Maisemaherkkyys
Valtakunnallisesti arvokkaat tuulirantakerrostumat	0 m	Paikallinen vaikutus
Valtakunnallisesti arvokkaat kallioalueet	0 m	Paikallinen vaikutus
Valtakunnallisesti arvokkaat kivikot	0 m	Paikallinen vaikutus
Valtakunnallisesti arvokkaat moreenimuodostumat	0 m	Paikallinen vaikutus
Moottoritiet, kantatiet, seudulliset pääkadut, junaradat	50 m	Piennar soveltuu huonosti rakentamiseen/liikenneturvallisuus. Karkea analyysi johtokäytävien mahdollistaminen, lunastusalueen huomiointi. Tapauskohtaisesti pidempi etäisyys voi olla perusteltu sähköasemissa.
Voimajohdot, muuntoasemat	100 m	Infran suojaetäisyydet, karkea analyysi lähtötiedon tarkkuuden vuoksi.
Maakunnalliset infrakäytävät: pääkaasulinja, vesilinja	50 m	Käytännön tarkastelussa tapauskohtaisuutta
Lintualueet: Finiba, IBA, Maali.	0 m	Käytännön tarkastelussa tapauskohtaisuutta
Pohjavesialue	0 m	Karkea tarkastelu, käytetyt kemikaalit ym. vaikuttavat tarkemmin
Rakennukset (asuinrakennus, mökki, julkinen rakennus...)	100 m	
Muuten huomioitava		
Valtakunnallisesti arvokas rakennettu kulttuuriympäristöalue		Tapauskohtaisuutta teollisissa ympäristöissä. Vaikuttaa suunnitteluun
Kaavoitus		Huomioidaan tapauskohtaisesti

MML = Maanmittauslaitos *) Huom! Etäisyydet perustuvat konsultin yleistävään arvioon ja parhaaseen näkemykseen, jotta työn analyysi oli mahdollista toteuttaa koko Kymenlaakson alueelle. Todellisuudessa huomioitavat varoetäisyydet ym. on aina tarkasteltava hanke- ja tapauskohtaisesti alueiden käyttöä suunniteltaessa.

4. Alueellinen tarkastelu vedyn tuotannolle

Alueellinen tarkastelu tehdään paikkatietoselvityksen, luodun kriteeristön ja haastattelujen avulla

Alueellista tarkastelua lähestytään paikkatietoselvityksenä selvittämällä merkittävimpiä piirteitä Kymenlaakson alueesta käytettävissä olevien ja projektin aikana luotujen paikkatietojen perusteella.

Selvityksessä arvioidaan teemoittain eri infrastruktuurin ja mm. teollisten toimijoiden sijoittumista maantieteellisesti Kymenlaakson alueella.

Teemakartoilla havainnollistetaan jakeluinfrastruktuurin, väestötiheyden, teollisten toimijoiden ja esim. kaavoitettujen erityisalueiden sijaintia sekä niiden merkitystä vetytaloutta silmällä pitäen.

Teemakarttatarkastelun perusteella ja luotuun vetytalouskriteeristöön nojaten alueesta laaditaan niin kutsuttu lämpökartta potentiaalisimmista vetytalouden alueista.

Osana selvitystä haastatellaan valikoituja alueellisia toimijoita tarkennettujen lisätietojen selvittämiseksi sekä paikkatieto- ja kriteeristötarkastelun validoimiseksi.

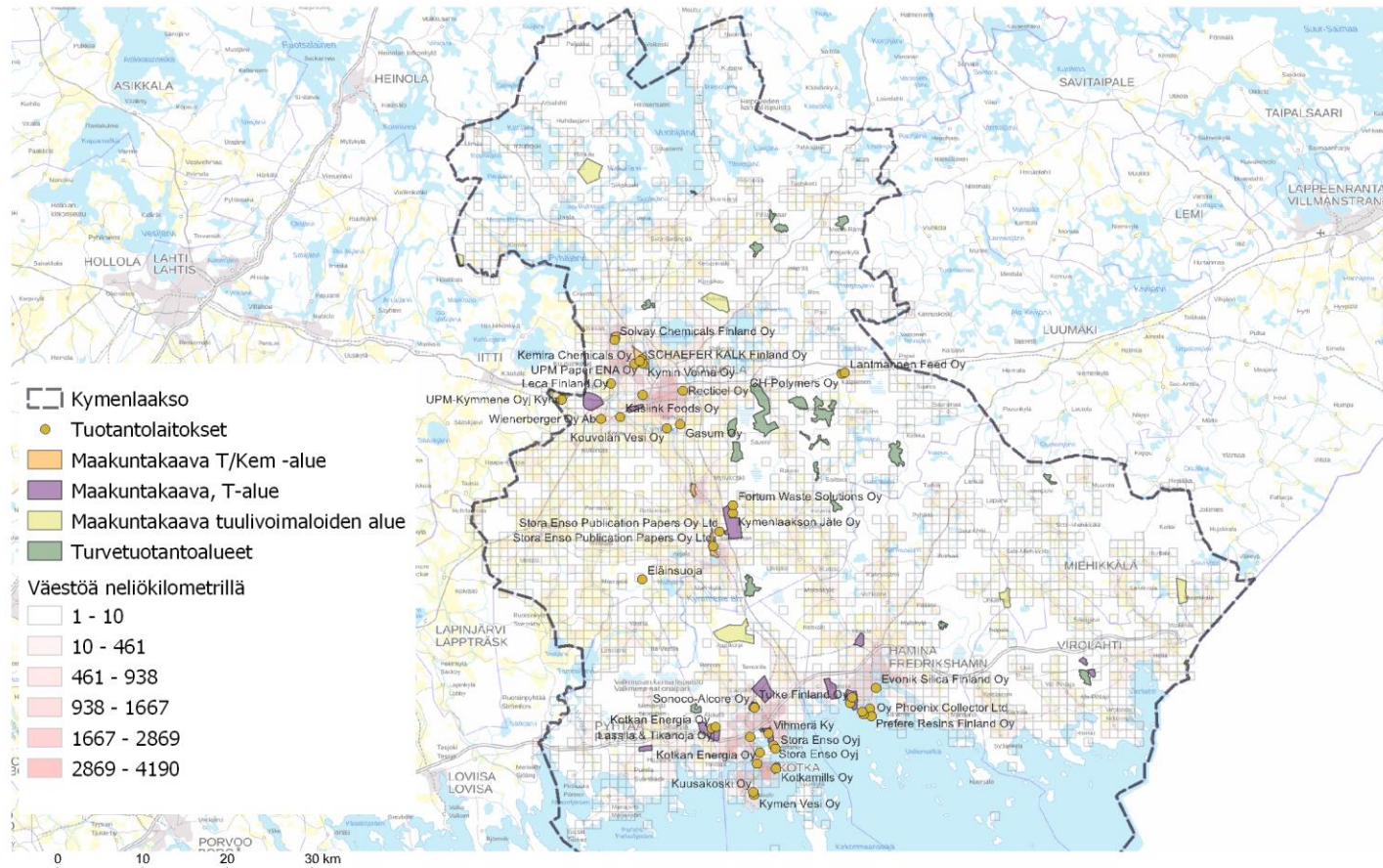
Liikenneyhteyksien keskittymät Kymenlaaksossa sijaitsevat Kouvolan, Kotkan ja Haminan seuduilla



- Liikenneyhteydet ovat vetylogistiikan potentiaalia arvioitaessa merkittävässä roolissa. Kymenlaakson sijainti ja yhteydet itsessään sekä Kymenlaakson sisäisten liikenneyhteyksien tarkastelu ovat osa vetytalouden potentiaalin arviointia.
- Rataverkon osalta Kouvola on hyvin tavoitettavissa sekä pohjois-eteläsuunnan että itä-länsisuunnan rataverkkoyhteyksin. Kotka ja Hamina satamakaupunkeina muodostavat eteläiset päätepisteet rataverkoille, jolloin rautatiekuljetukset kaupunkeihin tapahtuvat pohjoisesta Kouvolan kautta.
- Raskaan liikenteen määrät ovat suurimmat Kotkassa satamaan johtavilla teillä. Merkittävä osa raskaan liikenteen määristä keskittyy Kotkan ja Haminan satamien välille. Raskaan liikenteen määriä tarkasteltaessa merkittävin liikennöinti tapahtuu Kotkan ja Haminan seudulla itä-länsisuunnassa, liikennöinnin ollessa vähäisempää Haminasta itään päin. Kouvolaan tai Kouvolan kautta kulkee pienempi määrä raskasta liikennettä itä-länsisuunnassa kuin Kotka-Haminan seudulla. Kouvolan ja Kotka-Hamina-seudun välillä kulkee rautatieliikenteen lisäksi myös maanteitse valtatie 15 pitkin raskasta liikennettä.
- Kotka-Haminan satamayhdistelmä muodostaa merkittävän logistiikkakeskuksen Kymenlaakson eteläosassa. Satamien kautta kuljetukset maailmalle ja maailmalta ovat merkittävä mahdollistaja vetytaloudelle, etenkin tuotteille, joille laivaus on luonnollinen kuljetustapa.
- Liikenteellisesti Kotka-Haminaseutu vaikuttaisi tarjoavan monipuolisimmat mahdollisuudet vetytaloutta ajatellen, mahdollistaen satamien kautta yhteydet myös ulkomaille. Kouvolan osalta sijainti rataverkon risteyskohdassa puolestaan tarjoaa merkittävää potentiaalia kuljetusyhteyksien kannalta Suomen sisämarkkinoilla ja hyvät yhteydet vientisatamiin.

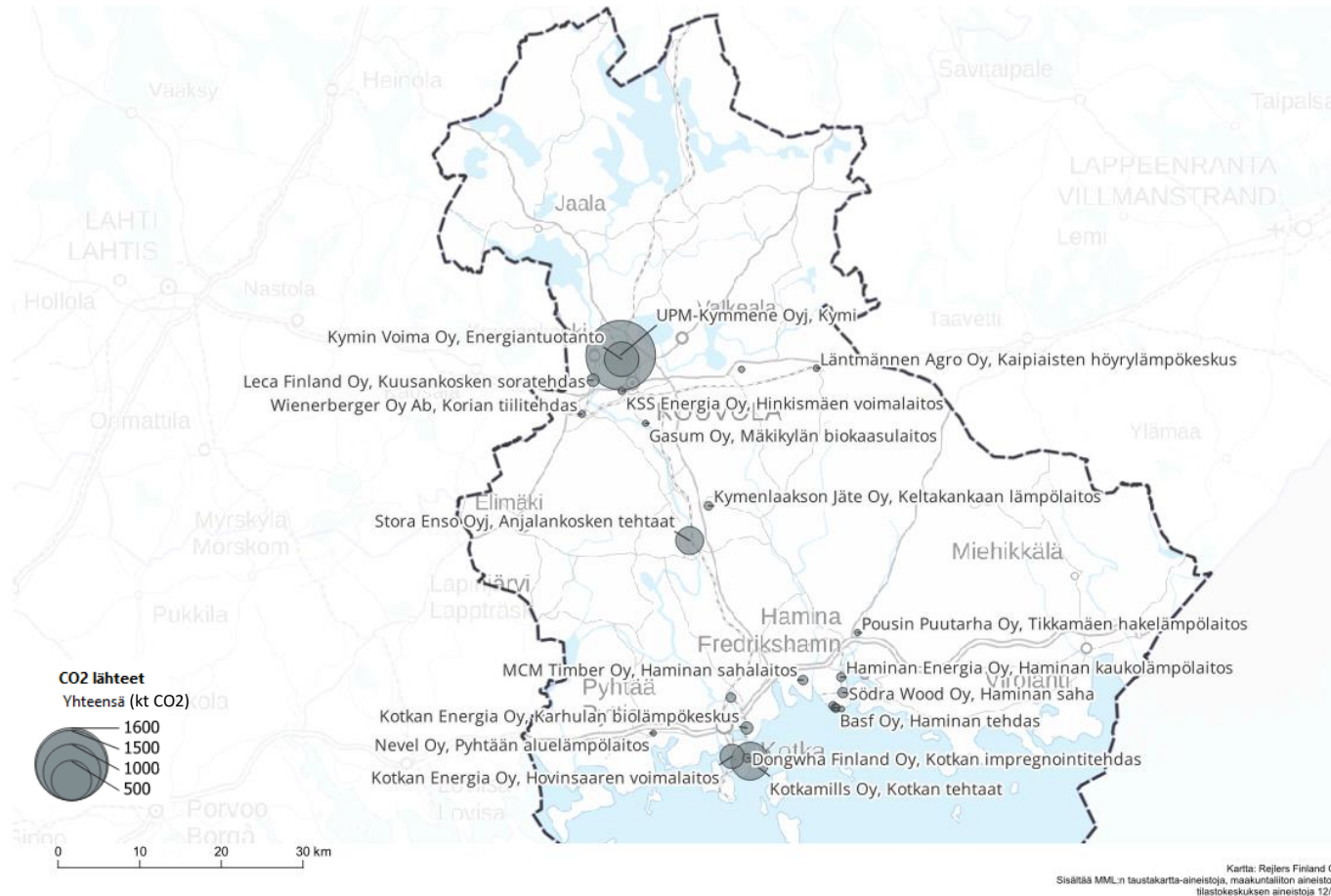
TEN-T satama = Euroopan laajuisen liikenneverkon (TEN-T) satama

Maakuntakaavan, teollisuuden sijaintien ja väestökeskittymien avulla voi löytää infrastruktuurin ja kaavoituksen kannalta otollisia kohteita vedyntuotannolle



- Maakuntakaavan eri toiminnoille varatut alueet, teollisuuden sijainti ja väestön keskittymät antavat tietoa tulevaisuuden potentiaalisista energiantuotannon sijaintipaikoista, mahdollisista vetytuotteiden kuluttajista ja rakennetun infrastruktuurin (mm. vesi, kaukolämpö, muut energiaverkot) sijainneista.
- Maakuntakaavan T/Kem -alueita sijaitsee etenkin Kouvolan kaupungin pohjoispuolella sekä Myllykosken ja Anjalan alueilla. T/Kem -alueet ovat vedyntuotannolle kaavoitusmielessä suoraan sopivia sijainteja, mutta selvityksen lähtökohtana ei ole tarkastella eritoten T/Kem -alueita, johtuen siitä että niiden potentiaalia on tarkasteltu Kymenlaaksossa jo aiemmin.
- Maakuntakaavan T-alueet ovat kiinnostavia tarkasteltavia kohteita vetytalouden kannalta, koska niiden voi olettaa olevan helpoiten kaavoitettavissa myös T/Kem -alueiksi, mahdollista näin vaarallisten aineiden käsittelyn ja tuotannon eli selvityksen tapauksessa vedyntuotannon. T-alueita sijaitsee Kotkan ja Haminan läheisyydessä, Kouvolan länsipuolella ja Inkeröisen alueella.
- Maakuntakaavaan tuulivoima- ja turvetuotantoalueet ovat potentiaalisia uusiutuvan energiantuotannon sijaintikohteita (turvetuotantoalueet potentiaalisia aurinkovoimalle). Niiden merkitys vetytalouden kannalta on merkittävää siinä tapauksessa, jossa vedyntuotanto haluttaisiin yhdistää suoraan uusiutuvan energian lähteisiin paikallisesti. Kymenlaakson alueella sijaitsee muutamia varauksia tuulivoimalle ja turvetuotantoalueille, turvetuotantoalueiden sijaitessa pääasiassa Kouvolan kaupungin kaakkoispuolella. Lisäksi peltoalueita alueella on paljon, jotka voivat toimia tulevaisuudessa uusiutuvan energian tuotantoalueina.
- Väestön keskittymät ovat myös rakennetun infrastruktuurin keskittymiä. Väestön keskittymät sijaitsevat suurimpien kaupunkien (Kouvola, Kotka, Hamina) kaupunkialueilla ja kaupunkien läheisyydessä oletetaan olevan merkittävin potentiaali esim. hukkalämmön käytölle suoraan kaukolämpöverkkoihin.
- Tuotantolaitokset ovat osaltaan potentiaalisia hukkalämmön, sivuvirtojen tai vetytuotteiden kuluttajia. Niiden sijainnit ovat pääosin suurimpien kaupunkien ja satamien läheisyydessä, mutta myös Kouvolan Inkeröisen/Anjalan taajamissa sijaitsee merkittäviä tuotantolaitoksia.

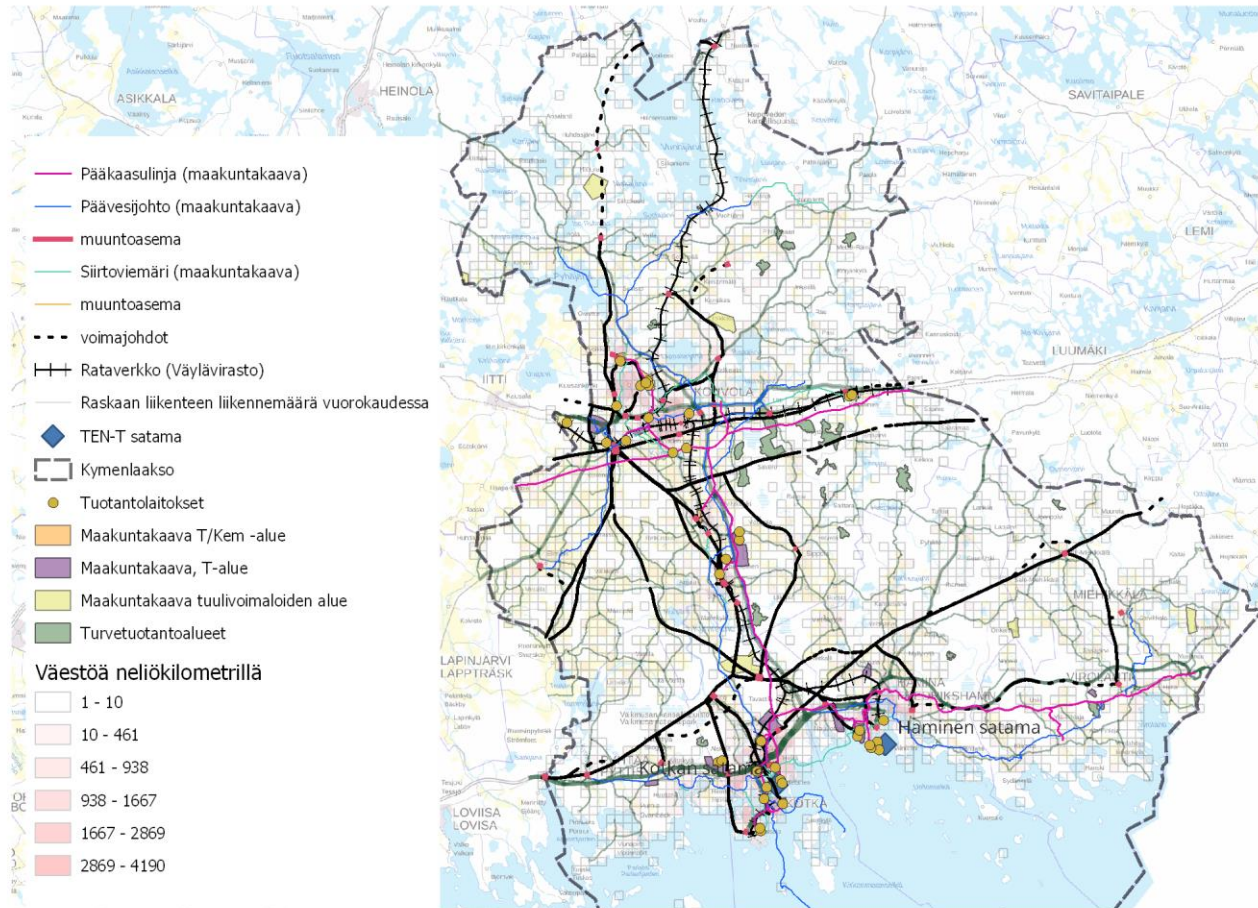
Kymenlaaksossa sijaitsee muutama suuri ja lukuisia pienempiä CO₂-päästölähteitä



- CO₂-päästölähteet tarjoavat vedyn jalostamiselle metaaniksi ja metanoliksi merkittävää potentiaalia. Riittävän suuren CO₂-lähteen ympärille voidaan luoda kokonainen ekosysteemi vedyntuotannon ja hiilidioksidin talteenotto-, käyttö- ja varastointiteknologioiden avulla.
- Rejlers selvitti hiilidioksidin päästölähteitä Kymenlaakson alueella yhdistelemällä eri tietokantojen ja selvitysten (EEA, Energiavirasto, Metsäkeskus, Xamk) tietoja. Päästölähteiden tiedot ovat pääosin vuoden 2021 ilmoitettuja päästölukemia.
- Suurin CO₂-päästökeskittymä alueella on Kouvolassa UPM-Kymmenen Kymin tehtaan ja Kymin Voiman muodostamana yhdistelmänä. UPM:n Kymin tehtaan päästöt ovat olleet noin 1600 kt CO₂ vuodessa ja Kymin Voiman noin 400 kt CO₂ vuodessa.
- Toinen suuri päästökeskittymä sijaitsee Kotkassa, Kotkamills Kotkan tehtaiden ja Kotkan Energian voimalaitosten muodostamana. Kotkamills Kotkan tehtaiden ilmoitetut päästöt ovat olleet noin 500 kt CO₂ vuodessa.
- Pienempiä hiilidioksidin päästäjiä (mm. alueellisia lämpökeskuksia) sijaitsee etenkin satamien läheisyydessä. Stora Enson Anjalankosken tehtaat muodostavat tarkasteltavien päästölähteiden joukossa myös melko suuren (n. 250 kt CO₂) päästölähteen.

Lähteet: [EEA - Industrial Reporting](#), [Energiavirasto - Päästökaupan julkaisu](#), [Metsäkeskus - Metsähaketta käyttävät laitokset Kaakkois-Suomessa](#), Xamk – CO₂-lähteet Kymenlaaksossa ja Etelä-Karjalassa

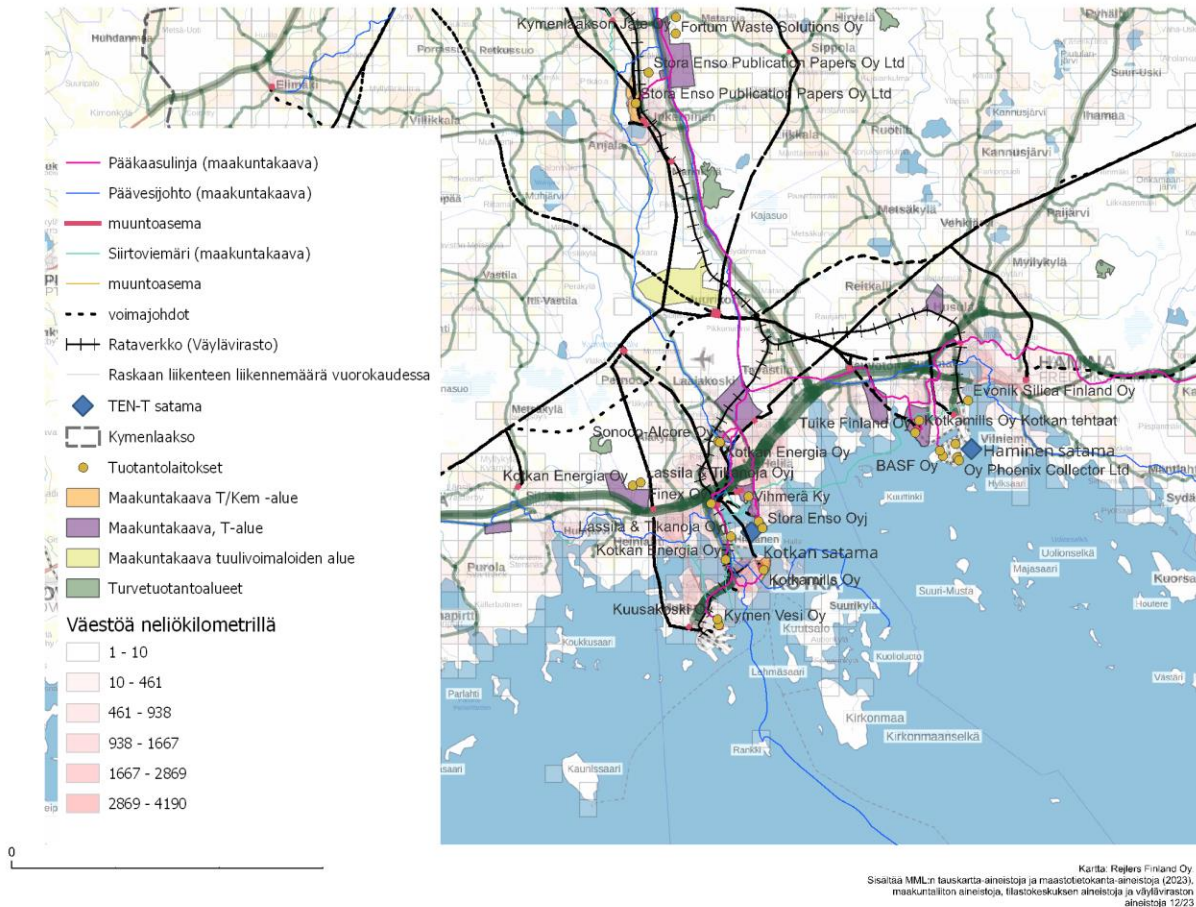
Yhdistelmäkartta havainnollistaa eri toimintojen keskittymistä kaupunkeihin ja visualisoi mm. kaupunkeja yhdistävät energiaverkot ja kuljetusreitit



Kartta: Rejlers Finland Oy
Sisältää MML:n selkokartta-aineistoja ja maastotietokanta-aineistoja (2023),
maakuntatietokanta-aineistoja, tilastokeskuksen aineistoja ja väyläviraston
aineistoja 12/23

- Yhdistelmäkarttaan on tuotu yhdistettynä eri paikkatiedot kokonaiskuvan muodostamiseksi Kymenlaakson alueesta. Yhdistelmäkuvasta voidaan todeta sama kuin aiemmista teemakartoistakin; teollisuus ja rakennettu infrastruktuuri keskittyy alueella suurimpiin kaupunkeihin. Kaupunkien kautta kulkee myös energianjakeluverkot sekä raskaan liikenteen väylät. Kouvolan ja Kotkan/Haminan välille on muodostunut liikenteen ja energianjakelun väylä, jonka varrelta voi löytyä vedyntuotannolle potentiaalisia sijainteja.
- Yhdistelmäkuvaan on aiempien tietojen lisäksi tuotu paikkatiedot pääkaasulinjoista, päävesijohdoista, siirtoviemäreistä, muuntoasemista ja voimajohtoista
 - Pääkaasulinjat kulkevat Kouvolaan itään ja länteen sekä Kouvolaan ja Kotkan ja Haminan välillä. Pääkaasulinjat voisivat potentiaalisesti toimia tuotetun synteettisen metaanin syöttökohteina.
 - Päävesijohdot kulkevat yhdistellen erityisesti merkittävimpiä taajamia ja vesilähteitä. Päävesijohdojen lisäksi siirtoviemärien paikkatiedot antavat tietoa rakennetun vesi-infran sijainnista.
 - Muuntoasemia sijaitsee luonnollisesti eri kohdissa sähköverkostoa, tarjoten potentiaalisia liittytäpisteitä vedyntuotannon vaatimalle sähkönkulutukselle. Muuntoasemien kapasiteettien riittävyys uusille liittynnoille on varmistettava tapauskohtaisesti suunniteltaessa tuotantolaitoksia.
 - Voimajohtoja on rakennettu Kymenlaaksossa kattavasti sekä pohjois-eteläsuunnassa että itä-länsisuunnassa Kouvolaan korkeudella ja etelässä Kotka-Hamina seudun kautta.

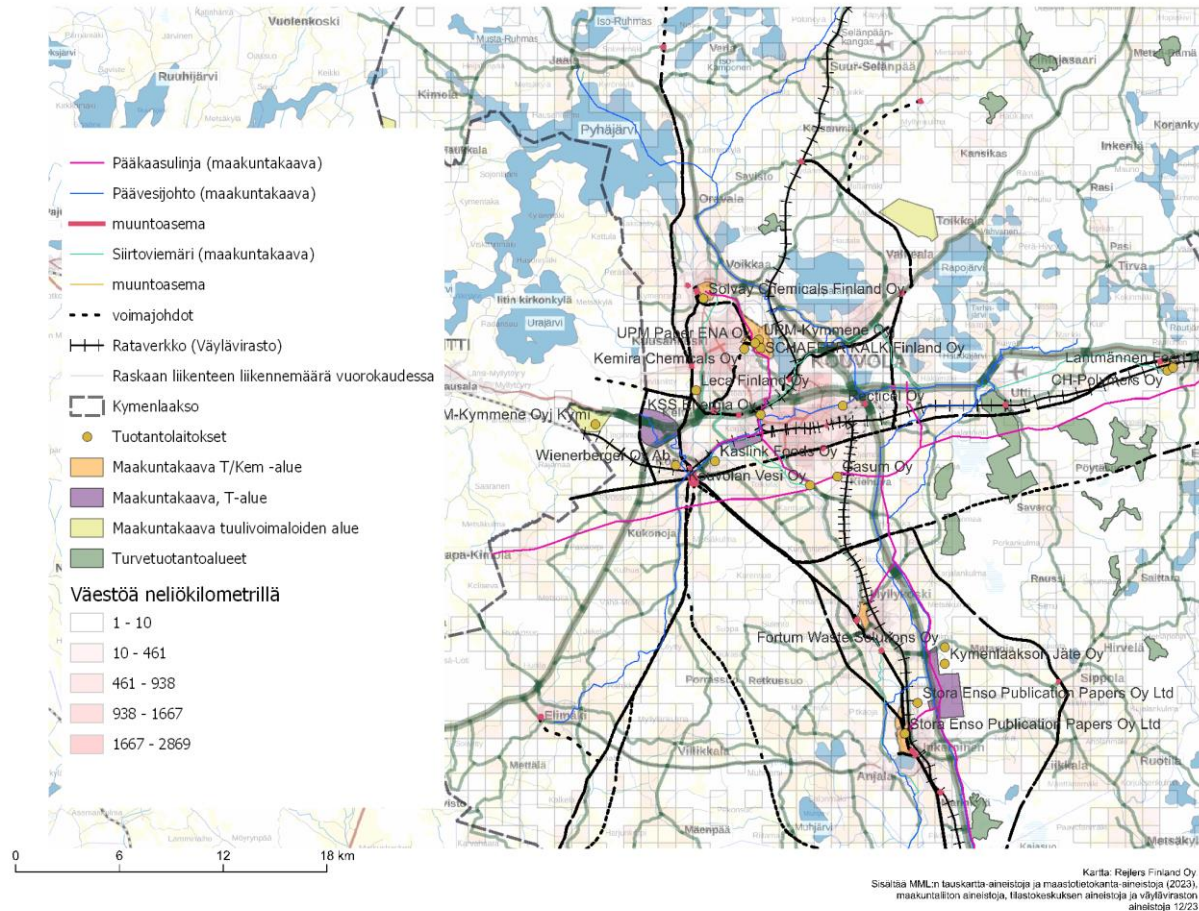
Yhdistelmäkartta korostaa Kotkan ja Haminan seudun satamakeskeisyyttä



KOTKAN JA HAMINAN SEUTU

- Tarkennettu yhdistelmäkartta Kotkan ja Haminan alueella osoittaa, että suuri osa vetytalouden mahdollistavista toiminnoista keskittyy rannikon läheisyyteen.
- Teollisuus on keskittynyt satamien alueelle ja liikenneväylät johtavat satamiin.
- Rannikon välittömässä läheisyydessä ja hieman sisämaahan päin sijaitsee useita maakuntakaavan T-alueita, jotka ovat vedyntuotannon sijoittelun kannalta kiinnostavia alueita.
- Sähköverkko voimajohtojen osalta on melko tiheää rannikon läheisyydessä, mikä voi lisätä suurten energiankuluttajien, kuten vedyn tuottajien, kiinnostusta aluetta kohtaan.
- Alueella sijaitsee myös yksi merkittävän kokoinen tuulivoimalle varattu maa-alue. Alue sijaitsee sähköverkkojen risteyskohdan läheisyydessä, jossa on myös muuntoasema. Yleisesti nimettyjen tuulivoima-alueiden vähyyteen on vaikuttanut tuulivoiman mahdolliset tutkavaikutukset, eli se, että tuulivoiman on arvioitu voivan aiheuttaa haittaa puolustusvoimien tutkajärjestelmille¹. Itäisen Suomen tuulivoimarakentamisen tehostamiselle pyritään tulevaisuudessa löytämään ratkaisuja mm. poliittisin keinoin, turvaten kuitenkin Puolustusvoimien toimintaedellytykset aluevalvonnassa kaikissa tilanteissa². Alueella kulkee myös rautatie, maantie ja kaasuverkosto. Jos mahdollisen tuulivoiman rakentamisen yhteydessä haluttaisiin rakentaa suora sähkönjakelu-yhteys vedyntuotantoon, kyseinen alue voisi osoittautua houkuttelevaksi vedyn tuotannon kannalta.

Kouvola sijaitsee logistiikan ja energianjakeluverkkojen risteyskohdassa, mikä voi tarjota hyviä mahdollisuuksia vedyn tuotannolle



KOUVOLAN SEUTU

Kouvola sijaitsee rataverkoston risteyskohdassa, mikä mahdollistaa hyvät logistiikkayhteydet seudulla, jos rautatiekuljetus on kannattava vaihtoehto tarkastellulle tuotteelle.

Alueen teollisuus on keskittynyt pitkälti kaupunkialueen välittömään läheisyyteen, mutta Anjalan/Inkeröisen alueella on etenkin paperiteollisuuden ansiosta toinen selvä keskittymä.

Alueella sijaitsee muutama maakuntakaavan T-alue, jotka voivat osoittautua suotuisiksi vedyntuotannon ja/tai jatkojalostuksen kannalta.

Kaupunkialueen itä-kaakkoispuolella sijaitsevat turvetuotantoalueet ja peltoalueet yleisesti ovat potentiaalisina pidettyjä kohteita aurinkovoimalle ja ne sijaitsevat myös usein sähkölinjojen lähetyksillä. Kaupungin koillis- ja pohjoispuolella sijaitsee maakuntakaavan merkittävän kokoiset tuulivoimalle kaavoitetut alueet sähkölinjojen ja maanteiden läheisyydessä, mitkä voisivat olla potentiaalisia seutuja vedyntuotannolle, jos haluttaisiin toteuttaa paikallinen puhtaan energian tuotantoratkaisu vedylle.

Kouvolasta etelään ja Kouvolan läpi itä-länsisuunnassa kulkee myös kaasulinjat, jotka voivat tarjota syöttökohteen synteettiselle metaanille.

LÄMPÖKARTTA

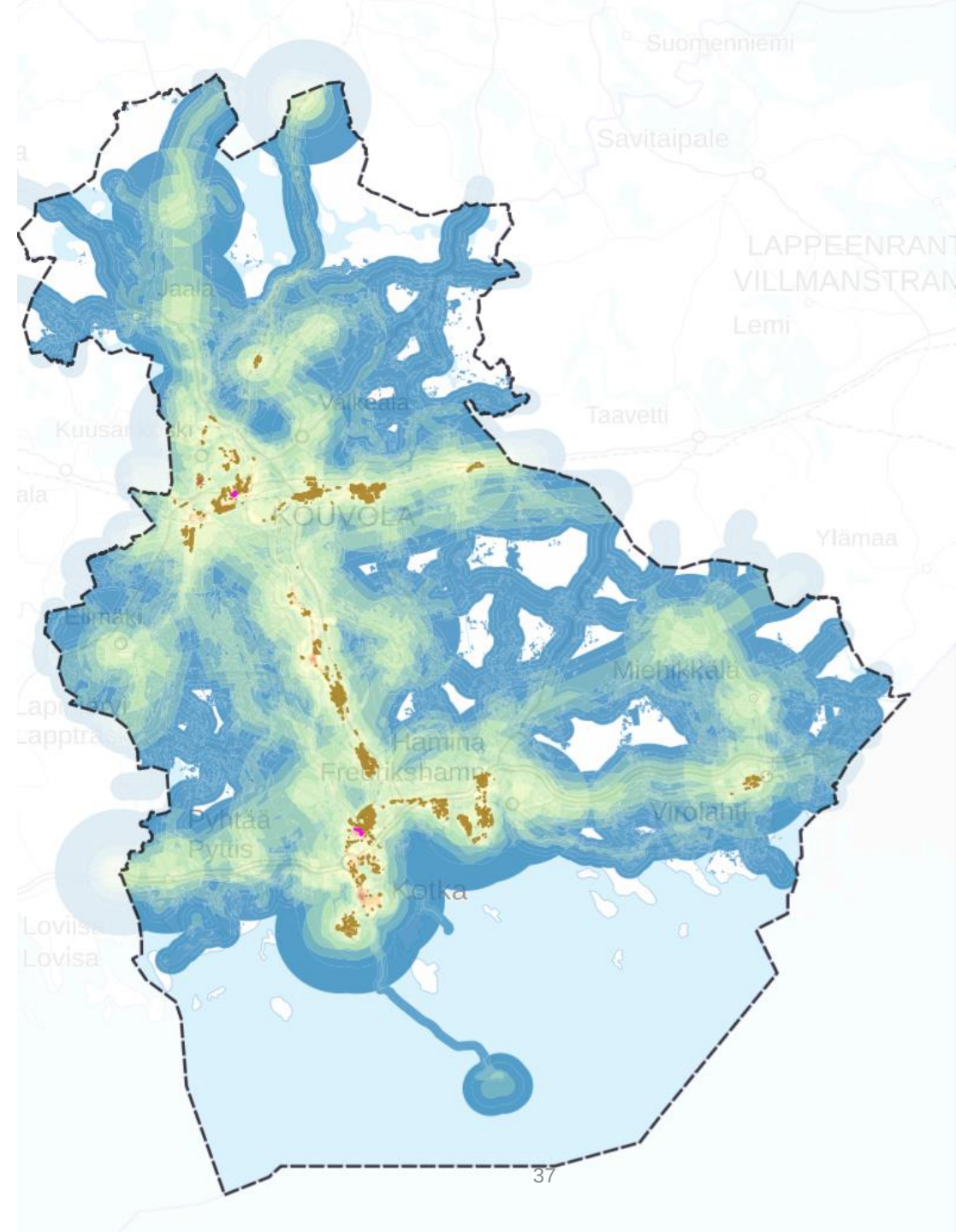
Lämpökartan avulla kartoitetaan kriteeristön kannalta potentiaalisimmat seudut vetytaloudelle

Luodun kriteeristön perusteella laadittiin lämpökartta, jossa eri sijainnit korostuvat kartalla saamiensa kriteeristön kokonaispisteiden mukaisesti.

Erikseen korostettuna kartalla näytetään korkeimpia kriteeristöpisteitä saaneita alueita havainnollistamaan potentiaalisimpia seutuja.

Karttakohteina sähkölinjat ja eri jakeluinfran reitit korostuvat selkeästi kartalla. Kaupunkien läheisyyteen sekä Kouvolan ja Kotkan välillä kulkevalle rautatie- ja jakeluinfran keskittymälle nousee esiin potentiaalia kuvaavia korostettuja alueita.

Kotka-Haminan satama- ja ranta-alueen lähetyville muodostuu myös selkeitä keskittymiä.



HUOMIOITAVAT POTENTIAALIA RAJAAVAT ALUEET

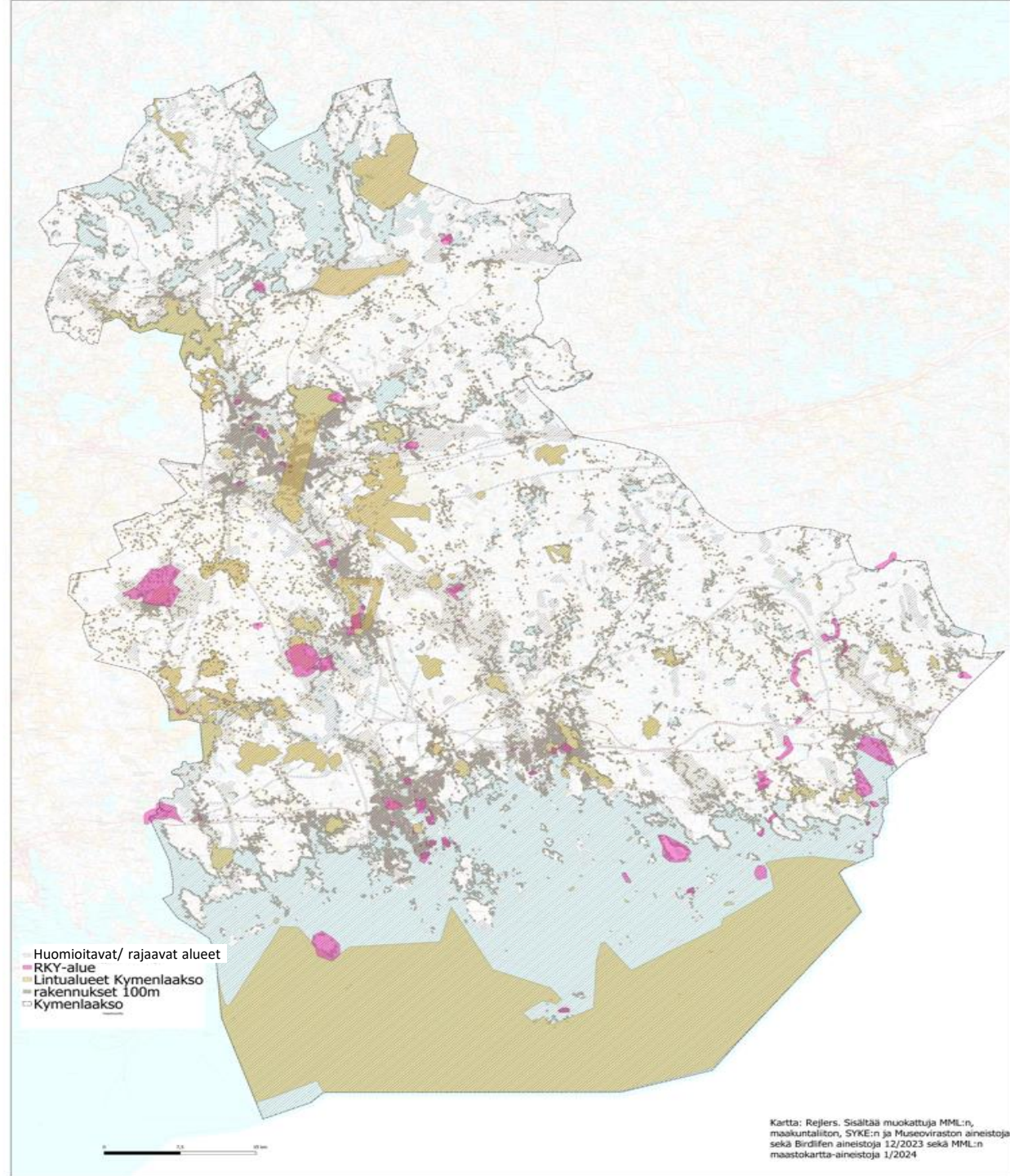
Vetytalouden sijaintikohteita kartoittaessa on huomioitava mahdollisesti toimintaa rajoittavat alueet

Kartalla on esitetty harmaalla yleisesti huomioitavat alueet, joita on käytetty tässä tarkastelussa rajaavina tekijöinä potentiaalisimpien alueiden kartoituksessa. Näihin sisältyy mm. luonnonsuojelualueita, infraa, museoviraston rekisteröimiä kohteita ja rakennukset 100 m säteellä. Lisäksi on huomioitu alueiden ympäristöä. Alueet on rajattu huomioitavien aluerajauksien kriteeristössä kuvatuin ehdoin ja perusteluin.

Valtakunnallisesti arvokkaista rakennetuista Kulttuuriympäristöistä huomioitiin muut kohteet rajaavina, paitsi alueet, mutta koska myös alueilla on käytännön vaikutusta suunnitteluun ympäristön kulttuuriarvojen takia, ne nostettiin erikseen esiin kartalla. Niiden joukossa on toimivia tehdaskokonaisuuksia, joten näitä alueita täytyy tarkastella erityisen tapauskohtaisesti.

Lintualueisiin, IBA-, Finiba- ja Maali-alueisiin liittyy tulkinnanvaraisuutta ja ne ovat laajoja alueita. Kyseiset alueet nostettiin kartalle erikseen. Myös etäisyyteen rakennuksiin vaikuttaa käytännössä tarkempi suunnittelu ja konsepti, mikä täytyy huomioida kun tuotantokohteiden tarkempaa suunnittelua toteutetaan.

HUOM! Huomioitavat alueet ovat selvityksen analyysin laadintaa varten luotu kokonaisuus Kymenlaakson alueelle konsultin parhaan näkemyksen mukaisesti. Potentiaalisia kohteita tarkastellessa tapauskohtainen tarkastelu ja esim. eri varoetäisyyksien huomioiminen yksittäisen hankkeen kannalta on toteutettava säädösten mukaan ja mm. eri sidosryhmien tarpeet huomioiden.



5. Tarkempi selvitys Kymenlaakson alueen potentiaalisille vetytalouden kohteille

Potentiaaliset kohdealueet kartoitetaan yhdistämällä kriteeristöpohjainen selvitys kvalitatiiviseen analyysiin

Alueellisessa tarkastelussa yleisen vetytalouskriteeristön mukaisina korkean potentiaalin alueina esiin nousseita alueita tarkasteltiin kriteeristöön ja projektissa toteutettuihin haastatteluihin perustuen.

Potentiaalia osoittaneet alueet tarkastellaan tarkemmin ja alueilta nostetaan esiin potentiaalisia tarkempia kohdealueita. Valituille kohdealueille tehdään kohteiden tarkemmat arvioinnit vetytalouden kannalta.

Tarkemman selvityksen tarkoituksena on kohdentaa tarkastelu maakuntatason tarkastelusta kohdekohtaisempaan tarkasteluun, edelleen perustuen kriteeristön pisteytykseen, mutta nyt perehtyen tarkemmin siihen millä tavalla kriteerit täyttyvät ja ottaen kohdekohtaisesti huomioon haastattelujen havaintoja ja projektin työpajassa esiin nousseita aiheita.

Kohdetarkastelun tuloksena esitetään mitkä kohdealueet vaikuttavat potentiaalisimmilta alueilta ja mitkä alueet ovat selvityksen kokonaistarkastelun perusteella jätettävissä vähemmälle huomiolle mahdollisia vedyntuotantokohteita suunniteltaessa.

YHDISTELMÄKARTTA JA POTENTIAALISET KOHDEALUEET

Yhdistämällä lämpökartta ja rajaavat kriteerit sekä hankittu taustatieto, tunnistettiin potentiaalisia kohteita vetytaloudelle

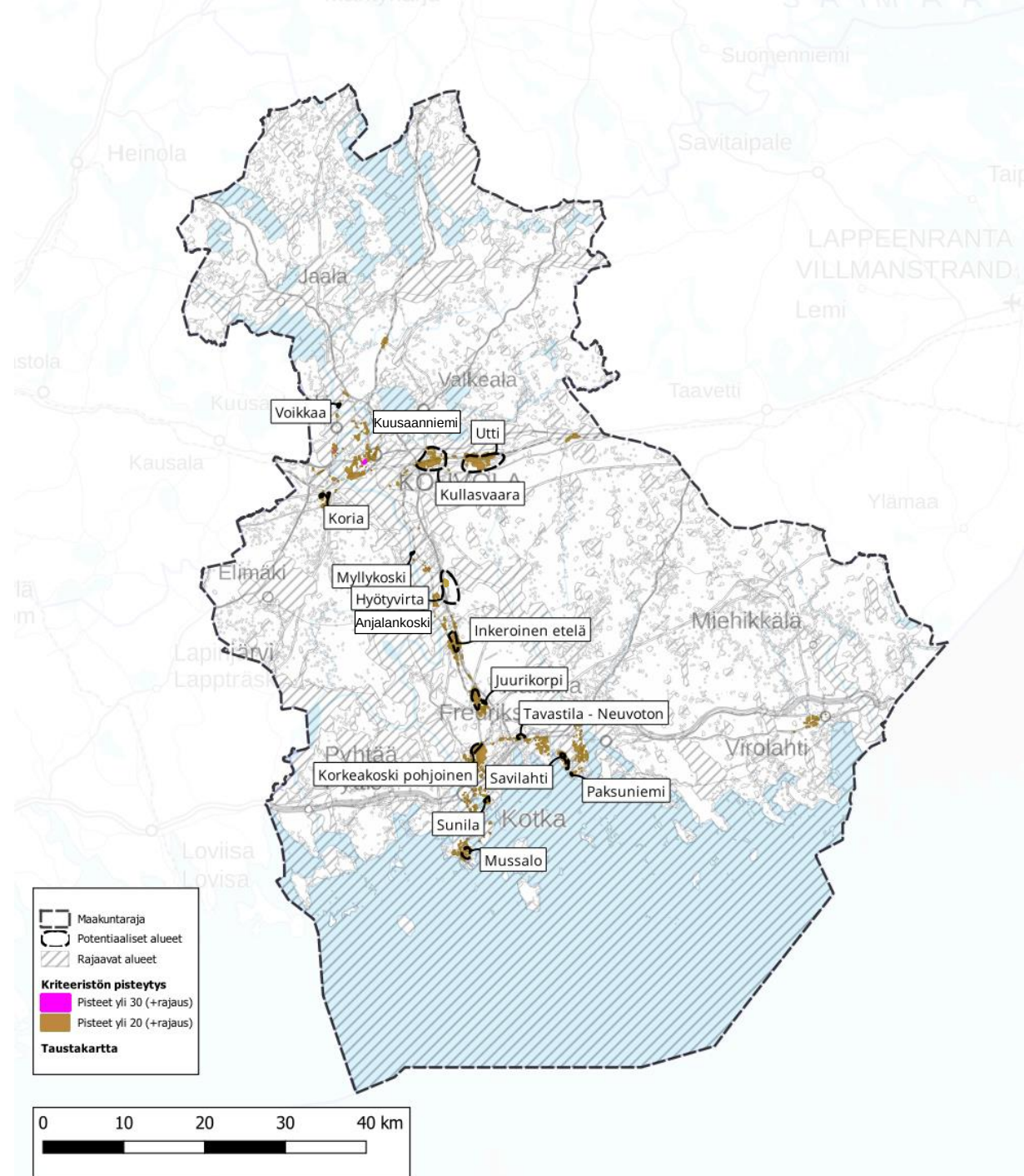
Kun yhdistetään huomioitavat aluerajaukset ja lämpökartta yhdeksi karttakuvaajaksi, seudun korkeinta potentiaalia omaavat kohteet nousevat kartalla esiin.

Julkisesti saatavilla olevan tiedon perusteella, esimerkiksi Suomessa suunnitteilla olevien vetyhankkeiden vaatimaa tilaa arvioiden, tehtiin lisärajaus sijaintitarkasteluille. Potentiaalisina kohteina tarkasteltiin vähintään kuuden hehtaarin (6 ha) yhtenäisiä alueita. Erityisesti aluekoon arvioissa on käytetty suuntaa-antavina referensseinä Ren-Gasin P2X-hankkeiden ympäristövaikutusten arvioissa varattuja alueiden kokoja, hankkeiden vastatessa kokoluokaltaan tämän selvityksen vetykonseptien minimikokoluokkaa.

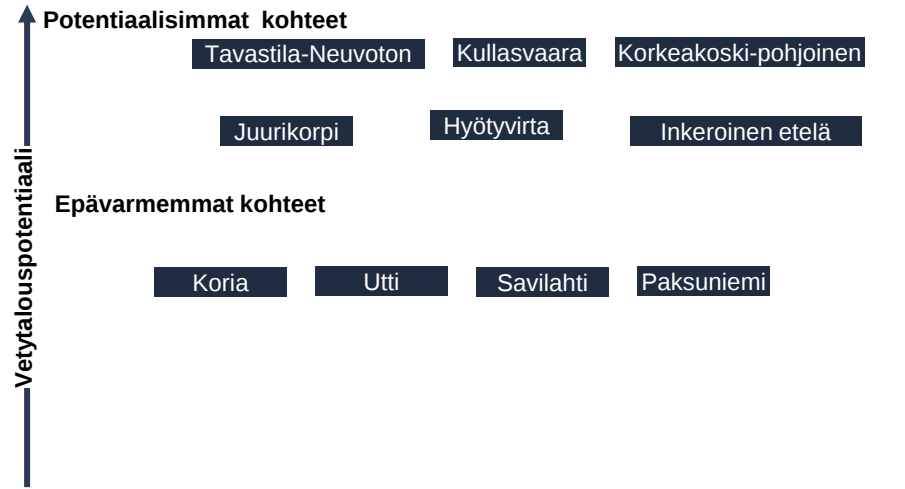
Haastatteluiden tietoja hyödyntäen ja tausta-analyysiä tehden jäljelle jääneestä joukosta valikoitui rajallinen määrä tarkasteltavia sijainteja.

Potentiaalisina sijaintikohteina korostui jo aiemmissa alueen selvityksissä esiin nousseet Voikkaa, Myllykoski, Korkeakoski, Mussalo ja esim. Sunila, mutta niiden tarkastelu jätetään tässä selvityksessä vähemmälle, koska selvityksen pääasiallisena tarkoituksena on kartoittaa uusia alueita.

Uusina tarkasteltavina alueina esiin nousivat Korja, Kullasvaara, Utti, Inkeroinen etelä, Juurikorpi, Korkeakoski-pohjoinen, Tavastila-Neuvoton, Savilahti, Paksuniemi ja Hyötyvirran alue.

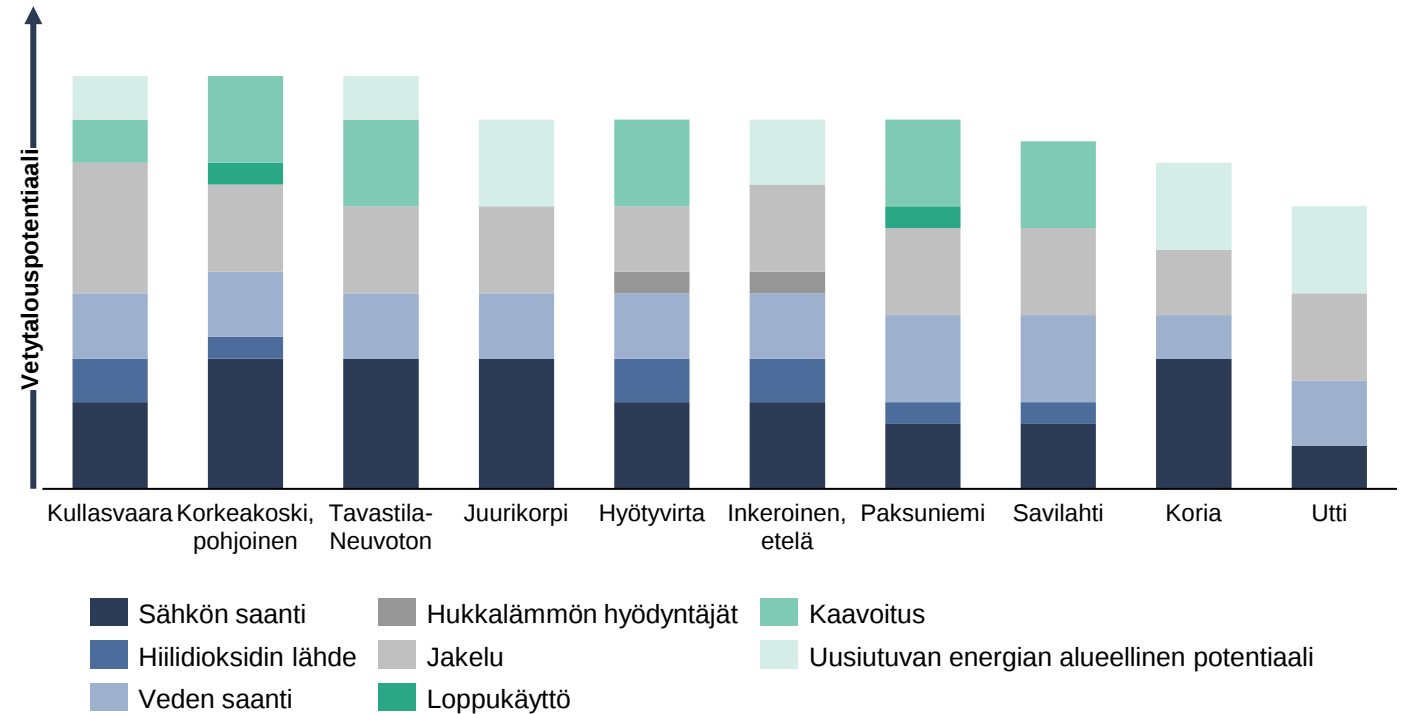


Kriteeristö pohjaisen ja kvalitatiivisen analyysin sekä toteutetussa työpajassa saatujen näkemysten avulla tarkasteltujen kohteiden joukosta löydettiin potentiaalisimmat sijainnit



- Tavastila-Neuvoton, Kullasvaara ja Korkeakoski-pohjoinen osoittivat kokonaistarkastelussa suurinta potentiaalia vetytalouskohteina.
- Hyötyvirta, Juurikorpi ja Inkeroinen etelä osoittautuivat myös potentiaalisiksi kohteiksi.
- Koria, Utti, Savilahti ja Paksuniemi todettiin vähemmän houkutteleviksi kohteiksi vetytalousnäkemykseltään. Savilahden ja Paksuniemen arvellaan olevan jopa epätodennäköisiä kohteita vetytalousnäkemykseltään kyseisten alueiden nykyisten ja suunniteltujen käyttötarkoitusten vuoksi.

KOhteiden Vetytalouspotentiaali kategorioittain

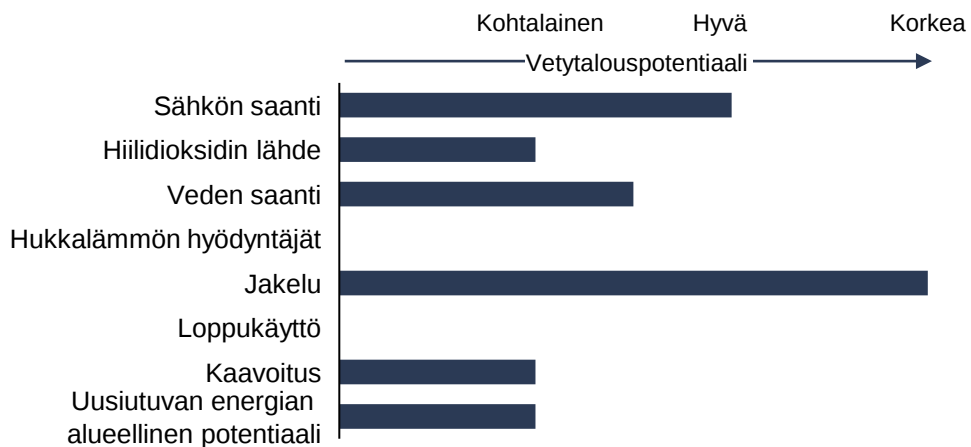


Kokonaispotentiaalin arviot on muodostettu kriteereittäin yhdistämällä kriteeristöpisteet ja kvalitatiivinen analyysi. Arvioina kriteereittäin: kohtalainen, hyvä tai korkea potentiaali vetytalousnäkemykseltään.

1. KULLASVAARA – KRITEREIDEN TÄYTTYMINEN

Kullasvaaralla on potentiaalia etenkin hyvän jakeluinfran ansiosta. Hiilidioksidilähteiden puute alueella rajoittaa potentiaalia synteettisten polttoaineiden tuotannolle

KOHTEEN POTENTIAALI KRITEREITTÄIN



Kullasvaarassa on potentiaalia vedyntuotannolle etenkin hyvän jakeluinfran ansiosta. Vaihtoehtona voisi olla esimerkiksi suuren mittakaavan ammoniakkin tuotanto ja esim. hiilidioksidin kuljettamisen järjestyessä rautateitse myös synteettisen metaanin tai metanolin valmistus. Hiilidioksidilähteiden puute alueen välittömässä läheisyydessä rajoittaa kuitenkin synteettisten polttoaineiden tuotannon potentiaalia.

Potentiaali

- Kohde sai hyvät pisteet sähköyhteyksien kannalta. Haastattelujen perusteella liityntä sähköverkkoon voisi olla mahdollinen alueverkon tai Fingridin 110 kV aseman kautta. Suuremmassa kokoluokassa Korian 400/110 kV sähköasemaan liityntä nähdään toteutusvaihtoehtona.
- CO₂ -lähteitä ei alueella ole, joten tällä hetkellä vedyn jatkojalosteita varten se tulisi kuljettaa paikalle. Rautatieverkon ansiosta kuitenkin esimerkiksi Kymin tehdasintegraatin hiilidioksidipäästöjen kuljettaminen kohteeseen synteettisen metaanin valmistusta ajatellen voisi olla mahdollista.
- Veden saatavuus alueella on melko hyvä prosessivettä ajatellen. Jäähdytyksen järjestäminen vesilähteistä voi tuoda haasteita, mutta yleisesti ilmajäähdytys todettiin mahdolliseksi vaihtoehdoksi, kunhan muut tarvittavat kriteerit vetytaloudelle täyttyvät.
- Alueella ei todettu olevan hukkalämmön hyödyntäjiä. Kouvolan kaukolämpöverkko on kuitenkin saavutettavalla etäisyydellä, jos verkko tarvitsisi vedyntuotannon tuottamaa hukkalämpöä. Lisäksi KSS on laajentamassa verkkoaan ja on odotettavissa, että kaukolämpöputkea tulee kohdealueelle vuoden 2024 aikana.
- Jakelun osalta kohteen pisteet kertyivät maantien ja kaasunverkon läheisyydestä sekä junaradan läheisyydestä. Alueen RRT-terminaali voi tuoda lisää synergioita, mikäli sitä voidaan hyödyntää tuotetun polttoaineen lastausta varten.
- Vetytuotteiden potentiaaliset loppukäyttäjät sijaitsevat kriteeristön kannalta liian kaukana, jolloin kohteelle ei kertynyt pisteitä loppukäytön potentiaalista. Kaasuverkko sijaitsee kohteen läheisyydessä, joten metaani voidaan syöttää tarvittaessa verkkoon, mutta pisteytyksen kannalta kaasuverkon sijaintipisteet on allokoitu jakeluosioon.
- Alueen kaavoitusta ollaan kehittämässä teolliselle toiminnalle sopivaksi, mikä lisää potentiaalia vedyntuotannolle.
- Uusiutuvan energian kannalta alueella ei ole merkittävää potentiaalia lukuun ottamatta peltoalueita.

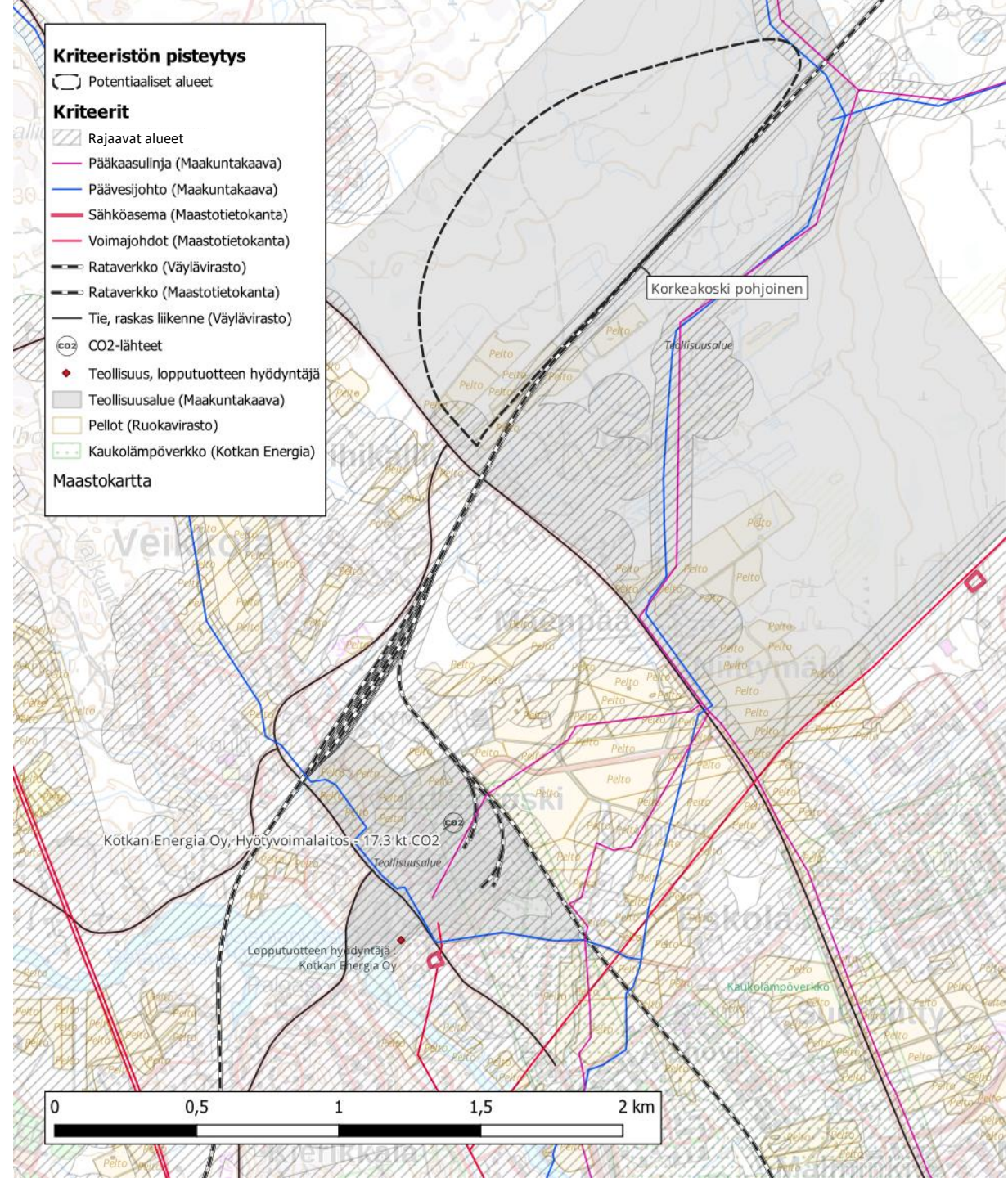
Havainnot ja parannustarpeet kohteessa vetytaloutta silmällä pitäen

- Alueella on yleisesti hyvä infra vedyn tuotantoa varten ja tilaa rakentaa. Alue on osittain lähellä asuinalueita, joten toiminnan turvallisuus tulee huomioida hyvin.
- Jatkojalosteille potentiaalinen skenaario olisi metaanin syöttö kaasuverkkoon, mutta CO₂-lähde puuttuu lähistöltä. Ammoniakin tuotanto saattaa olla potentiaalisin jatkojalostusmuoto terminaalin läheisyyden ja sitä kautta etenkin satamaan kuljetettavuuden vuoksi.
- Hukkalämpöä voitaisiin hyödyntää kaukolämpöä varten, vaikkakin liityntäalue ei ole aivan alueen vieressä. Kouvolan kaukolämpöverkko on saavutettavalla etäisyydellä.

2. KORKEAKOSKI-POHJOINEN

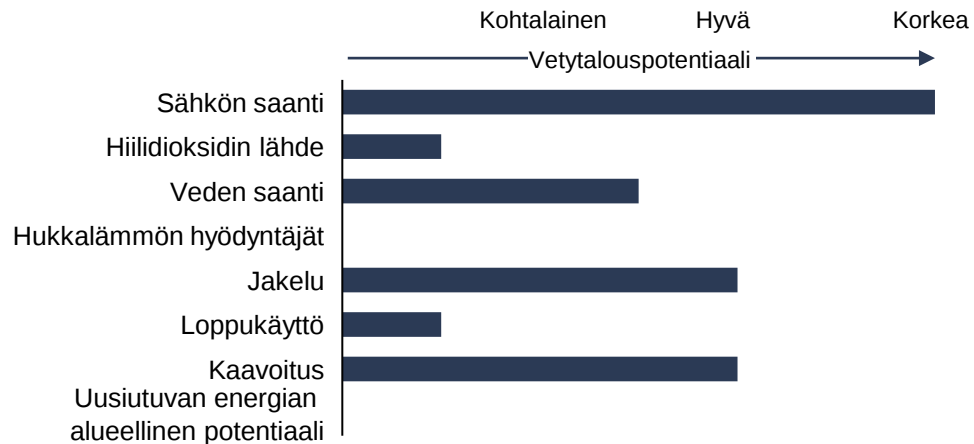
Korkeakoski-pohjoinen sijaintikohteena

- Korkeakoski sijaitsee Kotkassa Kymijoen Korkeakoskenhaaran itäpuolella. Tunnistettu alue on kaavoitettu maakuntakaavassa teollisuusalueeksi, ja sijaitsee melko lähellä Kymin rautatieasemaa. Kohdealueeksi ympyröity alue on kooltaan noin 35 ha.
- Vesi- ja maakaasuputkisto kulkevat kohdealueen vieressä. Lähimpään voimajohtoon ja muuntoasemaan on hieman pidempi matka.
- Alueelta on lyhyet etäisyydet Kymin rautatieasemalle sekä valtateille, mikä tuo mahdollisuuksia lopputuotteen kuljetukseen.
- Alueen lähellä on Kotkan Energian Hyötyvoimalaitos, jonka CO₂-päästöt vuoden 2021 päästötiedoilla on ollut 17,3 kt CO₂. Sama laitos voisi teoreettisesti myös olla synteettisen metaanin loppukäyttäjä (tukipoltto ja huippukattilat), mikä osaltaan mahdollistaisi kiertotalouden konseptia. Tukipolttoainekäyttö ja huippukattiloiden käyttämä maakaasun määrä on kuitenkin pientä verrattuna tarkastellun vetykonseptin kokoluokkaan.



Korkeakosken pohjoisosan teollisuudelle kaavailtu alue voisi tarjota sijaintikohteen erilaisille vetykonsepteille

KOHTEN POTENTIAALI KRITEREITTÄIN



Korkeakoski-pohjoinen voisi osoittautua sopivaksi kohteeksi metaanin tai metanolin pienemmälle tuotannolle ja/tai laajamittaiselle vedyn tuotannolle. Kaavoitusmielessä teollisuuskaava voi helpottaa hankkeen toteuttamista alueelle.

Potentiaali

- Kohde sai korkeat pisteet sähkön saannin kriteeristössä. Liityntä Kymin sähköasemaan nähdään toteuttamiskelpoisena. Suora liityntä on siis mahdollinen lähellä olevalle kantaverkon 400/110 kV sähköasemalle.
- Kotkan Energian Hyötyvoimalaitos sijaitsee melko lähellä kohdetta, mikä lisäisi vetytalouspotentiaalia, jos hiilidioksidia olisi käytettävissä uuteen P2X-tuotantolaitokseen. Hyötyvoimalaitoksen hiilidioksidia on suunniteltu käytettävän toisessa käyttökohteessa, jolloin se ei todellisuudessa nosta kohteen potentiaalia hiilidioksidin saatavuuden kannalta. Näin ollen tällä hetkellä vedyn jatkojalosteita varten hiilidioksidi tulisi kuljettaa paikalle.
- Veden saatavuus alueella on hyvä prosessivettä ajatellen ja vesiputkistoon on lyhyt matka, varsinkin tunnistetun alueen pohjoispuolella. Jäähdytyksen kannalta veden saanti vaikuttaa haasteellisemmalta, koska läheisyydessä ei ole vesistöä ja etenkin suorat reitit vesistöjen suuntaan kulkisivat vahvasti rakennettujen alueiden läpi. Harkittavaksi jää ilmalauhdutus jäähdytysmuotona.
- Alueella ei todettu olevan valmiiksi hukkalämmön hyödyntäjiä lyhyen matkan päässä. Kotkan kaukolämpöverkkoon voi olla kuitenkin mahdollista liittyä, jos verkossa tarvittaisiin lisää tasaisesti tuotettua lämpöä.
- Jakelun osalta kohteen pisteet kertyivät maantien, rautatien ja kaasunverkon läheisyydestä. Kohdealueella on hyvin tilaa, mikä mahdollistaisi esim. junaterminaalin rakentamisen lopputuotteiden kuljetusta varten. Kohteen tulevaisuuden suunnitelmissa on huomioon otettava radan eteläpuolelle kaavailtu akkuteollisuuden keskittymä ja sen alueelliset vaikutukset.
- Kotkan energian hyötyvoimalaitos ja sen tarvitsema tukipolttoaine sekä varakattilan polttoainekäyttö voisivat tarjota teoreettisen loppukäyttäjän metaanille. Todellisuudessa tukipolttoainekäyttö ja huippukattiloiden käyttämä maakaasun määrä on kuitenkin pientä verrattuna tarkastellun kokoluokan synteettisen metaanin tuotantoon.
- Kaavoituksen osalta kohde sai hyvät pisteet sijaitessaan maakuntakaavan teollisuusalueella.
- Uusiutuvan energian alueellisen potentiaalın osalta alueella ei tunnistettu merkittävää potentiaalia, vaikka kohteen alueella sijaitsee pienet peltopalstat. Oletettavasti alueelle ei ole suunnitteilla uusiutuvan energian tuotantoa vaan ennemmin teollista toimintaa.

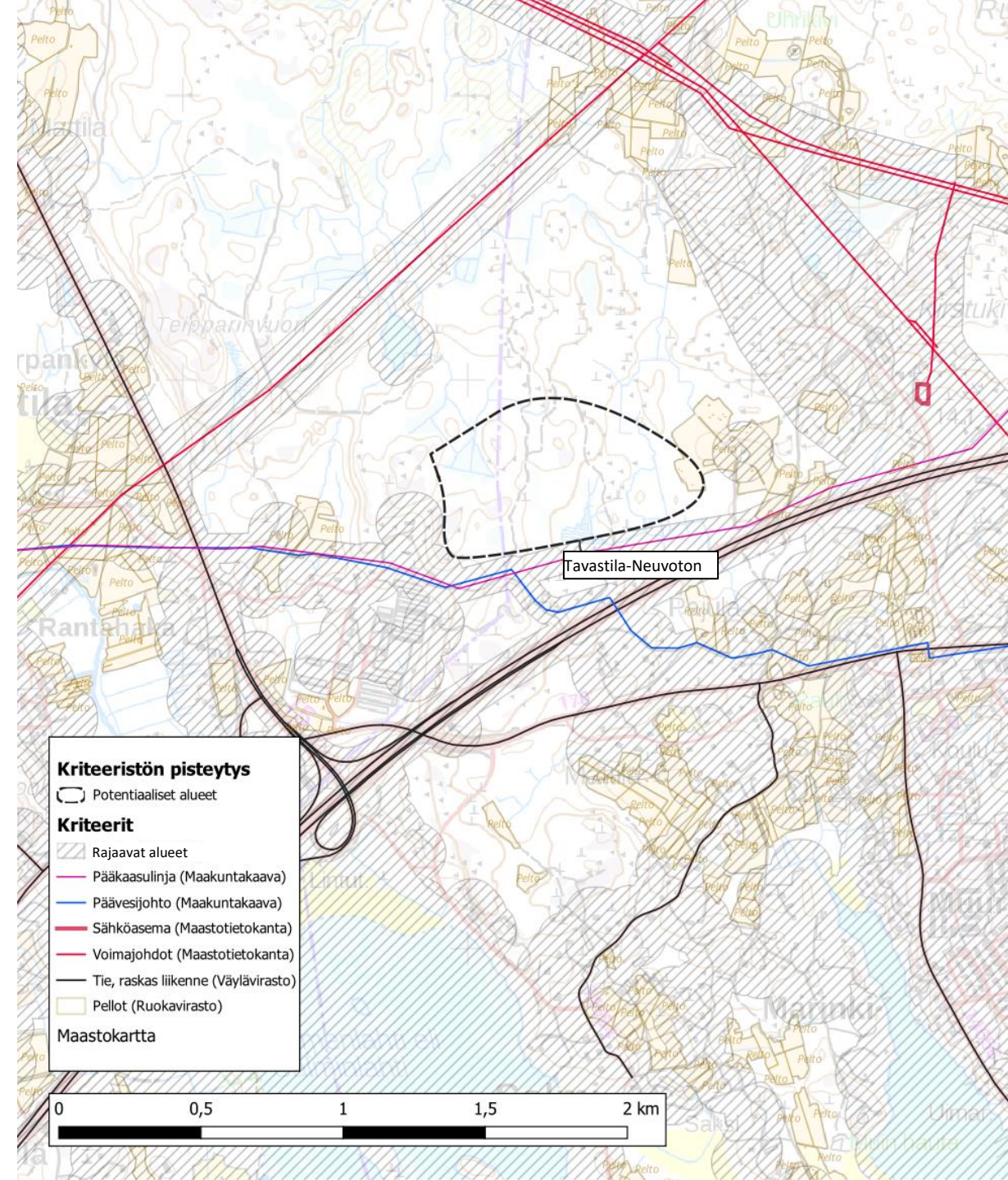
Havainnot ja parannustarpeet kohteessa vetytaloutta silmällä pitäen

- Alueella on yleisesti hyvä infra vedyn tuotantoa varten ja tilaa rakentaa lastausinfraa rautatien varteen.
- Kohteessa on arvioitava, miten esimerkiksi Kotkan kaukolämpöön voitaisiin liittyä mahdollista hukkalämmön hyödyntämistä ajatellen.

3. TAVASTILA-NEUVOTON

Tavastila-Neuvoton sijaintikohteena

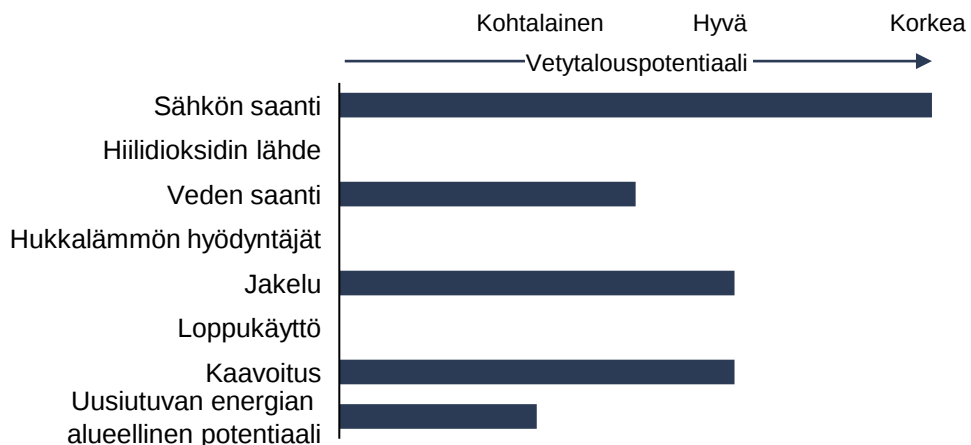
- Tavastila-Neuvoton sijaitsee Kotkan ja Haminan raja-alueella. Tunnistettu alue on houkutteleva laajamittaiseen vedyn tuotantoon, sillä alueella on lyhyt etäisyys voimajohtoihin sekä vesiverkostoon. Kohdealueeksi ympyröity alue on n. 30 ha, jonka sisälle mahtuisi laajamittaista vedyn tuotantoa.
- Kohde sijaitsee lähellä E18-maantietä ja sijainti eteläisessä osassa Kymenlaaksoa tarjoaa potentiaalia kuljetuksille Kotkan ja Haminan satamiin.
- Kotkan-Haminan seudun strategisen vaiheyleiskaavan 2040 mukaan ja haastattelujen perusteella aluetta kaavaillaan teolliselle toiminnalle tulevaisuudessa. Tässä valossa alueella olisi selvää potentiaalia vedyntuotannon kannalta uutena kohteena.



3. TAVASTILA-NEUVOTON – KRITEEREIDEN TÄYTTYMINEN

Jos aluetta saadaan kehitettyä teollista toimintaa tukevaksi, kohde voi osoittautua vetytaloudelle sopivaksi sijanniksi

KOHTEEN POTENTIAALI KRITEEREITTÄIN



Tavastila-Neuvoton -alueella saattaa olla potentiaalia vedyn tuotannolle, jos alueen kehitys edistyy teollista toimintaa ja vedyntuotantoa tukevaan suuntaan. Sijainti on sähköverkkoon liitynnän kannalta hyvä.

Potentiaali

- Kohde sai korkeat pisteet sähkönsaannin kannalta, sillä se sijaitsee sähköaseman ja voimalinjojen läheisyydessä. Suora liityntä on mahdollinen kantaverkon 400/110 kV sähköasemalle.
- CO₂-lähteitä ei alueella ole, joten tällä hetkellä vedyn jatkojalosteita varten se tulisi kuljettaa paikalle.
- Veden saatavuus prosessiveden osalta on hyvä, päävesijohdon kulkiessa kohteen välittömässä läheisyydessä. Jäähdytyksen kannalta ratkaistavaksi jää kuinka pitkälle jäähdytysveden putkistoa on kannattavaa rakentaa ja että voisivatko ilmalauhduttimet toimia ratkaisuna prosessin jäähdytykselle.
- Alueella ei todettu olevan hukkalämmön hyödyntäjiä. Kotkan ja Haminan kaukolämpöverkostot ovat todennäköisesti liian kaukana perustelemaan siihen liittyviä investointeja.
- Jakelun osalta kohteen pisteet kertyivät maantien ja kaasunverkon läheisyydestä.
- Vetytuotteiden potentiaaliset loppukäyttäjät sijaitsevat kriteeristön kannalta kaukana, jolloin kohteelle ei kertynyt pisteitä loppukäytön potentiaalista.
- Vedyntuotannon potentiaalia arvioidessa erityisesti alueen kehityssuunnitelmat ja tavoitteet tulevaisuuden käytölle nostavat alueen potentiaalia. Aluetta kaavaillaan teollisuusalueeksi ja kun aluetta aletaan rakentaa rakentamattomaan ympäristöön, mahdolliset haasteet mm. suojaetäisyyksien tai rajaavien kriteerien osalta ovat hyvällä suunnittelulla vältettävissä.
- Uusiutuvan energian alueellisen potentiaalin osalta kohde sai lisäpisteitä peltoalueella sijaitsemisesta.

Havainnot ja parannustarpeet kohteessa vetytaloutta silmällä pitäen

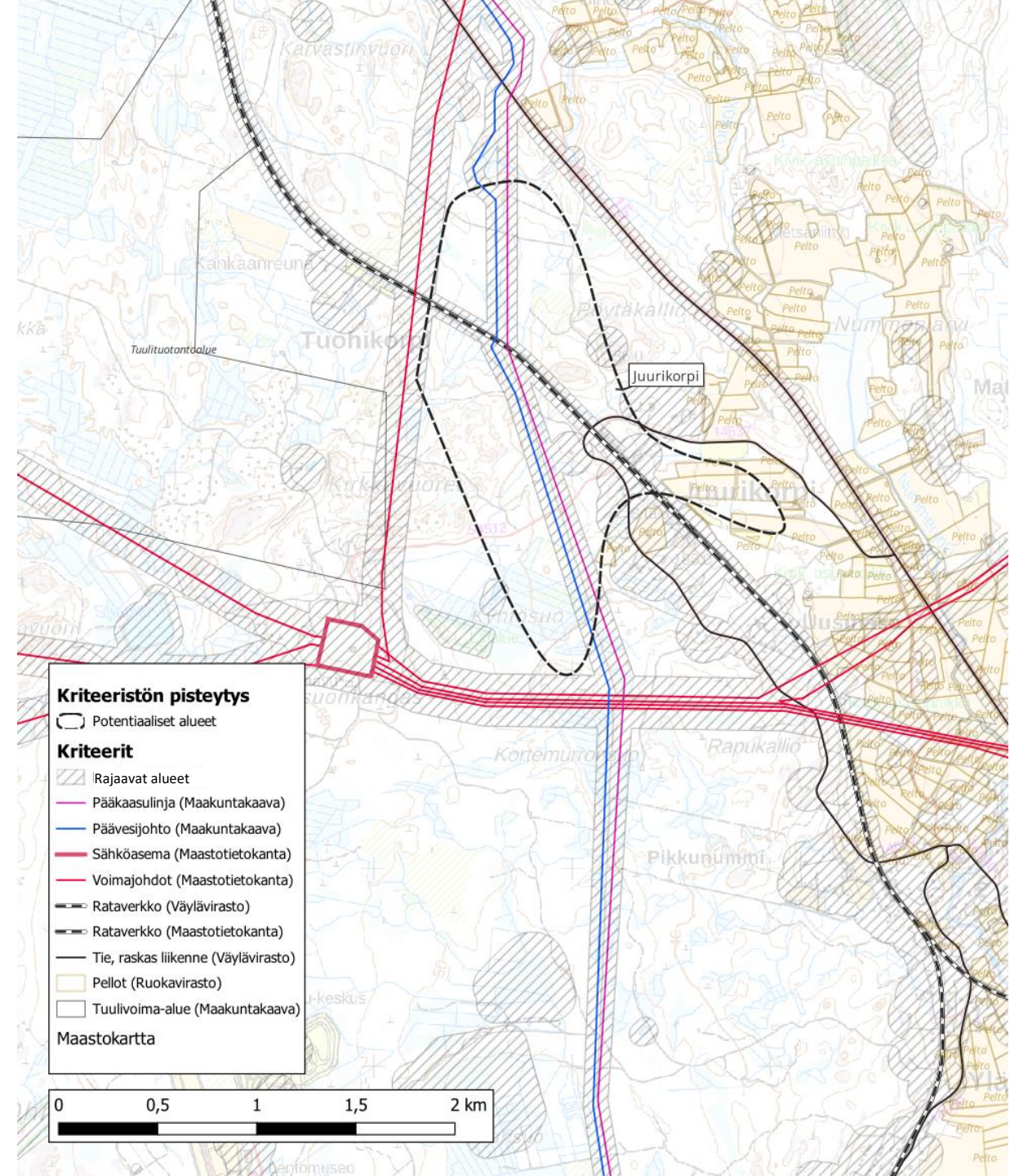
- Alueella on tilaa rakentaa ja yleisesti hyvä infra vedyn tuotantoa varten.
- Synteettisen metaanin ja metanolin valmistamista varten tarvittavaa hiilidioksidia ei ole saatavilla lähietäisyydeltä. Ammoniakin valmistus voisi kuitenkin olla mahdollinen vaihtoehto.
- E18-tien läheisyys mahdollistaisi nesteytetyn vedyn tai ammoniakin kuljetuksen esimerkiksi Kotkan tai Haminan satamiin.
- Alueen eduksi voidaan arvioida kaavailu tulevaisuuden teollisuusalueeksi.

*) Haminan kaukolämpöverkosta ei ole saatu sijaintitietoja

4. JUURIKORPI

Juurikorpi sijaintikohteena

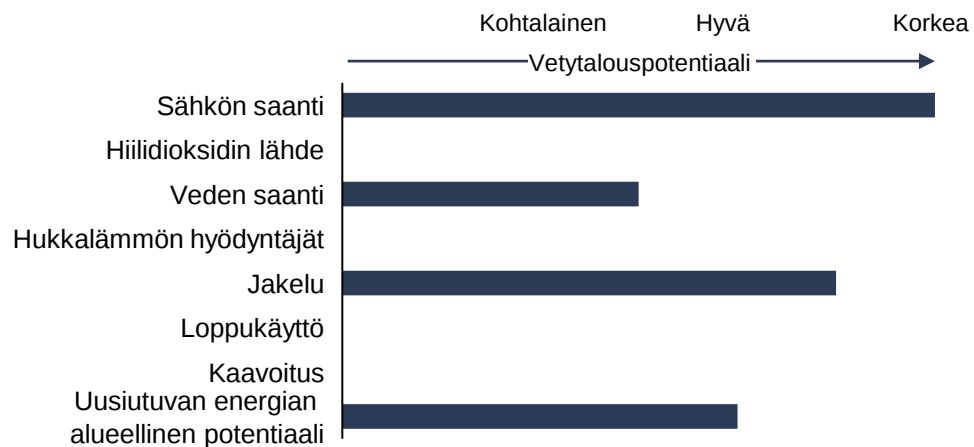
- Juurikorpi voi osoittautua hyväksi sijainniksi suuren luokan vedyn tuotannolle. Alueelle on kaavailtu laajaa tuulituotantoaluetta, lisäksi houkuttelevuutta tuo alueen läheisyys sähköasemaan ja voimajohtoihin. Kohdealueeksi ympäröity alue on n. 250 hehtaaria, jonka sisälle mahtuisi laajamittaista vedyn tuotantoa.
- Alueella olisi mahdollisuus ottaa käyttöön Juurikorven rautatieasema, johon henkilöliikenne ei pysähdy. Näin ollen vety voitaisiin kuljettaa nesteytettynä junaraiteita pitkin satamaan ja sitä kautta globaalille markkinalle.
- Toinen mahdollisuus voisi olla syöttää vety paineistettuna vetyverkostoon, jos tulevan vetyputken reitti kulkisi Kouvola-Kotka –välillä ja mukailisi nykyistä maakaasuverkkoa.
- Hyvän kuljetusinfraan myötä myös ammoniakkin valmistus voi olla houkutteleva vaihtoehto alueella.



4. JUURIKORPI – KRITEEREIDEN TÄYTTYMINEN

Juurikorven alue voi osoittautua potentiaaliseksi kohteeksi suuren kokoluokan vedyntuotannon kannalta, jos prosessin jäähdytykselle löydetään kannattava ratkaisu

KOHTEN POTENTIAALI KRITEEREITTÄIN



Juurikorven alueella voisi olla mahdollisuus tuottaa laajamittaisesti vetyä ja/tai ammoniakkia. Nämä voidaan kuljettaa junarataa pitkin Kotkan tai Haminan satamiin. Lyhyt etäisyys Kymin sähköasemaan tarjoaa hyvät mahdollisuudet sähköverkkoon liitynnälle. Kohteen lähellä ei sijaitse suuria vesistöjä, mikä voi aiheuttaa haasteita jäähdytykselle. Ilmalauhduttimet ovat kuitenkin potentiaalinen ratkaisu.

Potentiaali

- Kohde sai korkeat pisteet sähköyhteyksien kannalta, sillä se sijaitsee Kymin sähköaseman ja voimalinjojen läheisyydessä. Suora liityntä on siis mahdollinen lähellä olevalle kantaverkon 400/110 kV sähköasemalle. Lisäksi maakuntakaavan tuulivoima-alue nostaa alueen houkuttelevuutta.
- CO₂-lähteitä ei alueella ole.
- Veden saatavuus alueella arvioidaan melko hyväksi, koska vesiputkistoon on lyhyt matka. Kohteen läheisyydessä ei ole suuria vesistöjä, mikä voi tuoda haasteen jäähdytysveden järjestämisessä kohteeseen. Kuten muissakin vastaavissa kohteissa, ilmajäähdytyksen harkitseminen tulee kyseeseen tuotantoprosessin jäähdytysvaihtoehtona.
- Alueella ei todettu olevan hukkalämmön hyödyntäjiä.
- Jakelun osalta kohteen pisteet kertyivät maantien, rautatien ja kaasunverkon läheisyydestä. Juurikorven rautatieasema on myös hyvin lähellä, ja sen yhteyteen voisi mahdollisesti rakentaa vedyn lastausinfraa.
- Vetytuotteiden potentiaaliset loppukäyttäjät sijaitsevat kriteeristön kannalta kaukana, jolloin kohteelle ei kertynyt pisteitä loppukäytön potentiaalista. Loppujaloste joudutaan kuljettamaan pidemmälle matkalle, jolloin investointi- ja operointikustannukset nousevat.
- Kohde on ainakin suurimmalta osin kaavoittamatonta aluealuetta, joten kaavoitus alueelle tulisi aloittaa alusta ja saattaa vedyntuotannolle sopivaksi.
- Uusiutuvan energian alueellisen potentiaalin osalta kohde sai lisäpisteitä aurinkotuotantoalueen läheisyydestä ja peltoalueesta.

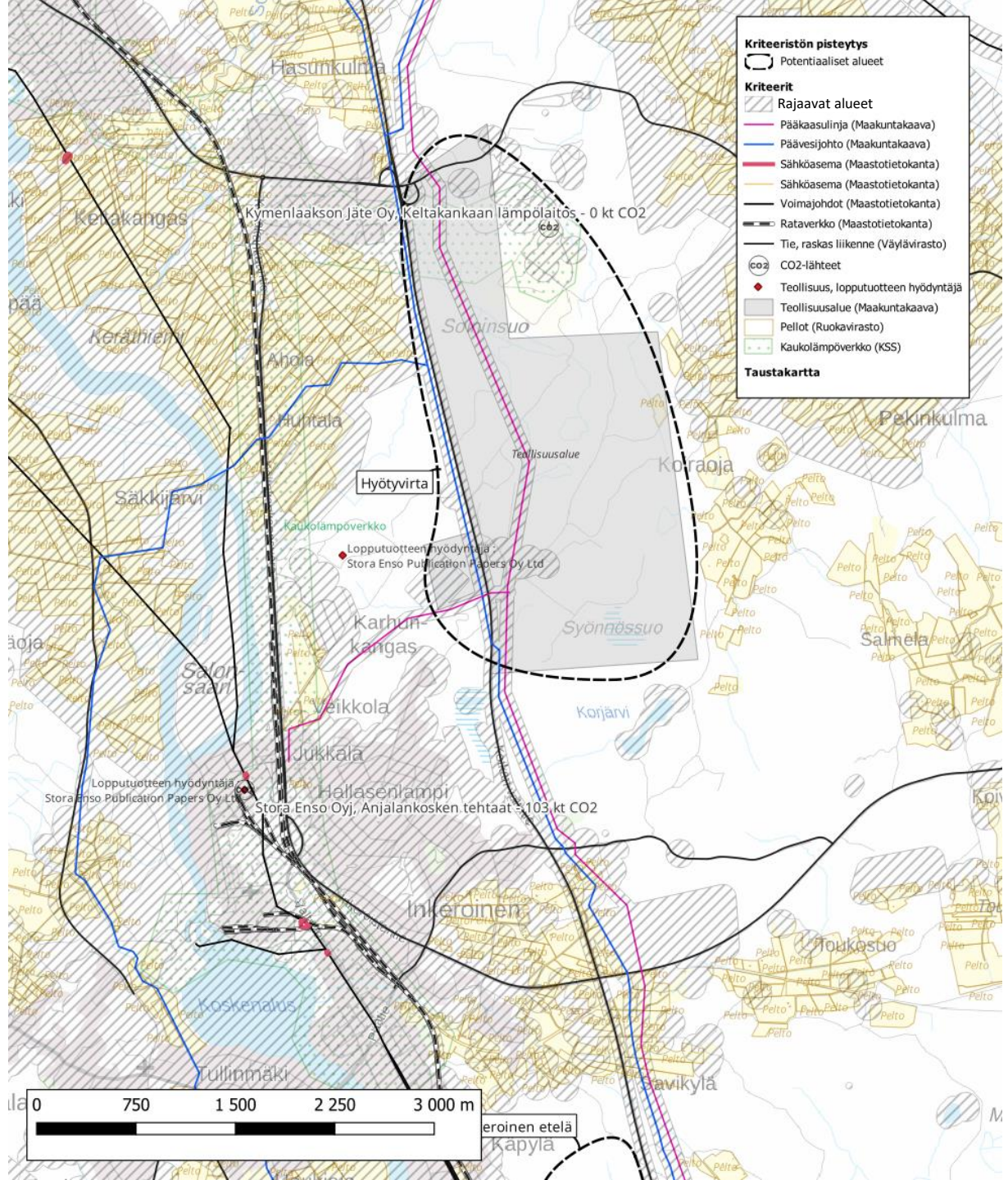
Havainnot ja parannustarpeet kohteessa vetytaloutta silmällä pitäen

- Alueella on yleisesti hyvä infra vedyn tuotantoa varten ja tilaa rakentaa. Junaradan pohjoispuoli vaikuttaisi olevan paras alue vedyn tuotannolle. Tällöin vesi- ja mahdollinen vetyputki ei joutuisi alittamaan junarataa. Lisäksi ylimääräiset raiteet sijaitsevat tällä puolella, joten lastauslaiturin rakentaminen onnistuisi pohjoispuolelle paremmin.
- Metaanin tuotantoa ajatellen maakaasuputki kulkee lähellä kohdetta, mutta hiilidioksidin lähde puuttuu.
- Mikäli mahdollisesti tuleva vetyputkisto sijaitsisi maakaasuputkiston lähistöllä, Korian alueelta voi olla mahdollista syöttää vetyä valtakunnalliseen verkostoon.

5. HYÖTYVIRTA

Hyötyvirta sijaintikohteena

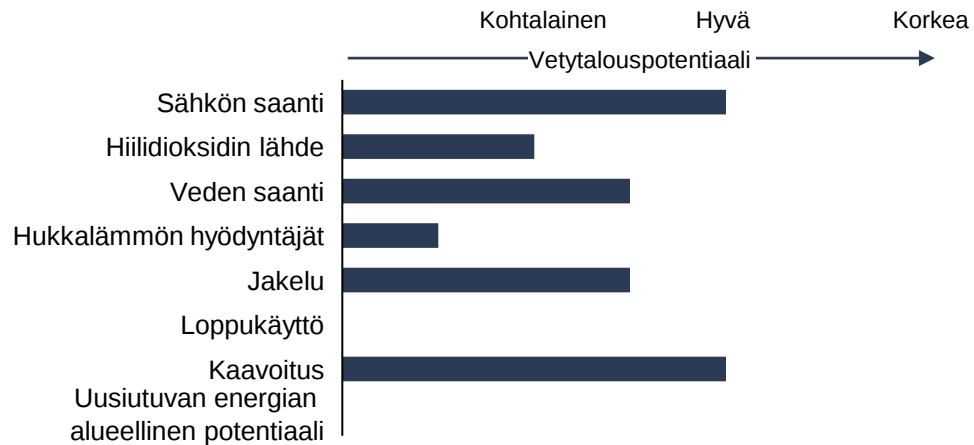
- Hyötyvirran alue sijaitsee Inkeröisissä, Keltakankaan alueen itäpuolella. Kohdealueeksi ympäröity alue nousi erityisesti esille projektin työpajakeskusteluissa ja haastatteluissa, alueen suunnitellun teollisen käyttötarkoituksen vuoksi. Kohdealueen koko on luokkaa 400 hehtaaria ja alueella voisi mahdollisen vedyntuotannon lisäksi toimia muutakin teollisuutta.
- Tunnistetun alueen vieressä kulkee vedyntuotantoon tarvittavaa infraa kuten kaasu- ja vesilinjat sekä maantie.
- Stora Enson Anjalankosken tehtaat sijaitsevat lähellä ja tuottavat vuosittain 103 kt CO₂ päästöjä, mitä voitaisiin hyödyntää metaanin tai metanolin valmistukseen.
- Maakaasun päälinja on reititetty 15-tien myötäisesti kohteen välittömässä läheisyydessä, joten liityntä kaasuverkkoon nähdään mahdollisena, jos sille olisi tarvetta esim. synteettistä metaania tuottaessa. Jos kaavailtu vetyputkisto noudattaisi reitiltään nykyistä maakaasuverkkoa Kouvola-Kotka -välillä, kohde sijaitisi myös sen kannalta suotuisalla sijainnilla.



5. HYÖTYVIRTA- KRITEEREIDEN TÄYTTYMINEN

Hyötyvirran alue tarjoaisi teollisuudelle kaavaillun sijainnin mahdollisilla vetytaloutta tukevilla piirteillä

KOHTEEN POTENTIAALI KRITEEREITTÄIN



Hyötyvirran alueella voisi olla mahdollisuus valmistaa laajamittaisesti vetyä tai sen jatkojalosteita. Alue on kaavoitettu suurimmalta osin teollisuusalueeksi.

Potentiaali

- Kohde sai kriteeristöpisteytyksessä hyvät pisteet sähköyhteyksien kannalta. Liityntä sähköverkkoon voisi olla mahdollinen alueverkon tai Fingridin 110 kV aseman kautta.
- Anjalankosken tehtaat sijaitsevat kohtalaisen lähellä kohdetta. Tehtaat voisivat toimia hiilidioksidin lähteenä metaanin tai metanolin tuotannolle. Hiilidioksidin kuljetus voisi olla mahdollista maanteitse kohteeseen, jos hiilidioksidi olisi saatavilla käyttöön.
- Veden saatavuus alueella on yleisesti melko hyvä. Prosessiveden kannalta päävesijohto kulkee suotuisasti kohteen välittömässä läheisyydessä. Jäähdytysveden kannalta etäisyys Kymijokeen on kohtalainen.
- Kohteen vieressä ei todettu olevan suoria hukkalämmön hyödyntäjiä. Inkeröisen kaupunkialueella on kuitenkin kaukolämpöverkosto, joka ulottuu Anjalankosken tehdasalueelle ja johon voisi olla mahdollista liittyä, jos verkossa olisi tarvetta tasaisesti tuotetulle lisälämmölle.
- Jakelun osalta kohteen pisteet kertyivät etenkin maantien ja kaasuverkon läheisyydestä.
- Vetytuotteiden potentiaaliset loppukäyttäjät sijaitsevat kriteeristön kannalta kaukana, jolloin kohteelle ei kertynyt pisteitä loppukäytön potentiaalista. Loppujaloste joudutaan kuljettamaan pidemmälle matkalle, jolloin investointi- ja operointikustannukset nousevat. Teoriassa lähellä oleva Stora Enson tehdas voisi käyttää vedyntuotannossa sivutuotteena syntyvää happea.
- Kaavoituksellisesti kohde on hyvällä sijainnilla, maakuntakaavan teollisuusalueella. Kouvolan kaupungilla on tavoitteita muuttaa alueen tai sen osan kaavamerkintää T/Kem -toiminnot mahdollistavaksi.
- Kohteessa ei todettu olevan uusiutuvan energiantuotannon alueellista potentiaalia.

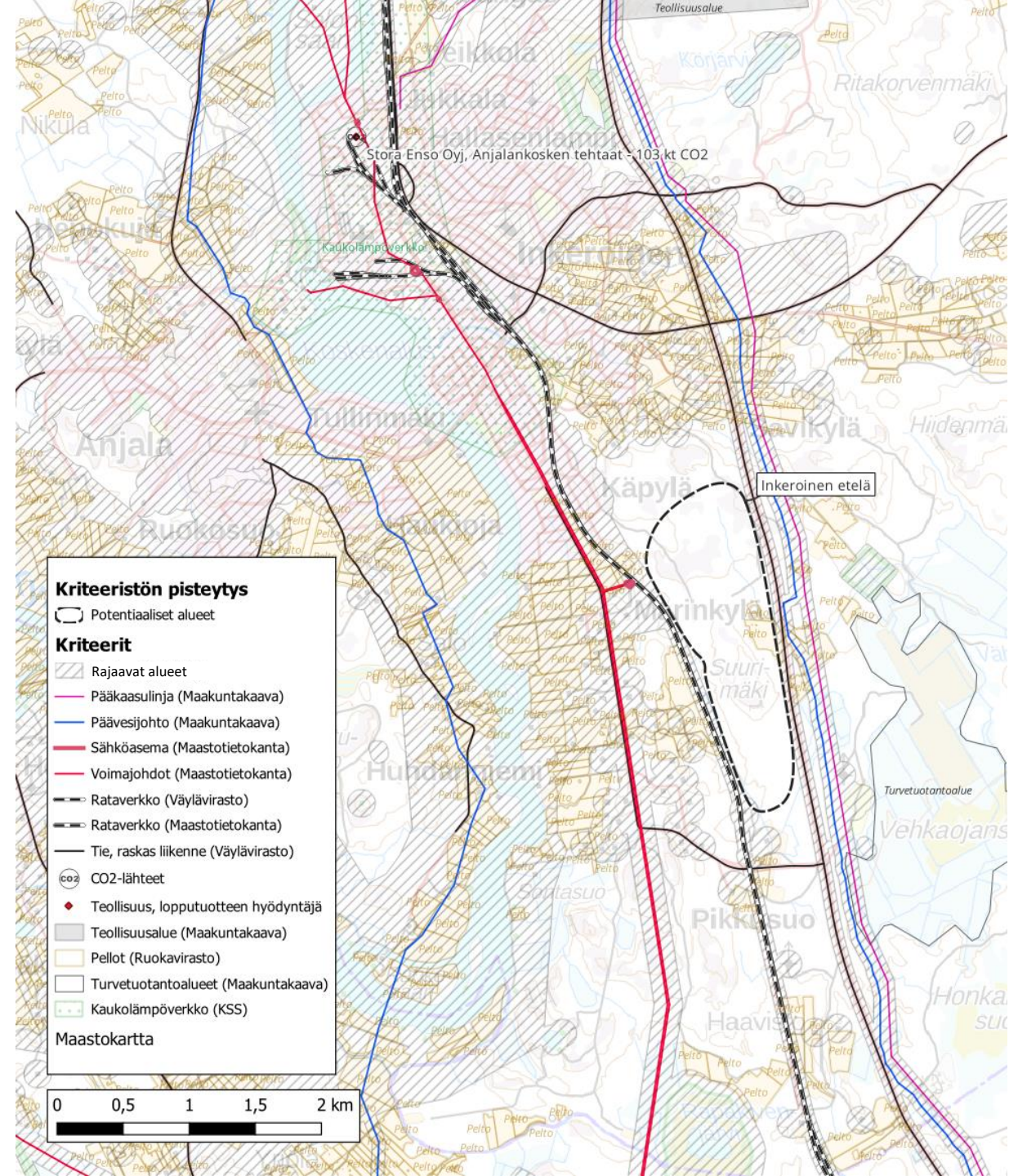
Havainnot ja parannustarpeet kohteessa vetytaloutta silmällä pitäen

- Alueella on yleisesti melko hyvä infra ja veden saanti myös hyvä, perustuen Kymijoen ja päävesijohdon läheisyyteen.
- Teollisuuden käyttäjiä vedylle ei alueella tunnistettu. Mikäli mahdollisesti tuleva vetyputkisto sijaitsisi maakaasuputkiston lähistöllä, alueelta voisi olla mahdollista syöttää vetyä valtakunnalliseen verkostoon.
- Suuressa mittakaavassa tuotettu vety tuottaa suuren määrän hukkalämpöä. Mikäli hukkalämmön määrä on paljon suurempi kuin Inkeröisen alueella tarvittu lämpömäärä, hukkalämpöä ei pystytäkään hyödyntämään suoraan.

6. INKEROINEN, ETELÄ

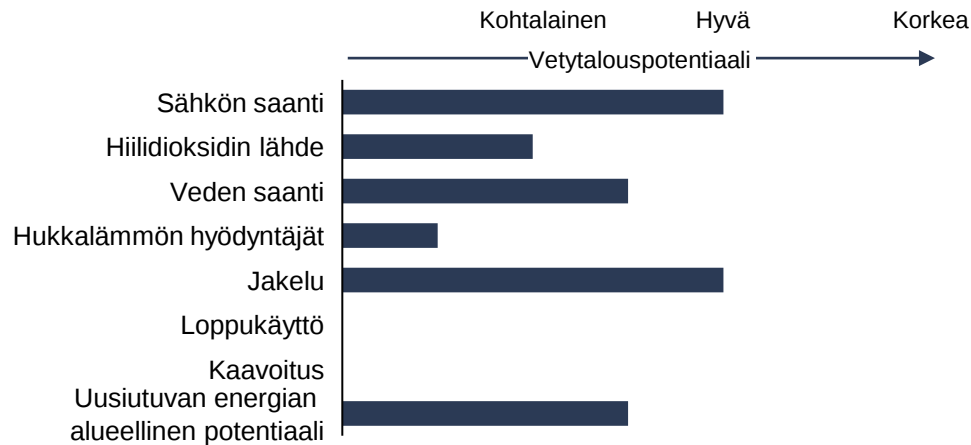
Inkeroinen, etelä sijaintikohteena

- Inkeroinen sijaitsee entisen Anjalankosken kaupungin alueella, Kymijoen varrella. Junaradan itäpuolella on metsäalueita, joille ei haastattelujen perusteella ollut merkittävää käyttöä ja täten se voisi osoittautua potentiaalisesti kohteeksi vedyn tuotannolle. Kohdealueeksi ympäröity alue on n. 130 hehtaaria, jonka sisällä voisi vedyn tuotannon lisäksi toimia muitakin yritystoimintaa.
- Tunnistetun alueen vieressä kulkee kaikki vedyn tuotantoon tarvittava infra.
- Stora Enson Anjalankosken tehtaat sijaitsevat lähellä ja tuottavat vuosittain 103 kt CO₂ päästöjä, mitä voitaisiin hyödyntää metaanin tai metanolin valmistukseen.
- Maakaasun päälinja on reititetty 15-tien myötäisesti kohteen välittömässä läheisyydessä, joten liityntä kaasuverkkoon nähdään mahdollisena, jos sille olisi tarvetta esim. synteettistä metaania tuottaessa. Jos kaavailtu vetyputkisto noudattaisi reitiltään nykyistä maakaasuverkkoa Kouvola-Kotka -välillä, kohde sijaitisi myös sen kannalta suotuisalla sijainnilla.
- Polttoaineiden ja hiilidioksidin kuljetukseen on hyvin vaihtoehtoja junaradan ja 15-tien sijaitessa aivan vieressä. Polttoaineiden kuljetukset satamaan onnistuisivat myös näiden kautta. Alueen sisälle olisi myös tilaa rakentaa esimerkiksi oma junaterminaali.
- Hyvän jakeluinfran (tiet, rautatiet) myötä myös ammoniakkin valmistus voisi olla houkutteleva vaihtoehto alueella.



Kohde tarjoaa tilankäytöllisesti ja infran kannalta hyviä mahdollisuuksia vetytaloudelle. Hukkalämmön hyödyntämispotentiaali vaikuttaa nykyisellään pieneltä

KOHTEEN POTENTIAALI KRITEREITTÄIN



Inkeröisen alueella on mahdollisuus valmistaa laajamittaisesti vetyä tai sen jatkojalosteita, mutta alue vaatii investointeja infrastruktuuriin. Hukkalämmölle olisi hyvä löytää käyttökohde kokonaispotentiaalin valjastamiseksi.

Potentiaali

- Kohde sai kriteeristö pisteilyssä hyvät pisteet sähköyhteyksien kannalta. Haastattelujen perusteella liityntä sähköverkkoon voisi olla mahdollinen alueverkon tai Fingridin 110 kV aseman kautta.
- Anjalankosken tehtaat sijaitsevat kohtalaisen lähellä kohdetta. Tehtaat voisivat toimia hiilidioksidin lähteenä metaanin tai metanolin tuotannolle. Hiilidioksidin kuljetus voisi olla mahdollista rautateitse tai maanteitse kohteeseen, mikäli hiilidioksidia olisi saatavilla.
- Veden saatavuus alueella on hyvä. Prosessiveden kannalta lännen suuntaan päävesijohtoon liittyttäessä on pidempi matka ja tarve alittaa junarata, kun taas idän suunnan vesiputkea varten joutuisi alittamaan valtatie. Jäähdytysveden kannalta etäisyys Kymijokeen on kohtalainen.
- Kohteen vieressä ei todettu olevan suoria hukkalämmön hyödyntäjiä. Inkeröisen kaupunkialueella on kuitenkin kaukolämpöverkosto, joka ulottuu Anjalankosken tehdasalueelle ja johon voisi olla mahdollista liittyä, jos verkossa olisi tarvetta tasaisesti tuotetulle lisälämmölle.
- Jakelun osalta kohteen pisteet kertyivät maantien, rautatien ja kaasunverkon läheisyydestä. Kohteen alueella on paljon tilaa, mikä mahdollistaisi esim. junaterminalin rakentamisen lopputuotteiden kuljetusta varten.
- Vetytuotteiden potentiaaliset loppukäyttäjät sijaitsevat kriteeristön kannalta liian kaukana, jolloin kohteelle ei kertynyt pisteitä loppukäytön potentiaalista. Loppujaloste joudutaan kuljettamaan pidemmälle matkalle, jolloin investointi- ja operointikustannukset nousevat.
- Kohde on kaavoittamatonta aluetta, joten kaavoitus alueelle tulisi aloittaa alusta ja saattaa vedyntuotannolle sopivaksi.
- Uusiutuvan energian alueellisen potentiaalin osalta kohde sai lisäpisteen osittain peltoalueella sijaitsemisesta. Kohteen läheisyydessä, valtatie 15 itäpuolella sijaitsee myös turvetuotantoalue, joita yleisesti pidetään potentiaalisina alueina aurinkovoiman tuotannolle.

Havainnot ja parannustarpeet kohteessa vetytaloutta silmällä pitäen

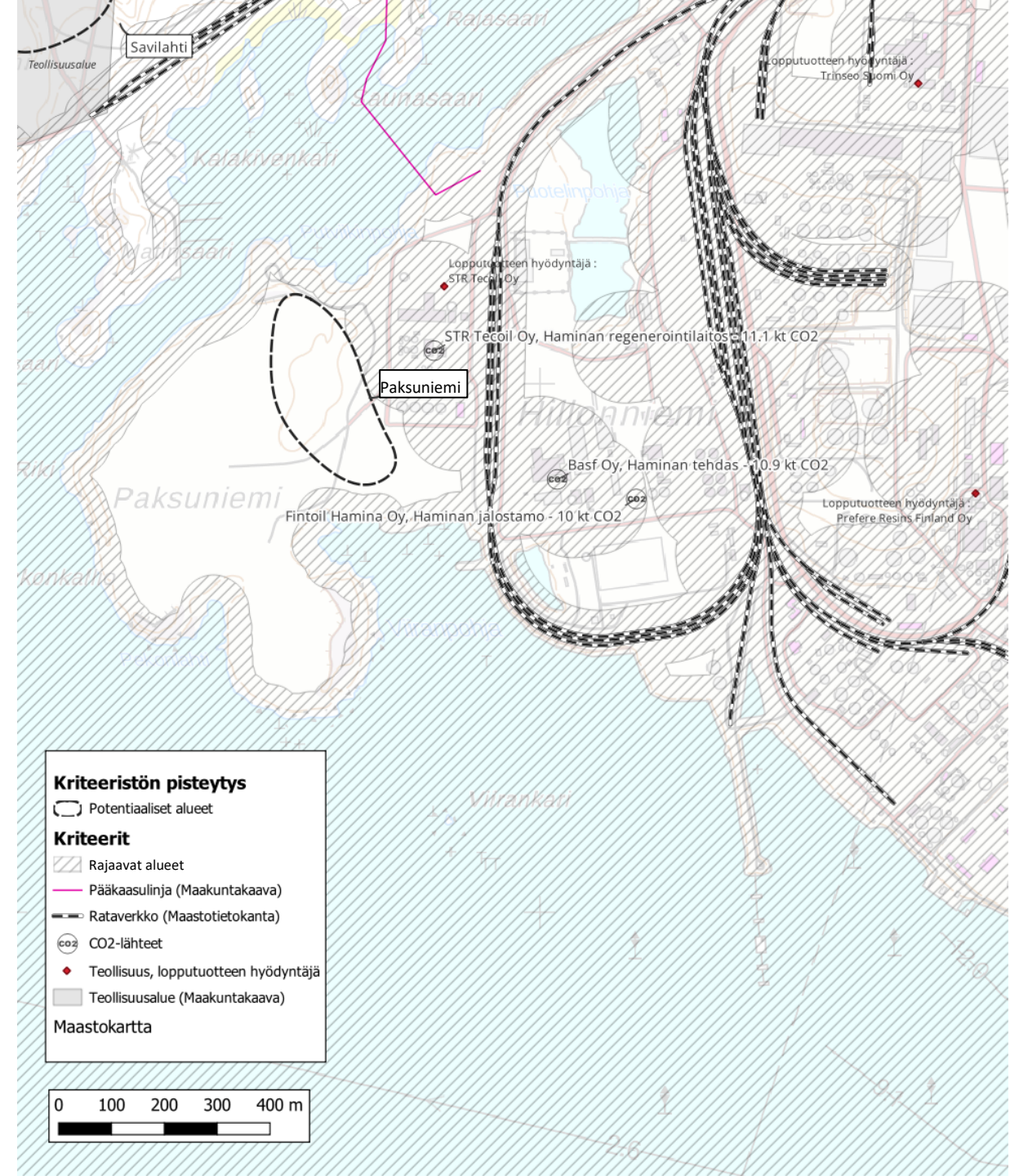
- Alueella on yleisesti hyvä infra vedyn tuotantoa varten ja paljon tilaa rakentaa. Veden saanti saattaa kuitenkin tuottaa rakentamisen ajan haasteita, koska vesiputkien täytyy alittaa joko valtatie tai junarata.
- Mikäli tuleva vetyputkisto sijaitsisi maakaasuputkiston lähistöllä, alueelta voisi olla mahdollista syöttää vetyä valtakunnalliseen verkostoon.
- Suuressa mittakaavassa tuotettu vety tuottaa suuren määrän hukkalämpöä. Hukkalämpöä ei kuitenkaan välttämättä pystytä täysimääräisesti hyödyntämään alueella.

7. PAKSUNIEMI

Paksuniemi sijaintikohteena

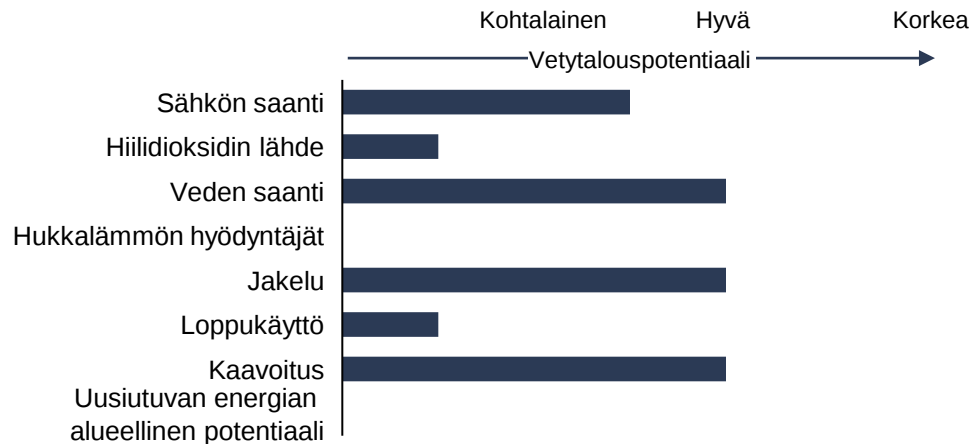
- Paksuniemen alue sijaitsee Haminan sataman länsipuolella, satama-alueen välittömässä läheisyydessä. Alueella ei haastattelujen perusteella ollut merkittävää käyttöä ja täten se voisi osoittautua potentiaalisesti kohteeksi vedyn tuotannolle. Kohdealueeksi ympyröity alue on kooltaan luokkaa 6 ha, mutta koko Paksuniemen kärjessä on arvioitu olevan jopa 30 ha käyttämätöntä maata¹.
- Maakaasun pääkaasulinja on reititetty satamaan ja sijaitsee muutaman sadan metrin päässä kohteesta koilliseen.
- Sataman rataverkko on kohteen välittömässä läheisyydessä, tarjoten vedyn siirtomahdollisuuksia sataman alueella ja mahdollisesti satamasta pois. Satama itsessään voi tarjota mahdollisuuden tuotteiden kuljettamiseen globaalille markkinalle.
- Alueella on kolme CO₂-päästöjä tuottavaa yritystä, joiden yhteenlaskettu CO₂-päästö vuoden 2021 päästötiedoilla on ollut 32 kt CO₂. Kaikki päästöt ovat olleet fossiilista hiilidioksidipäästöä, joten vihreä kriteeri näitä lähteitä hyödyntäen ei tällä hetkellä täytyisi, jos hiilidioksidia hyödynnettäisiin synteettisten polttoaineiden tuotantoon.
 - STR Tecoil Oy, Haminan regenerointilaitos - 11,1 kt CO₂
 - Basf Oy, Haminan tehdas - 10,9 kt CO₂
 - Fintoil Hamina Oy, Haminan jalostamo - 10 kt CO₂
- Julkisten lähteiden² perusteella alueen läheisyydessä on myös kolme teoreettista teollista lopputuotteen käyttäjää:
 - STR Tecoil kuluttaa maakaasua toiminnassaan.
 - Prefere Resins Finland Oy prosessin lähtöaineena käytetään metanolia.
 - Trinseo Suomi Oy:n maakaasukattila voi polttaa maakaasua.

1. Haastattelut alueen toimijoiden kanssa 2. AVI/ympäristöluvat



Paksuniemi todettiin epätodennäköiseksi vetytalouden kohteeksi, koska alueelle toivotaan enemmän satamaliikennettä tuovaa toimintaa

KOHTEEN POTENTIAALI KRITEEREITTÄIN



Paksuniemi olisi puhtaasti kriteerien puolesta kohtalaisen hyvä kohde vetytaloudelle, mutta alueen käytön kannalta kohteeseen toivotaan suurempaa satamaliikennettä tuovaa liiketoimintaa.

Potentiaali

- Kohde sai kohtalaiset pisteet sähkönsaannin kannalta. Haastattelujen perusteella liityntä sähköverkkoon voisi olla mahdollinen alueverkon tai Fingridin 110 kV aseman kautta.
- Vain kriteeristöä tarkastellen kohde sai hyvät pisteet CO₂-lähteistä. Hiilidioksidin lähteiden ollessa tällä hetkellä fossiilisia, vihreiden P2X-tuotteiden valmistus päästökohteiden hiilidioksidista ei ole mahdollista.
- Veden saannin kannalta kohteella todetaan olevan hyvää potentiaalia vetytaloudelle, etenkin jäähdytysveden saannin kannalta. Kohde sijaitsee meren välittömässä läheisyydessä.
- Alueella ei todettu olevan hukkalämmön hyödyntäjiä. Haminan kaukolämpöverkkoon ei ole oletettavasti kuitenkaan pitkä matka kohteesta.
- Jakelun osalta kohteen pisteet kertyivät etenkin sataman infran ja kaasuverkon läheisyydestä.
- Vetytuotteiden potentiaalisia loppukäyttäjiä sijaitsee melko lähellä kohdetta.
- Kaavoituksen osalta kohde kuuluu satama-alueeseen ja alueella on osittain T/Kem-kaavaa voimassa**.
- Kohteessa ei todettu olevan uusiutuvan energian alueellista potentiaalia.

Havainnot ja parannustarpeet kohteessa vetytaloutta silmällä pitäen

- Oletettavasti itse alueen yleinen infra ei ole valmis, koska alueella ei ole vielä käyttötarkoitusta haastattelujen perusteella.
- Kohteessa on varmistettava riittävä prosessiveden saanti ja jäähdytysveden järjestelyt. Jäähdytysveden osalta sijainti meren välittömässä läheisyydessä voi osoittautua suotuisaksi.
- Kaavoitus on saatettava yhteistyössä kunnan kanssa vedyntuotannolle sopivaksi.
- Sataman haastattelussa alue mainittiin käyttökelpoisena tonttitilana, mutta tontille olisi ensisijaisesti saatava toimintaa, mikä kasvattaisi liikennöintiä tai tukisi sataman toimintaa. Vedyn tuotannon ei arvioida tuottavan riittävästi liikennöintiä sataman tavoitteisiin nähden.

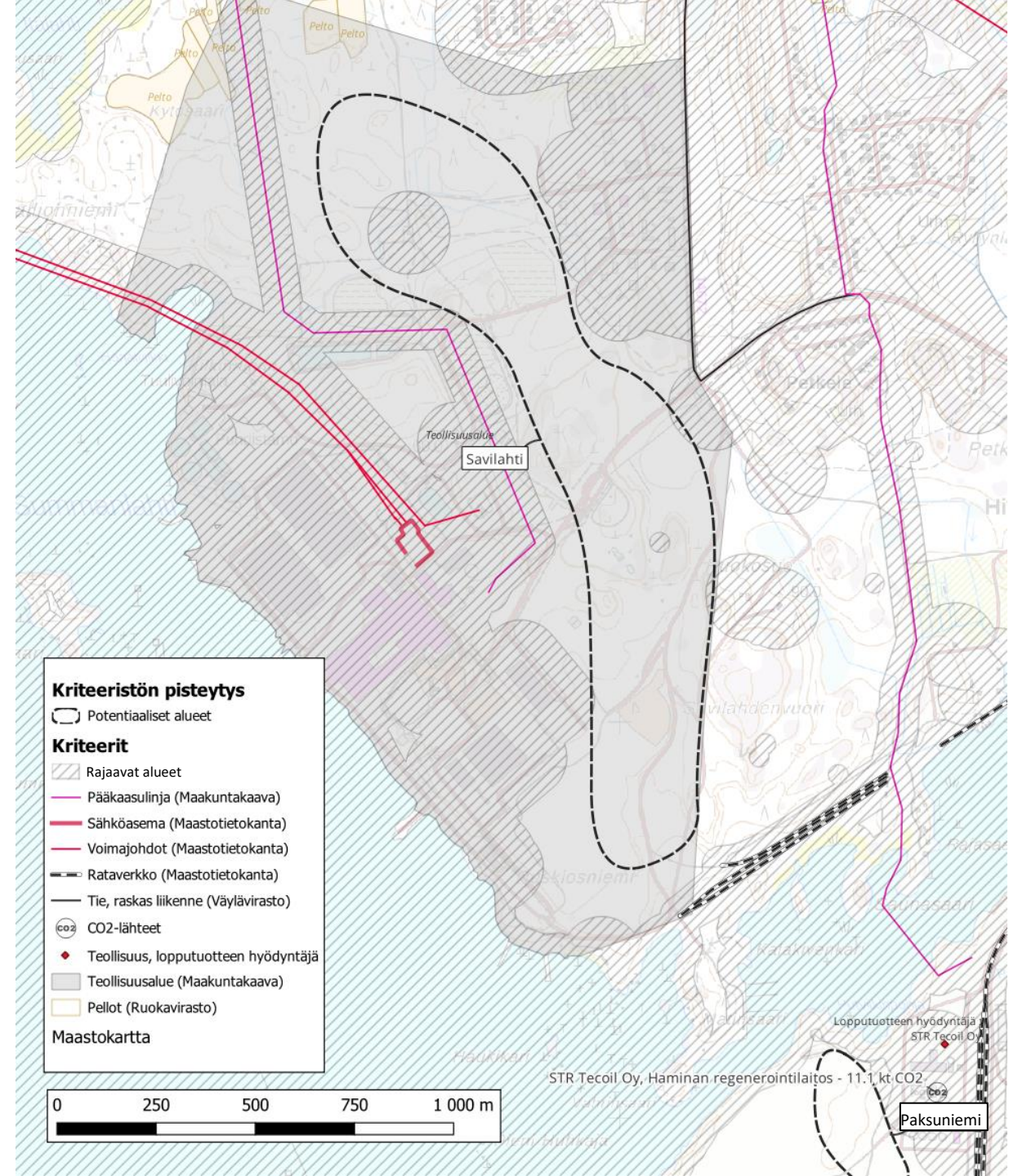
*) Haminan kaukolämpöverkosta ei ole saatu sijaintitietoja **) Työpajan keskustelun mukaan

8. SAVILAHTI

Savilahti sijaintikohteena

- Savilahden alue sijaitsee Haminan sataman luoteispuolella, satama-alueen välittömässä läheisyydessä. Kohdealueeksi ympäröity alue on kooltaan noin 70 ha. Tontin omistaa Tuike Finland Oy, joka on laajentamassa datakeskusten määrää alueella. Alueen lähistöllä on mm. myös liito-oravien elinalueita¹. Näin ollen todennäköisesti käytettävissä oleva alue on ympäröity kohdealuetta pienempi.
- Alueella on sähköasema, voimajohtoja ja kohde sijaitsee meren rannalla.
- Pääkaasulinjat sijaitsevat molemmin puolin tarkasteltavaa aluetta.
- Sataman rataverkko on kohteen välittömässä läheisyydessä, tarjoten vedyn siirtomahdollisuuksia sataman alueella ja mahdollisesti satamasta pois. Satama itsessään voisi tarjota mahdollisuuden tuotteiden kuljettamiseen maailmalle.
- Satamassa on kolme CO₂-päästöjä tuottavaa yritystä, joiden yhteenlaskettu CO₂-päästö vuoden 2021 päästötiedoilla on ollut 32 kt CO₂. Kaikki päästöt ovat olleet fossiilista hiilidioksidipäästöä, joten vihreä kriteeri näitä lähteitä hyödyntäen ei tällä hetkellä täytyisi, jos hiilidioksidia hyödynnettäisiin synteettisten polttoaineiden tuotantoon.
 - STR Tecoil Oy, Haminan regenerointilaitos - 11,1 kt CO₂
 - Basf Oy, Haminan tehdas - 10,9 kt CO₂
 - Fintoil Hamina Oy, Haminan jalostamo - 10 kt CO₂
- Julkisten lähteiden² perusteella alueen läheisyydessä on myös kolme mahdollista teollista lopputuotteen käyttäjää:
 - STR Tecoil kuluttaa maakaasua toiminnassaan.
 - Prefere Resins Finland Oy prosessin lähtöaineena käytetään metanolia.
 - Trinseo Suomi Oy:n maakaasukattila voi polttaa maakaasua.

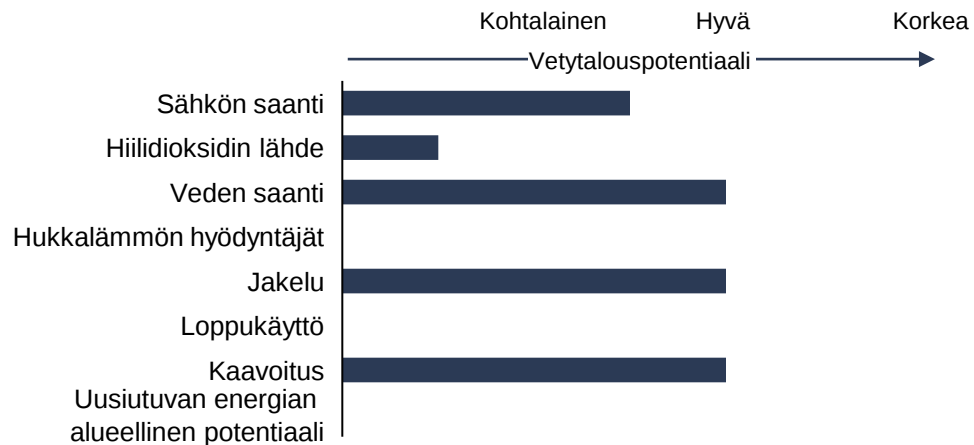
1. YVA-ohjelma, Tuike Finland Oy 2. AVI/ympäristöluvut



8. SAVILAHTI – KRITEEREIDEN TÄYTTYMINEN

Kohteen potentiaali vedyntuotannolle arvioitiin lopulta melko vähäiseksi etenkin aluevarausten vuoksi. Alueella täyttyy kuitenkin osa merkittävistä vetytalouden kriteereistä

KOHTEEN POTENTIAALI KRITEREITTÄIN



Potentiaali

- Kohde sai kohtalaiset pisteet sähkösaannin kannalta. Haastattelujen perusteella liityntä sähköverkkoon voisi olla mahdollinen alueverkon tai Fingridin 110 kV aseman kautta, mutta 400/110 kV Fingridin asemiin etäisyys on jo pitkä ja reititys haasteellista.
- CO₂-lähteistä kohde sai pisteitä kriteeristössä, perustuen STR:n päästöjen läheisyyteen. Hiilidioksidin lähteen ollessa tällä hetkellä fossiilinen, vihreiden P2X-tuotteiden valmistus päästökohteen hiilidioksidista ei ole mahdollista. Näin ollen hiilidioksidilähteen läheisyys arvioidaan lähinnä teoreettisesti potentiaalia lisääväksi tekijäksi. Toisaalta yritys voisi olla myös synteettisen metaanin loppukäyttökohde.
- Veden saannin kannalta kohteella todetaan olevan hyvää potentiaalia vetytaloudelle, etenkin jäähdytysveden saannin kannalta. Kohde sijaitsee meren välittömässä läheisyydessä.
- Alueella ei todettu olevan hukkalämmön hyödyntäjiä*. Tuike Finland Oy:n YVA-ohjelman mukaan datakeskuksenkaan hukkalämmölle ei ole löytynyt hyödyntämismahdollisuuksia.
- Jakelun osalta kohteen pisteet kertyivät maantien ja kaasunverkon läheisyydestä. Sataman läheisyys ja olemassa olevat junaterminaalit nostavat myös alueen houkuttelevuutta.
- Kaavoituksen osalta kohde sijaitsee suotuisalla alueella, maakuntakaavan teollisuusalueella.
- Kohteessa ei todettu olevan uusiutuvan energiantuotannon alueellista potentiaalia.

Havainnot ja parannustarpeet kohteessa vetytaloutta silmällä pitäen

- Asiantuntijalausuntojen** ja projektin työpajakeskustelun perusteella sekä alueenkäytön kannalta kohde osoittautui epäoptimaaliseksi vetytaloudelle. Alueella todettiin olevan todellisuudessa erittäin vähän tilaa uudelle teolliselle toiminnalle.

Savilahti todettiin lopulta epäoptimaaliseksi sijainniksi vetytalouden kannalta. Suuri osa alueesta on varattu datakeskukselle ja alueen hyödyntämismahdollisuudet muulle toiminnalle koettiin rajalliseksi. Jakelun, kaavoituksen ja jäähdytysveden saannin kannalta kohde olisi voinut osoittautua vetytalouden sijaintikohteeksi.

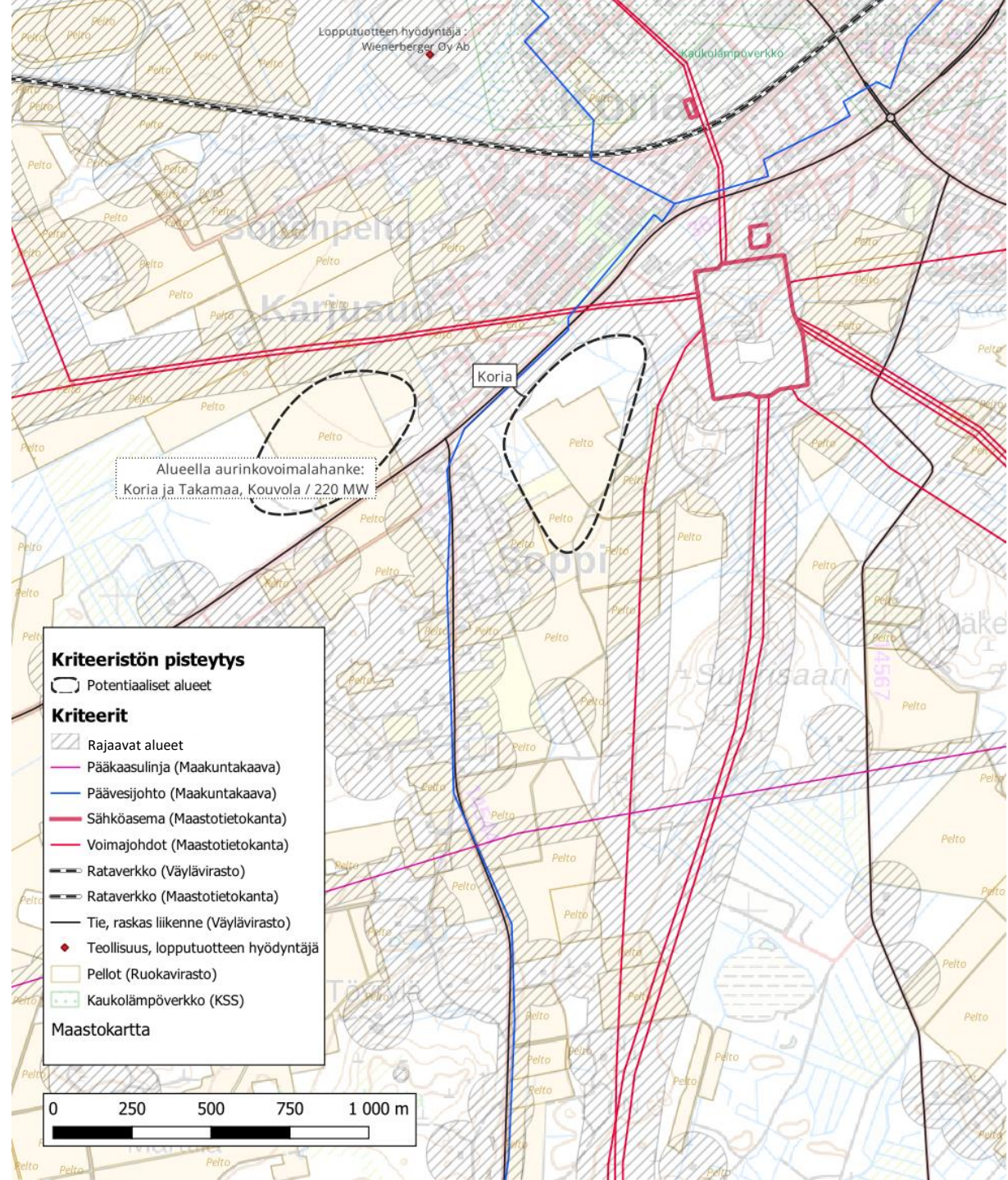
*) Haminan kaukolämpöverkosta ei ole saatu sijaintitietoja, **) Haminan kaupunki

9. KORIA

Koria sijaintikohteena

- Koria sijaitsee Kouvolan lounaispuolella Elimäen suuralueella. Puhtaasti kriteeripisteiden valossa alue nousi potentiaaliseksi vedyn tuotantokohteeksi aurinkovoimalahankkeen ja sähköaseman läheisyyden vuoksi. Näiden lisäksi alueen päävesijohto kulkee lähellä ja Kymijoki kulkee kohtalaisen etäisyyden päässä.
- Ympyröity Korian kohdealue on kooltaan n. 15 ha. Alueen vieressä sijaitsee suunnitteilla olevan 220 MW aurinkovoimalahankkeen alue, joka voisi tarjota synergioita sähkönhankinnan kannalta vetyhankkeelle.
- Alueelta on lyhyt matka 6-tielle ja sitä kautta muille valtateille, mikä voisi mahdollistaa synteettisten polttoaineiden siirtämisen alueelta.
- Julkisten lähteiden¹ perusteella alueen läheisyydessä on yksi teoreettinen teollinen lopputuotteen käyttäjä, Weinerberger Oy Ab, joka kuluttaa maakaasua polttoaineena merkittäviä määriä. Tämän lisäksi maakaasuputkisto kulkee lähellä.
- Alueen merkittävänä haasteena vedyn kannalta on lähialueiden asutusvaltaisuus, joka näkyy myös alueen kaavoissa. Tämä saattaa tehdä muista kohteista houkuttelevampia vedyn kannalta.
- Puhtaasti teknisen tarkastelun puolesta alue on potentiaalinen myös vedyn tuotannolle.

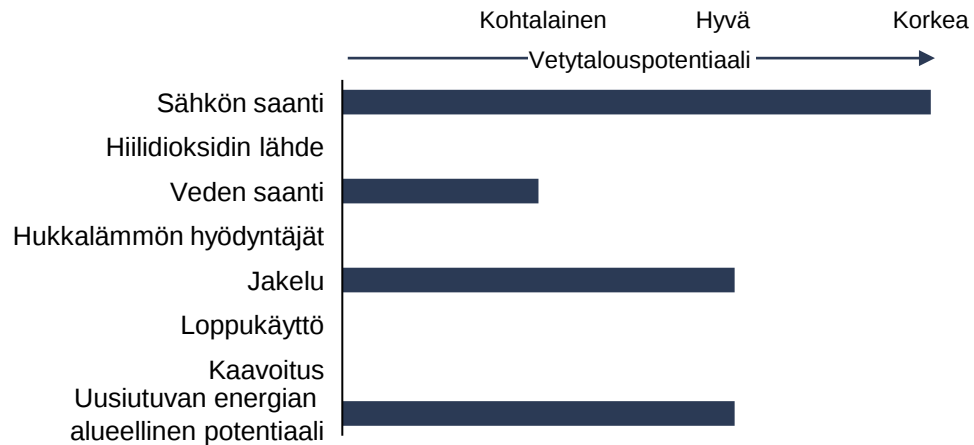
1. AVI/ympäristöluvat



9. KORIA – KRITEEREIDEN TÄYTTYMINEN

Koria olisi sähkön hankinnan kannalta otollinen kohde vetytaloudelle, mutta veden saannin järjestäminen ja lähellä oleva asutus tuovat haasteita

KOHTEEN POTENTIAALI KRITEREITTÄIN



Korian potentiaali vetytaloudelle nähdään melko rajattuna. Sijainti asutuksen läheisyydessä ja haasteet veden saannille voivat tehdä kohteesta vetytaloudelle kannattamattoman. Koria voisi teoriassa osoittautua suuren mittakaavan vetytaloudelle potentiaaliseksi kohteeksi, jos hiilidioksidia saataisiin alueelle kustannustehokkaasti, tai vedylle löytyy loppukäyttökohde.

Potentiaali

- Kohde sai korkeat pisteet sähkönsaannin kannalta, sillä se sijaitsee sähköaseman ja voimalinjojen läheisyydessä. Suora liityntä on mahdollinen lähellä olevalle kantaverkon 400/110 kV sähköasemalle. Lisäksi suunnitteilla oleva aurinkovoimala nostaa alueen houkuttelevuutta.
- CO₂ -lähteitä ei alueella ole, joten tällä hetkellä vedyn jatkojalosteita varten se tulisi kuljettaa paikalle.
- Veden saatavuus alueella todettiin kohtalaiseksi. Prosessivettä olisi jossain määrin saatavissa runkolinjasta, mutta ei välttämättä tarkasteltuun kokoluokkaan tarvittavaa määrää. Jäähdytysveden järjestäminen vaatisi merkittäviä putkiston rakentamisia läpi haastavasti rakennettavan alueen.
- Alueella ei todettu olevan hukkalämmön hyödyntäjiä. Kaukolämpöverkkoa ei sijaitse kohteen välittömässä läheisyydessä.
- Jakelun kannalta kohteen lähellä sijaitsee maantie ja kaasuverkko.
- Vetytuotteiden potentiaaliset loppukäyttäjät sijaitsevat kriteeristön kannalta liian kaukana, jolloin kohteelle ei kertynyt pisteitä loppukäytön potentiaalista. Loppujaloste joudutaan kuljettamaan pidemmälle matkalle, jolloin investointi- ja operointikustannukset nousevat.
- Kaavoituksen osalta kohde ei saanut pisteitä, mutta uusiutuvan energian alueellista potentiaalia nostaa lähellä oleva aurinkovoimalahanke ja peltoalueet.

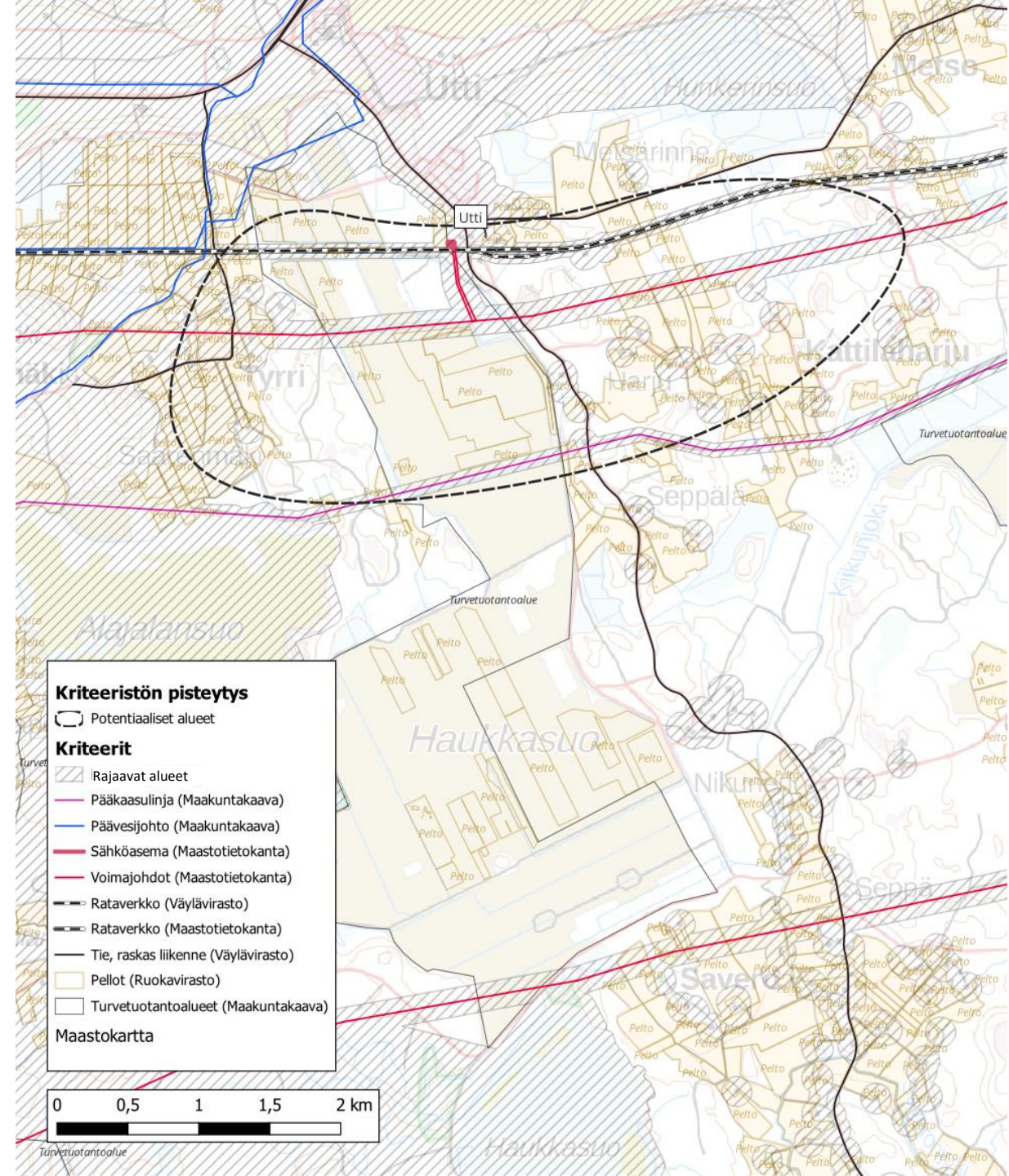
Havainnot ja parannustarpeet kohteessa vetytaloutta silmällä pitäen

- Jatkojalosteelle (metaanille) voisi olla paikallinen kuluttaja, mutta CO₂-lähde puuttuu. Metaanin voisi syöttää myös maakaasuverkostoon. Muussa tapauksessa metaani nesteytettäisiin ja kuljetettaisiin rekoilla pidempi matka. Tällöin asiakaskunta ja mahdollisuudet ovat suuremmat.
- Mikäli tuleva vetyputkisto sijaitsi maakaasuputkiston lähistöllä, Korian alueelta voisi olla mahdollista syöttää vetyä valtakunnalliseen verkostoon.
- Hukkalämmön hyödyntäjän puuttuminen vähentää alueen potentiaalia.
- Haastattelujen perusteella viereinen aurinkoenergiantuotantoalue on saanut vastustusta lähetyvillä asuvilta. Vedyn tuotantolaitoksen voi olettaa kohtaavan vähintään samankaltaista vastustusta.
- Veden saannin kannalta kohde ei ole potentiaalinen vetytaloudelle. Sekä prosessiveden järjestämisessä että jäähdytysveden järjestämisessä voi olettaa tulevan haasteita. Etäisyys Kymijokeen ei ole merkittävän suuri, mutta jäähdytysveden reititys alueelle voisi koitua haasteelliseksi, koska seutu on asutusvaltaista.

10. UTTI

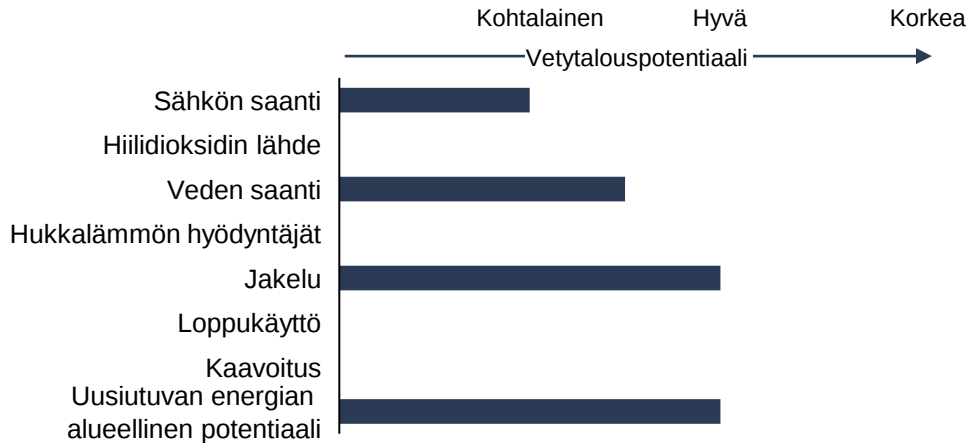
Utti sijaintikohteena

- Utti sijaitsee Valkealassa, ja on tunnettu maavoimien erikoisjoukkojen toiminta-alueena. Puolustusvoimien alueen ulkopuolella, junaradan eteläpuolella on pelto- ja turvealueita, joihin voitaisiin sijoittaa vedyn tuotantoa. Karttaan merkitty alue on suurilta osin täysin rakentamaton.
- Alueelta on lyhyt etäisyys voimajohtoon sekä muuntoasemaan. Välittömässä läheisyydessä oleva muuntoasema ei kuitenkaan haastattelujen perusteella ole riittävä suuren kokoluokan vedyntuotannolle, jolloin kohteen houkuttelevuus sähköverkkoyhteyksien kannalta pienenee. Todennäköisin vaihtoehto olisi liittyä Korian muuntoasemalle. Veden saatavuudessa on haasteita, sillä lähimpään päävesijohtoon tulee vetää putkea kallioalueen läpi. Vesiputken vieressä on myös luonnonsuojelualue, mikä tulisi huomioida.
- Turvetuotantoalueet ovat yleisesti potentiaalisina pidettyjä alueita aurinkovoiman tuotannon kannalta. Pohdittaessa vedyntuotannon sähkönhankintaa paikallisena ratkaisuna suoraan uusiutuvan energian tuotannosta, alue voisi osoittautua suotuisaksi kokonaisratkaisun kannalta.



Utti todettiin tarkemmassa tarkastelussa haasteelliseksi sähköverkkoon liitynnän kannalta. Yleinen jakeluinfra ja mahdollisuudet uusiutuvan energian liityntään lisäävät potentiaalia

KOHTEEN POTENTIAALI KRITEEREITTÄIN



Utin potentiaali todettiin melko rajalliseksi vetytalouden kannalta. Kohde ei ole optimaalinen sähköasemaan liitynnän kannalta. Rakentamisen kannalta kohde voi osoittautua haasteelliseksi. Lopputuotteen ja yleisen jakeluinfran kannalta kohteella on potentiaalia vedyntuotannolle. Mahdolliset tulevat uusiutuvan energian hankkeet lähellä olevilla pelto- ja turvealueilla voisivat tarjota suoran liitynnän uusiutuvaan energiantuotantoon.

Potentiaali

- Kohde sai kriteeristöllä kohtalaiset pisteet sähkön saannin kannalta. Haastattelujen perusteella Utti nähdään haasteellisena kohteena sähköliitynnän kannalta. Etäisyys Korian muuntoasemaan on melko pitkä ja todennäköisimmin liityntä sähköverkkoon tulisi toteuttaa sen kautta. Verkon vapaa kapasiteetti kohteessa on selvästi alle 100 MW ja vaatii merkittäviä verkkovahvistuksia tai pidempiä liityntäjohtoja.
- Valmiita CO₂ -lähteitä ei alueella ole, joten tällä hetkellä vedyn jatkojalosteita varten se tulisi kuljettaa paikalle.
- Prosessiveden saannin kannalta päävesijohto kulkee suotuisasti kohdealueen lähellä. Etäisyys merkittävän kokoihin vesistöihin on melko pitkä, jolloin jäähdytysveden järjestäminen kohteeseen voi osoittautua haastavaksi. Ilmajäähdyttimet voisivat ratkaista kohteen jäähdytysaasteet, jos muuten kriteerit täyttyisivät riittävässä määrin vetytalouden kannalta.
- Alueella ei todettu olevan hukkalämmön hyödyntäjiä.
- Jakeluinfran osalta kohteen pisteet kertyivät maantien, rautatien ja kaasuverkon läheisyydestä.
- Vetytuotteiden potentiaaliset loppukäyttäjät sijaitsevat kriteeristön kannalta liian kaukana, jolloin kohteelle ei kertynyt pisteitä loppukäytön potentiaalista.
- Kohde on kaavoittamatonta aluetta, joten kaavoitus alueelle tulisi aloittaa alusta ja saattaa vedyntuotannolle sopivaksi.
- Uusiutuvan energian alueellisen potentiaalin osalta kohde sai lisäpisteitä pelto- ja turvealueella sijaitsemisesta, sillä näillä alueilla on tyypillisesti tilaa rakentaa uusiutuvaa energiaa.

Havainnot ja parannustarpeet kohteessa vetytaloutta silmällä pitäen

- Turvealueelle rakentaminen vaatii vahvaa perustusta. Vedyntuotantolaitosta ajatellen alueelta olisi löydettävä riittävän kantavaa maapohjaa.
- Veden saannin kannalta jäähdytysveden järjestäminen voi osoittautua haasteelliseksi, koska välittömässä läheisyydessä ei ole merkittäviä vesistöjä.
- Jatkojalosteille potentiaalinen skenaario olisi metaanin syöttö kaasuverkkoon, mutta CO₂-lähde puuttuu lähistöltä.

6. Case-tarkastelut

Case-tarkastelua lähestytään yleisten kustannustasojen ja kohteisiin valittujen projektien kautta

Case-tarkasteluja valituille kohteille tarkastellaan yleisten kustannustasojen (tuotanto ja investointikustannukset sekä kuljetus ja varastointi) kautta sekä eri kohteiden yleisen soveltuvuuden kautta joko vedyn tuotannolle tai eri synteettisten tuotteiden tuotannolle.

Tuotantokustannuksille laaditaan tasoitetun tuotantokustannuksen tarkastelu, eli LCOE-tarkastelu 20 vuoden käyttöiälle. Tuotteiden eri kuljetus- ja varastomuodoille tarkastellaan vastaavasti kustannustasot case-kohtaisesti tasoitettuina tuotantokustannuksina.

Tasoitettuina kokonaistuotantokustannuksina tässä työssä eriteltiin yleisesti käytetyt kustannuslajit vedyntuotannolle:

- Sähkö (arvio kokonaissähkönhankintakustannuksesta)
- O&M, eli käyttö- ja ylläpitokustannukset
- Investointikustannus
- Varastointikustannus
- Kuljetuskustannukset
- Projektikohtaiset erityiskustannukset (esim. mahdolliset merkittäviä lisäkustannuksia tuovat sähkölinjojen rakentamiset)

Case-kohteiksi tarkastelussa valittiin Tavastila-Neuvoton, Kullasvaara, Korkeakoski-pohjoinen ja Hyötyvirta. Kutakin kohdetta tarkasteltiin eri vetytuotteiden tuotannon kannalta ja case-tarkasteluun valittiin kohteille alustavasti parhaiten soveltuvat tuotantokonseptit:

- Tavastila-Neuvoton – Vedyntuotanto
- Kullasvaara – Ammoniakin tuotanto
- Korkeakoski-pohjoinen – Ammoniakin tuotanto
- Hyötyvirta – Metaanin tuotanto

Valituille kohteille laaditaan case-kuvaukset yleisen sijaintikohde- ja tuotantotarkastelun sekä kokonaiskustannustason havainnollistamiseksi.

Vedylle ja sen jatkojalosteiden tasoitetulle tuotantokustannukselle on tarjottu useita eri suuntaisia arvioita – Selvityksessä keskiarvotettiin nykyhetken arvioita

Kokonaistuotantokustannuksien arvioimiseksi luotiin eri tuotteille tasoitetut tuotantokustannukset (LCOE). Tasoitetut tuotantokustannukset luotiin arvioimalla julkisten lähteiden perusteella investointikustannukset, kiinteät kustannukset ja muuttuvat tuotantokustannukset tuotettua lopputuotetta kohden. Investointikustannuksia arvioitiin 20 vuoden tekniseen elinikään perustuen. O&M-kustannuksia arvioitiin lähteissä ilmoitettujen yleisten tasojen (% investointikustannuksesta per vuosi) ja vedyntuotannossa 10 vuoden välein toteutettavan kennoston vaihdon perusteella (15% vedyntuotantolaitoksen investointikustannuksen suuruudesta). Sähkönhankintakustannuksissa kokonaishankintahintana käytettiin hintaa 70 €/MWh. Yleistason kustannuksissa ei esitetä kuljetus- ja varastointikustannuksia, niiden hintojen vaihdellessa esim. kuljetustavan mukaan ja ne käsitellään erikseen case-tarkasteluissa.

Tiedot koottiin alan yleisesti hyväksytyistä ja julkisista selvityksistä (esim. IEA/IRENA-raportit) ja lukuja keskiarvotettiin lähteissä arvioitujen maksimi- ja minimiarvojen mukaan.

Vety:

- Vedyn tuotannolle tasoitetuksi tuotantokustannukseksi laskettiin noin 150 €/MWh tuotettua vetyä kohti (5,1 €/kg). Sähkön hinta ja suoraan sähkönhankintaan liittyvät kustannukset vastaavat valtaosasta vedyn kokonaiskustannusta (100 €/MWh), O&M-kustannukset ovat noin 30 €/MWh ja investointikustannukset luokkaa 20 €/MWh.

Synteettinen ammoniakki:

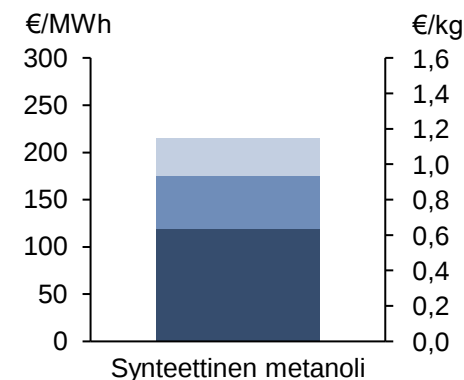
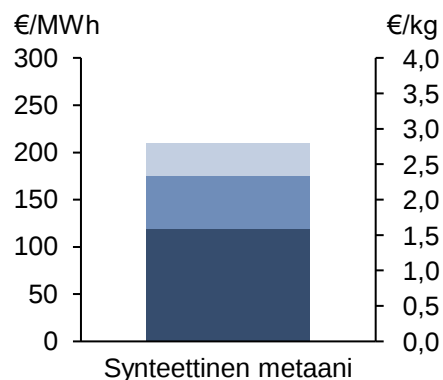
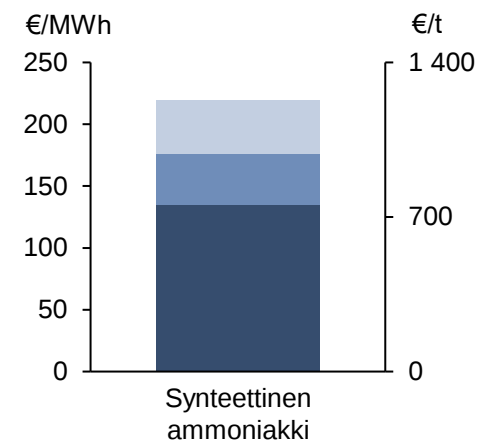
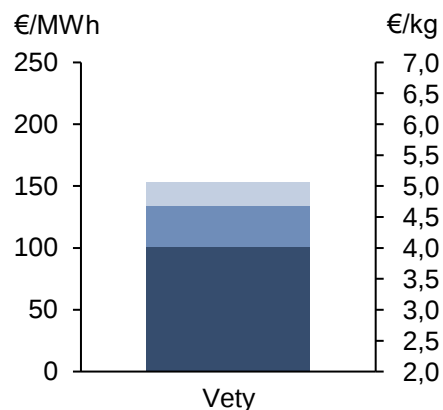
- Synteettiselle ammoniakille keskiarvotetuksi tasoitetuksi tuotantokustannukseksi laskettiin noin 220 €/MWh tuotettua ammoniakia kohti (1200 €/t). Sähkön hinta ja suoraan sähkönhankintaan liittyvät kustannukset ovat luokkaa 140 €/MWh, O&M-kustannukset 40 €/MWh ja investointikustannukset kokonaisuudessaan 40 €/MWh.

Synteettinen metaani:

- Synteettisen metaanin tasoitetuksi tuotantokustannukseksi saatiin noin 210 €/MWh (2,9 €/kg). Sähkön hinta ja suoraan sähkönhankintaan liittyvät kustannukset ovat luokkaa 120 €/MWh, O&M-kustannukset 55 €/MWh ja investointikustannukset kokonaisuudessaan 35 €/MWh.

Synteettinen metanoli:

- Synteettisen metanolin tasoitetuksi tuotantokustannukseksi saatiin noin 215 €/MWh (1,2 €/kg). Sähkön hinta ja suoraan sähkönhankintaan liittyvät kustannukset ovat luokkaa 120 €/MWh, O&M-kustannukset 55 €/MWh ja investointikustannukset kokonaisuudessaan 40 €/MWh.



■ Sähkö ■ O&M ■ Investointikustannukset

Lähteet: IEA, Global Hydrogen Review 2023 ja 2022, VNTEAS 2022:21 – Vetytalous – Mahdollisuudet ja rajoitteet, IRENA Green Hydrogen Cost 2020, McKinsey & Co. – Hydrogen Insights 2021, EK vihreiden investointien dataikkuna

Rautatie- ja laivakuljetukset sopivat pitkän matkan kuljetusratkaisuiksi

Etäisyys	0 - 50 km	51 - 100 km	101 - 500 km	> 1000 km	> 5000 km
Ammoniakki (kaasu)					
Putkijakelu					
Maantiekuljetus					
Ammoniakki (neste)					
Putkijakelu					
Rautatiekuljetus					
Laivaus					
Metaani (kaasu)					
Putkijakelu					
Maantiekuljetus					
Metaani (neste)					
Laivaus					
Metanoli					
Putkijakelu					
Maantiekuljetus					
Rautatiekuljetus					
Laivaus					
Vety (kaasu)					
Putkijakelu					
Maantiekuljetus					
Vety (neste)					
Maantiekuljetus					
Laivaus					

Vedyn pitkän matkan kuljetus on yleisesti kallista vedyn matalan energiatihyeden vuoksi. Varsinkin sen laivaus on tutkimusten mukaan hyvin kallista (3-4 €/kg, jopa > 14 €/kg) nesteytykseen ja kaasuuntumisen (boil-off) estämiseen vaadittavan lisäenergian vuoksi. Toisaalta kaasumaisen vedyn putkistojakelun kustannusten arvioidaan olevan kohtalaiset verrattuna muihin vaihtoehtoihin. Myös vedyn maantiekuljetusten kustannusten arvioidaan olevan maltillisia etenkin melko lyhyillä matkoilla.

Vedyn johdannaisten kuljetuskustannukset yksikkökustannuksina ovat kalliimmat kuin vedyn putkijakelun yksikkökustannukset (€/kg), mutta johdannaisten korkeampi tiheys mahdollistaa suuremman määrän kuljettamisen kerralla.

Lopullisiin kuljetuskustannuksiin vaikuttavat kuljetettavan aineen olosuhteiden lisäksi mahdolliset jakelua tukevaan infrastruktuuriin liittyvät investoinnit sekä esim. maaston muodot.

Kuljetuskustannuksissa ei ole huomioitu vedyn jalosteen takaisin vedyksi konvertoimisen kustannuksia.

KULJETUSKUSTANNUKSET (€/kg)

	Tietoa ei saatavilla
	< 0.1 €/kg
	0,1 - 1 €/kg
	1 - 2 €/kg
	> 2 €/kg

Lähteet: VNTEAS 2022:21 – Vetytalous – Mahdollisuudet ja rajoitteet; McKinsey & Co. – Hydrogen Insights 2021; Molnar et al., 2022; OwnerTeamConsult, 2020; DeSantis, et al., 2021; Dias, et al., 2020; Lullo et al., 2022; Papadias, et al., 2021

Vety ja vetytuotteet hyötyvät alueellisesti eri tavoin yleisesti tunnistetuista vetytalouden mahdollistajista

ALUEEN OMAISUUKSIEN VAIKUTUKSET TUOTANTOKONSEPTIEN POTENTIAALEIHIN

Potentiaalisiksi sijoittumisvaihtoehdoksi tunnistetuille alueille muodostetaan case-tarkastelulla esimerkinomaisia tuotantokonsepteja. Alueellisen sijoittumisen lähtökohtana käytetyt kohdekorttien kriteeristöt painotetaan tässä eri lopputuotteille kohdennettuna. Esimerkiksi jatkojalosteilla logistiikkareittien ja kaasuverkon rooli korostuu, kun taas vedyn siirron toteutettavuus voi riippua enemmän Gasgridin vetyputkihankkeen reittilinjauksesta kuin muista kuljetusmuodoista.

Kaikissa tuotantokonsepteissa sähköverkkoon liittyminen ja veden saanti ovat olennaisia edellytyksiä. Käyttöhyödykkeet asettavatkin enemmänkin kokoluokka- kuin teknologiarajauksia – joskin hiilidioksidi on välttämätön reunaehto metaani- ja metanolijalostuksessa, mutta tarpeetonta vedyn- ja ammoniakintuotannossa.

Sijainnin läheisellä ympäristöllä on merkittävä rooli suojaetäisyyksien ja ympäristövaikutusten arvioinnissa. Ammoniakin ympäristövaarallisuuden takia ammoniakkilaitoksen nähdään hyötyvän konseptivaihtoehdoista eniten sellaisista sijainneista, joissa esimerkiksi lähin asutus sijaitsee etäällä kohdealueesta. Tonttialan laajuus on puolestaan selkeä etu kaikille P2X-konsepteille.

Kohdekiinteistön sijainti T/kem –alueella nähdään hyödyllisenä kaikilla P2X-konsepteilla, ottaen myös huomioon ettei pelkällä vedyntuotantolaitoksella välttämättä tarvita edes YVA-menettelyä. Mahdollisuus kehittää tarkasteltava alue kaavoituksen kautta T/kem –alueeksi parantaisi siten P2X-laitoksen sijoittumispotentiaalia.

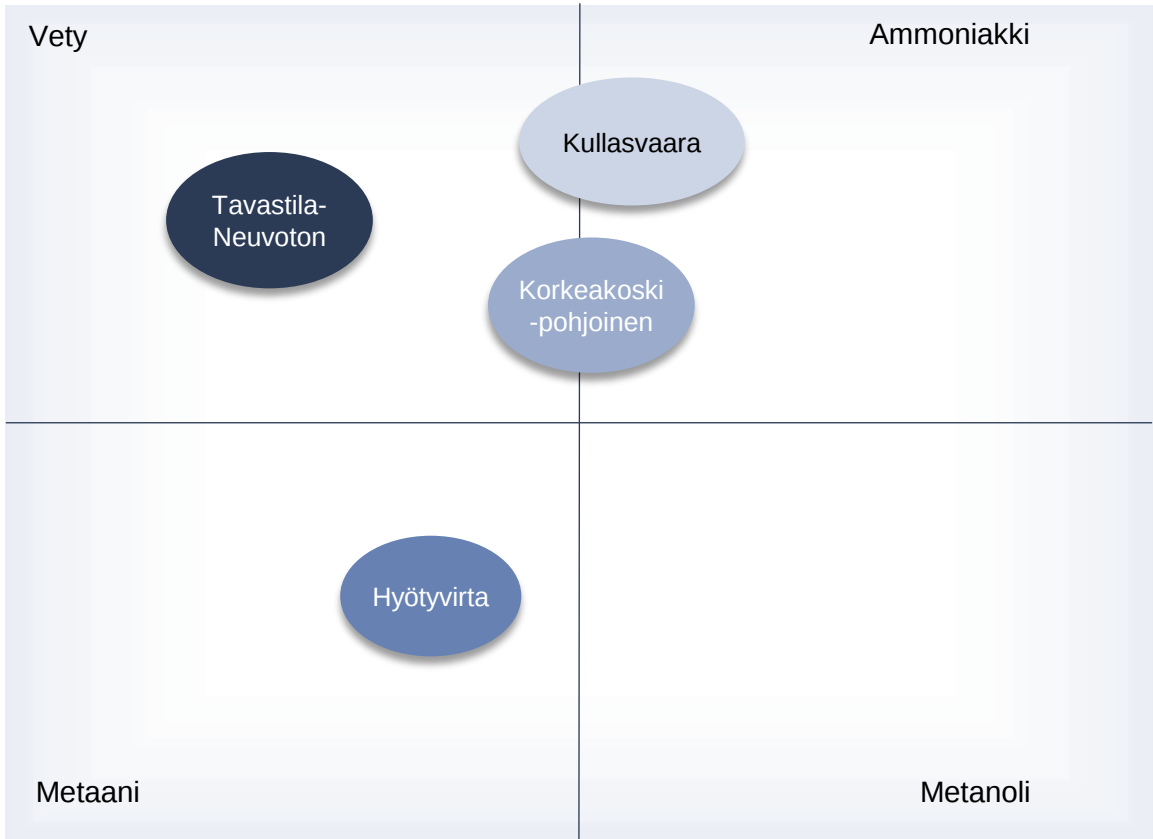
Tuotteiden logistiikkaratkaisut sekä oletetut markkina-alueet asettavat putkiverkostojen, tiestön, rautateiden ja sataman läheisyyksistä erilaisia hyötyarvioita eri tuotantokonseptien välille. **Vedyn ja metaanin kuljetusten oletetaan pohjautuvan putkilinjoihin** kuten nykyinenkin kaasuverkko, kun taas **nesteytetyn ammoniakin ja metanolin kuljetus olisi potentiaalista myös säiliökuljetuksina** rautateitse tai maanteitse. Kuljetettavuuden ja markkinoiden kehittyneisyyden vuoksi ammoniakin ja metanolin vientipotentiaalien nähdään olevan vetyä ja metaania korkeampi.

ALUEHYÖTYJEN PAINOTUKSET TUOTANTOKONSEPTEILLE

	Vety	Ammoniakki	Metaani	Metanoli
Sijainti hiilidioksidilähteen välittömässä läheisyydessä			+++	+++
Sijainti etäällä asutuksesta	+	+++	+	+
Suuren tonttialan hyöty	++	+++	+++	+++
Kohde kehitettävissä T/Kem -alueeksi	+	+++	++	++
Yhteys vetyputki-linjaukseen	+++			
Yhteys nykyiseen kaasuverkkoon	+		+++	
Tie- ja rautatieyhteydet	++	+++	++	+++
Vientilogistiikka (satamayhteys)	+	+++	+	+++

Kymenlaakson hyvä kaasuverkko ja rautatieyhteydet luovat edellytykset monenlaisille vetytalouden ratkaisuille

ALUEIDEN SOVELTUVUUS ERI TUOTTEIDEN TUOTANNOLLE



KONSEPTIEHDOTUKSEN PERUSTELUT KOHTEITTAIN

Kullasvaara

- Rautatieyhteyden läheisyys puoltaa ammoniakin tuotantoa joko kotimaan markkinoille tai vientiin satamaan. RRT-terminaalin sijainti lähellä kohdealuetta saattaisi sujuvoittaa rautatiekuljetuksia.
- Kaavoitusratkaisu ja ammoniakkilaitoksen suojaetäisyydet voivat kuitenkin tehdä myös vedyntuotannosta ilman jatkojalostusta potentiaalisen vaihtoehdon, mikäli ympäristölle vaarallisempi ammoniakkilaitos ei lopulta sovellu yhtä hyvin Kullasvaaraan.
- Veden- ja sähkönsaanti voivat rajata tuotannon keskisuureen kokoluokkaan.

Korkeakoski-pohjoinen

- Korkeakoskella tilanne on vastaava kuin Kullasvaarassa, eli sijainti lähellä rautatieyhteyttä mutta etäällä hiilidioksidilähteistä puoltaa ammoniakin tai vedyn tuotantoa.

Tavastila-Neuvoton

- Alueella ei ole hiilidioksidilähteitä eikä lähellä olevaa rautatieyhteyttä
- Tuotteen logistiikan kannalta Gasgridin suunnitteleman vetyputken rakentaminen nykyisen kaasulinjan yhteyteen olisi tavoiteltava ratkaisu, joka mahdollistaisi suurenkin kokoluokan vetylaitoksen rakentamisen.

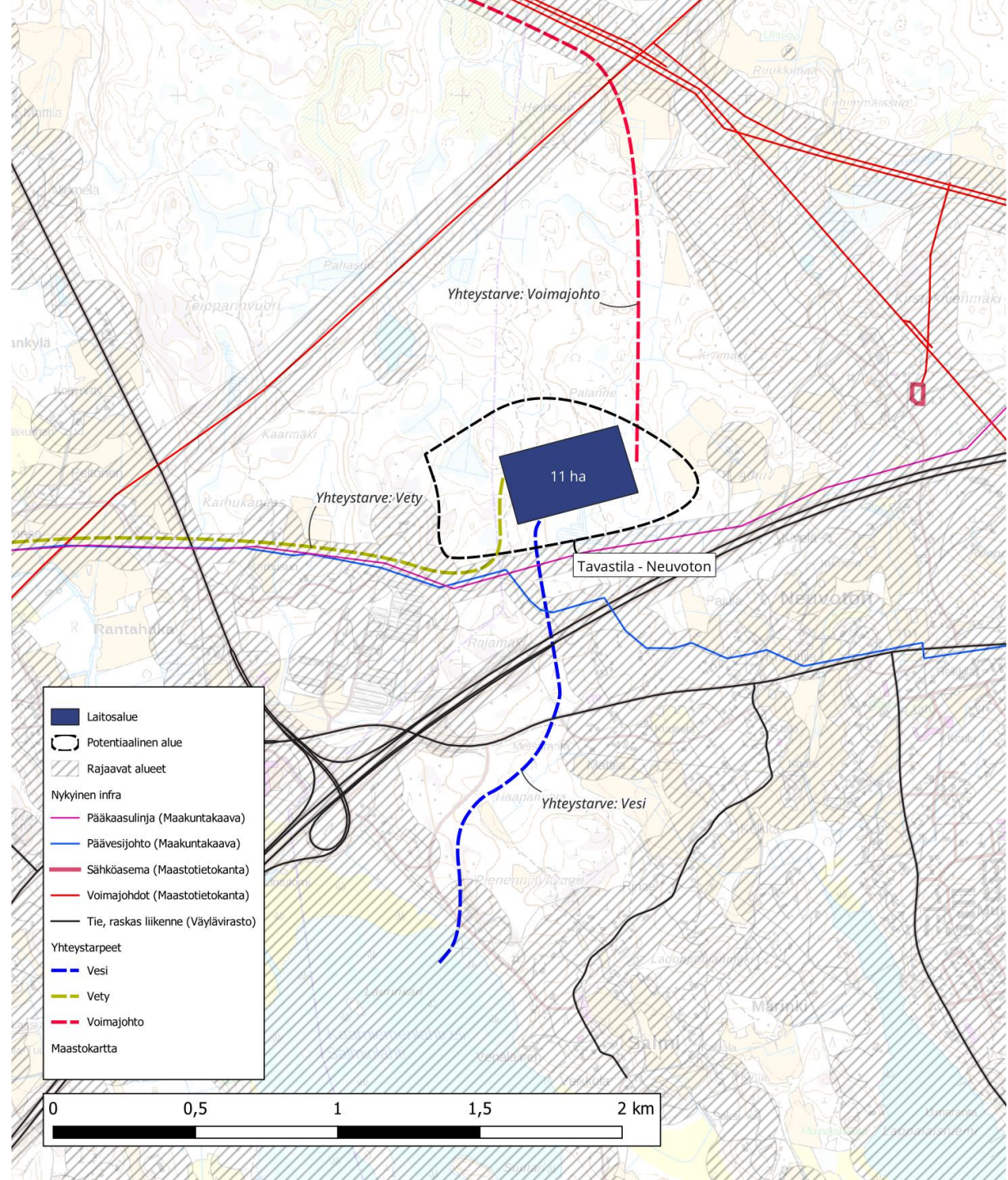
Hyötyvirta

- Hyötyvirran alue tarjoaa ehdotetuista neljästä kohteesta parhaan mahdollisuuden hiilidioksidilähteen hyödyntämiselle, mikä mahdollistaisi metaanin tai metanolin tuotannon. Biogeenisen hiilidioksidin lähteenä toimisi Stora Enson Anjalankosken tehdas. Kaasulinja kulkee Hyötyvirran alueen läpi, mikä puoltaa metaanilaitoksen toteutusta metanolin sijaan.

Tavastila-Neuvoton: vedyntuotantolaitos vetyputkeen pohjautuen

Tavastila-Neuvottoman kohdealueen teknologiavaihtoehtona tarkastellaan vedyntuotantolaitosta. Tämä tulevaisuuden skenaario pohjautuu oletukseen siitä, että Gasgrid on rakentanut vetyputken pääverkkolinjan Kotka-Kouvola -kaasulinjan yhteyteen. Ratkaisussa esiteltävän vetylaitoksen investointiarviossa huomioidaan vetyputken yhdyslinjan rakentamiskustannus kohdealueelta runkolinjan varteen.

- Vedyntuotantolaitos
 - Kokoluokka 100 MW (elektrolyyseri)
 - Vuosituotanto 16 kt vetyä
 - Prosessiveden tarve n. 220 000 m³/a
 - Pinta-alavaatimus n. 6 ha
- Ensisijainen kuljetustapa on nykyisen kaasulinjan yhteyteen toteutettava vetyputki. Vetyputken rakentamisesta ei ole investointipäätöstä.
- Laitoskokonaisuuteen kuuluu elektrolyyserilaitteiden lisäksi sähkönmuuntoasema, vedenpuhdistus- ja demineralisointilaitos, tuotevedyn kuivaus- ja paineistussyksikkö ja vedyn välivarasto kuuden tunnin tuotantoa vastaavalle määrälle vetyä.
- Tavastila-Neuvottoman sijainti ei ole houkutteleva kohde vetylaitoksen hukkalämmön hyödyntämiseen kaukolämpönä. Hukkalämpöä kuitenkin muodostuu välttämättömänä osana prosessia, ja tämän vuoksi alueen elektrolyyserilaitokselle ehdotetaan jäähdytysratkaisuksi joko jäähdytysvesiputken rakentamista merivedellä käytettäväksi tai vaihtoehtoisesti ilmalauhdutusta. Merivesijäähdytyksen osalta ympäristövaikutukset meriveden lämmittämisestä tulisi selvittää tarkemmin mahdollisen investointihankkeen edetessä.



Vetyhankkeille tyypillisesti sähkön hankinta muodostaa suurimman osuuden vedyn yksikkökustannuksista – Tavastila-Neuvottoman putkirakentamisen hintavaikutus jää pieneksi

KUSTANNUSTEN MUODOSTUMINEN

INVESTOINTI: Investointi kattaa elektrolyysilaitoksen, sisältäen elektrolyysilaitteet sekä tarvittavat balance of plant –laitteet, kuten sähkökomponentit, vedenpuhdistuksen ja tuotetun vedyn puhdistuslaitteet. **Investointikustannus on luokkaa 135 M€**, pohjautuen IEA:n Global Hydrogen Review –arvion viimeisiin kustannustasoihin (1000-1700 €/kW elektrolyysiritehoa).

O&M- ELI KÄYTTÖ- JA YLLÄPITOKUSTANNUKSET: O&M-kustannusten arvioinnin pohjana on käytetty 3 % investointihinnasta vuodessa sekä suuremman elektrolyyseriksennojen huoltovaihdon 10 vuoden välein. Nämä kulut kattavat laitoksen operoinnin ja laitososien huollon tyypilliset kulut, kuten esimerkiksi työvoimakustannukset, tuotantoprosessin käynnissäpidon ja kuluvien osien vaihtokulut. Osa O&M-kuluista on kiinteäluontoisia, ja osa riippuu tuotantomäärästä.

SÄHKÖ: Sähkön hankinta muodostaa muuttuvista kuluista selkeästi suurimman osan, ja tämän myötä sähkön hinta ohjaa myös tuotetun vedyn yksikkökustannusta.

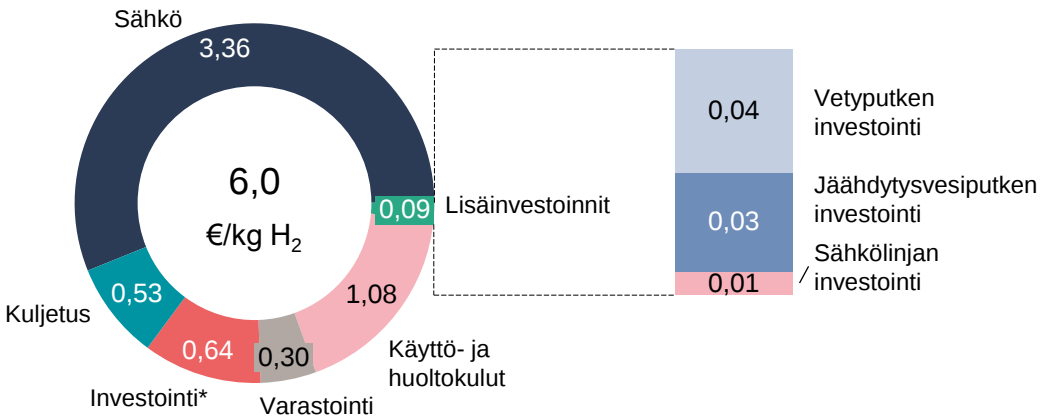
KULJETUS: Nordic-Baltic Hydrogen Corridor -vetyputkihankkeen toteutuessa tuotetun vedyn kuljetuskustannus koostuu putkiverkon ja kompressoriasemien operointi- ja huoltokustannuksista.

VARASTOINTI: Puskurivarastolla varaudutaan keskeytyvään sähkönsaantiin verkosta ilman vetyputken syötettävän tuotevirtauksen merkittävää vähenemistä. 12 tonnin vetyvarasto kattaisi n. 6 tunnin katkoksen tuotannossa.

KOHDEKOHTAISET ERITYISKUSTANNUKSET (LISÄINVESTOINNIT):

- Jäähdytysvesiputken rakentaminen Kaarniemenlahteen n. 6-7 M€, pohjautuen yksikköhinta-arvioon 1000-1300 €/m
- Maksuosuus yhdyslinjan rakennuskustannuksista Tavastila-Neuvottoman kohdealueelta oletetulle Kotka-Kouvola –vetyputkijälle n. 13 M€, pohjautuen vetyputken yksikköhinta-arvioon 1,8 M€/km
- Sähkölinja ja liittyminen verkkoon Fingridin Kymin sähköasemalla n. 1,6 M€, pohjautuen Rejlersin arvioon ja Energiaviraston verkkoliityntähinnoitteluun.

HANKKEEN YKSIKKÖKUSTANNUKSET (€/kg H₂)



Raaka-aineiden kulutus ja tuotteiden vuosituotanto		
Vety	kt/a	16
Happi	kt/a	133
Hukkalämpö	GWh/a	160
Sähköntarve	GWh/a	800
Prosessivedentarve	tuhatta m³/a	220

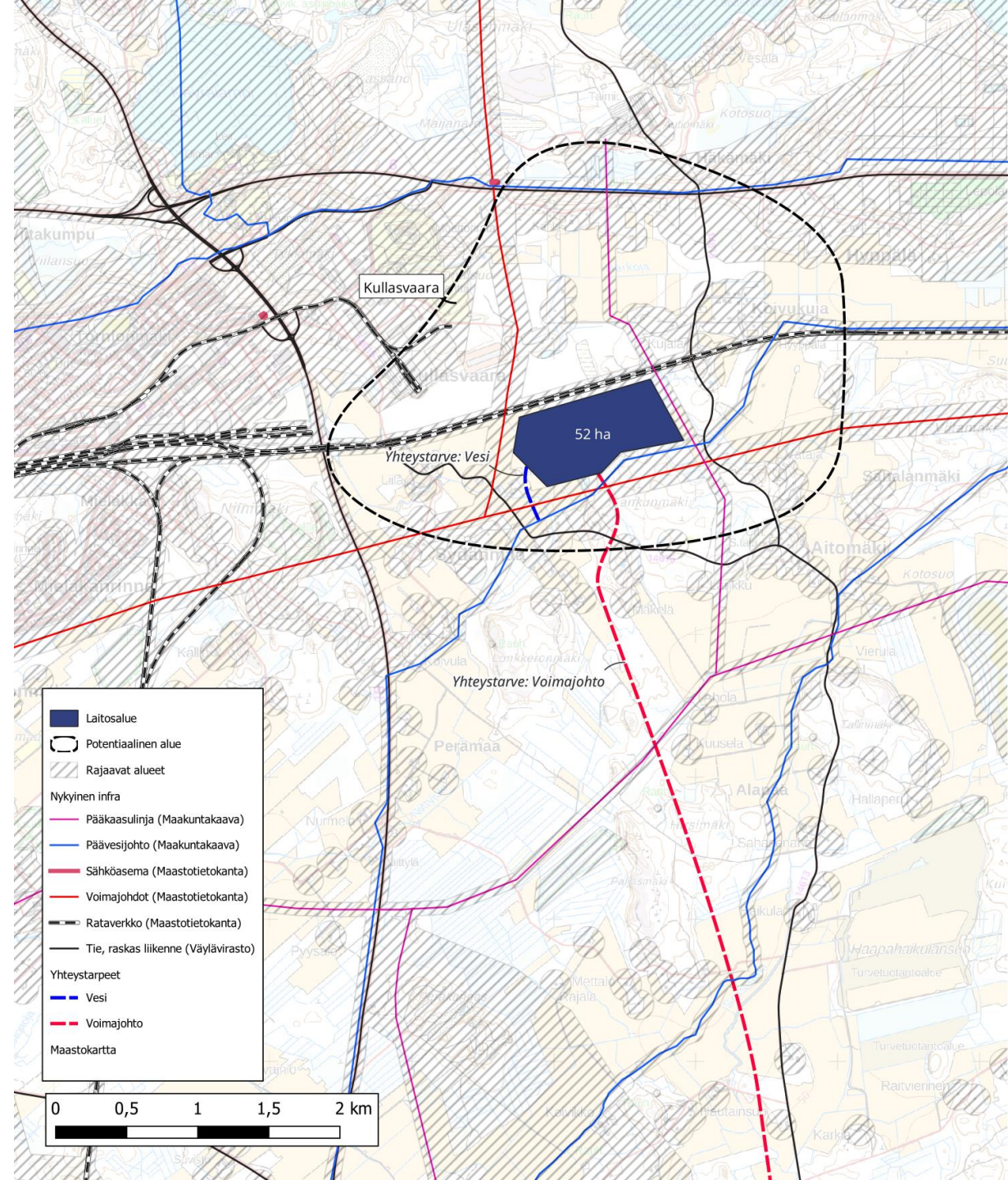
Lähteet: IEA Global Hydrogen Review, European Hydrogen Backbone, Energiavirasto, *) Laskettu käyttäen 5% WACC 20 vuoden käyttöajalle, WACC = Weighted average cost of capital, eli pääoman keskimääräinen kustannus

Kullasvaara: keskisuuri ammoniakkilaitos rautatieterminaalin lähialueelle

Kouvolan Kullasvaaran case-tarkastelun teknologiavaihtoehtona tarkastellaan ammoniakkilaitosta. Ammoniakkilaitoksen Kullasvaaraan sijoittumisen tärkeimpiä etuja on vapaan teollisuustontiksi kaavoitettavan alan sijainti junaradan ja v. 2023 valmistuneen rautatie- ja maantieteterminaali Kouvola RRT:n vieressä. Merkittävin infrastruktuuri-investointi Kullasvaaran keskisuuren ammoniakkilaitoksen osalta olisi sähkönsaannin järjestäminen Korian (400 kV) sähköasemalta.

- Ammoniakintuotantolaitos
 - Kokoluokka 250 MW (elektrolyyseri)
 - Vuosituotanto 210 kt NH₃
 - Prosessiveden tarve n. 540 000 m³/a
 - Pinta-alasuositus n. 14 ha
- Kullasvaaran (eli Teholan) alueella junaradan pohjoispuolella on meneillään Kullasvaara 3 - asemakaavoitusshanke jatkumona RRT-terminaalialueen kehitykselle. RRT2- ja Kullasvaara 3 - kaavoitusalueilta löytyvät alat saattavat kuitenkin olla liian pieniä ammoniakkilaitokselle. Toisena vaihtoehtona on T/res-varauksella osayleiskaavassa merkitty nykyinen, asemakaavoittamaton peltoalue, mutta siinäkin on haasteita tilan riittävydessä. Siksi tähän tarkasteluun valittiin pinta-alaltaan korkeimman potentiaalin alue junaradan eteläpuolella. Tämä ala on osayleiskaavassa osoitettu maa- ja metsätalousvaltaiseksi alueeksi.
- Laitoskokonaisuuteen kuuluu elektrolyyserilaitteiden lisäksi sähkönmuuntoasema, vedenpuhdistus- ja demineralisointilaitos, tuotevedyn kuivaus- ja paineistusyksikkö, vedyn välivarasto, ammoniakkin Haber-Bosch-reaktori, typenerotuslaitos sekä ammoniakkin välivarasto. Varastosta tuote voidaan lastata kuljetussäiliöihin rautatiekuljetuksia varten.
- Osa Kullasvaaran ammoniakkilaitoksen hukkalämmöstä saatettaisiin pystyä hyödyntämään kaukolämpönä. Teholan kaukolämpöputki-investointi v. 2024 tuo Kouvolan kaukolämpöverkon saavutettavalle etäisyydelle mahdollisesta ammoniakkilaitoksesta. Lisäjäähdystarpeen tekniseksi ratkaisuksi ehdotetaan ilmalauhdutusta, sillä alueen välittömässä läheisyydessä ei sijaitse jäähdytykselle potentiaalisia vesistöjä.

Lähteet: [Kouvola RRT](#)



Kullasvaaran ammoniakkilaitoksen kustannukset painottuvat laitosinvestointiin ja sähkön hankintaan mittavasta sähköverkon kytkentäinvestoinnista huolimatta

KUSTANNUSTEN MUODOSTUMINEN

INVESTOINTI: Investointi kattaa P2X-tuotantolaitoksen, sisältäen elektrolyyserikokonaisuuden, Haber-Bosch –ammoniakkiprosessin, typpilaitoksen sekä tarvittavat balance of plant –laitteet. **Investointikustannus on luokkaa 600 M€**, pohjautuen IRENA:n arvioon Haber-Bosch-laitoksen investointihinnasta sekä IEA:n Global Hydrogen Review –arvioon vedyntuotantolaitoksen viimeisimmällä kustannustasolla.

O&M- ELI KÄYTTÖ- JA YLLÄPITOKUSTANNUKSET : O&M-kulujen arvioinnin pohjana on käytetty 3 % investointihinnasta vuodessa sekä suuremman elektrolyyserikokojen huoltovaihdon 10 vuoden välein aiheuttamaa kustannusta. Nämä kulut kattavat laitoksen operoinnin ja laitososien huollon tyypilliset kulut, kuten esimerkiksi työvoimakustannukset, tuotantoprosessin käynnissäpidon ja kuluvien osien vaihtokulut. Osa O&M-kuluista on kiinteäluontoisia, ja osa riippuu tuotantomäärästä.

SÄHKÖ: Sähkön hankinta muodostaa muuttuvista kuluista selkeästi suurimman osan, ja tämän myötä sähkön hinta ohjaa tuotetun ammoniakinkin yksikkökustannusta. Sähköstä selkeästi suurin osa vaaditaan kuitenkin vedyntuotantoon. Typen erotuksen osuus sähkökustannuksista on pieni.

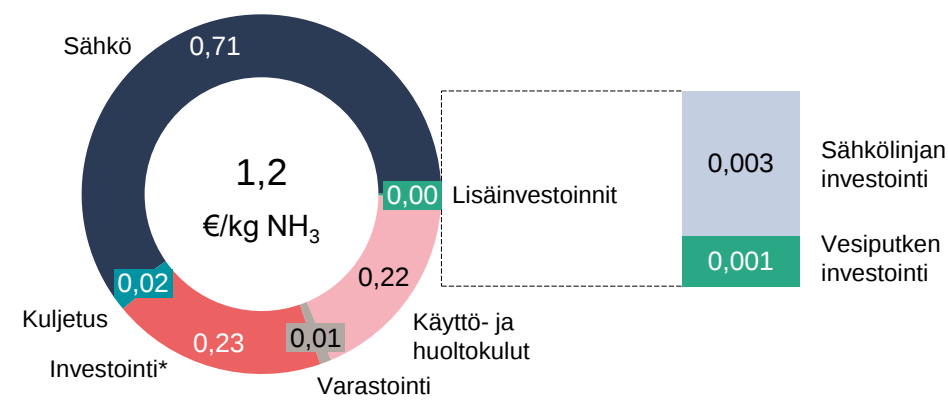
KULJETUS: RRT-terminaalin läheisyys edesauttaa Kullasvaaran ammoniakkilaitoksen vientimahdollisuuksia. Rautatiekuljetuksena tuote voidaan viedä sekä kotimaan kuluttajille että Haminan tai Kotkan satamiin.

VARASTOINTI: Puskurivaraston tulee olla tarpeeksi suuri, jotta ammoniakkin tuotanto ei häiriinny juna- ja laivakuljetusten odotusajasta. Useiden päivien tuotantoa vastaavan väliavarastonkaan investointi ei kuitenkaan ole merkittävä kustannustekijä verrattuna laitosinvestointiin ja vedyntuotannon sähkönkulutukseen.

KOHDEKOHTAISET ERITYISKUSTANNUKSET (LISÄINVESTOINNIT):

- Sähköjohdinlinja Korian sähköasemalta hankealueelle n. 6-7 M€, pohjautuen Rejlersin arvioon ja Energiaviraston verkkoliityntähinnoitteluun.

HANKKEEN YKSIKKÖKUSTANNUKSET (€/kg NH₃)



Raaka-aineiden kulutus ja tuotteiden vuosituotanto		
Ammoniakki	kt/a	210
Happi	kt/a	330
Hukkalämpö	GWh/a	550
Sähköntarve	GWh/a	2000
Prosessivedentarve	tuhatta m³/a	540

Lähteet: IRENA, IEA Global Hydrogen Review, University of Twente, *) Laskettu käyttäen 5% WACC 20 vuoden käyttöajalle, WACC = Weighted average cost of capital

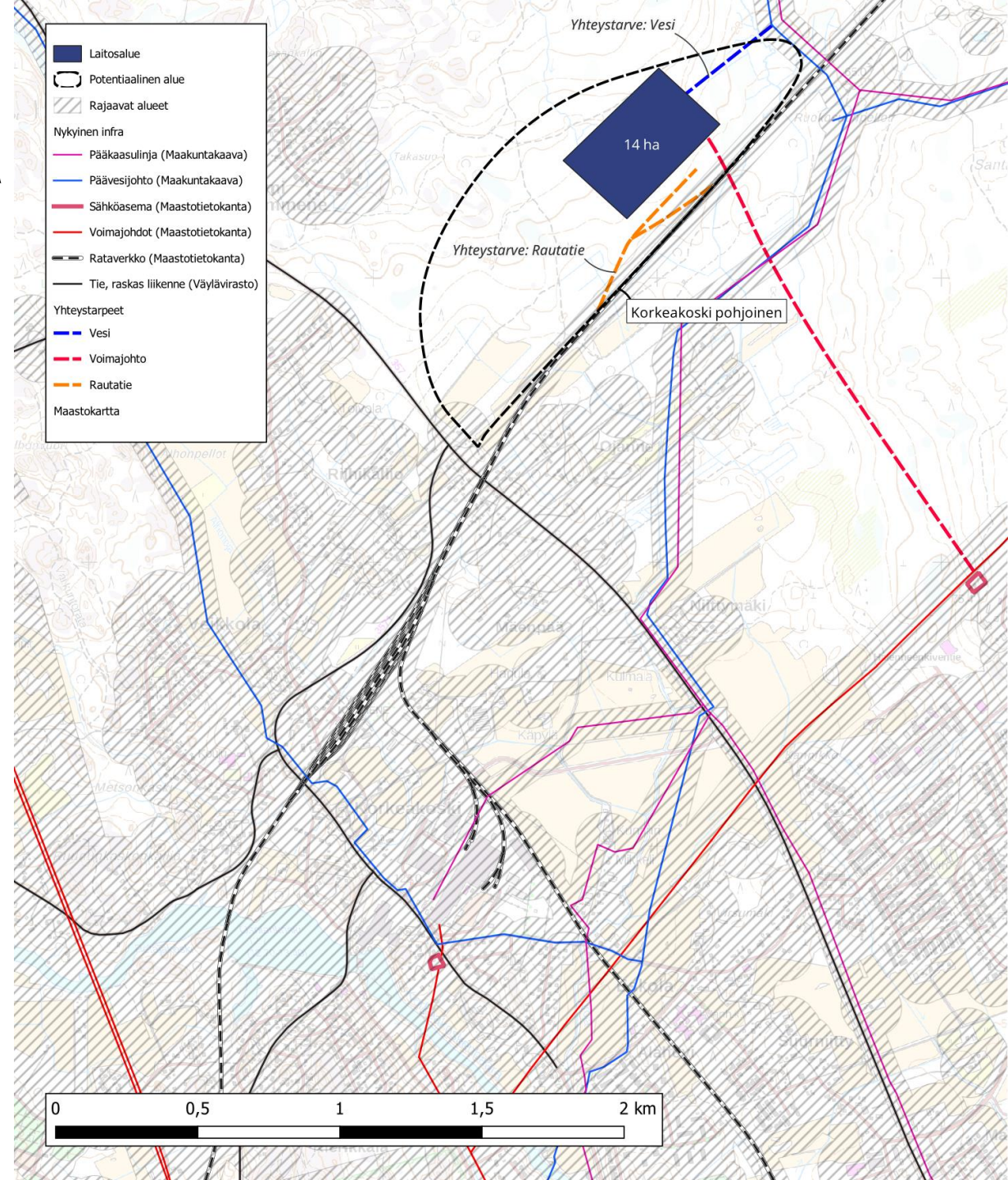
Korkeakoski-Pohjoinen: Ammoniakkia junaraiteilla globaalille markkinalle

CASEN YLEISTIEDOT

Korkeakosken alueelle tarkastellaan lähtökohtaisesti ammoniakkin valmistuslaitosta, mutta vedyntuotantolaitos on myös vaihtoehto. Ammoniakkilaitoksen yhteyteen rakennettaisiin junaterminali, jota kautta ammoniakki kuljetettaisiin satamaan tai muualle Suomeen. Alueen etuina ovat etenkin junaradan läheisyys sekä kantaverkkoon liittynän mahdollisuus.

Vedyntuotantolaitos

- Kokoluokka 100 MW (elektrolyyseri)
 - Vuosituotanto 84 kt ammoniakkia
 - Prosessiveden tarve n. 220 000 m³/a
 - Pinta-alavaatimus n. 14 ha
- Junakuljetus on ensisijainen kuljetustapa ammoniakille. Tämä kasvattaisi hankealueen vaadittua pinta-alaa sekä investointikustannuksia. Valtatien hyödyntäminen vaatisi uuden tien rakentamista. Case-tarkastelun investointiarviossa huomioidaan junaterminalin rakentamiskustannukset, muttei valtatiehen liittymiskustannuksia.
 - Laitoskokonaisuuteen kuuluu elektrolyyserilaitteiden lisäksi sähkömuuntoasema, vedenpuhdistus- ja demineralisointilaitos, tuotevedyn kuivaus- ja paineistusyksikkö, typen talteenottolaitteisto, synteysilaitteisto, nesteytyslaitteisto, sekä noin kahden päivän tuotantoa vastaavan määrän varastointiratkaisut ammoniakille.
 - Hukkalämmön hyödyntämispotentiaalia laitoksen ulkopuolelle ei ole, joten jäähdytysratkaisuksi ehdotetaan laitoksen omaa jäähdytyspiiriä ilmalauhduttimineen.



Korkeakosken kustannustason oletetaan noudattavan ammoniakkilaitoksen yleistä kustannustasoa – junalastauslaituri ei lisää merkittävästi ammoniakin hintaa

KUSTANNUSTEN MUODOSTUMINEN

INVESTOINTI: Investointi kattaa P2X-tuotantolaitoksen, sisältäen elektrolyyserikokonaisuuden, Haber-Bosch –ammoniakkiprosessin, typpilaitoksen sekä tarvittavat balance of plant –laitteet. **Investointikustannus on luokkaa 240 M€.**

O&M- ELI KÄYTTÖ- JA YLLÄPITOKUSTANNUKSET : Kiinteiden kulujen arvioinnin pohjana on käytetty 3 % investointihinnasta vuodessa sekä suuremman elektrolyyserikentöjen huoltovaihdon 10 vuoden välein. Nämä kulut kattavat laitoksen operoinnin ja laitososien huollon tyypilliset kulut, kuten esimerkiksi työvoimakustannukset, tuotantoprosessin käynnissäpidon ja kuluvien osien vaihtokulut. Osa O&M-kuluista on kiinteäluontoisia, ja osa riippuu tuotantomäärästä.

SÄHKÖ: Sähkön hankinta muodostaa muuttuvista kuluista selkeästi suurimman osan, ja tämän myötä sähkön hinta ohjaa tuotetun ammoniakinkin yksikkökustannusta. Sähköstä selkeästi suurin osa vaaditaan kuitenkin vedyntuotantoon. Typen erotuksen osuus sähkökustannuksista on pieni.

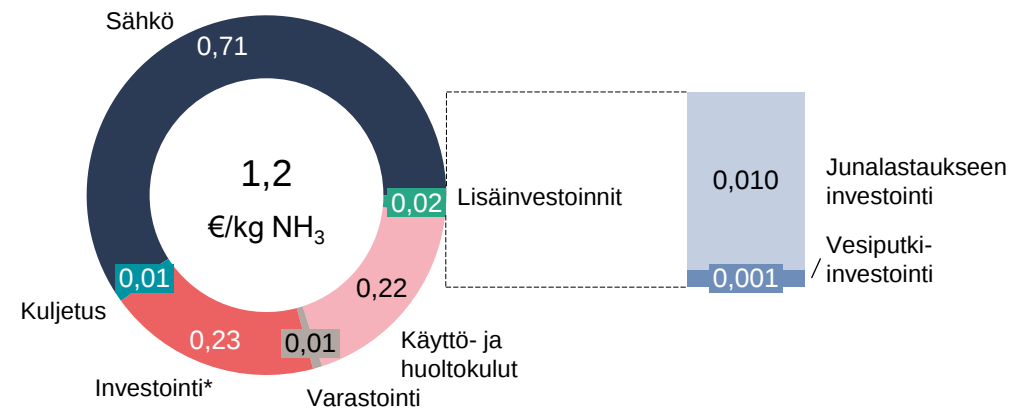
KULJETUS: Lisäinvestointi junalastauslaiturille on todennäköisesti kannattavaa, sillä rautatiekuljetuksena tuote voidaan viedä kustannustehokkaasti Haminan tai Kotkan satamiin. Kuljetuksen kustannuksissa ei ole huomioituna mahdollista laivakuljetuksen kustannuksia.

VARASTOINTI: Puskurivaraston tulee olla tarpeeksi suuri, jotta ammoniakin tuotanto ei häiriinny juna- ja laivakuljetusten odotteluajasta. Parin päivän ammoniakivarasto kattaisi junakuljetusten mahdolliset häiriöt.

KOHDEKOHTAISET ERITYISKUSTANNUKSET (LISÄINVESTOINNIT):

- Junalastauslaiturin ja lastausvarsien rakentaminen n. 15 M€, perustuen Rejlersin sisäiseen hinta-arvioon toteutuneeseen projektiin nähden.

HANKKEEN YSIKKÖKUSTANNUKSET (€/kg NH₃)



Raaka-aineiden kulutus ja tuotteiden vuosituotanto		
Ammoniakki	kt/a	84
Happi	kt/a	133
Hukkalämpö	GWh/a	219
Sähköntarve	GWh/a	800
Prosessivedentarve	tuhatta m³/a	220

Lähteet: European Hydrogen Backbone, *) Laskettu käyttäen 5% WACC 20 vuoden käyttöajalle, WACC = Weighted average cost of capital

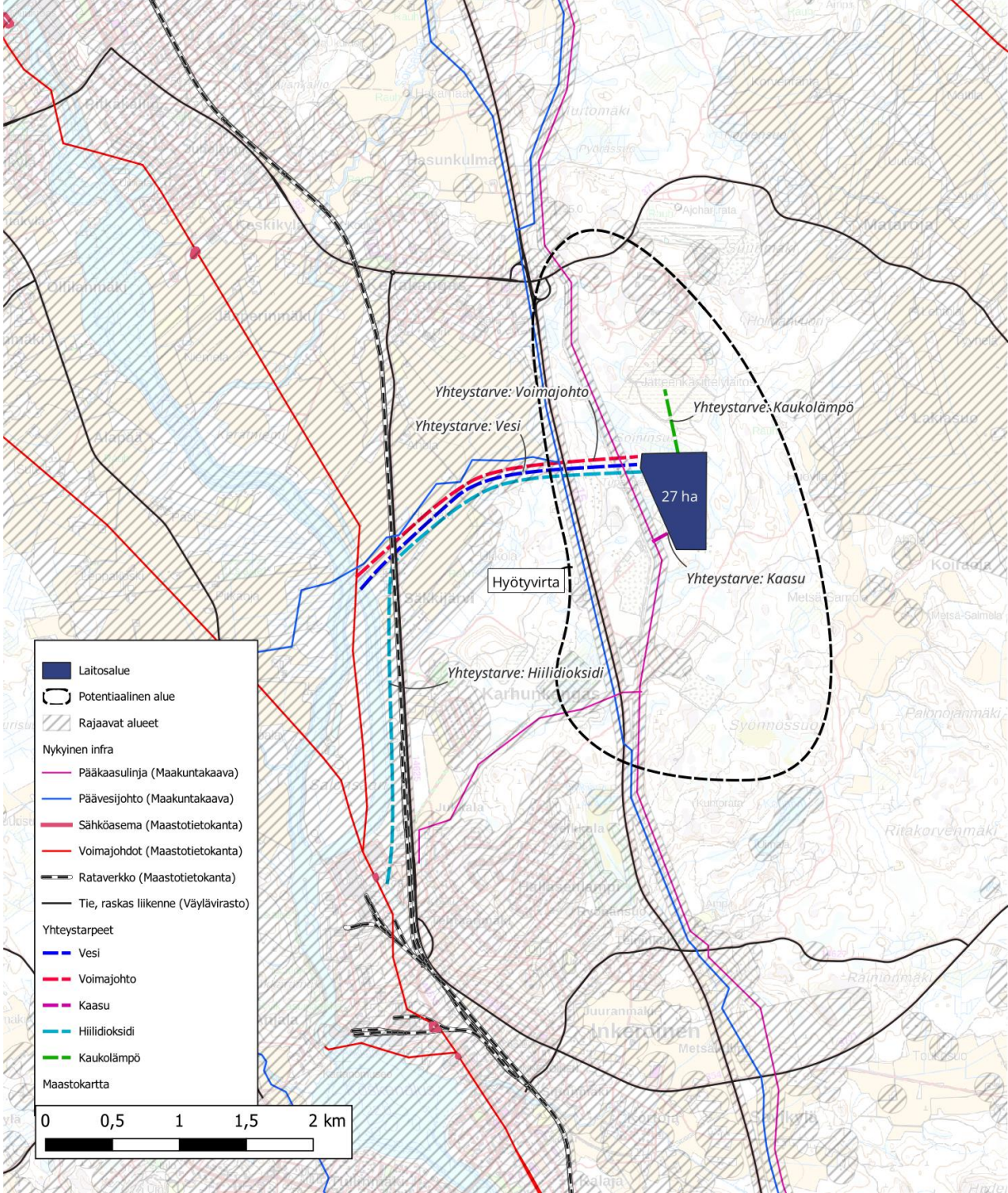
Hyötyvirta: Puhdasta ja uusiutuvaa metaania Suomen sisämarkkinalle

CASEN YLEISTIEDOT

Hyötyvirran alueelle olisi mahdollista sijoittaa laajamittainen metaanin tuotantolaitos. Tulevaisuuden skenaariossa metaanin raaka-aineet ovat Kymijoesta puhdistettu vesi ja Anjalankosken tehtaasta talteen otettu CO₂. Sähkön jakeluverkon nykytilaan ja veden saatavuuteen peilaten 100 MW tehoinen elektrolyyserilaitos vaikuttaa suurimmalta mahdolliselta kokoluokalta alueella.

Metaanin tuotantolaitos

- Kokoluokka 100 MW (elektrolyyseri)
 - Vuosituotantopotentiaali 34 kt metaania
 - Prosessiveden tarve n. 215 000 m³/a
 - Pinta-alavaatimus n. 8 ha
- Metaanin ensisijainen hyödyntämistapa on nykyiseen kaasuverkostoon syöttäminen. Se voidaan vaihtoehtoisesti kuljettaa maanteitse käyttäjille.
- Laitoskokonaisuuteen kuuluu elektrolyyserilaitteiden lisäksi sähkönmuuntoasema, vedenpuhdistus- ja demineralisointilaitos, tuotevedyn kuivaus- ja paineistusyksikkö, metanointilaitteisto sekä varastosäiliöt hiilidioksidille, vedylle ja metaanille. Metaanille kuuluu lisäksi paineistusyksikkö.
- Osa laitoksen hukkalämmöstä voidaan hyödyntää kaukolämpöverkossa. Tämä vähentää ulkoisen jäähdytysveden tarvetta. Vedentarve on laitoksella joka tapauksessa suuri ja Kymijoen veden käytöstä syntyviä ympäristövaikutuksia tulee selvittää tarkemmin.
- Laitoksen kustannusarvio sisältää myös arvion hiilidioksidin talteenotosta. Talteenottolaitteisto tulisi sijoittumaan Stora Enson tontille ja investointikustannukset tulisivat todennäköisesti jakaantumaan joiltakin osin näiden toimijoiden välillä. Tässä raportissa tarkastellaan hankkeen kokonaiskustannusta, joten tätä kustannusjakoa ei ole huomioitu.



Metaanin tuotannossa O&M-kustannukset ovat korkeampia ja sähkön osuus kustannuksista on hieman pienempi verrattuna vedyn ja ammoniakin tuotantoon

KUSTANNUSTEN MUODOSTUMINEN

INVESTOINTI: Investointihinta kattaa elektrolyyserilaitoksen, metanointilaitteiston, nesteytyslaitteiston, varastosäiliöt ja paineistusyksikön. **Investointikustannus on luokkaa 180 M€.** Hiilidioksidin talteenotto on eriytetty lisäinvestointeihin, eikä sisälly edellä mainittuun arvioon.

O&M- ELI KÄYTTÖ- JA YLLÄPITOKUSTANNUKSET: Kiinteiden kulujen arvioinnin pohjana on käytetty 3 % investointihinnasta vuodessa sekä suuremman elektrolyyserikennojen huoltovaihdon 10 vuoden välein. Nämä kulut kattavat laitoksen operoinnin ja laitososien huollon tyypilliset kulut, kuten esimerkiksi työvoimakustannukset, tuotantoprosessin käynnissäpidon ja kuluvien osien vaihtokulut. Osa O&M-kuluista on kiinteäluontoisia, ja osa riippuu tuotantomäärästä. Kuluihin on myös sisällytetty hiilidioksidin talteenotosta syntyvät operointikustannukset.

SÄHKÖ: Sähkön hankinta muodostaa muuttuvista kuluista selkeästi suurimman osan, ja tämän myötä sähkön hinta ohjaa tuotetun metaanin yksikkökustannusta. Sähköstä selkeästi suurin osa vaaditaan kuitenkin vedyntuotantoon.

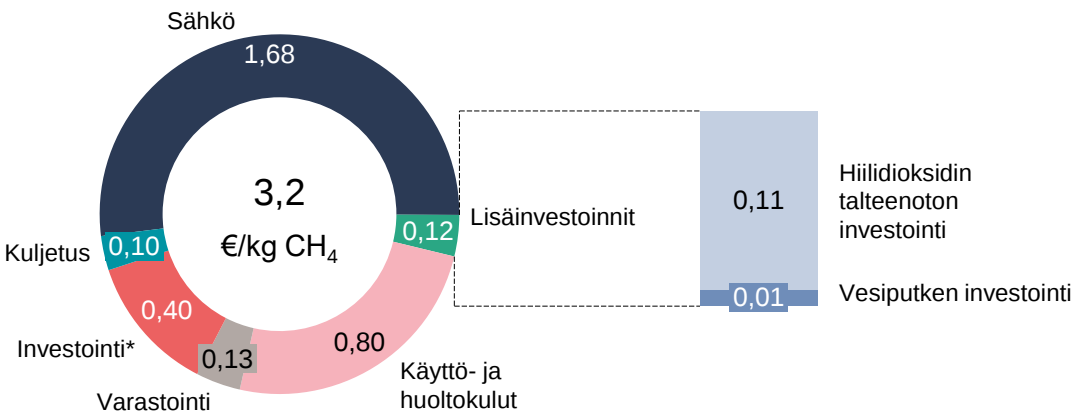
KULJETUS: Kuljetuskustannukset ovat vähäiset, kun valitaan kaasun syöttö olemassa olevaan kaasuverkkoon.

VARASTOINTI: Metaani varastoidaan nestemäisenä, jolloin varastointiin vaadittava tilavuus pienenee. Kustannuksiin on sisällytetty metaanin nesteytyksestä ja höyrystyksestä aiheutuvat kustannukset.

KOHDEKOHTAISET ERITYISKUSTANNUKSET (LISÄINVESTOINNIT):

- Vesiputken rakentaminen Kymijokeen n. 7 M€, pohjautuen yksikköhinta-arvioon 1300 €/m. Arvioon on sisällytetty junaradan alituksen kustannukset.
- Hiilidioksidin talteenotto putkistoiheen, n. 50 M€, perustuen vuosittaisen metaanin tuotannon vaadittavan hiilidioksidin määrään, n. 6 km pituiseen siirtoputkistoon, sekä tyypilliseen arvioon talteenotto-prosessin investoinnista.

HANKKEEN YKSIKKÖKUSTANNUKSET (€/kg CH₄)



Raaka-aineiden kulutus ja tuotteiden vuosituotanto		
Metaani	kt/a	34
Happi	kt/a	400
Hukkalämpö	GWh/a	230
Sähköntarve	GWh/a	800
Prosessivedentarve	tuhatta m³/a	220

Lähteet: European Hydrogen Backbone, *) Laskettu käyttäen 5% WACC 20 vuoden käyttöajalle, WACC = Weighted average cost of capital

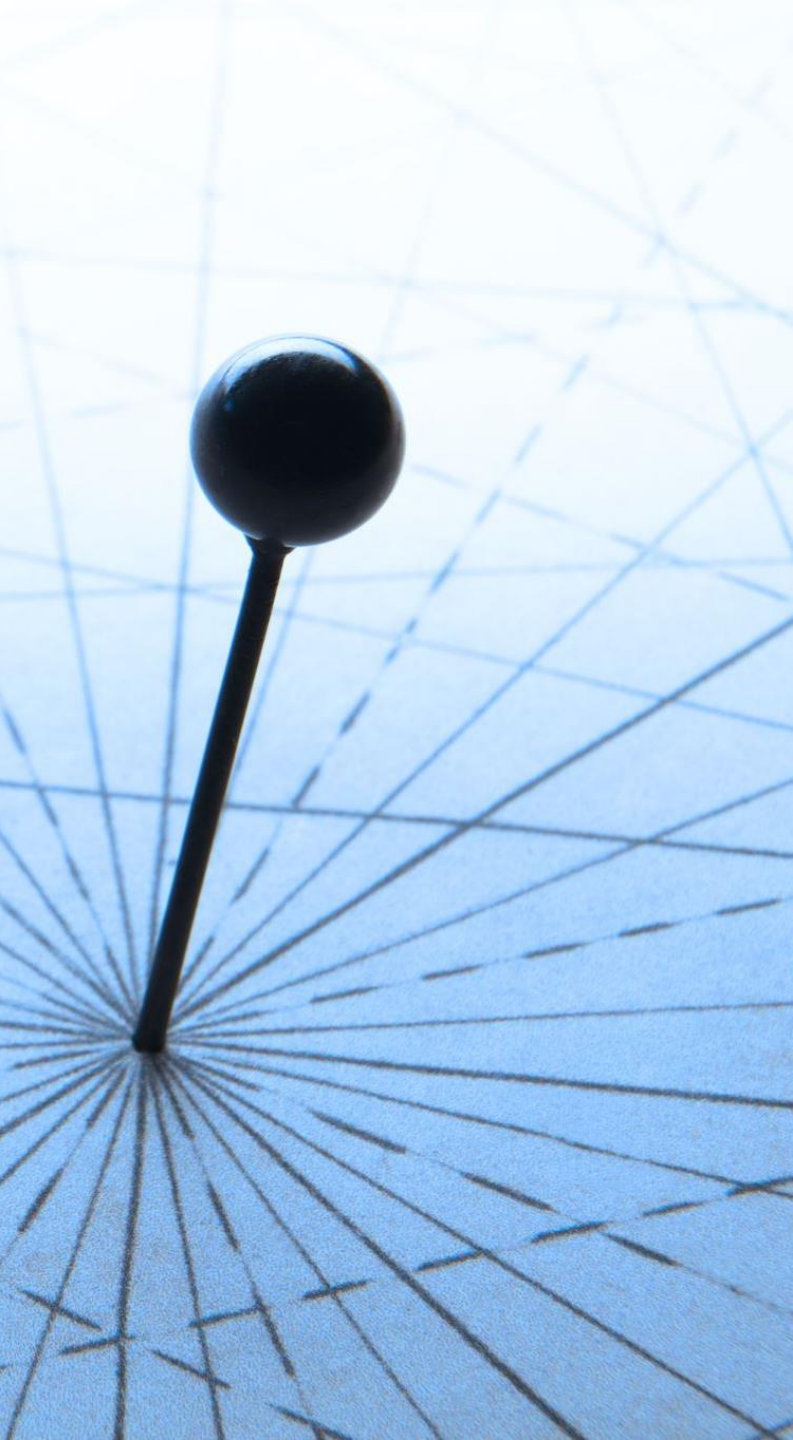
Case-kohteiden toteutettavuus ja hankeaikataulut riippuvat kaavoituksen ja olennaisten sidosryhmien hankkeiden etenemisestä

- Tavastila-Neuvottoman kohdealue on Kotka-Haminan strategisessa osayleiskaavassa merkitty teollisuudelle kehitettäväksi alueeksi. Kotkan ja Haminan kuntaraja kulkee kohdealuetta sivuten, eikä Haminan puolella ole alueella yleiskaavaa laadittuna. Tämän vuoksi kaavoitusprosessin oletetaan vievän kolmekin vuotta aikaa vihreän siirtymän hankkeiden nopeutuksesta huolimatta, mikäli sekä yleis- että asemakaavoitustasot pitää toteuttaa alueelle rakennusluvan edellytyksenä.
- Gasgridin vetyputken linjauksen Kotka-Kouvola –välillä oletetaan tässä tarkastelussa mukailevan nykyistä kaasulinjaa valtatie 15:n läheisyydessä. Vetyputken ennakoidaan olevan toiminnassa aikaisintaan vuonna 2030, mikä vaikuttaa myös Tavastila-Neuvottoman vetylaitoksen toteutettavuuteen. Tämä arvio pohjautuu Gasgridin ja Fingridin yhteishankkeena toteuttaman energian siirtoverkkojen kehitysselvityksen skenaarioihin.
- Kullasvaaran eli Teholan alue Kouvolassa on osittain asemakaavoitettua, ja hankkeen toteutettavuus on kaavamuutosten varassa. Vapaalta alaltaan parhaimman potentiaalin alue on yleiskaavoitettu maa- ja metsätalousalueeksi, joten vaadittu asemakaavoitus sekä maankäytön tyyppien muutos veisi Kullasvaaran vetyhankkeessa aikaa.
- Korkeakoskella olisi rakennettava junalastauksen infraa. Tämän osuuden luvituksen voi mahdollisesti toteuttaa eroteltuna tuotantolaitoksen luvituksesta, mikä saattaa tehostaa kokonaisaikataulua.
- Hyötyvirrassa keskeistä on yhteistyö Stora Enson kanssa hiilidioksidin talteenoton investointien edistämiseksi. Kohteessa putkistovedot alittavat junaradan ja valtatie, mikä tuo lisäkustannuksia ja mutkistaa hanketta.

	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Hankkeen YVA						
Alueiden yleis- ja asemakaavoitus						
Ympäristölupa, Kemikaali- ja Turvallisuuslupa, Rakennuslupa						
Rakennusvaihe						
Laitos toiminnassa						
Gasgridin vetyputki toiminnassa esim. Kotka-Kouvola –välillä ¹						

1. Ylätason arvio perustuen: Gasgrid & Fingrid: Energian siirtoverkkoselvitys

7. Potentiaali ja tiekartta vetytaloudelle



TIEKARTTA

Tiekarttaa tarkastellaan noin 2030-luvun puoliväliin asti toimijakohtaisesti ja eri vaiheittain

Tiekarttatarkastelun pohjana on toimijakohtainen lähestyminen, jossa toimijoittain ja toimijatyypeittäin tarkastellaan askelia kohti vetytaloutta.

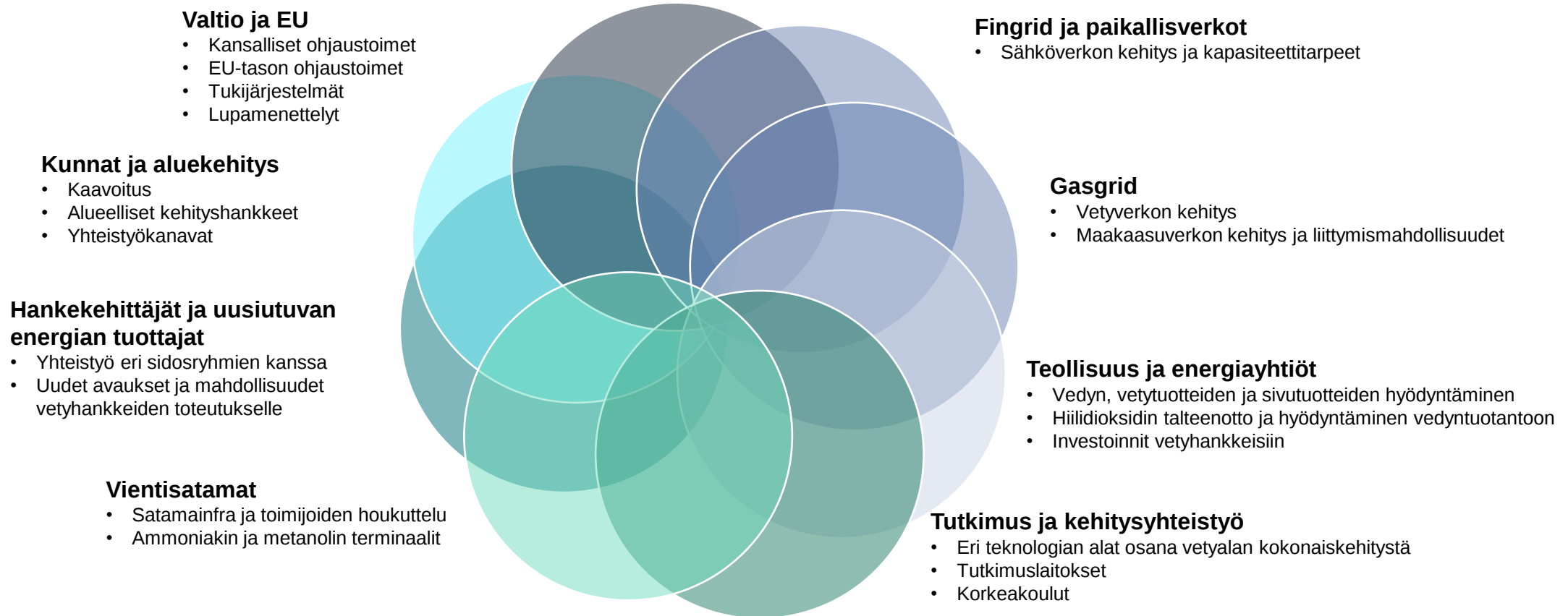
Tiekarttaa tarkastellaan kolmessa aikajaksossa:

- Lyhyen aikavälin
- Keskipitkän aikavälin, ja
- Pitkän aikavälin mukaisesti.

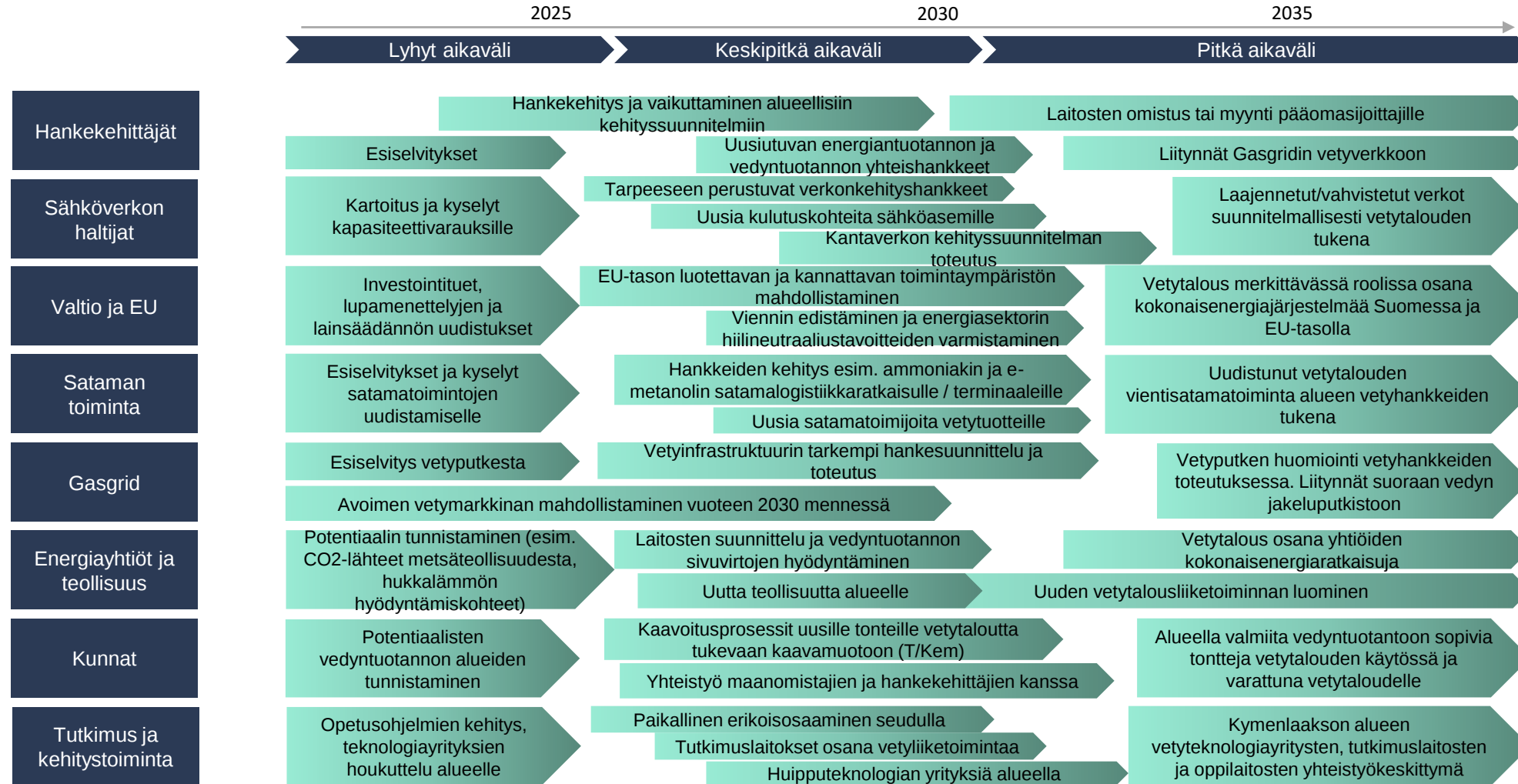
Tiekarttatarkastelun toimijaryhmiksi tarkasteluun valikoituivat:

- Hankekehittäjät (vety ja uusiutuva energia)
- Sähköverkon haltijat
- Valtio ja EU
- Satama
- Gasgrid
- Energiayhtiöt ja teollisuus
- Kunnat
- Tutkimus- ja kehitys

Tiekarttaa lähestytään toimijakohtaisesti eri näkökulmista. Kaikki toimijat voivat tehdä yhteistyötä vetytalouden eteen eri tehtäväkokonaisuuksien puitteissa

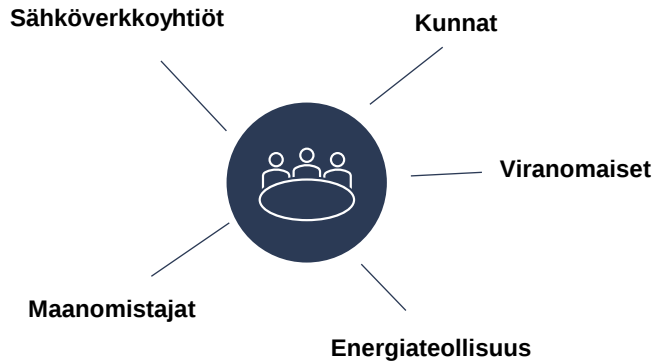


Tiekartassa vetytalous kehittyy osa-alueittain kokonaisvaltaiseksi toiminnaksi



Hankekehittäjät ovat taho jolla on suurin yhteys kaikkiin vetytalouteen liittyviin sidosryhmiin – Avainasemassa on yhteistyö ja tiedonvaihto eri toimijoiden kanssa

TÄRKEIMMÄT YHTEISTYÖKUMPPANIT KYMENLAAKSON VETYTALOUDEN KANNALTA

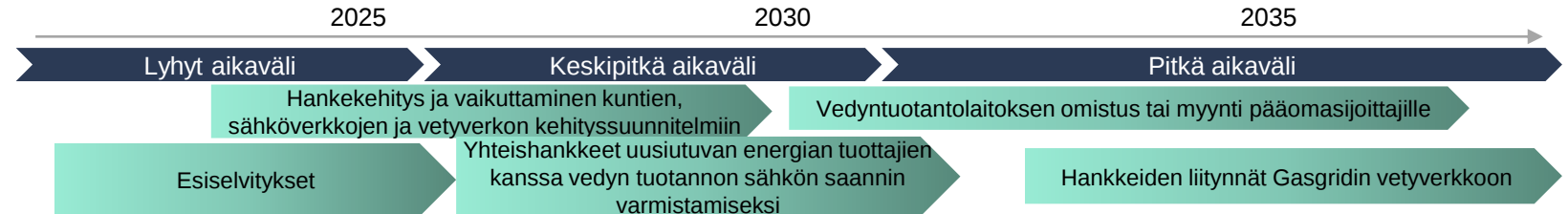


ESIMERKKEJÄ HANKEKEHITTÄJISTÄ JA UUSIUTUVAN ENERGIAN TUOTTAJISTA



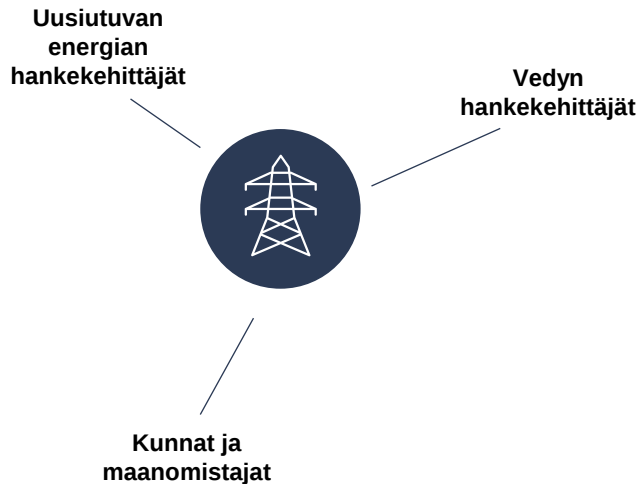
Tällä hetkellä hankekehittäjät kartoittavat vedyntuotantoon sopivia kohteita ja pyrkivät selvittämään mahdollisten kohteiden rajoitteita. Kunnat, sähköverkkoyhtiöt ja esimerkiksi maanomistajat ovat avainasemassa mahdollistamassa hankekehittäjien suunnitelmia. Toisaalta vakaa sääntely-ympäristö ja yhteiset toimintatavat valtakunnallisesti ja EU-tasolla ovat tärkeitä elementtejä, jotta hankekehittäjät näkevät hankkeiden toteutuksen järkevänä Suomessa. Näillä näkymin Suomessa ja Kymenlaakson alueella toteutetaan vetyhankkeita jo 2020-luvun aikana, ja projektissa toteutettujen haastattelujen sekä julkisten lähteiden perusteella hankekehittäjät keskustelevat aktiivisesti uusista avauksista mm. kuntien ja sähköverkkoyhtiöiden kanssa.

- Kustannustasot ja teknologiariskit ovat merkittävä haaste vetyhankkeiden aloittamisen kannalta. Valtion ja EU:n osittain rahoittamina hankkeiden toteuttaminen pienentää taloudellista riskiä investoijille. Aktiivinen yhteistyö valtion ja esim. Business Finlandin kanssa on avainasemassa hankkeiden etenemisen kannalta.
- Satama on Kymenlaaksossa kiinnostava vetytalouden toimija ja rautatieyhteyksiä pidettiin potentiaalia lisäävinä tekijöinä vetytaloudelle. Yhteistyö ja uudet ehdotukset satamille sekä satamatoimijoille voivat tarjota lisääjäreita alueen vetytalouden kehitykselle.
- Yhteistyön kehittäminen vetyhankekehittäjien ja uusiutuvan energian tuottajien välillä on tärkeää. Paikallinen sähkönhankinta vetylaitoksille ja siten potentiaalisesti alhaisemmat sähkönhankintakustannukset edistävät vetytalouden toteutumista.
- Vaikuttaminen Gasgridin vetyverkon sijaintiin yhdessä muiden alueen toimijoiden kanssa lisää potentiaalia saada vetypuutkea toivotulle seudulle Kymenlaaksossa.
- Sähköverkko on yleisesti vahva Kymenlaakson alueella ja se tarjoaa hyvän selkänojan vetyhankkeille. Osalla hankekehittäjistä on toiveita paremmalle yhteistyölle verkkoyhtiöiden kanssa. Tasapuoliset pelisäännöt kaikille ovat yleisesti toiveissa.
- Kuntien kanssa on kehitettävä kaavoitusta vedyntuotantoa tukevaan suuntaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, koska kaavoituksellisesti koskemattomalle alueelle on aina hitaampaa lähteä toteuttamaan vedyntuotantoa. Alueelliset kehitysyritykset yhteistyössä kuntien kanssa voivat tarjota hankekehittäjille ns. tasoitettua tietä alueellisesti tarjoamalla yhteistyökanavat ja keskusteluyhteyden tarvittaville sidosryhmille.



Fingrid ja jakeluverkkoyhtiöt verkkonkehityssuunnitelmineen toimivat yhtenä merkittävimmistä mahdollistajista alueen vetytaloudelle

TÄRKEIMMÄT YHTEISTYÖKUMPPANIT KYMENLAAKSON VETYTALOUDEN KANNALTA



TOIMIJOITA ALUEELLA

FINGRID

KSS VERKKO

**JÄRVI-SUOMEN
ENERGIA**

Kotkan Energiaverkot



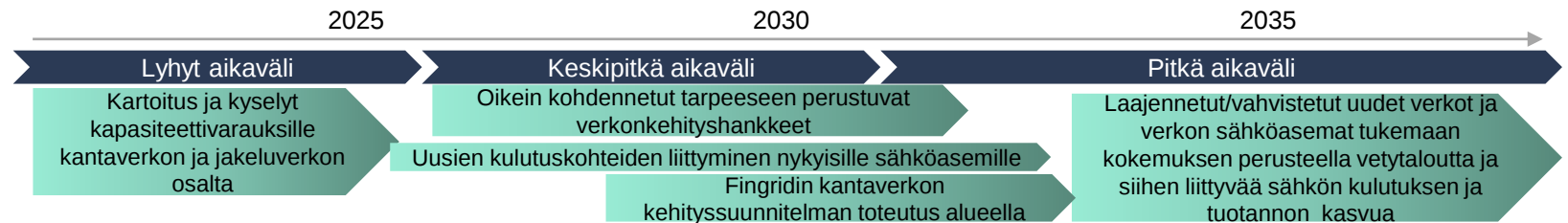
**Kymenlaakson
Sähköverkko**

**HAMINAN
ENERGIA**

**Kaakon
Alueverkko**

Sähköverkkoyhtiöt (kantaverkko- ja jakeluverkkoyhtiöt) ovat avainasemassa mahdollistamassa vetytaloutta Kymenlaakson alueella. Suurimpien kapasiteettien liittämiseksi Fingridin kantaverkon sähköasemat ja kantaverkon kehitys ovat tärkeässä roolissa. Pienemmillä kapasiteeteilla mahdollisuuksia voi olla liittyä myös jakeluverkon asemille. Tärkeää on jatkuva keskustelu ja yhteistyö sähköverkkotoimijoiden ja hankekehittäjien välillä.

- Sähköverkko on yleisesti todettu vahvaksi Kymenlaakson alueella ja tarjoaa hyvän selkänojan vetyhankkeille. Alueen vahvoissa liittytäpisteissä eli Kymin ja Korian kantaverkkoasemilla arvioidaan olevan vapaata kulutuskapasiteettia useiden satojen megawattien tehokuormille. Fingridin kantaverkon kehittämissuunnitelman mukaisesti tulevan Harjulinjan odotetaan vahvistavan verkkoa entisestään valmistuttuaan vuonna 2032.
- Vetytalouden kehityshaasteena sähköverkkojen osalta pidetään sitä, että osalla hankekehittäjistä on toiveita paremmalle yhteistyölle verkkoyhtiöiden kanssa. Hankkeiden parissa toimivilla tahoilla on toiveissa tasapuoliset ja selkeät pelisäännöt kaikille.
- Fingridin päätehtävät Kymenlaakson vetytaloudessa:
 - Kantaverkon kehityssuunnitelman toteuttaminen
 - Tuki uusien kuluttajien verkkokytkeytymisessä Fingridin sähköasemille sekä kytkentään liittyvissä johtohankkeissa
 - Keskustelut toimijoiden kanssa ja verkon kehitys selvien alueellisten kapasiteettikeskittymien tueksi, huomioiden sekä tuotannon kasvu uusiutuvan energian tuotannon mukaan että vetytalouden luoma kasvanut kulutus
- Alue- ja jakeluverkkoyhtiöiden tehtävät:
 - Yhteistyö kantaverkkoyhtiön ja hankekehittäjien kanssa, jotta saavutetaan synergiahyödyt ja oikein kohdennetut verkon kehityshankkeet tukemaan todennäköistä vedyntuotannosta seuraavaa kulutuskapasiteetin kasvua sekä uusiutuvan energian tuotannon kasvua.
 - Verkon kehitystyö siten, ettei luoda pullonkauloja uusien kulutuskohdeiden toiminnalle alue- ja jakeluverkkotasolla



Valtiotasolla pyritään edistämään tasapuolisesti vetytalouden toimenpiteitä maan sisäisesti ja EU-tasolla

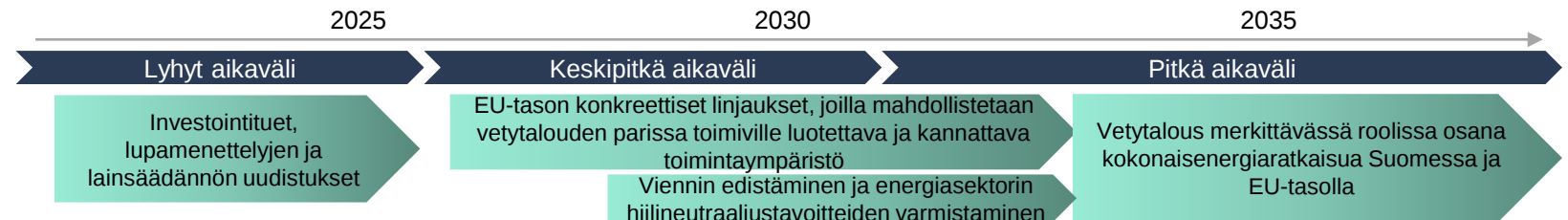
VALTIO JA VETYTALOUS



Valtioneuvoston selonteossa (VNS 6/2022), *Hiilineutraali Suomi 2035 – kansallinen ilmasto- ja energiastrategia*, käsitellään vetyä ja sähköpolttoaineita omana kokonaisuutenaan. Selonteossa on listattu valtiotason toimia ja tavoitteita vetytaloudelle. Mm. Suomen elektrolyyserikapasiteetille asetetaan tavoitteeksi 1 GW vuoteen 2030. Lisäksi valtioneuvoston periaatepäätöksessä vedystä, nykyisessä hallitusohjelmassa ja mm. Business Finlandin VTT:llä teettämässä kansallisessa vetytiekartassa käsitellään toimenpiteitä ja tavoitteita vetytaloudelle.

Alla on listattuna toistuvia teemoja ja mainintoja eri valtiotason toimenpiteistä vetytalouden eteen:

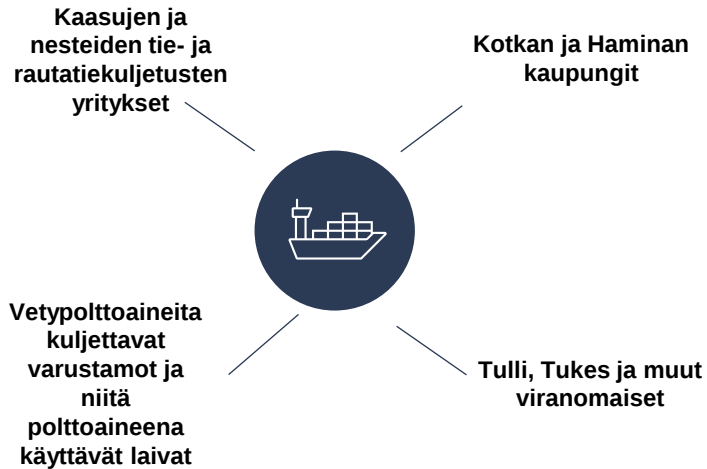
- Investointituet vedyn ja puhtaan energian hankkeille. Edistetään puhtaan vedyn tuotantokapasiteetin syntyä. Edistetään myös vedyn siirtoon ja jakeluun tarvittavia investointeja hyödyntäen myös EU-rahoitusta ja EU:n luomia mahdollisuuksia.
- Fingridin ja Gasgridin energiaverkkojen kehitys osana kokonaisratkaisua.
- Lainsäädännön uudistukset vetytalouden kannattavuuden, vihreän siirtymän ja tasapuolisuuden kannalta.
- Vaikuttaminen EU-tason päätöksentekoon Suomen edun ja hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamiseksi. Tavoitteeksi on kirjattu mm. se, että Suomi osallistuu aktiivisesti vetymarkkinoiden sääntelyn kehittämiseen EU:ssa. Jo toteutettuja ja kirjattuja toimenpiteitä:
 - Suomi allekirjoitti 22 muun EU:n jäsenvaltion kanssa joulukuussa 2020 vetymanifestin ja sitoutui osallistumaan vety-IPCEI-prosessiin.
 - Suomen kestävä kasvun ohjelmassa on kohdennettu vetyhankkeille ja hiilidioksidin talteenoton ja hyödyntämisen hankkeille 150 miljoonan euron rahoitus.
 - Sähköpolttoaineet otetaan mukaan liikennepolttoaineiden jakeluvetoisuuteen vuoden 2023 alusta.
- Lupamenettelyjen selkeyttäminen ja standardointi vetytalouden hankkeiden toteutettavuuden parantamiseksi. Lupamenettelyn sujuvuutta kehitetään huomioiden eduskunnan edellyttämä ympäristöllisten menettelyjen kehittäminen kohti valtakunnallista yhden luukun lainsäädäntöä ja luvitusta.



Lähteet: Valtioneuvoston periaatepäätös vedystä, Valtioneuvoston selonteko kansallisesta ilmasto- ja energiastrategiasta, Valtion rooli vetytaloudessa, Business Finland - National hydrogen roadmap

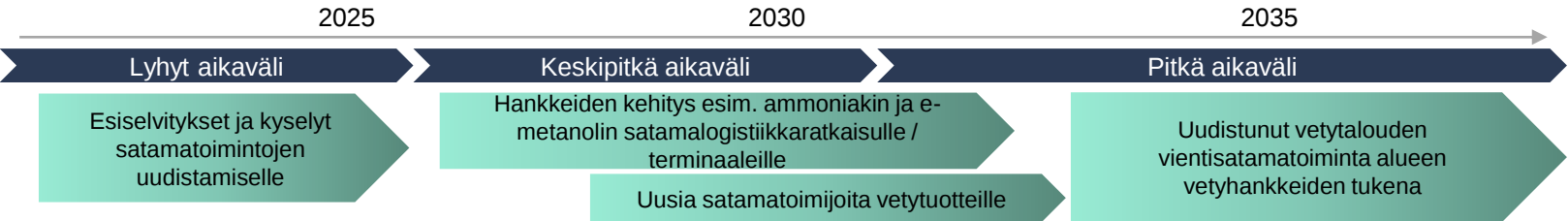
Satamatoiminnan kehitys vetytuotteiden vientiä ja terminaalitoimintaa tukevaksi voisi mahdollistaa laajamittaisen alueellisen vetytalouden

TÄRKEIMMÄT YHTEISTYÖKUMPPANIT KYMENLAAKSON VETYTALOUDEN KANNALTA



Haminan ja Kotkan satamien rooli Kymenlaakson vetytaloudessa painottuu vahvasti tuotteiden logistiikkaan. Vedyn paineistuksen ja nesteytyksen teknisten haasteiden takia Eurooppaan suuntautuvien vetykuljetusten ensisijaisena kehitysreittinä nähdään Nordic-Baltic Hydrogen Corridor –putkihanke sataman sijaan. Sen sijaan etenkin synteettisen ammoniakkin ja synteettisen metanolin markkinat ovat kotimaisen kysyntäpotentiaalin ohella myös kansainväliset. Tuotteiden ostajatahon sijaitessa ulkomailla satama-alueet ovat logistiikan olennaisia solmukohtia, joissa sujuva toiminta ja toimiva yhteistyö ovat ratkaisevassa roolissa P2X-tuotteiden kuljetuskustannusten minimoinnissa ja kuljetusaikataulun ylläpidossa. Muualla tuotetuille synteettisille ammoniakille ja metanolille voi myös kehittyä kysyntää Suomessa, eli vetytalouden ratkaisut voivat kehittää HaminanKotkan satamaan sekä uudenlaista vientiä että tuontia.

- Tie- ja rautatiekuljetukset ovat ammoniakkin ja e-metanolin tärkeitä kuljetuskanavia tuotteiden toimittamiseksi satamaan.
- Tuotantolaitosten, laivojen sekä tie- ja rautatiekuljetusten aikataulupoikkeavuuksien vuoksi satamaan pitäisi kehittää riittävä terminaalikapasiteetti ammoniakkin ja metanolin käsittelyyn mahdollisten uusien tuotantohankkeiden käynnistyessä. Terminaaleilla tulee varmistaa kuljetusten riipeys sekä varastointikapasiteetin riittävyys poikkeustilanteissa. Ammoniakkin tapauksessa ympäristönäkökulmat on huomioitava terminaali- ja varastokapasiteetin kehitysprojekteissa ja ammoniakkin käsittelyssä herkan meriympäristön äärellä.
- HaminanKotkan satama-alueilla yhteistyön merkitys kasvaa alueellisen vetytalouden kehittyessä, kun sataman alueella saattaa olla tarvetta nykyisten yritysten lisäksi myös uusille toimijoille.
- Ammoniakilla ja metanolilla on potentiaalia toimia laivojen kestävinä polttoaineina markkinoiden ja tekniikan kehittyessä. Tuotelogistiikan ohella satama-alueilla voi kehittyä tarve myös näiden aineiden bunkraukseen laivojen polttoainesäiliöihin.



Vetyputkiston kehityssuunnitelma etenee – Kymenlaaksolla mahdollisuus hyötyä mikäli suunnitelmat realisoituvat

GASGRIDIN SUURET VETYHANKKEET



Gasgrid kehittää kansainvälistä vetyverkostoa, jonka tarkoituksena on edistää vetytaloutta sekä synnyttää uudenlaisia arvoketjuja. Oheinen kuva esittää vetyinfrastruktuurin kehityshankkeiden linjaamia pääsiirtoputkiston reitityksiä, ja niistä Nordic-Baltic Hydrogen Corridor kulkee Kymenlaakson alueella. Reititys on kuitenkin vasta alustava linjaus, joka tulee tarkentumaan jo lyhyellä aikavälillä työn alla olevan esiselvityksen mukaisesti.

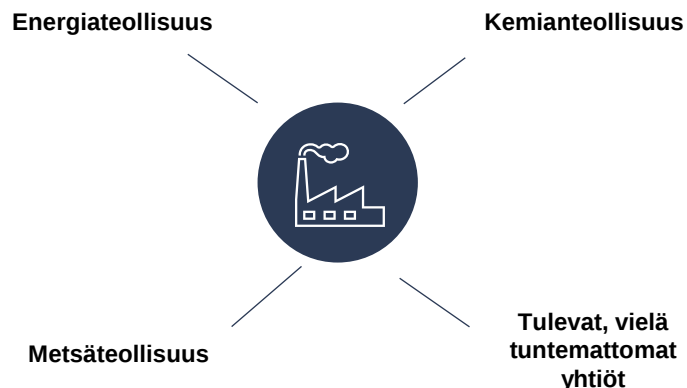
- Hankkeen toteutuessa Kymenlaakson toimijoilla on mahdollista liittyä tehokkaaseen eurooppalaiseen vetymarkkinaan.
- Nordic-Baltic Hydrogen Corridor-hankkeesta on tällä hetkellä käynnissä esiselvitys, jolla pyritään selvittämään putkelle tarkempaa reittiä sekä mahdollisia väliavarastointien sijoituspaikkoja vuoden 2024 puoliväliin mennessä.
- Alustava vetyputkisto voisi kulkea esimerkiksi nykyisen maakaasuverkon reitillä tai sen rinnalla. Teknisesti olisi tietyin reunaehdoin ja muutoksin mahdollista hyödyntää nykyistä maakaasuverkostoa vedyn kuljettamiseen, mutta tätä ei ole tämän raportin kirjoitushetkellä julkistettu suunniteltavan.
- Vetyverkosto tulee todennäköisesti suunnittelemaan niin, että se pyrkii ottamaan huomioon tulevaisuuden liityntätarpeet, perustuen esimerkiksi kaavoitus- ja hankekehittäjien suunnitelmiin. Onkin tärkeää, että Kymenlaakson alueen toimijat ovat varhaisessa vaiheessa yhteydessä Gasgridiin, jotta tulevaisuuden varauksia voidaan ottaa huomioon varhaisessa vaiheessa. Tällöin liityntä verkostoon olisi toteutettavissa mahdollisimman helposti.



Lähteet: [Energian siirtoverkot vetytalouden ja puhtaan energiajärjestelmän mahdollistajina](#); Nordic-Baltic Hydrogen Corridor -vetyinfrahankkeen esiselvitys on käynnistynyt

Teollisuus ja energiayhtiöt voivat toimia sekä vetytalouden tuotteiden käyttäjinä että raaka-aineiden tuottajina

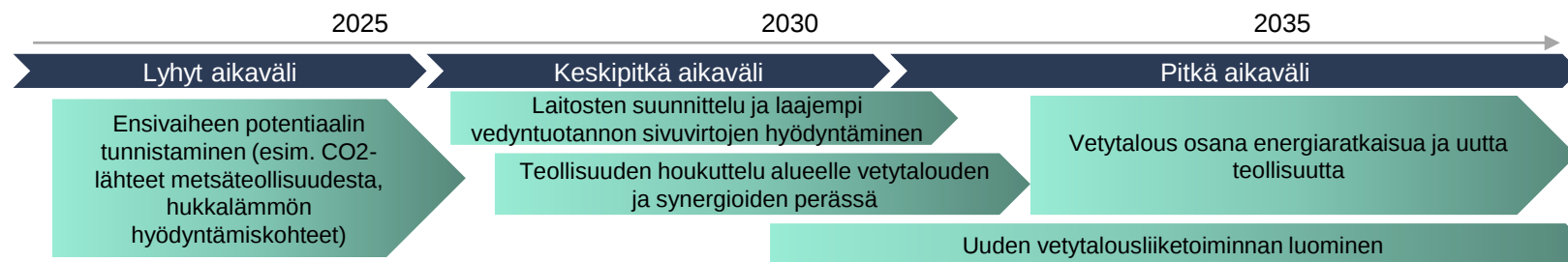
TÄRKEIMMÄT YHTEISTYÖKUMPPANIT KYMENLAAKSON VETYTALOUDEN KANNALTA



Teollisuuden yritysten ja energiayhtiöiden pääajuri vedyn ja vetytuotteiden hyödyntämiselle on hiilidioksidipäästöjen vähentäminen vaikeasti sähköistettävissä prosesseissa. Energiayhtiöt ovat tärkeässä asemassa vedyn ja sen jatkojalosteiden tuotannon mahdollistamisessa, mutta samalla ne voivat olla loppukäyttäjiä, esimerkiksi tuottamalla sähköä e-metaanista maakaasun sijaan. Kymenlaaksossa on potentiaalia vahvalle alueelliselle vetyklusterille, jossa energiayhtiöt voivat hyödyntää metsäyhtiöiden ja energiateollisuuden tuottamaa hiilidioksidia vedyn jatkojalosteiden valmistukseen.

- Vedyllä on oletettavasti merkittävä rooli tulevaisuudessa synteettisten kemikaalien valmistuksessa. Teolliset toimijat kannustetaan tekemään yhteistyötä, esimerkiksi tekemällä yhteisinvestointeja hiilidioksidin talteenottoon, mikä vahvistaisi alueellista vetyklusteria.
- Vedyn laaja saatavuus synnyttää tulevaisuudessa todennäköisesti uutta liiketoimintaa. Esimerkiksi metsäyhtiöiden sivutuotteiden kuten ligniinin tai mäntyöljyn biojalostusprosesseissa voidaan tarvita vetyä teollisuuden raaka-aineiden ja muiden jatkojalosteiden tuottamiseen. Metsäteollisuudelle ligniinin poltosta poissiirtyminen merkitsisi lämmönlähteen korvaamista vaihtoehtoilla, kuten vedyntuotannon hukkalämmöllä.
- Hukkalämmön hyödyntämisen haasteena on sopivien lämpönielujen löytäminen. Vedyn tuotannon kasvaessa merkittävä määrä ylimääräistä hukkalämpöä tarvitsee käyttökohteita mahdollisimman läheltä lämmönlähdettä. Alueen energiayhtiöiden ja teollisuuden sekä suurten lämmönkuluttajien olisi kannattavaa etsiä yhteisiä kokonaisratkaisuja vedyn hukkalämmön hyödyntämiselle.

ESIMERKKEJÄ TOIMIJOISTA ALUEELLA



Lähteet: [Future of hydrogen](#); [Sähköistyminen, hukkalämmöt ja lämpöpumput teollisuudessa](#)

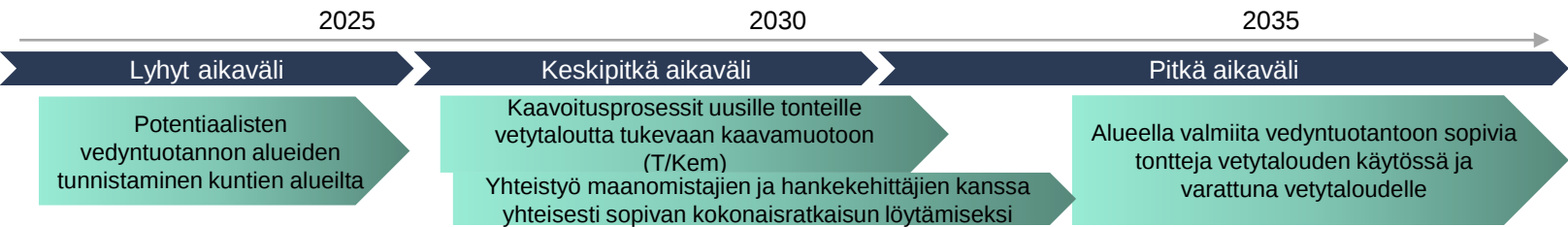
Kuntien kaavoitusratkaisut, maankäytön suunnittelu ja infrakehitys ovat vetylaitoksien sijoittumistarkastelun keskiössä

TÄRKEIMMÄT YHTEISTYÖKUMPPANIT KYMENLAAKSON VETYTALOUDEN KANNALTA



Kymenlaakson kunnat voivat tarjota potentiaalisia sijaintikohteita vedyntuotannolle ja tasoittaa hankekehittäjien tietä alueella toimimiselle. Alueelliset kehitysyhtiöt toimivat mahdollistajina vetytalouden sidosryhmien väliselle yhteistyölle.

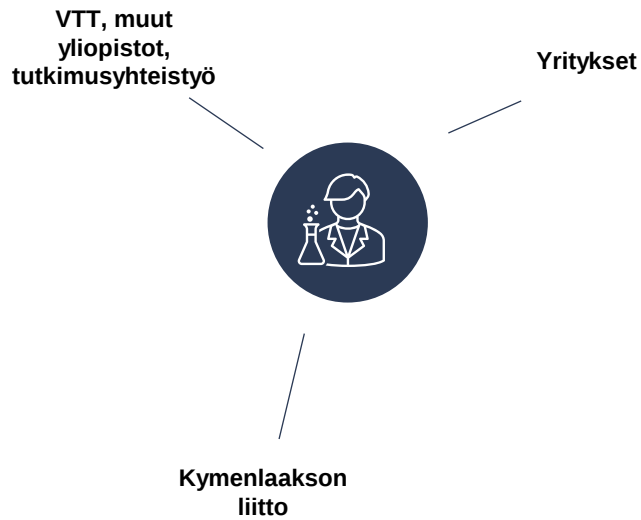
- Vetyä ja vetyjohdannaisia valmistavan laitoksen rakentamisen edellytyksinä ovat tarvittavat luvat ja selvitykset (esim. usein vaaditaan YVA) sekä hankealueen kaavoitusratkaisun soveltuvuus tavoitellulle toiminnalle. Kunnilla on kaavoituksen myötä toisaalta mahdollisuus edesauttaa vihreän siirtymän hankkeiden toteutumista alueellisesti ja valtakunnallisesti, ja toisaalta vastuu varmistaa maa-alueiden kestävä käyttö siten, että maankäytöstä ja teollisuudesta ei muodostu merkittävää haittaa ympäristölle, kunnan asukkaille ja muille tahoille. DNSH-periaatteen noudattamisen valvonta on tärkeää, jotta vetytalouden hankkeet saavat paikallisen hyväksynnän.
- Vety- ja P2X-laitoksille soveltuvien, reunaehdot täyttävien alueiden käyttö edellyttää, että kunta on valmis varaamaan riittävät tonttialat hankkeiden käyttöön. Toimiva aluevaraus tarkoittaa myös merkittäviä valmisteluja: vetylaitokselle täytyy pystyä kehittämään riittävä ympäröivä infrastruktuuri etenkin sähköverkkoyhteyden, vesistön tai vesijohtoverkon, logistiikan ja mahdollisesti kaukolämpöverkon osalta. Infrarakentamisen ennustettava aikataulu ja sujuva yhteistyö infrastruktuuritoimijoiden kanssa ovat ratkaisevan tärkeitä edellytyksiä vetyhankkeiden onnistumiseksi.
- Kaavoituksen, aluevarauksien ja paikallistuntemuksen kautta kunnilla ja aluekehitysyhtiöillä on tärkeä rooli hankekehittäjien ja maanomistajien välisessä yhteistyössä. Maanhankinta, maanvuokraus ja aluevaikutukset ulottuvat infrakehityksen myötä tuotantolaitoksen aluevarausta laajemmalle alueelle, mikä voi johtaa tarpeeseen laajalle sidosryhmäyhteistyölle. Vetytalouden hankevaikutukset eivät rajoitu vain yhden kunnan alueelle, vaan ne vaikuttavat myös alueellisesti ja jopa valtakunnan tasolla.



DNSH = Do No Significant Harm

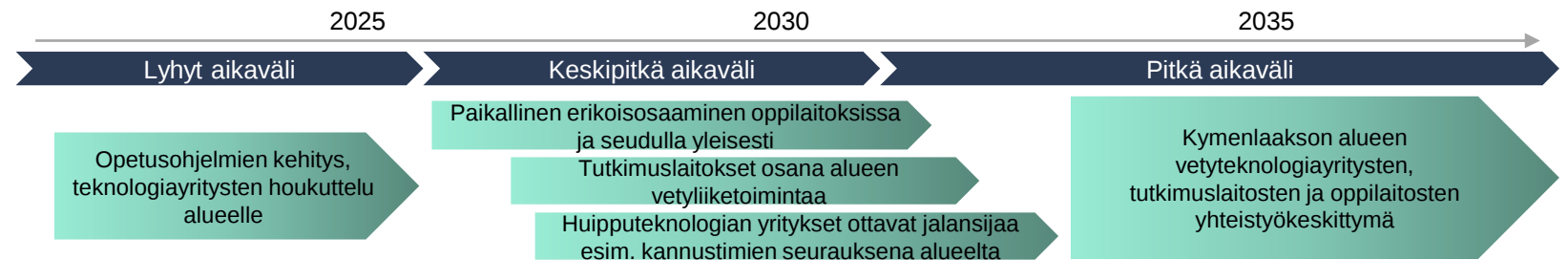
Teknologian kehitystyö ja osaavan työvoiman kouluttaminen vetytalouden tarpeisiin on maakuntaa laajempi kansallisen ja kansainvälisen tason kokonaisuus

TÄRKEIMMÄT YHTEISTYÖKUMPPANIT KYMENLAAKSON VETYTALOUDEN KANNALTA



Alueen houkuttelevuuden kannalta tietotaito-osaamisen kehittäminen alueellisesti on tärkeää. LUT ja XAMK voivat toimia alueellisen osaamisen kehityskeskuksina räätälöidyin koulutusohjelmin ja yritysysteistyön kautta. Alueen kannalta suotuisaa olisi myös, jos vedyn tuotannon lisäksi alueelle tulisi yrityksiä, jotka kehittävät vetytalouden kannalta merkittävää teknologiaa. Kaakkois-Suomen seudullisen näkökulman lisäksi sekä kansallinen että kansainvälinen taso ovat tärkeitä etenkin tutkimus- ja kehitysyhteistyössä. Tämän lisäksi esimerkiksi elektrolyyserien merkittävimmät valmistajat tulevat muualta kuin Suomesta, joten valmius kansainväliseen yhteistyöhön on olennaista.

- Vety- ja P2X-tuotantolaitosten työvoiman kouluttamisessa alueellinen yhteistyö on tarpeen. Tuotantolaitokset vaativat kehitysvaiheessa ja jatkuvassa tuotannossa esimerkiksi aluesuunnittelun, ympäristöalan, prosessi-, sähkö- ja automaatiotekniikan sekä logistiikan osaamista. Vetyyn liittyvä teknologia kehittyy, ja alan erityisosaamiselle on tulevaisuudessa tarvetta. Tulevaisuuden osaajien kouluttamisessa sekä ammattipistoilla, XAMK:lla että LUT:lla on seudullisesti tärkeä rooli, ja niiden tulisi huolehtia siitä, että vetyyn liittyvät opetussisällöt on huomioitu koulutusohjelmatarjoamassa. Osaavien työntekijöiden houkuttelussa Kymenlaaksoon myös muista maakunnista ja kansainvälisesti on kunnilla ja Kymenlaakson liitolla merkittävä rooli.
- Tutkimuksessa korostuu XAMK:in ja LUT:n yhteistyö muiden ammattikorkeakoulujen, yliopistojen, VTT:n ja kansainvälisten tutkimustahojen kanssa. Näiden lisäksi yritysysteistyö on tärkeässä roolissa teollisuuden kehityksessä, jotta perustutkimuksen ohella syvennyttään myös suoraan yritysten tunnistamiin haasteisiin vetytalouden vauhdittamisessa. Konsortiohankkeiden muodossa voidaan osallistaa tutkimukseen eri sidosryhmiä spesifien kehityshaasteiden ratkaisemiseksi. Tällaisiin hankkeisiin voisi tavoitella tarpeen mukaan esimerkiksi valtion ja EU-tason rahoitustukea.
- Suuret vety- ja P2X-hankkeet vaativat myös sujuvaa kansainvälistä yhteistyötä, kun vetytalouden arvoketjut ulottuvat Suomen ulkopuolelle esimerkiksi vetyputkihankkeiden, sähkömarkkinan ja sähköpolttoaineiden markkinakehityksen muodossa.





Rejlers Finland Oy on teknisen alan suunnittelu- ja konsultointiyhtiö, joka luo tulevaisuuden toimivaa yhteiskuntaa.

Olemme asiakkaidemme luotettu kumppani teollisuuden, rakentamisen, energian ja infran hankkeissa.



Tekijät:

Roope Mannonen, Joona Ehrnrooth, Leo Hari, Jaakko Tamminen, Fabian Anttonen, Aki Pesola



Liite 1: Haastatellut toimijat

Selvityksessä haastateltiin 8 eri toimijaa

Haastatellut toimijat:

- Fingrid
- Gasgrid
- Flexens
- Ren-Gas
- KSS Energia
- Kotkan kaupunki
- Kouvolan kaupunki
- Hamina-Kotkan satama