Siirtoyhteydet ja nousevat energiateknologiat Varsinais-Suomessa

Elokuu 2025

Varsinais-Suomen liitto
Egentliga Finlands förbund

Siirtoyhteydet ja nousevat energiateknologiat Varsinais-Suomessa

Elokuu 2025

Tämä on kolmas osa maakuntakaavoituksen taustaselvityssarjasta Kestävän energiahuollon tulevaisuus, tilatarpeet ja sijoittuminen Varsinais-Suomessa. Selvityksen tekemiseen on saatu tukea vihreän siirtymän investointien rahoitusvälineestä ympäristöministeriöstä.

Kristina Karppi, Arttu Koskinen ja Timo Juvonen
aluesuunnittelun ryhmä
Varsinais-Suomen liitto
PL 273, 20101 Turku
kirjaamo@varsinais-suomi.fi
varsinais-suomi.fi

Sisällysluettelo

1 Johdanto 4

1.1 Selvityksen tehtävä, tausta ja rajaukset 4

2 Sähkön siirtoyhteydet 6

2.1 Voimajohtojen mitoituksesta ja suojaetäisyyksistä maankäytössä 6

2.1.1 Johtokäytävien mitoituksesta ja merkitsemisestä kaavoissa 7

2.1.2 Suojaetäisyyksistä kantaverkon voimajohtoihin 9

2.2 Voimajohdot ja niiden maakuntakaavamerkinnät Varsinais-Suomessa 9

2.2.1 Nykyiset maakuntakaavamerkinnät sähköverkoista 10

2.3 Verkkokapasiteetin tilanteesta Varsinais-Suomessa 13

2.4 Voimajohtojen investointisuunnitelmista ja kehityspaineista Varsinais-Suomessa 16

2.4.1 Fingridin investointisuunnitelmista kantaverkkoon 17

2.4.2 Merituulivoiman sähkönsiirtoyhteyksien liitynnöistä mantereelle 20

2.4.3 Muiden verkkoyhtiöiden kehitystarpeista Varsinais-Suomessa 22

2.5 Suurjännitelinjojen ympäristövaikutusten Ei merkittävää haittaa -arviointi 25

3 Vedyn siirtoyhteydet 27

3.1 Vedyn ominaisuuksista sekä sen käyttö- ja jatkojalostustavoista 27

3.2 Vetytalouden kehittymisestä Varsinais-Suomessa 29

3.3 Tavoitteista vetytaloudelle 30

3.4 Kansallisen vedyn siirtoverkon reittilinjauksista 31

3.5 Vedyn siirtoverkon ominaisuuksista ja suojaetäisyyksistä maankäytön suunnittelussa 33

3.6 Vedyn siirtoverkon linjausluonnokset Varsinais-Suomessa 35

3.7 Vedyn siirtoverkon merkintätarpeita Varsinais-Suomen maakuntakaavaan 37

3.7.1 Vedyn runkoverkko suhteessa voimassa oleviin Varsinais-Suomen maakuntakaavamerkintöihin 39

3.7.2 Vedyn runkoverkon merkitsemisestä uuteen vaihemaakuntakaavaan 39

3.8 Vedyn runkoverkon ympäristövaikutusten Ei merkittävää haittaa -arviointi 41

4 Yhteenveto ja tulkintaa maakuntakaavoituksen kannalta 43

4.1 Ehdotukset siirtoyhteyksien päivitystarpeiden merkitsemisestä ja määräämisestä maakuntakaavassa 43

4.2 Nousevien energiateknologioiden huomioimisesta maakuntakaavassa 44

Lähteet 46

LIITE 1: Nousevien energiateknologioiden hanketyyppikortit 49

1 Johdanto

1.1 Selvityksen tehtävä, tausta ja rajaukset

Tämä selvitys sähkön ja vedyn siirtoyhteyksistä sekä nousevista energiateknologioista Varsinais-Suomessa kuvaa verkkojen ja teknologioiden keskeisimmät ominaisuudet ja vaikutukset maankäytön suunnitteluun maakuntakaavoituksen tasolla. Selvitys taustoittaa maakuntakaavatyötä; tarkastelun tasona on koko maakunta ja painopisteinä ne energiamurroksen ilmiöt, jotka ovat rakenteiltaan ja vaikutuksiltaan vähintään maakunnallisia[1]. Selvityksen tärkein tehtävä on vastata kysymykseen siitä, miten maakuntakaavatyössä tulee huomioida ajankohtaiset energiamurroksen kehityskulut ja ennusteet tulevaisuuteen. Tämän hahmottamiseksi tulee monitasoista ja -syistä energiajärjestelmää eritellä kuitenkin myös laajemmin.

Kaavatyössä tavoitteena on se, että maakuntakaava mahdollistaa ja edistää osaltaan toimintavarman, monipuolisen ja -tasoisen, kokonaiskestävän sekä teknisesti edistyneen energiajärjestelmän kehittymistä Varsinais-Suomessa. Selvitys taustoittaa Varsinais-Suomen vesien ja voimien vaihemaakuntakaavaa (https://varsinais-suomi.fi/suunnittelu/maakuntakaava/vireilla-olevat-maakuntakaavat/vesien-ja-voimien-vaihemaakuntakaava/). Vaihekaavan ensimmäisenä julkisena vaiheena kuulutettiin sen osallistumis- ja arviointisuunnitelma nähtäville talvella 2025.

Energian taustaselvitysten sarja

Taustaselvitys siirtoyhteyksistä ja nousevista energiateknologioista on kolmas osa energiaselvitysten sarjaan ”Kestävän energiahuollon tulevaisuus, tilatarpeet ja kehittyminen Varsinais-Suomessa” (https://varsinais-suomi.fi/suunnittelu/aluesuunnittelu/kestavan-energiahuollon-tulevaisuus-varsinais-suomessa/). Sarjan tavoitteena on tunnistaa energiamurroksen olennaiset muuttujat ja tekijät maankäytön suunnittelussa, erityisesti maakuntakaavoituksen tasolla. Selvityksen ensimmäisessä osassa tarkasteltiin teollista aurinkovoimaa ja toisessa maatuulivoiman sijoittumisen päivitystarpeita. Lopuksi kaikki osaselvitykset vedetään yhteen kokonaistulkinnaksi vaihekaavatyötä varten, suosituksiksi siihen. Yhteenvedon osassa kuvataan myös energiajärjestelmän kokonaistilannetta laajempana asiayhteytenä maakuntakaavoituksen taustalla. Rahoitus selvityksen tekemiselle on saatu ympäristöministeriön vihreän siirtymän investointien tukivälineestä.

Painotukset ja rajaukset

Tämä osaselvitys keskittyy energiamurrokseen ennen muuta sähkön ja vedyn siirtoyhteyksien kannalta. Lisäksi käsitellään nousevia energiateknologioita selvityksen liitteessä 1, vaikka ne ovat pääosin kuntakaavojen käsittelytasoa. Liikenteen polttoaineet on rajattu selvityssarjan ulkopuolelle. Niitä käsitellään osana liikennejärjestelmäsuunnittelua.

[1] Tässä viitataan kesällä 2025 lausunnoilla olleen alueidenkäyttölain luonnokseen, jonka mukaan maakuntakaavoituksen käsittelytasoa nostetaan ja siinä käsiteltäisiin ainoastaan vähintään maakunnallisten merkittävyyden aiheita. Nykyisen rakennus- ja maankäyttölain mukaan käsittelytaso on ollut tarkempi eli vähintään seudullinen. Hallituksen esitys, luonnos alueidenkäyttölaiksi, luvun 4 pykälät maakuntakaavoituksesta, eritoten § 21, https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/Participation?proposalId=e92c21ba-a798-43a0-9fe1-1ba4b63ca95c

Työnjaosta

Osaselvityksen kokonaisuudesta ja käsikirjoituksesta vastaa Varsinais-Suomen liiton aluesuunnittelun ryhmä. Liitteen 1 hanketyyppikortit nousevista energiateknologioista on hankittu palveluostona Ramboll oy:ltä.

2 Sähkön siirtoyhteydet

Ajankohtaisia, kiireellisiäkin kehityspaineita on tällä hetkellä juuri sähkön siirtoyhteyksissä – kapasiteetin näkökulmasta etenkin Etelä-Suomessa, mutta energiajärjestelmän kokonaisuuden kannalta koko maassa. Kapasiteetin kiireellisiä kehityspaineita ei käsitellä kuitenkaan kaavoituksen eri tasoilla, vaan pikemminkin investoimisen ja sähkömarkkinoiden nopeammassa sykkeessä. Varsinais-Suomessa voimassa olevat kaavat eivät myöskään osaltaan estä tarpeellisia lähitulevaisuuden investointeja. Kapasiteettitilanteen haasteita kuvataan kuitenkin lyhyesti omassa alaluvussaan alla.

Kulutuksen näkökulmasta lämmön varastointi ja tuotanto sekä teollisuus sähköistyy nopeasti. Myös datakeskushankkeiden määrä ja koko on kasvanut, ja ne kuluttavat paljon sähköä. Liikenne sähköistyy niin ikään, mutta sen sähköntarve on kokonaisuudessa vain murto-osa edellisistä. Sähköautoista tulee kuitenkin haasteita huipputehojen hallinnalle taloyhtiöiden ja jakeluverkkojen lähitasolla, jos lukuisia sähköautoja ladataan samaan halvimman sähkön hinnan aikaan.

Sähkön tuotannon näkökulmasta puolestaan uusiutuvan energian hankkeita on vireillä valtavasti koko maassa, myös Varsinais-Suomessa: Fingridille on tehty liityntäkyselyjä yhteensä peräti 400 gigawatin tehokkuuden verran koko maan tasolla. Näistä suurin osa, noin puolet, on tuulivoimahankkeita maalle. Merituulivoimahankkeita ja teollisen aurinkovoiman hankkeita on kumpaankin noin neljännes, eli noin 100 GW.[2] Fingrid on kehottanut hanketoimijoita tiedustelemaan liityntämahdollisuuksia mahdollisimman varhaisessa vaiheessa hankekehitystä, ja vireillä olevista hankkeista ainoastaan osa tulee toteutumaan tuotantoon asti. Esimerkiksi sähkön halpa hinta Suomessa parhaillaan askarruttanee osaa tuotantohankkeiden toimijoista. Omissa investointisuunnitelmissaan Fingrid alkaa huomioida hankkeita vasta, kun niiden luvitus on valmiina.

Yhtä kaikki sähkön kysynnän ja tuotannon hankkeiden kasvu haastaa sähköverkot niin kantaverkkojen kuin jakeluverkkojenkin tasoilla. Siirtoyhteyksien, energiajärjestelmän kokonaisuuden ja aluesuunnittelun kannalta erityisen vaativaa on se, että sähkön tuotannon hankkeet sijoittuvat pääosin Pohjois-Suomeen, siinä missä kulutusta on eniten Etelä-Suomessa.

Tässä selvityksessä keskitytään suurjännitelinjojen eli kantaverkon ja muiden vähintään 110 kilovoltin voimajohtojen tasoon koko maakunnassa, koska ne ja niiden kehitysnäkymät merkitään maakuntakaavakartalle. Jakeluverkkoja käsitellään kuntien yleis- ja asemakaavoissa.

2.1 Voimajohtojen mitoituksesta ja suojaetäisyyksistä maankäytössä

Suurjännitelinjoilla tarkoitetaan jännitteiltään korkeimpia, keskeisimpiä sähköverkon osia. Niillä siirretään suuria määriä sähköä pitkiä matkoja maakunnan ja maan eri osien välillä. Suurjännitteellä tarkoitetaan Suomessa yleensä 110, 220 ja 400 kilovoltin (kV) jännitteitä. Kantaverkkoon kuuluvat 400 ja 220 kilovoltin sekä tärkeimmät 110 kilovoltin siirtojohdot ja sähköasemat koko maassa. Suomen kantaverkkoa hallitsee ja ylläpitää Fingrid Oyj. Kantaverkon lisäksi Varsinais-Suomessa on myös paikallisia 110 kilovoltin suurjännitelinjoja, jotka huomioidaan maakuntakaavatyössä. Näitä pienemmät jakeluverkot käsitellään kuntakaavatasoilla.

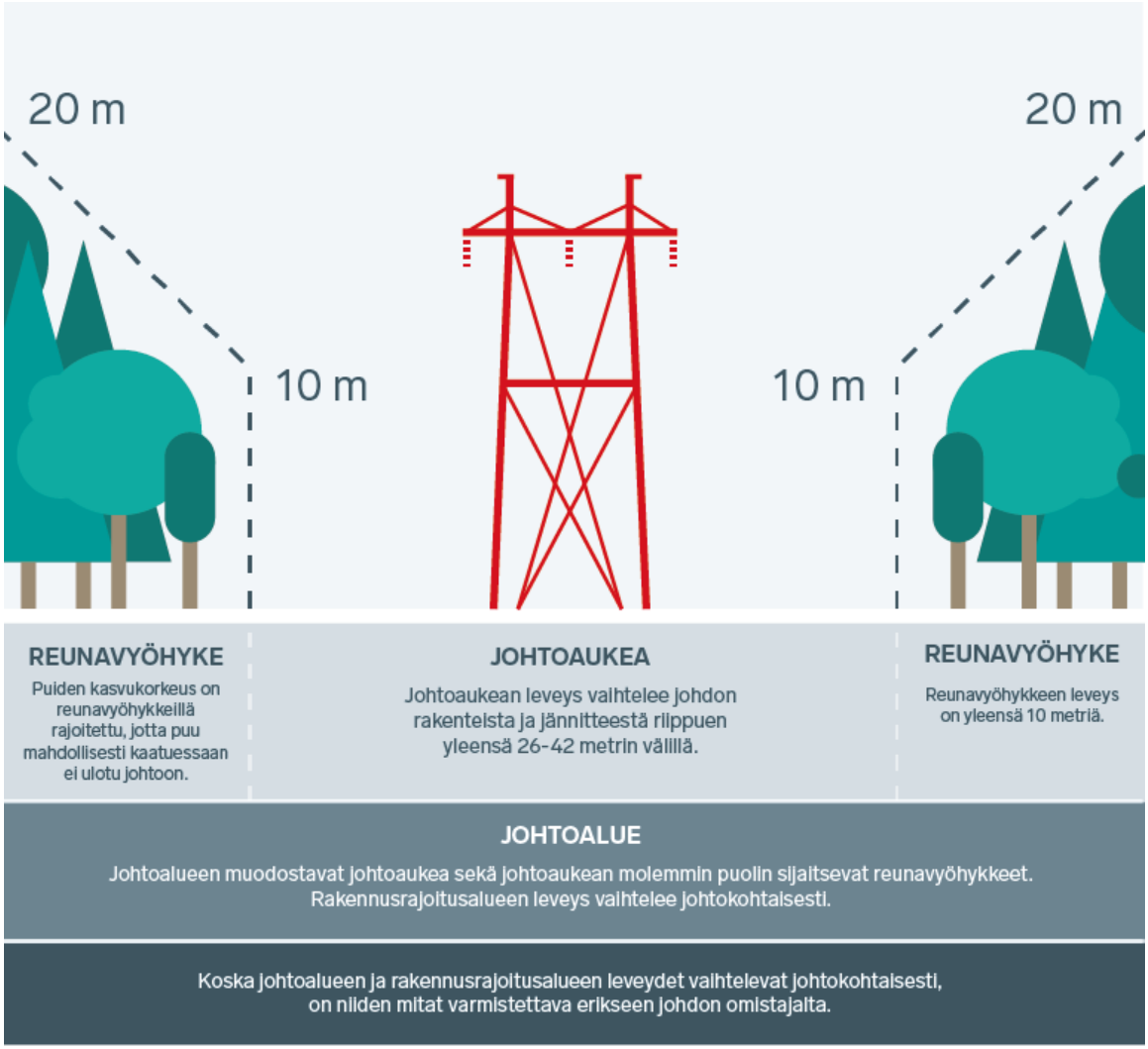
[2] Tilannetieto helmikuulta 2025. Sähkön ennustettu tarve Suomessa on kuitenkin näitä maksimeja vähäisempää vetytalouden kehittyminenkin huomioiden, joten todennäköistä on että hankkeista ainoastaan osa tulee toteutumaan. Ks. lisää Fingridin uusimmista ennusteista.

Kaavamerkinnöissä Varsinais-Suomessa on toistaiseksi käytetty suurjännitelinjan käsitettä. Fingrid suosittaa käyttämään voimajohdon käsitettä kantaverkon linjoille omassa suunnitteluohjeessaan kaavoitukseen.[3] Kaavojen tietohallinnon ajankohtaisessa kansallisessa Ryhti-uudistuksessa suositellaan käyttämään käsitteitä sähkölinja tai voimajohto.

2.1.1 Johtokäytävien mitoituksesta ja merkitsemisestä kaavoissa

Kaavoituksen eri tasoilla tulee varmistaa, että pääsähkölinjoille varataan riittävän suuret johtoalueet ja suojavyöhykkeet suhteessa eri toimintoihin, kuten palvelupisteisiin tai energiarakenteista maatuulivoimaloihin.

Johtoalueella on johtoaukea sekä reunavyöhykkeet sen molemmin puolin. Katso Fingridin kuvio alla. Puiden kasvukorkeutta rajoitetaan reunavyöhykkeillä. Johtoalueen leveys vaihtelee johdon rakenteesta riippuen. Myös rakentamista rajoittavan alueen leveys vaihtelee johdosta riippuen. Mikäli johtoja on useampi vierekkäin, kasvaa johtoalueen leveys lähes vastaavasti.



[3] Voimajohtojen huomioon ottaminen yleis- ja asemakaavoituksessa sekä maankäytön suunnittelussa, Fingrid,s. 15. https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/julkaisut/voimajohtojen-huomioon-ottaminen-yleis--ja-asemakaavoituksessa-seka-maankayton-suunnittelussa.pdf

Kuvio johtoalueen rakenteesta ja mitoituksesta Fingridin tekemänä[4]

Kuntakaavatasoilla voimajohdolle tulee varata johtoalueen kokonaisleveys, eikä tälle alueelle saa Fingridin suosituksen mukaan osoittaa rakennusaloja. Näin varmistetaan riittävä etäisyys rakennelmien, rakennusten ja voimajohdon väliin sähköturvallisuuden näkökulmasta. Voimajohtoalueen osien leveydet vaihtelevat tapauskohtaisesti, mutta reunavyöhykkeen leveys on lähes aina 10 metriä. Kaavaa laadittaessa tulee olla yhteydessä Fingridiin, joka toimittaa kyseisten voimajohtoalueiden poikkileikkauskuvat.[5]

Maakuntakaavan tasolla riittää yleispiirteisempi viivamerkintä. Fingrid suosittelee voimajohtolinjojen merkintöjä maakuntakaavatasolle omassa suunnitteluohjeessaan (alla).

FINGRIDIN SUOSITUS KANTAVERKON VOIMAJOHTOJEN MERKINNÄSTÄ MAAKUNTAKAAVOISSA

Ympäristöministeriön oppaassa "Maakuntakaavamerkinnät ja -määräykset" (2003) on määritelty maakuntakaavassa käytettävät viivamerkinnät. Ympäristöministeriö on soveltavasti suositellut seuraavia merkintätapoja voimajohdoille maakuntakaavoissa:

Nykyinen voimajohto, jolla voimassa MRL 33 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus. (Ympäristöministeriön oppaan "Maakuntakaavamerkinnät ja -määräykset" (2003) s. 91)

Uusi voimajohto, josta on toteutettu tarvittavat selvitykset esim. YVA-menettely ja jolla voimassa MRL 33 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus (Ympäristöministeriön oppaan "Maakuntakaavamerkinnät ja -määräykset" (2003) s. 92)

Ohjeellinen voimajohto, jonka tarve on tiedossa ja josta Fingrid on tehnyt maakuntakaavoitusta palvelevan taustaselvityksen. Voimajohdolle voi tapauskohtaisen harkinnan perusteella olla mahdollista määrätä voimaan MRL 33 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus. (Ympäristöministeriön oppaan "Maakuntakaavamerkinnät ja -määräykset" (2003) s. 43) Arvioitu toteutusaikataulu 5-15 vuotta.

Voimajohdon yhteystarve; sähköverkon kehittämistarve näköpiirissä pitkällä aikavälillä. Yhteystarpeella on hankeperustelut, mutta se ei edellytä taustaselvitystä eikä siihen voida liittää MRL 33§:n mukaista ehdollista rakentamisrajoitusta. (Ympäristöministeriön oppaan "Maakuntakaavamerkinnät ja -määräykset" (2003) s. 44) Arvioitu toteutusaikataulu 10-20 vuotta.

Tiivistelmä voimajohtojen merkitsemisen suosituksista Fingridin tekemänä[6]

[4] Kuvion lähteenä Fingridin verkkosivut osoitteessa
https://www.fingrid.fi/kantaverkko/kunnossapito/voimajohdot/johtoalue/
[5] Voimajohtojen huomioon ottaminen yleis- ja asemakaavoituksessa sekä maankäytön suunnittelussa, Fingrid, s. 11.
[6] Voimajohtojen huomioon ottaminen yleis- ja asemakaavoituksessa sekä maankäytön suunnittelussa, Fingrid, s. 15. Huomaa, että suositus perustuu osin vanhentuneisiin ympäristöministeriön lähteisiin ja kaavoituksen tietohallinnon kansallisen Ryhti-uudistuksen myötä myös tämän suositukset jotkin termit saattavat päivittyä.

2.1.2 Suojaetäisyyksistä kantaverkon voimajohtoihin

Voimajohdot vaikuttavat myös ympäröivien alueiden maankäyttöön. Keskeistä on, että sähköturvallisuus ei saa vaarantua voimajohdon läheisyydessä. Varsinaisella johtoalueella maankäytölle on selkeät rajoitukset, mutta muuallakaan lähiympäristössä ei saa olla sellaista toimintaa, josta saattaa aiheutua vaaraa voimajohdolle ja sen ylläpidolle. Vastaavasti voimajohtojen lähiympäristön muiden toimintojen, erityisesti herkkien kohteiden, kuten palvelupisteiden kannalta tulee varmistaa, etteivät voimajohdot aiheuta niille mahdollista vaaraa. Maankäytön suunnittelussa keskeisiä ovat myös voimajohtojen vaikutukset maisemaan ja viihtyisyyteen.

Kaavaratkaisut voimajohtojen lähiympäristössä tulee ratkaista tapauskohtaisesti etenkin kuntakaavatasoilla. Fingrid on antanut silti joitakin yleisiä suosituksia suojaetäisyyksistä suhteessa herkkiin kohteisiin sekä energiantuotannon infraan. Herkkiä kohteita, kuten asutusta ja sosiaalialan palvelulaitoksia, koskevat etäisyyssuositukset ovat mittakaavaltaan pääasiassa kuntakaavatasoa. Asumista ja laitoksia ei saa osoittaa voimajohtojen rakentamisrajoitusalueille. Fingrid suosittaa kuitenkin suurempiakin etäisyyksiä mahdollisuuksien mukaan, ja ne tulee tutkia tapauskohtaisesti. Maakuntakaavan energiateemassa on syytä huomioida Fingridin suositukset voimajohtojen suojaetäisyyksistä suhteessa energiantuotannon infraan:

- Maatuulivoima
  Tuulivoimalat tulee sijoittaa vähintään 1,5 x tuulivoimalan kokonaiskorkeuden etäisyyteen johtoalueen ulkoreunasta mitattuna.

- Teollinen aurinkovoima
  Aurinkovoimalat on sijoitettava kantaverkon voimajohtojen johtoaukeiden ulkopuolelle. Johtoaukean mitat on varmistettava Fingridiltä tapaus- ja paikkakohtaisesti. Lisäksi on huomioitava tarvittaessa voimajohdon rakennusrajoitusalue sekä maadoituspotentiaalista aiheutuva vaarajännitealue.[7]

2.2 Voimajohdot ja niiden maakuntakaavamerkinnät Varsinais-Suomessa

Sähkön kantaverkko on kattava Varsinais-Suomessa (katso teemakartta alla). Kantaverkolla tarkoitetaan valtakunnallista sähkönsiirron runkoverkkoa. Sen kautta siirretään sähköä kaikkialle Suomeen, ja siitä vastaa Fingrid. Kantaverkkoon ovat liittyneet suuret voimalaitokset, suurteollisuus ja alueelliset jakeluverkot. Kantaverkkoon kuuluvat kaikki silmukoidussa käytössä olevat 400, 220 ja 110 kilovoltin suurjännitejohdot ja sähköasemat. Kaikkiaan sähköverkot porrastuvat kolmitasoiseen hierarkiaan:

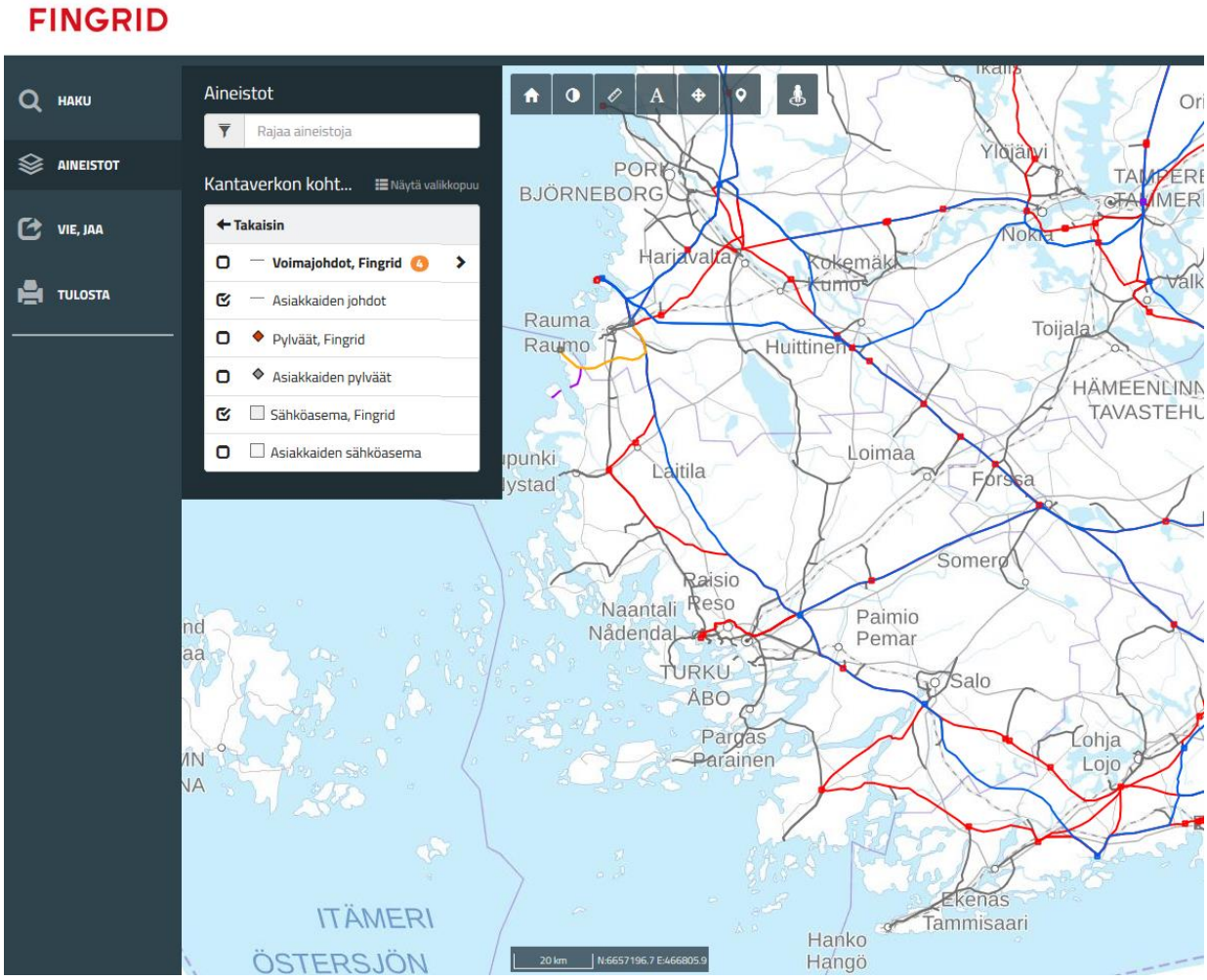
Järeimmät 400 kilovoltin sähkön siirtoyhteydet halkovat Varsinais-Suomea luoteesta kaakkoon: eteläisempi yhteys on osa Raumalta Inkooseen menevää linjaa. Pohjoisempi linja Huittisista Vantaalle halkoo Varsinais-Suomea Loimaan kunnan alueella. Lisäksi Liedosta Forssaan menee myös yksi 400 kilovoltin yhteys Marttilan ja Kosken halki lounais-koillissuunnassa.

110 kilovoltin siirtoyhteydet kattavat maakunnan tiuhemmin. Ne ulottuvat sekä sisämaahan että rannikolle suurimpien asutus- ja teollisuuskeskusten lähelle (katso teemakartta alla).

Kantaverkon yhteyksiä täydentävät paikalliset, matalajännitteiset jakeluverkot, jotka johtavat sähkön kulutusasiakkaille. Jakeluverkolla tarkoitetaan sähköverkkoja, joiden nimellisjännite on pienempi kuin 110 kilovolttia. Tosin suurjännitteisellä jakeluverkolla tarkoitetaan kuitenkin nimellisjännitteeltään 110 kilovoltin paikallista tai alueellista sähköverkkoa tai -johtoa.[8] Sähkön matalajännitteisiä jakeluverkkoja ei osoiteta

[7] Kuten edellä, s. 27-28.
[8] Energia-alan sanasto, Fingrid, https://www.fingrid.fi/sivut/yhtio/sanastoa/

maakuntakaavassa, vaan ne käsitellään kuntakaavatasoilla. Varsinais-Suomen maakuntakaavassa osoitetaan kuitenkin suurjännitteiset jakeluverkot eli käytännössä kaikki vähintään 110 kilovoltin voimajohdot.



Teemakartta sähkön kantaverkosta Varsinais-Suomessa Fingridin Verkkokiikari-palvelusta[9]. Kartalla näytetään Fingridin ja sen asiakkaiden vähintään 110 kv johdot sekä Fingridin sähköasemat. Fingridin 400 kV-yhteydet sinisellä ja 110 kV-yhteydet punaisella kartassa sekä Rauman oranssi yhteys 400-500 kV. Asiakkaiden eli muiden sähkönsiirtoyhtiöiden 110 kV-yhteydet harmaalla.

2.2.1 Nykyiset maakuntakaavamerkinnät sähköverkoista

Varsinais-Suomen maakuntakaavassa on osoitettu 110 kilovoltin ja 400 kilovoltin suurjännitelinjat sekä 400 kV:n kantaverkkoon liittyvät sähköasemat en-kohdemerkinnällä. Linjat on osoitettu joko suurjännitelinjoina, uusina suurjännitelinjoina tai perusparannettavina suurjännitelinjoina. Myös merikaapelit Ahvenanmaalle ja Ruotsiin on osoitettu.

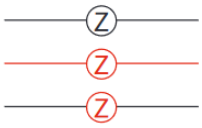
- **Suurjännitelinjan** merkinnällä on osoitettu olemassa olevat 110 kV ja 400 kV suurjännitelinjat sekä sähkönsiirtolinjojen siirtokaapelit merialueella.
- **Parannettavan suurjännitelinjan** merkinnällä on osoitettu perusparannettavat sähkönsiirtolinjat tai olemassa olevien suurjännitelinjojen kanssa samaan johtokäytävään rakennettavat uudet suurjännitelinjat.

[9] Fingridin Verkkokiikari-karttapalavelu https://www.fingrid.fi/kantaverkko/liitynta-kantaverkkoon/verkkokiikari/

- **Uuden suurjännitelinjan** merkinnällä osoitetaan kokonaan uuteen johtokäytävään rakennettavat suurjännitelinjat, joiden sijoittumista maastoon on selvitetty verkko-operaattorin toimesta yksityiskohtaisesti esimerkiksi YVA-menettelyssä.
- **Suurjännitelinjan yhteystarve** Suurjännitelinjan yhteystarve on osoitettu yleispiirteisesti uusille sähkönsiirtolinjoille kehittämisperiaatemerkintänä. Erotuksena uusien suurjännitelinjojen merkinnöille näillä tarkoitetaan pidemmälle tulevaisuuteen tunnistettuja linjojen kehitystarpeita, joita ei vielä ole selvitetty tarkkaan. Uudet yhteystarpeet ovat sijoittuneet pääosin olemassa olevien siirtolinjojen tai niiden muuntoasemien välille.
- **Energiahuollon** kohdemerkinnällä on osoitettu kantaverkon 400 kV:n sekä merisiirtokaapeleiden muuntoasemien sijainnit, kutenkin niin, että Liedon Ankan 400 kV-muuntoasema on osoitettu **erityistoimintojen aluemerkinnällä**. Naantalin voimalaitoksen maakuntakaavaan merkityllä teollisuusalueella sijaitsevia Naantali-Ahvenenmaa-siirtokaapelin ja kantaverkon muuntoasemia ei ole merkitty omalla merkinnällään.

Sähköä koskevat maakuntakaavamerkinnät on päivitetty hiljattain Luonnonarvojen ja -varojen vaihemaakuntakaavaan (2021). Merkinnöissä on silti tarkistettavia osuuksia uusien kehitystarpeiden osalta, sillä energiamurros etenee nopeasti ja heijastuu paraikaa vahvasti myös sähkön siirtoyhteyksiin.

Sähkön voimaverkoston maakuntakaavamerkintöinä on käytetty seuraavia (LAVMK 2021):



SUURJÄNNITELINJA / UUSI SUURJÄNNITELINJA / PARANNETTAVA SUURJÄNNITELINJA

SÄHKÖVERKON YHTEYSTARVE

ENERGIAHUOLLON KOHDE, MUUNTAMOT

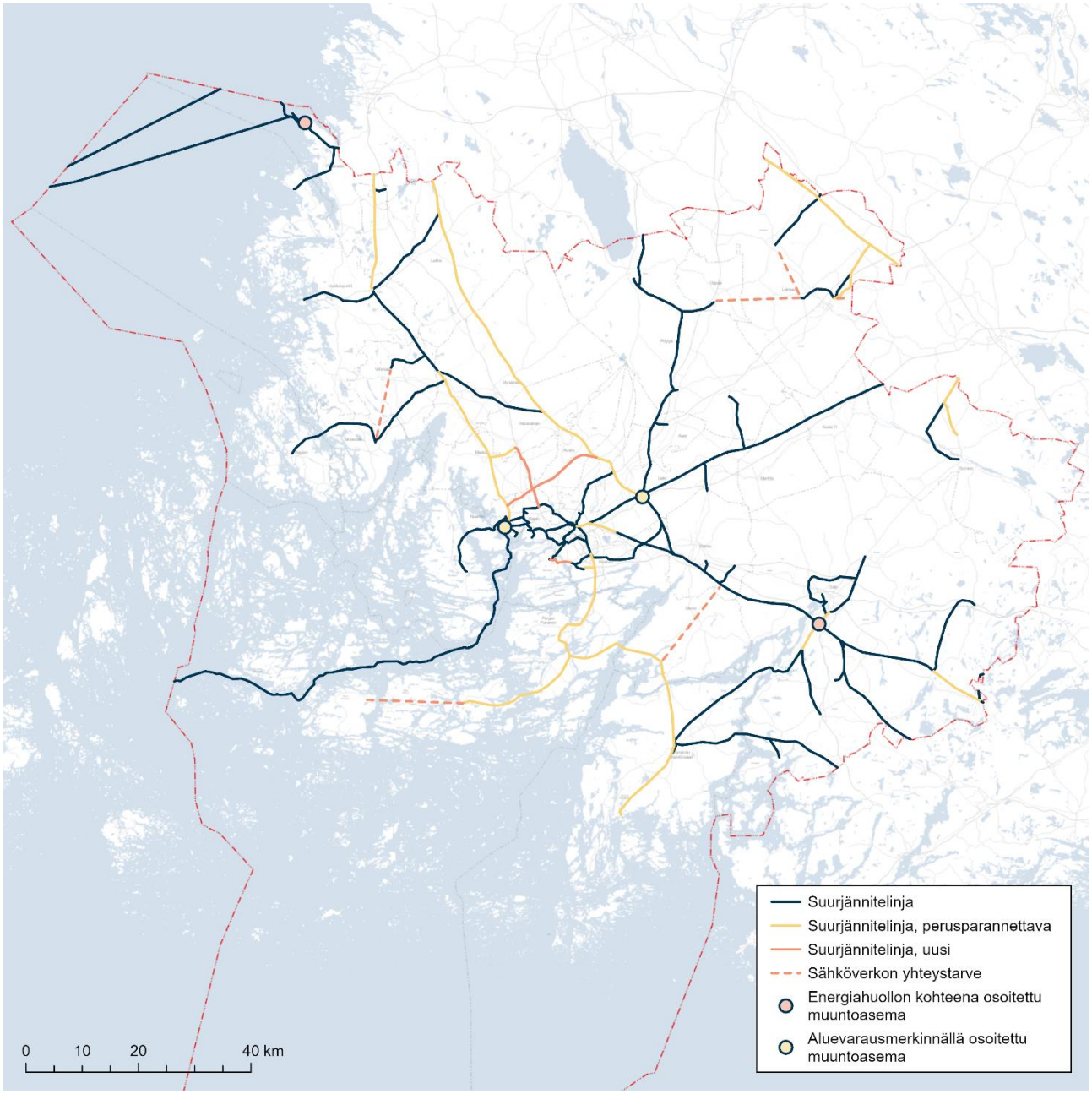
Luonnonarvojen ja -varojen kaavakartalla ei ole selitteitä eikä suunnittelumääräyksiä sähkön merkinnöille. Kaavan merkinnöille ja määräyksille on oma kaava-asiakirjansa[10], mutta siinäkään ei suunnittelumääräyksiä näille ole. Sähkömerkintöjen perusteita avataan kuitenkin tarkemmin kaavakorteissa, jotka ovat selostuksen liitteenä 2.[11] Niissä esitetään seuraava suunnittelumääräys suurjännitelinjojen osalta: ”*Voimajohto on suunniteltava siten, ettei se aiheuta merkittävää haittaa maisema-alueiden ominaispiirteisiin. Voimajohto on suunniteltava asuinalueisiin nähden siten, ettei ihmiselle aiheudu merkittävää terveyshaittaa, ihmisten elinympäristöjen viihtyisyyttä merkittävästi heikennetä eikä luonnon monimuotoisuudelle aiheuteta merkittävää haittaa*.” En-kohteen suunnittelumääräyksen osalta todetaan, ettei aiempiin ole tullut muutoksia. [12]

---

[10] Varsinais-Suomen luonnonarvojen ja -varojen vaihemaakuntakaavan merkinnät ja määräykset, Varsinais-Suomen liitto 2021, https://varsinais-suomi.fi/wp-content/uploads/2021/09/LAVMK_kaavamerkinnat_ja_maaraykset_fi.pdf

[11] Varsinais-Suomen luonnonarvojen ja -varojen vaihemaakuntakaavan liite 1, Kaavakortit, energian merkinnät sivuilla 23-24 ja 31, Varsinais-Suomen liitto 2021, https://varsinais-suomi.fi/wp-content/uploads/2021/09/LAVMK_Kaavakortit_fi.pdf

[12] Muuntamoja koskevan energiahuollon kohteen suunnittelumääräys tulee maakuntakaavayhdistelmässä Varsinais-Suomen tuulivoimavaihemaakuntakaavasta (2014) sekä Loimaan seudun, Turun seudun kehyskuntien, Turunmaan ja Vakka-Suomen maakuntakaavoista (2013). Suunnittelumääräykset kummassakin on tehty pienemmille 3-9 voimalan tuulivoimapuistoille. TVVK:n eli tuoreimman en-kohteen



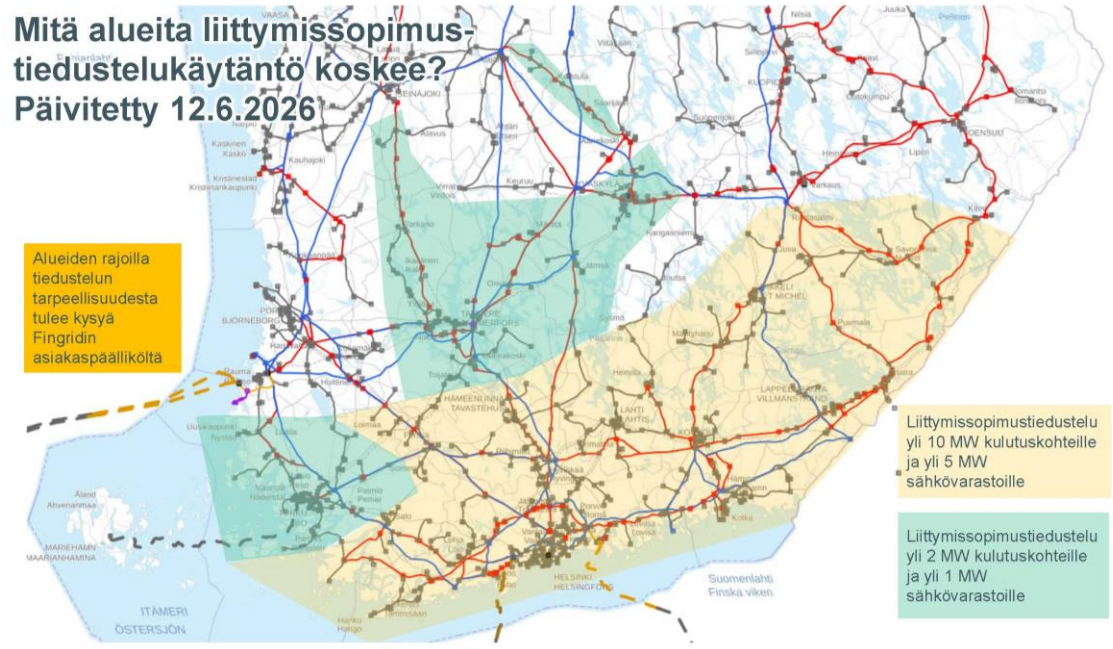
Voimassa olevan maakuntakaavan sähkönsiirron merkinnät (voimajohdot, merikaapelit, 400 kV muuntoasemat ja merisiirtokaapeleiden muuntoasemat)

suunnittelumääräyksen mukaan ”*Kuntakaavoituksen ja alueen muun yksityiskohtaisen suunnittelun yhteydessä tulee huomioida vaikutukset elinympäristöön, linnustoon sekä kulttuuriympäristön ja maiseman arvoihin. Lisäksi tulee ottaa huomioon lentoliikenteen ja puolustusvoimien toiminnasta aiheutuvat rajoitteet. Alueellisille ympäristöviranomaisille, puolustusvoimille, lentoliikennettä valvoville viranomaisille sekä museoviranomaisille tulee varata mahdollisuus lausunnon antamiseen.*”

2.3 Verkkokapasiteetin tilanteesta Varsinais-Suomessa

Kantaverkon kapasiteetin tilanne Varsinais-Suomessa on parhaillaan, keväällä 2025, melko rajallinen, joskin se vaihtelee myös alueittain. Sähkön kysyntään nähden kapasiteetin niukkuutta kuvastaa se, että Fingrid ilmoitti talvella 2025, että Etelä-Suomessa on vain rajoitetut mahdollisuudet liittää verkkoon uusia suuria kulutushankkeita kahteen vuoteen. Fingridin tammikuisen tiedotteen mukaan ”*Käytännössä tämä tarkoittaa, että uudet suuret sähkön kulutushankkeet saattavat vuosina 2025–-27 joutua odottamaan liittämistä kantaverkkoon totuttua kauemmin. Rajoitettu liitettävyys koskee uutta teollisen mittakaavan kulutusta, joka ei ole vielä sopinut liittymisestä sähköverkkoon*.”[13] Tilanteen taustalla on sähkön kulutuksen ennakoitua nopeampi kasvu Etelä-Suomessa samaan aikaan, kun alueellista yhdistettyä sähkön ja lämmön tuotantoa on poistunut. Fossiilisilla polttoaineilla toteutettua yhteistuotantoa on korvattu erilaisilla sähkön ja lämmön varastoilla eri mittakaavoissa etenkin lämmön tuotannossa. Sähkön tuotannon laitoksia on siis muutettu suuriksi sähkön kulutuksen laitoksiksi.

Verkkokapasiteetin niukkuuden vuoksi Fingrid päivitti menettelynsä niin kutsutun liittymissopimustiedustelun tekemisestä Etelä-Suomessa kesäkuussa 2025. Menettely koskee yli 2–-10 MW kulutusliityntöjä sekä yli 1–-5 MW sähkövarastoliityntöjä ja se tehdään vasta, kun hankesuunnittelu jo on varsin pitkällä. Fingridiltä tulee pyytää hyväksyntä kulutusta tai sähkövarastoa koskevan liittymissopimuksen tekemiseksi tai olemassa olevan liittymissopimuksen tehon korottamiseksi tietyillä alueilla Etelä-Suomessa (ks. Fingridin teemakartta rajauksista alla). Liittymissopimustiedustelua tehtäessä tulee hankkeella jo olla lainvoimainen kaava ja lainvoimainen rakennus- tai rakentamislupa. Lisäksi jos hankkeen liityntä edellyttää yli 110 kilovoltin liittymisjohdon rakentamista, tulee johdon lunastuslupahakemuksen olla jätettynä viranomaiselle.

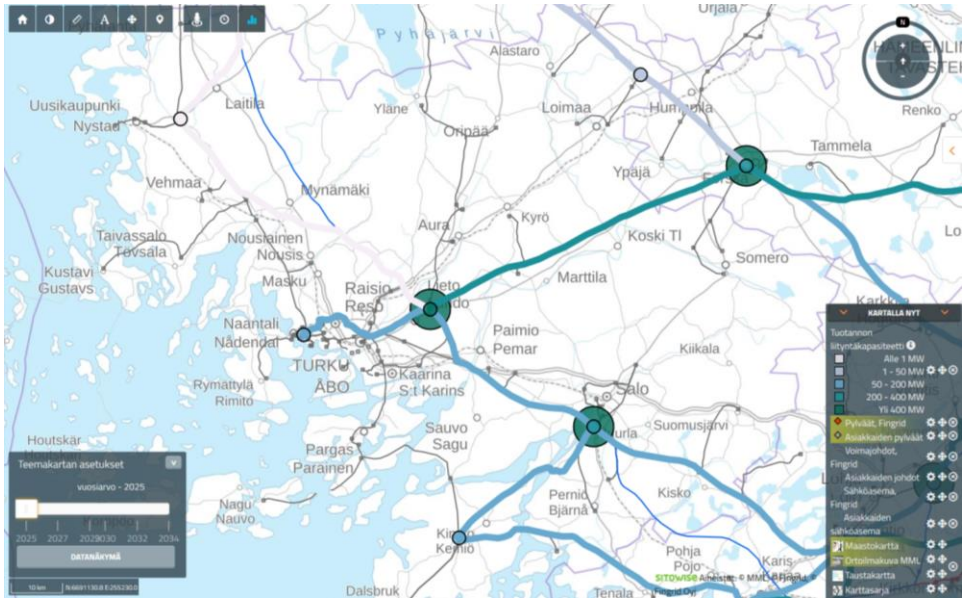


Teemakartta Etelä-Suomen alueista, joilla kantaverkon kapasiteetti on rajallinen ja joita koskevat erityiset liittymissopimustiedustelun käytännöt kesäkuusta 2025 alkaen. Fingrid.[14]

[13] Fingridin lehdistötiedote 21.1.2025 https://www.fingrid.fi/ajankohtaista/tiedotteet/2025/sahkonkulutuksen-liitettavyys-kantaverkkoon-valiaikaisesti-tiukilla-etelaisessa-suomessa/

[14] Fingridin tekemä teemakartta niistä alueista, joita koskee sen liittymissopimustiedustelumenettely, Fingrid 2025. liittymissopimustiedustelu-kartta-paivitetty-12.6.2025-id-515477.pdf Huomaa, että Fingridin karttaan on vahingossa jäänyt virhe vuosiluvusta: se on päivitetty vuonna 2025, ei vuonna 2026.

Kantaverkon voimajohtojen kapasiteetin tilannetta ja ennusteita kuvataan myös Fingridin Verkkokiikari-palvelussa liityntämahdollisuuksien kannalta.[15] Alueellisesti niukimmat mahdollisuudet tuotantohankkeiden liitynnöille on Varsinais-Suomen luoteisosissa Liedosta Uudenkaupungin kautta Raumalle olevalla 110 kV-linjalla, jonka liityntäkapasiteetin ei arvioida myöskään kasvavan vuoteen 2034 mennessä. Maakunnan itäosissa verkkokapasiteettia on hieman enemmän. Kantaverkon linjoissa Liedosta Forssaan ja toisaalta Liedosta Salon kautta joko Lohjalle tai Kemiön kautta Karjaalle on vapaata liityntäkapasiteettia sähkön tuotantohankkeille. Katso kuvakaappaus alla Fingridin Verkkokiikari-palvelusta. Heinäkuusta 2025 alkaen myös jakeluverkkoyhtiöiden tulee kuvata verkkojensa käytettävissä oleva kapasiteetti verkkosivuillaan kolmen kuukauden määrävälein. Velvollisuus on hanketoimijoiden tiedottamista varten ja se perustuu sähkömarkkinalakiin[16].

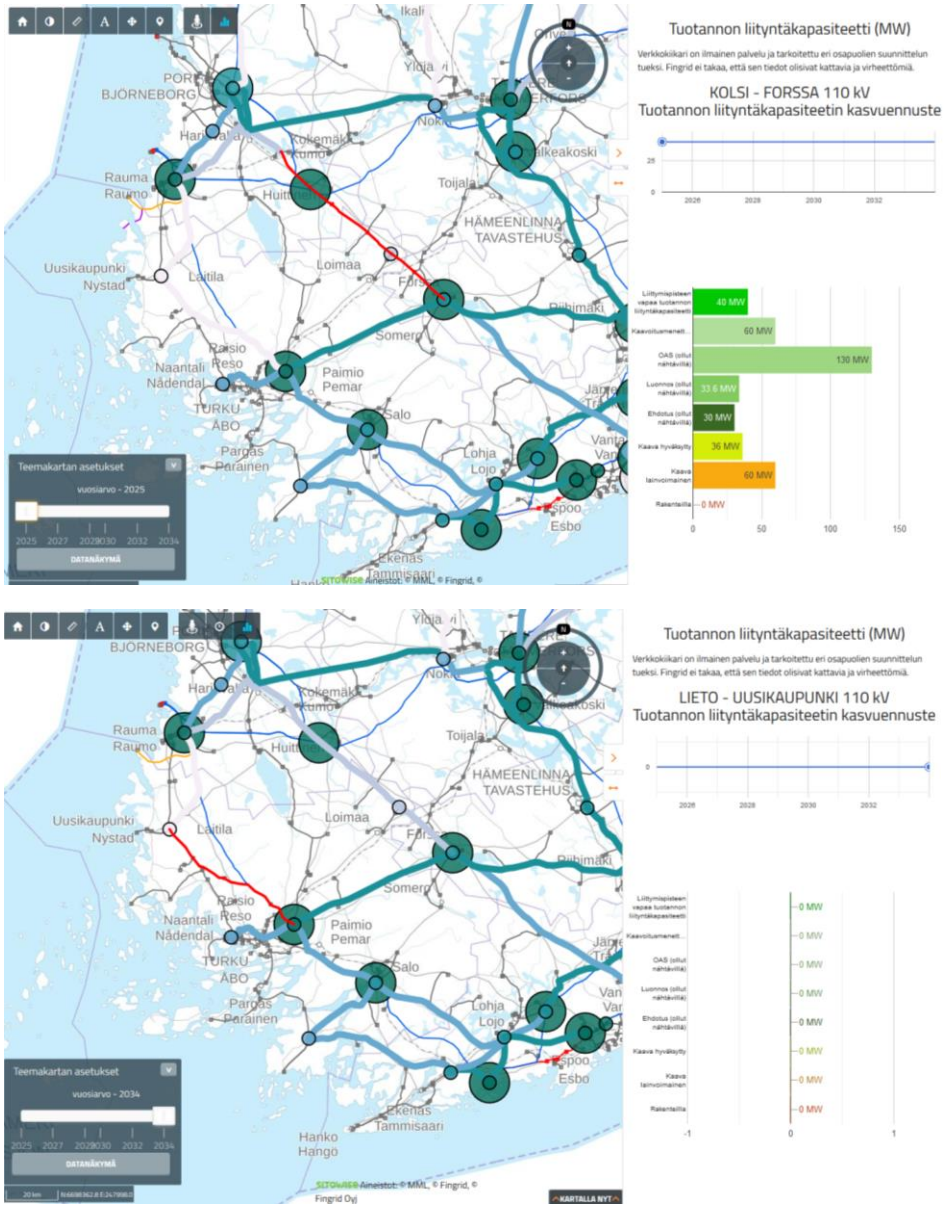


Kuva yllä kantaverkon liityntämahdollisuuksista tuotantohankkeille Fingridin Verkkokiikari-palvelusta. Voimalinjojen kapasiteettia kuvataan siten, että mitä vihreämpi korostusväri, sen enemmän vapaata kapasiteettia ja mitä vaaleammin korostettu osuus, sitä vähemmän.[17] Seuraavat kaksi kuvaa kertovat tarkemmista tiedoista linjaosuuksittain:

[15] Fingridin Verkkokiikari-palvelu sähkön kulutus- ja tuotantohankkeiden liittymismahdollisuuksista https://www.fingrid.fi/kantaverkko/liitynta-kantaverkkoon/verkkokiikari/

[16] sähkömarkkinalaki 54 b § Käytettävissä olevan jakeluverkonhaltijan kapasiteetin ilmoittaminen, (25.4.2025/201), https://finlex.fi/fi/lainsaadanto/2013/588#entryIntoForce_20250201

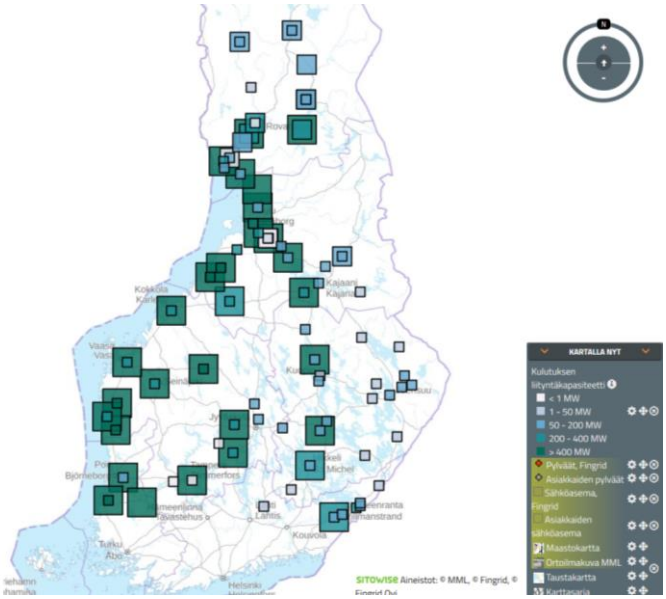
[17] kuten edellä



Kuvat esimerkkeinä yksittäisten kantaverkon linjaosuuksien tarkemmista tiedoista, Fingridin Verkkokiikari-karttapalvelu.[18]

Suurten sähkön kulutushankkeiden liityntämahdollisuuksien osalta kantaverkon sähköasemien tilanne on puolestaan hyvin rajattu koko maakunnassa ja laajemminkin Etelä-Suomessa vuosina 2025-2027, kuten edellä kuvattu. Kulutuksen liityntäkapasiteettia on parhaillaan ennen muuta Varsinais-Suomen ja Uudenmaan pohjoispuolella.

[18] kuten edellä



Kuva kulutuksen liityntäkapasiteetista Suomessa kantaverkon sähköasemilla, Fingridin Verkkokiikari-karttapalvelu.[19]

Kapasiteettitiedon lisäksi Fingridin Verkkokiikari-karttapalvelussa näkyvät muun muassa myös vireillä olevat uudet sähköntuotannon hankkeet aluerajauksina – ne, jotka ovat edenneet jo vähintään kaavoitusvaiheeseen.

2.4 Voimajohtojen investointisuunnitelmista ja kehityspaineista Varsinais-Suomessa

Verkkoyhtiöillä on korvaus- ja uusinvestointisuunnitelmia Varsinais-Suomeen sekä lyhyille että pidemmille aikajänteille. Yhtiöiden tulee toimittaa kehityssuunnitelmansa energiavirastolle joka toinen vuosi. Investointisuunnitelmat selvitetään kahtena ryhmänä: yhtäältä lähivuosien investoinnit ja toisaalta pidemmän tähtäimen suunnitelmat. Maakuntakaavakartan merkintöjen kielellä suurjännitteisten voimajohtojen kehittäminen on jaoteltu kolmeen ryhmään: pidemmälle selvitetyt hankkeet perusparannettavina ja uusina suurjännitelinjoina. Perusparannettaviin lukeutuvat myös uudislinjat, jotka tehdään olemassa oleviin johtokäytäviin. Uusina linjoina tarkoitetaan Varsinais-Suomen maakuntakaavassa kokonaan uusiin johtokäytäviin tehtävät voimajohdot. Lisäksi kolmantena merkintätyyppinä kaavassa on kehittämisperiaatemerkintä tunnistetuille pidemmän tähtäimen investointitarpeille sähköverkon yhteystarpeena.

Sähköverkkoihin kohdistuu parhaillaan valtavat kehityspaineet energiamurroksen ennakoitua nopeamman etenemisen vuoksi. Suurjännitelinjojen ja yhteystarpeiden merkinnät onkin syytä päivittää, vaikka ne tarkastettiin viimeksi edelliseen Luonnonarvojen ja -varojen maakuntakaavaan (2021). Keväällä 2025 tuore esitys sähkömarkkinalain muutokseksi muuttanee verkkoyhtiöiden kehittämissuunnitelmia sikäli, että myös jakeluverkkoyhtiöille sallitaan jatkossa yli 110 kilovoltin suurjännitelinjojen ylläpito. Lisäksi mm tuotanto- ja kulutuslaitosten välisten yhteyksien luvanvaraisuus helpottuu.[20]

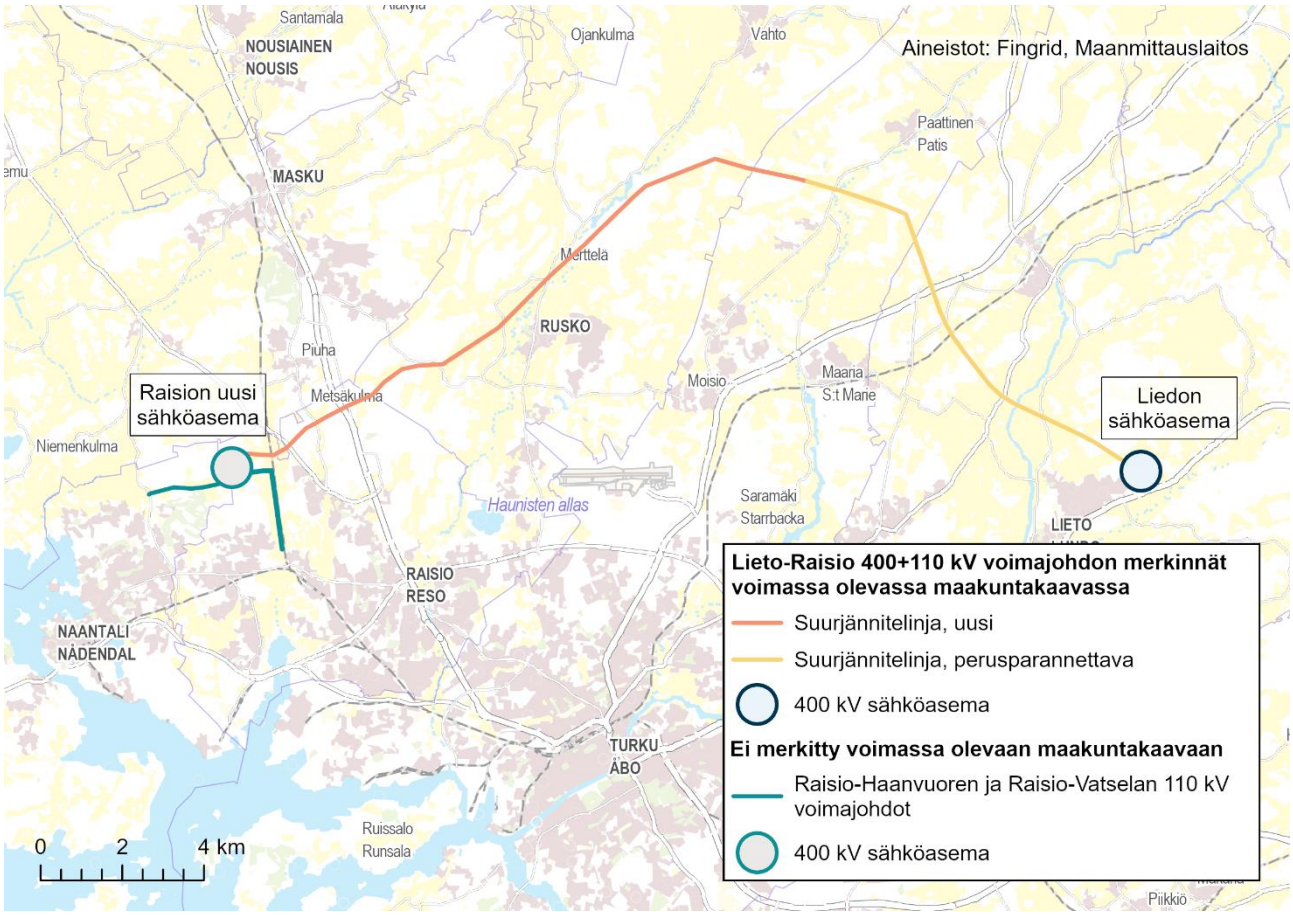
Tätä selvitystä varten tiedusteltiinkin kaikkien maakunnassa toimivien sähköverkkoyhtiöiden näkemyksiä kehitystarpeista pidemmällä tähtäimellä, noin jaksolle 2029–2040. 2030-luvulle painottuvista investointisuunnitelmista suurjännitelinjoihin oltiin kiinnostuneita maakuntakaavoituksen aikataulun, käsittelytason ja luonteen vuoksi, vaikka koko energiajärjestelmän kehittymisen kannalta suurin paine ja huomio

[19] kuten edellä
[20] Hallituksen esitys eduskunnalle laeiksi sähkömarkkinalain ja maakaasumarkkinalain 12 ja 96 §:n muuttamisesta, 8.5.2025, HE 45/2025 vp

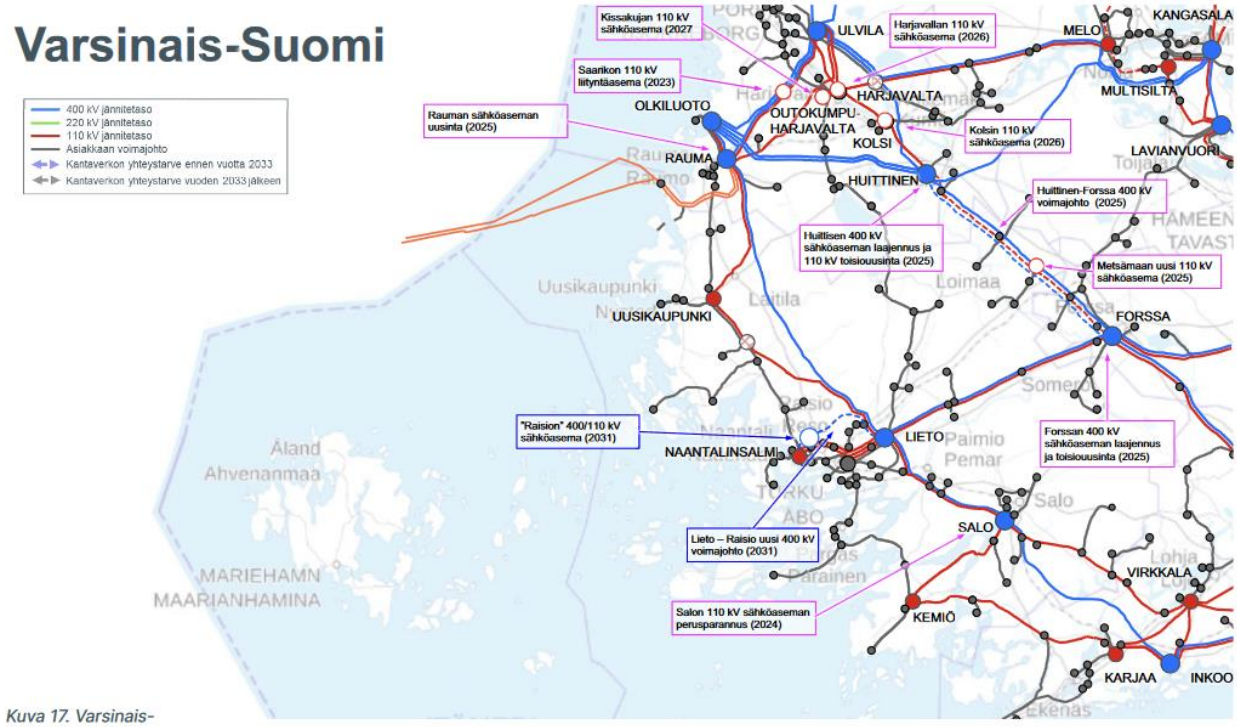
kohdistuu paraikaa lähivuosien investointeihin. Ajankohtaisia kapasiteettihaasteita ei käsitellä kuitenkaan juuri kaavoituksessa, joka lähinnä mahdollistaa voimaverkon kehittämisen tilalliset puitteet.

2.4.1 Fingridin investointisuunnitelmista kantaverkkoon

Fingrid tekee investointisuunnitelmansa kymmenen tulevan vuoden jaksoille, ja suunnitelma päivitetään kahden vuoden välein. Ajankohtaisessa Fingridin kehittämissuunnitelmassa suurimmat investoinnit Varsinais-Suomessa ovat Huittinen-Forssa 400 kV -linja, joka halkoo Loimaata Varsinais-Suomessa ja valmistuu jo kuluvana vuonna 2025. Lisäksi uusi Lieto-Raisio 400+110 kV voimajohto ja Raision sähköasema siihen liittyen ovat merkittäviä investointeja. Näiden ohella perusparannetaan joitakin sähköasemia, joista Salon saneeraus valmistui 2024. Katso teemakartat alla.



Fingridin Lieto-Raisio 400+110 kV voimajohtohankkeen YVA-ohjelmavaiheen johtoreitit, sähköasemat ja niiden suhde voimassa olevan maakuntakaavan merkintöihin. Varsinais-Suomen liitto.

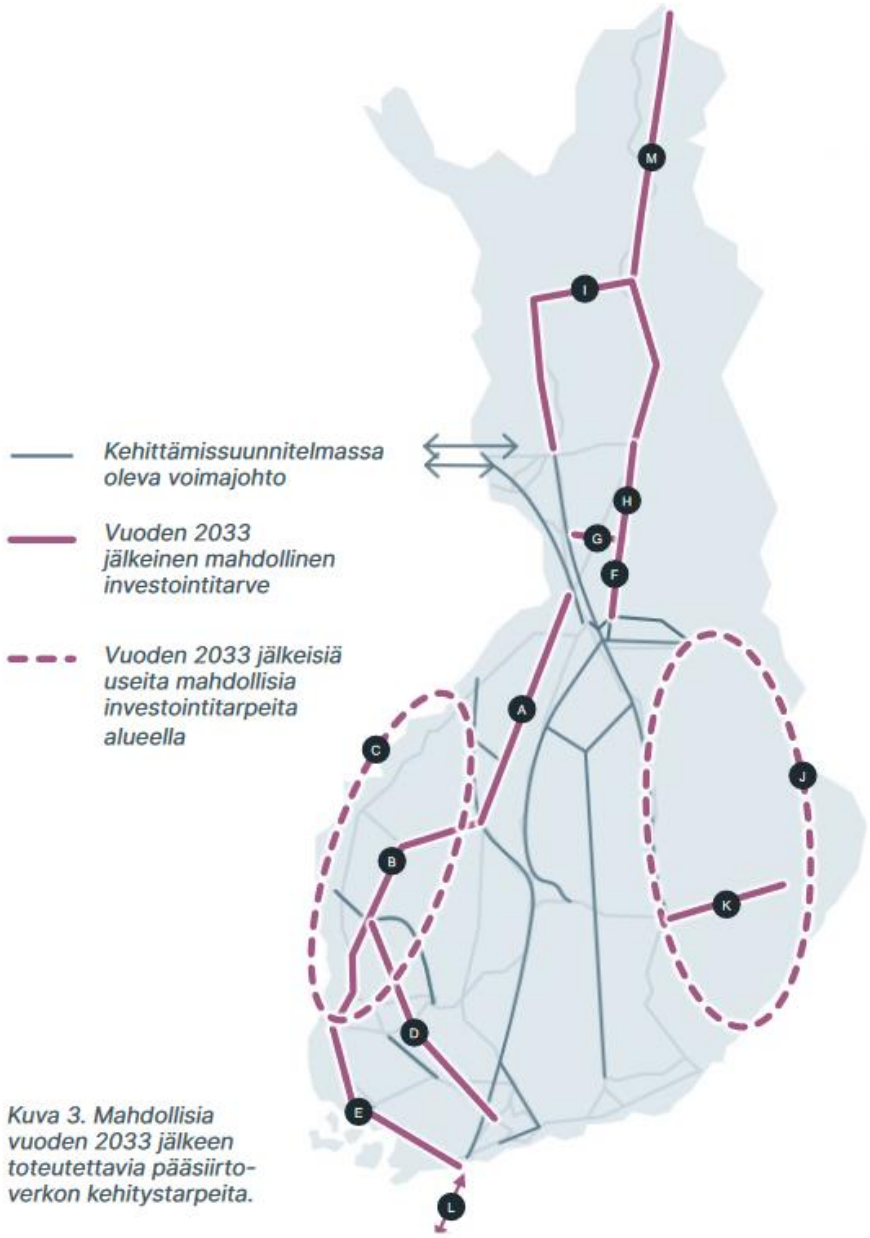


Kuva 17. Varsinais-Suomen alueen kehittämissuunnitelma.

Kuva Fingrdin investointikohteista Varsinais-Suomessa yhtiön kehittämissuunnitelmasta 2024-2033[21]

[21] Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2024–2033, Fingrid 2023, s. 60, https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/kantaverkko/kantaverkon-kehittaminen/fingrid_kehittamissuunnitelma_2024-2033.pdf

Fingridin pidemmän tähtäimen suunnitelmissa 2034 jälkeen on puolestaan Rauma-Lieto-Inkoo linjan vahvistaminen mahdollisena investointikohteena. Juuri tämän linjan kapasiteetti läntisessä Varsinais-Suomessa on hyvin niukka jo nyt, kuten edellä kuvattu.



Kuva 3. Mahdollisia vuoden 2033 jälkeen toteutettavia pääsiirto-verkon kehitystarpeita.

Kuva Fingridin pidemmän tähtäimen mahdollisista kehityskohteista yhtiön kehittämissuunnitelmasta[22]

[22] Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2024–2033, Fingrid 2023, s. 24, https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/kantaverkko/kantaverkon-kehittaminen/fingrid_kehittamissuunnitelma_2024-2033.pdf

2.4.2 Merituulivoiman sähkönsiirtoyhteyksien liitynnöistä mantereelle

Sähkön kantaverkkoon vaikuttavat pitkällä tähtäimellä myös merituulivoiman tulevat liitynnät mantereelle 2030-luvulla. Fingrid selvitti mahdollisia rantautumispisteitä vuoden 2024 aikana vuorovaikutteisessa prosessissa. Selvityksen loppuraportin[23] mukaan Raision liityntäalue tulisi ajallisessa järjestyksessä toisena heti ensimmäisen Inkoon pisteen jälkeen (ks kuva alla). Raision alueella viitataan myös kolmeen vaihtoehtoiseen liityntäpisteeseen joko Liedossa, Raisiossa tai Uudessakaupungissa. Valintaan vaikuttavat myöhemmin muiden muassa siirtoyhteyksien ja sähköasemien toteutumisen aikataulut ja liittymispisteen joustavuus. Raision vaihtoehdolla viitataan uuteen sähköasemaan, jonka on määrä valmistua vuonna 2031. Liedon ja Raision liittymispisteet ovatkin aiemmin toteutettavissa kuin Uudenkaupungin vaihtoehto, joka vaatisi uuden sähköaseman myös.

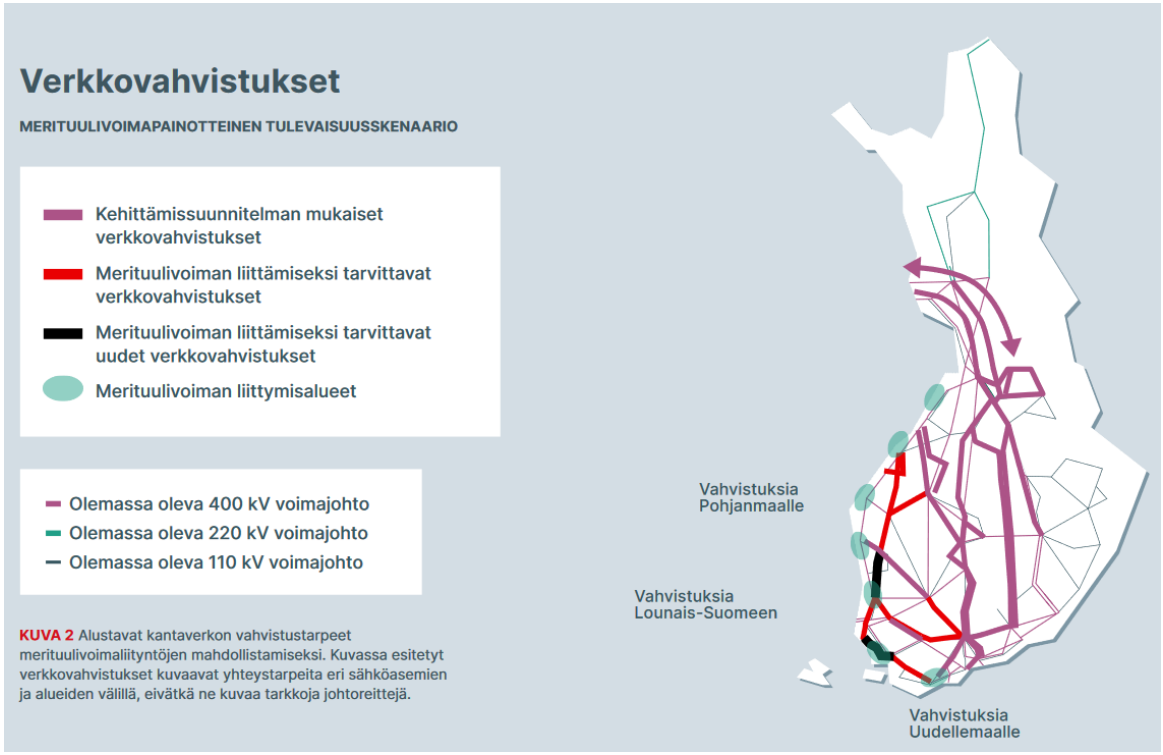
Ensimmäiset Inkoon ja Liedon liityntäpisteet voitaisiin toteuttaa ilman suuria investointeja kantaverkkoon, mutta muut pisteet edellyttävät vahvistuksia. Katso kuva alla.

Varsinais-Suomessa erityisen mielenkiintoista on lisäksi se, voitaisiinko Ahvenanmaan aluevesillä tuotettua merituulivoimaa liittää tulevaisuudessa suoraan Manner-Suomen kantaverkkoon. Tällä hetkellä se ei ole mahdollista juridisesti, vaan Ahvenanmaan aluevesillä tuotettu sähkö on liitettävä ensin Ahvenanmaan kantaverkkoon. Tilanteen taustalla on esimerkiksi Ahvenanmaan itsehallintolaki, ja asian selvittämiseksi tarvittaisiinkin perusteellinen analyysi lainsäädännön kehikoista ja muutospaineista. Ahvenanmaalaisen merituulisähkön saanti suoraan Varsinais-Suomeen tulevaisuudessa olisi maakunnan kehittämisen kannalta kiinnostavaa, sillä Varsinais-Suomen aluevesillä merituulivoimaa ei ole mahdollista tuottaa ennen muuta puolustuksen, mutta myös muiden vähimmäisvaatimusten vuoksi. Suomen merialuesuunnitelmaa päivitetään parhaillaan, ja nopeasti kehittyneet merituulivoimahankkeet ovat keskeisiä ajureita päivitystyön tausta. Suunnittelutyötä on taustoitettu monilla taustaselvityksillä.[24]

[23] Merituulivoiman alustavat liityntämahdollisuudet Fingridin kantaverkkoon 2030-luvulla, Fingrid 2024, https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/kantaverkko/kantaverkon-kehittaminen/fingrid_merituuliesite_11.2024_fi_21.11.pdf

[24] Merialusuunnittelun verkkosivulta löytyvät sekä ajankohtaiset tiedot merialuesuunnitelman päivitystyöstä että voimassa oleva merialuesuunnitelma https://merialuesuunnittelu.fi/merialuesuunnittelu/

Kuva merituulivoiman liityntäpisteistä 2030-luvulla Fingridin selvityksestä[25]



Kuva merituulivoiman edellyttämistä verkkovahvistuksista Fingridin selvityksessä[26]

[25] kuten edellä, s. 4.
[26] kuten edellä, s. 9.

2.4.3 Muiden verkkoyhtiöiden kehitystarpeista Varsinais-Suomessa

Varsinais-Suomen maakuntakaavassa osoitettavista, suurjännitteisten verkkojen kehitystarpeista saatiin palautetta Carunalta liittyen vireillä olevan Vesien ja voimien vaihemaakuntakaavan osallistumis- ja arviointisuunnitelmaan. Palautteessa käytiin läpi alustavia 110 kilovoltin yhteys- ja sähköasematarpeita, ja toivottiin niiden merkitsemistä maakuntakaavaan.

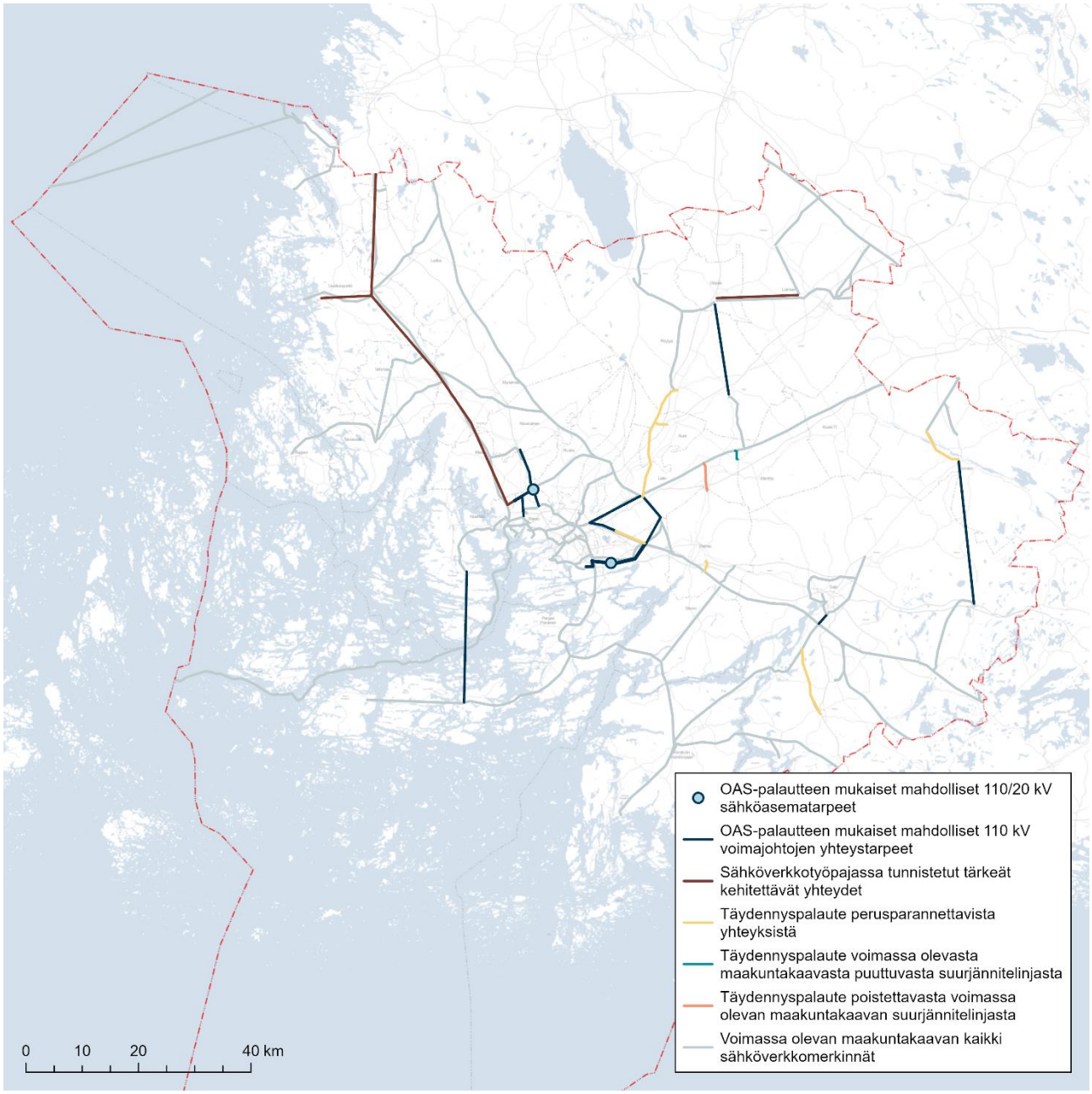
Tämän lisäksi muiden Varsinais-Suomessa toimivien verkkoyhtiöiden näkemyksiä kartoitettiin kokouksessa 28.5.2025. Tapaamiseen osallistui edustajia lähes kaikista maakunnassa toimivista verkkoyhtiöistä, ja palautetta saattoi antaa myös jälkikäteen. Kokouksessa keskusteltiin merkittävimmistä kehitystarpeista Varsinais-Suomessa maakuntakaavamerkintöjen kannalta eli vähintään 110 kilovoltin yhteyksistä pidemmälle tulevaisuuteen, noin jaksolle 2029–2040. Tapaamisessa todettiin, että kokonaisuutena maakuntakaavamerkintöjen tilanne on melko ajantasainen nykyisessäkin kaavassa. Yksittäisiä uusia yhteystarpeita osoitettiin kuitenkin myös. Pääosin käytiin keskustelua kuitenkin niistä tärkeimmistä kehitystarpeista, jotka jo on maakuntakaavaan merkitty. Osa niistä on myös jo investointisuunnitelmissa.

Vakka-Suomessa tärkeimpänä kehityskohteena nähtiin länsirannikkoa pitkin tuleva kantaverkon Rauma-Uusikaupunki-Raisio-yhteys, joka tukisi myös esimerkiksi Laitilan kapasiteetin riittävyyttä. Tämä otetaan mahdollisesti Fingridin kantaverkon kehityskohteisiin 2030-luvulla. Länsirannikon yhteystarpeista mainittiin myös Fennoscan-yhteys Ruotsiin, joka valmistuessaan tavoitevuonna 2038 liittäisi Varsinais-Suomen suoraan pohjoismaiseen yhteysverkkoon. Tämän tarkemmasta reitistä ei ole vielä varmuutta, sillä mahdollisen merituulivoiman sijoittuminen vaikuttaa yhteyden sijoittumiseen.

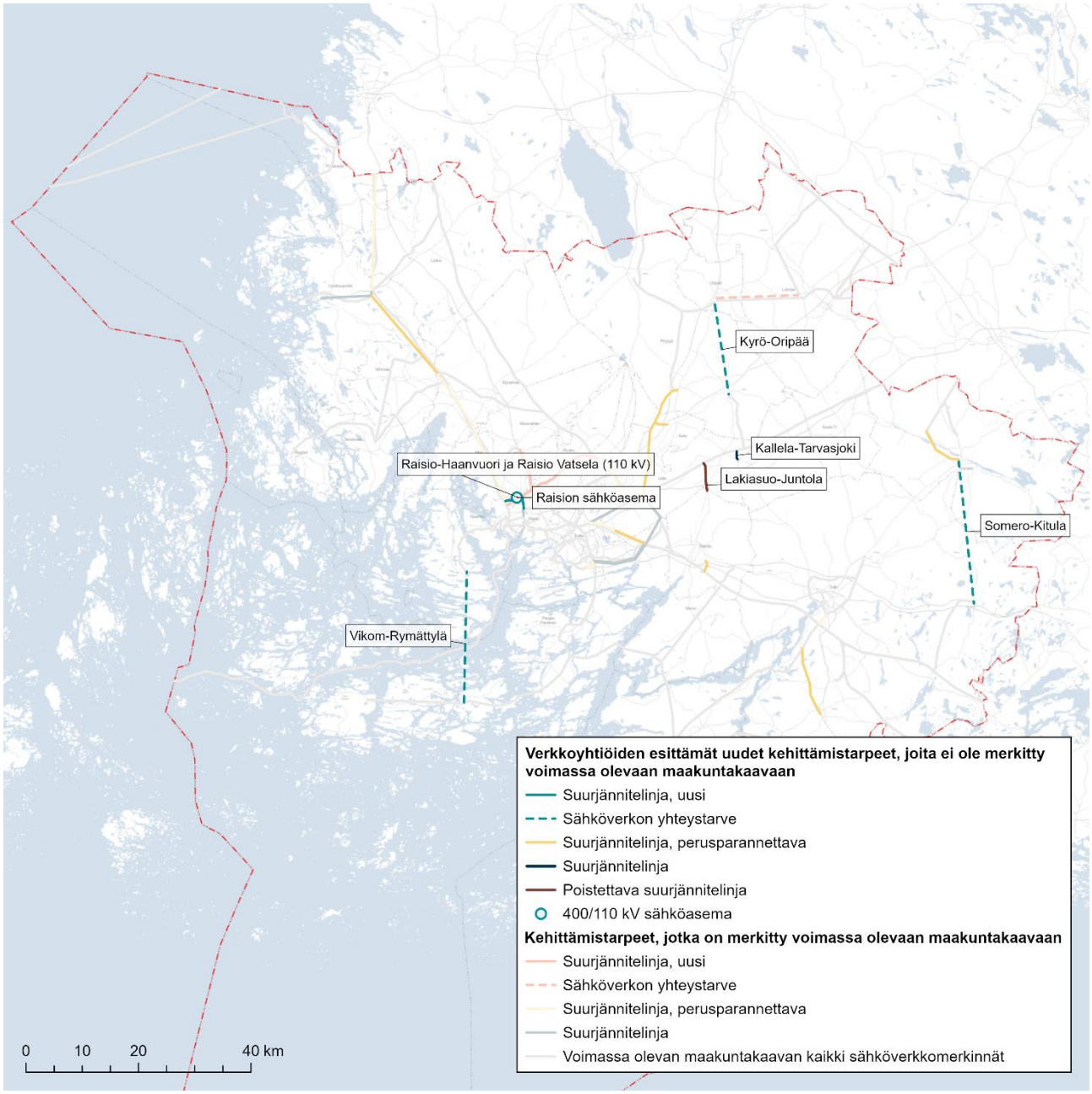
Varsinais-Suomen koillisosista painotettiin Kokemäen Kolsin voimalaitoksen ja Forssan välistä yhteyttä, jota peruskorjataan Fingridin saneeraushankkeena paraikaa. Lisäksi alueella toivotaan Loimaa-Oripää yhteystarpeen pitämistä myös tulevissa suunnitelmissa huoltovarmuuden takaamiseksi. Väli on merkitty yhteystarpeena nykyiseen maakuntakaavaan.

Verkkoyhtiöiltä pyydettiin ja saatiin täydentäviä palautteita myös sähköpostitse. Niissä todettiin muiden muassa, että Tarvasjoen suunnalla yksi suurjännitelinja (Lakiasuo-Juntola) oli jo purettu ja korvattu uudella toisessa sijainnissa (Kallela-Tarvasjoki). Täydennyspalautteessa esitettiin myös useita voimassa olevan maakuntakaavan suurjännitelinjoja päivitettävän perusparannettavien luokkaan.

Kaikkiaan verkkoyhtiöiden palautteet suurjännitteisen sähköverkon kehittämistarpeista ovat pääosin linjassa voimassa olevan maakuntakaavan kanssa. Lisäksi toivottiin muutamia uusia yhteystarpeiden merkintöjä sekä muutamien yhteyksien osoittamista perusparannettavaksi. Myös kahta uutta sähköasemamerkintää toivottiin. Toinen niistä Kaarinan Voivalassa on kuitenkin 110/20 kV -sähköasema, eikä sitä merkitä maakuntakaavaan kokonsa vuoksi. Raision uusi 400/110 kV -sähköasema tulee puolestaan merkitä uutena maakuntakaavaan. Palaute on koottu alla oleviin teemakarttoihin. Alemmassa teemakartassa palaute esitetään suhteessa voimassa olevan kaavan merkintöihin.



Sähköverkkoyhtiöiltä saatu palaute suurjännitteisen verkon kehittämistarpeista



Verkkoyhtiöiltä saadun palautteen ja Fingridin suunnitelmien suhde voimassa olevan maakuntakaavan merkintöihin

2.5 Suurjännitelinjojen ympäristövaikutusten Ei merkittävää haittaa -arviointi

Suurjännitelinjojen suunnittelu ja rakentaminen voi edistää merkittävästi ilmastonmuutoksen hillintää fossiilittoman energian käyttöönoton sujuvoittamisena. DNSH-periaate (Do No Significant Harm) edellyttää kuitenkin, että hankkeissa otetaan kattavasti huomioon vaikutukset myös muille EU:n ympäristötavoitteille. Ei merkittävää haittaa
-ympäristöarviointi (Do No Significant Harm, DNSH) on EU:n taksonomia-asetuksen periaatteen mukainen. Periaatteen mukaan hankkeen tulee edistää ainakin yhtä EU:n kuudesta ympäristötavoitteista, eikä se saa tuottaa merkittävää haittaa yhdellekään niistä. Ympäristötavoitteet ovat

1. Ilmastonmuutoksen hillintä
2. Ilmastonmuutokseen sopeutuminen
3. Vesivarojen ja merten luonnonvarojen kestävä käyttö ja suojelu
4. Siirtyminen kiertotalouteen
5. Ympäristön pilaantumisen ehkäiseminen ja vähentäminen
6. Biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemien suojelu ja ennallistaminen

Jäsennyksen mukaan vaikutuksia arvioidaan kaksivaiheisesti. Ensin arvioidaan yleispiirteisesti sitä, onko hankkeella mahdollisia haitallisia vaikutuksia kuuden ympäristötavoitteen toteutumiseen. Toisessa vaiheessa tutkitaan yksityiskohtaisemmin sitä, ovatko tunnistetut haitalliset vaikutukset merkittäviä. Arviointi tehdään täsmällisimmin hankekohtaisesti, ja se on ehtona vihreän siirtymän investointien tukien myöntämiselle Suomen elpymis- ja palautumissuunnitelmasta. [27]Tämä selvitys on saanut rahoitusta kyseisestä tukivälineestä, ja siksi karkea, taulukkomuotoinen arviointi tehdään alla.

Huomata kannattaa kuitenkin, että DNSH-Kehikko on yleispiirteisempi kuin kotimainen ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA) ympäristöhallinnossa, eikä korvaa sitä. YVA-tarpeesta päättävät alueelliset ELY-keskukset[28]. Suurjänniteverkkojen hankkeissa tuo huomattavasti kattavampi ja tarkempi YVA-menettely tulee tehdä lähes aina[29], joten sikäli DNSH-arviointi on vain hyvin yleispiirteinen kokonaiskuva ympäristövaikutuksista tässä.

[27] Katso esim. ympäristöhallinnon kuvaus ei merkittävää haittaa –periaatteesta elpymis- ja palautumissuunnitelman hankkeissa, https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ei-merkittavaa-haittaa-periaate

[28] jatkossa, vuoden 2026 alusta lupavirastot.

[29] YVA-lain mukaan, jos johtoyhteys on yli 15 km tai jännitteeltään yli 220 tai sillä arvioidaan muutoin olevan merkittäviä ympäristövaikutuksia. Liite 1 laissa ympäristövaikutusten arviointimenettelystä Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä | 252/2017 | Lainsäädäntö | Finlex

Ympäristövaikutus	DNSH-arviointi
Ilmastonmuutoksen hillintä	Uusien sähkölinjojen avulla voidaan tuottaa ja liittää lisää fossiilitonta energiaa verkkoon, mikä tukee ilmastonmuutoksen hillintää. Hankkeen toteutus ei saa kuitenkaan lisätä päästöjä muilla tavoin. On esim. huomioitava rakentamisen ja materiaalien elinkaaripäästöt hankkeiden kokonaisarvioinnissa. Keskeistä on myös maankäytön muutosten minimoiminen eli se, että perusparannukset tehtäisiin olemassa oleviin johtokäytäviin mahdollisuuksien mukaan.
Ilmastonmuutokseen sopeutuminen	Infrastruktuurin pitää olla suunniteltu ja rakennettu kestämään sään ääri-ilmiöitä (myrskyt, tulvat, helleaallot). Esimerkiksi kaapelointi maahan voi parantaa säänkestävyyttä. Keskeistä myös sopeutumisen kannalta on maankäytön muutosten minimoiminen. Huono sopeutumissuunnittelu voi aiheuttaa merkittävää yhteiskunnallista haittaa ja lisäkustannuksia.
Vesivarojen ja merten luonnonvarojen kestävä käyttö ja suojelu	Sähkölinjojen rakentaminen voi vaatia mm. jokien tai vesialueiden ylittämistä tai vedenalaista rakentamista (esim. merikaapelit). Rakentaminen ei saa aiheuttaa vesistöjen pilaantumista (esim. eroosio, valumavedet), eikä muuttaa haitallisesti vesiekosysteemejä tai pohjavesialueita.
Siirtyminen kiertotalouteen	Rakentamisessa käytettävät materiaalit, kuten metallit ja muovit, voivat olla osittain vaikeasti kierrätettäviä. Hankkeissa käytettävä mahdollisuuksien mukaan kierrätettäviä ja ympäristöllisesti kestäviä materiaaleja. Suunniteltava huolto ja purku siten, että materiaalit voidaan myöhemmin ottaa talteen.
Ympäristön pilaantumisen ehkäiseminen ja vähentäminen	Sähköverkkohankkeet voivat aiheuttaa melua, pölyä, kemikaalivuotoja tai elektromagneettista säteilyä. Rajoitettava päästöt minimiin rakennus- ja käyttöaikana. Huomioitava jännitteisten linjojen vaikutus ihmisiin ja luontoon (esim. sähkö- ja magneettikentät).
Biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemien suojelu ja ennallistaminen.	Sähkölinjojen reitit voivat kulkea luonnonsuojelualueiden, metsien tai lajistoltaan arvokkaiden alueiden halki tai läheisyydessä. Keskeistä myös luontoarvojen kannalta on maankäytön muutosten minimoiminen. Siirtoyhteydet eivät saa aiheuttaa merkittävää haittaa suojelluille lajeille tai luontotyypeille. Vältettävä pirstouttamasta elinympäristöjä. Esimerkiksi lintujen törmäykset johtoihin voivat olla merkittävä haitta, käytettävä törmäyksiä estäviä ratkaisuja.

3 Vedyn siirtoyhteydet

3.1 Vedyn ominaisuuksista sekä sen käyttö- ja jatkojalostustavoista

Vety, H, on maailman yleisin ja kevyin alkuaine. Vetyä on käytetty kemian prosessiteollisuudessa jo hyvin pitkään esimerkiksi öljynjalostuksessa ja lannoitteiden tuotannossa. Vety on sitoutunut muihin alkuaineisiin, ja sen hajottaminen vedestä vaatii paljon energiaa. Tähän saakka vety on tuotettu fossiilisilla polttoaineilla, etenkin maakaasulla. Vihreästä vedystä ja vetytaloudesta puhutaan, kun vety tuotetaan uusiutuvalla sähköllä. Katso kuvio alla erilaisista vedyn tyypeistä. Taulukko on lainattu Lappeenrannan vetytalousselvityksestä[30].

Vihreä vety	Vety tuotetaan **vedestä elektrolyysillä**, jonka tarvitsema energia saadaan **uusiutuvista** lähteistä (kuten aurinko-, tuuli- tai vesivoima).
Pinkki/violetti vety	Vedyn tuotannon tarvitsema energia tuotetaan **ydinenergialla**. Ydinvoimaa voidaan hyödyntää joko sähkön (tavanomainen elektrolyysi), lämmön tai molempien muodossa. Ydinvoimasta (GEN IV tyypillisistä reaktoreista) saatavalla lämmöllä voidaan tuottaa kuumaa vesihöyryä, josta saadaan kiinteäoksidielektrolyysissä (SOEC) vetyä.
Turkoosi vety	**Fossiilista raaka-aineista**, kuten **maakaasusta**, **pyrolyysillä tuotettu** vety, jossa sivutuotteena syntyy hiilimustaa. Turkoosi vety voi olla lähes päästötöntä, jos prosessiin käytettävä energia on tuotettu uusiutuvilla energialähteillä.
Sininen vety	**Fossiilista raaka-aineista tuotettu** vety, jonka **hiilidioksidipäästöjä pyritään vähentämään** hiilen talteenotolla ja varastoinnilla.
Harmaa vety	**Kivihiilestä, maakaasusta tai metaanista höyryreformoinnillatuotettu vety.** Höyryreformointi on tällä hetkellä globaalisti tuotetun vedyn päätuotantotapa ja se tuottaa CO_2-päästöjä noin 800 miljoonaa tonnia vuosittain.

Taulukko vedyn eri tyypeistä tuotantotapojen mukaan Rambollin tekemänä[31]

[30] Lappeenrannan vetyteollisuuden maankäytöllinen rakenneselvitys, Ramboll 2024, s.4, https://cms.greenreality.fi/sites/default/files/2024-03/Hankeraportti%20Lappeenranta%20%E2%80%93%20Vetyteollisuuden%20maank%C3%A4yt%C3%B6llinen%20rakenneselvitys.pdf

[31] kuten edellä

Vety toimii tehokkaana energian kantajana ja varastona, koska sen energiatiheys on suuri. Vedyn massa on tihein mihin tahansa muuhun polttoaineeseen verrattuna. Siksi vety on mielenkiintoinen vaihtoehto suurten energiamäärien varastoimiseen. Vedyn energiatiheys on kuitenkin alhainen vakiolämpötilassa ja -paineessa tilavuusprosentteina. Tämä tarkoittaa sitä, että tarvitaan suuria varastoja, tai varastoitavaa volyymiä on pienennettävä joko puristamalla tai nesteyttämällä vetyä. Nämä prosessit vaativat energiaa.[32] Suomessa vedyn runkoverkko tulee toimimaan suurimpana varastona.

Vedyn käyttö polttoaineena suoraan on lähes päästötöntä, sillä palamisen tuloksena syntyy vain vesihöyryä. Vety on kuitenkin myös hyvin pieni ja kevyt alkuaine: se on herkkä vuotamaan pienimmästäkin raosta. Tämän takia vetyä on vaativa varastoida ja kuljettaa. Vetyä saatetaan jatkossa käyttää maakaasun vaihtoehtona polttoaineena, ja siihen sovelletaan toistaiseksi myös maakaasua koskevaa lainsäädäntöä Suomessa – kunnes juuri vetyä koskeva normiohjaus on valmisteltu. Tukes on laatinut selkeän vertailutaulukon vedyn ja maakaasun ominaisuuksista:

Ominaisuus	**Vety (H_2)**	**Maakaasu (CH_4)**	**Vety on**
Moolimassa [g/mol]	2,02	16,04	selkeästi kevyempi
Tiheys (20 °C; 1,013 bar) [kg/m3]	0,08375	0,72	selkeästi kevyempi
Noste ilman suhteen	14 kertaa kevyempi	4 kertaa kevyempi	selkeästi kevyempi
Molekyylikoko			selkeästi pienempi
Diffuusiovakio ilmassa NTP [cm^2/s]	0,61	0,16	nopeammin ilmaan sekoittuva
Sulamis- tai jäätymispiste [°C]	-259	-182	-
Kiehumispiste [°C]	-253	-162	-
Minimi syttymisenergia ilmassa [mJ]	0,017	0,3	selkeästi helpommin syttyvä
Laminaarinen palamisnopeus [m/s]	2,7	0,4	huomattavasti reaktiivisempi
Itsesyttymispiste [°C]	560	650	-
Syttymisalue, pitoisuus ilmassa [til-%]	4-75	5-17	syttymisalueeltaan selkeästi laajempi
Vaaraluokitus	erittäin helposti syttyvä kaasu	erittäin helposti syttyvä kaasu	vaaraluokitukseltaan sama kuin maakaasu
Räjähdysalue [til-%]	18-59	6-14	räjähdysalueeltaan selkeästi laajempi
Lämpöarvo (Lower heating value) [MJ/kg]	120	49	lämpöarvoltaan suurempi

[32] Uusiutuvaa vetyä koskeva EU:n teollisuuspolitiikka, EU:n tilintarkastustuomioistuin, erityiskertomus 11/2024, s.12, https://www.eca.europa.eu/ECAPublications/SR-2024-11/SR-2024-11_FI.pdf

Ominaisuus	Vety (H_2)	Maakaasu (CH_4)	Vety on
Detonaation käynnistymisenergia [g TNT]	1	1000	huomattavasti alttiimpi detonaatiolle
Olomuoto	väritön ja hajuton kaasu	väritön ja hajuton kaasu	heikommin havaittavissa
Muita ominaisuuksia	väritön, huonosti näkyvä liekki	liekki näkyvä, yleensä sinertävä	heikommin havaittavissa
Hajustus	ei hajusteta	voimakas, lisätty hajuaine	heikommin havaittavissa

Vertailutaulukko vedyn ja maakaasun ominaisuuksista Tukesin tekemänä[33]

Nykyisessä vihreässä vetytaloustoiminnassa vety yhdistetäänkin useimmiten hiilivetyihin, ja näin tuotetaan synteettisiä e-polttoaineita metaania ja metanolia tai ammoniakkia, myös lannoitteisiin. Vedyllä voidaan myös tulevaisuudessa korvata fossiilisia polttoaineita korkeaa lämpötilaa vaativissa polttoprosesseissa, kuten koksia teräksen tuotannossa. Pidemmällä tähtäimellä vetytalouden sovellusmahdollisuudet ovat runsaampia: vetyä tullaan käyttämään monin eri tavoin kemian prosessiteollisuudessa. Esimerkkejä ovat kemikaalit, muovin raaka-aineet ja jopa proteiinit. Vetyä tullaan jalostamaan muovin ja monen muun yhdistelmän raaka-aineina toimiviksi polymeereiksi[34].

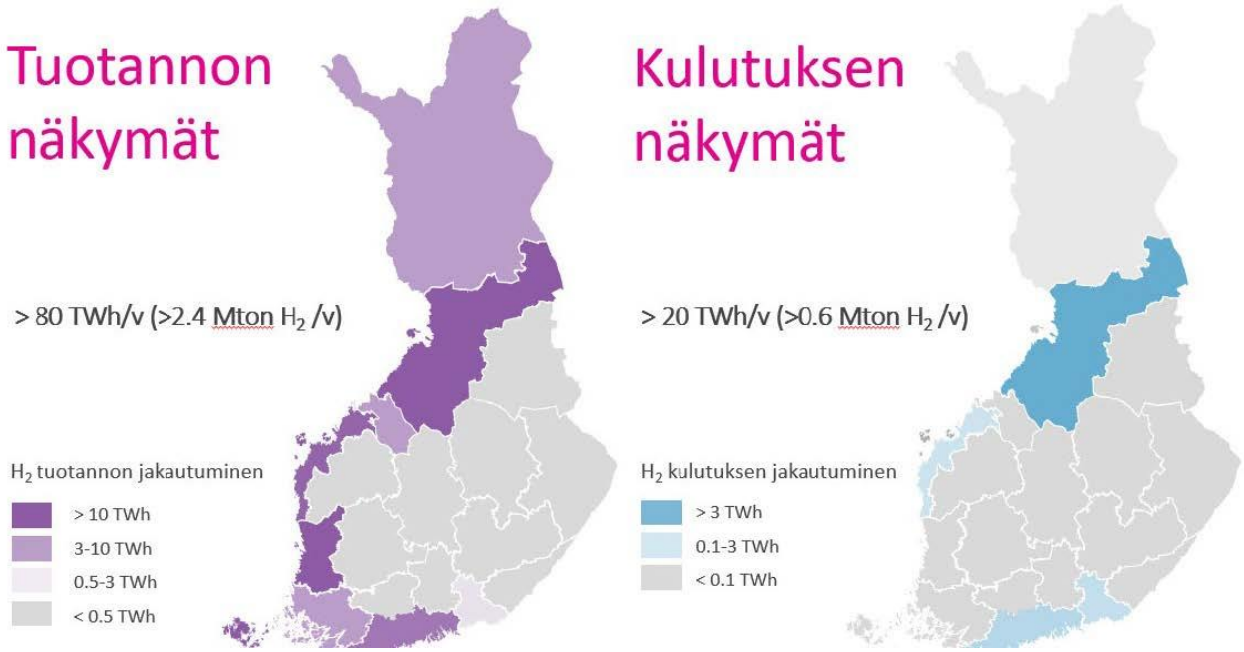
3.2 Vetytalouden kehittymisestä Varsinais-Suomessa

Vetytaloustoiminta on vahvasti oraallaan myös Varsinais-Suomessa. Suurimmat ja mediankin uutisoimat hankkeet ovat vireillä Naantalin sataman läheisyyteen: Green North Energyn ammoniakin tuotantolaitos ja Liquid Windin / Flagship 7 oy:n metanolin tuotantolaitos. Oripäähän on puolestaan esisuunnittelussa biokaasuhanke, johon on pohdittu myös hiilidioksidin talteenottoa ja tämän yhdistämistä vetyyn e-polttoaineen tuottamiseksi. Näiden lisäksi maakunnassa on kehitteillä kuitenkin myös monia pienempiä hankkeita, kuten vetytankkausasema ja vetypolttomoottorin pilotti. Vireillä on myös toistaiseksi julkistamattomia vetytaloushankkeita.

Gasgrid Finland oy:llä on ollut markkinakysely avoinna yksityisille vetytaloustoimijoille esisuunnittelussa olevista vetytaloushankkeista kesästä 2024 alkaen. Kyselyn tiedot on annettu luottamuksellisina, mutta yleistettyjen kokonaislukujen valossa varsinaisia kyselyyn ilmoitettuja vetytaloushankkeita on maakunnassa vähemmän kuin muissa Etelä-Suomen ja länsirannikon maakunnissa. Kysely ei toki kata aivan kaikkia hankeaihioita, sillä varhaisessa vaiheessa olevia hankkeita ei välttämättä ole haluttu ilmoittaa kyselyyn. Business Turun yhteydenottojen ja neuvottelujen perusteella vireillä olevia hankkeita kuitenkin on paljonkin ja vetytalous kasvaa Varsinais-Suomen alueella. Uusien hankkeiden julkistuksia on luvassa lähivuosina.

[33] Vedyn käsittelyn ja varastoinnin turvallisuus -opas, Tukes 2024, https://tukes.fi/vedyn-kasittelyn-ja-varastoinnin-turvallisuus#fe1f740c

[34] Polymeerit ovat yhdistelmäaineita suurista, monimutkaisista molekyyleistä. Polymeerejä on lukuisissa arkisissa tuotteissa elintarvikepakkauksista vaatteisiin, mutta myös lääketieteen ja teknologian alojen erityissovelluksissa laitteissa, eristeissä ja johteissa muiden muassa.



Teemakartat vedyn tuotannon ja kulutuksen näkymistä Gasgridin tekeminä.[35] Tiedot perustuvat Gasgridin markkinakyselyyn, joka on ollut avoinna keväästä 2024 alkaen.

Varsinais-Suomen vetytaloustoimijat ovat järjestäytyneet verkostoksi Business Turku Oy:n aloitteesta ja koordinoimana. Verkostossa on mukana yli 40 organisaatiota ja se on myös alueellisesti kattava maakunnassa. Verkostossa on yksityisten vetytaloustoimijoiden lisäksi myös korkeakoulujen ja julkishallinnon edustajia. Verkostolla on lisäksi tiivistä vuorovaikutusta kansallisten ja EU-tason vetytalousverkostojen kanssa. Yhteistyö on tiivistynyt viimeisen vuoden aikana ja tavoitteellinen kehitystyö jatkuu.

Suunnitelmia vedyn pienemmiksi alueellisiksi jakeluverkostoiksi ei toistaiseksi ole tiedossa Varsinais-Suomessa. Mikäli Naantalin vetytalouslaakso alkaa kehittyä isojen, jo julkistettujen hankkeiden pohjalta eteenpäin, pohdittaneen siellä asiaa.

Kaikkiaan Varsinais-Suomelle ominainen rooli vetytaloudessa kehittynee juuri vedyn jatkojalostamisessa. Esimerkiksi meriliikenteen polttoaineet ovat yksi mahdollinen painopiste, mutta pidemmällä tähtäimellä varsinaissuomalainen kemian prosessiteollisuuden osaaminen, korkeakoulutus mukaan lukien, tuottanee myös pidemmälle kehittyneitä sovelluksia, kuten polymeerejä. Vedyn kansallinen runkoverkko on olennainen infra tämän mahdollistamisessa. Pelkän vedyn tuottaminen elektrolyysillä sijoittunee puolestaan koko maan mittakaavassa niille alueille pohjoisella länsirannikolla, joilla on paljon maa- ja tulevaisuudessa myös merituulivoimaa. Varsinais-Suomessa on teollisuuden ja osaamisen potentiaalia juuri korkeamman arvonlisän vetypohjaisten tuotteiden jatkojalostamisessa.

3.3 Tavoitteista vetytaloudelle

Vetytaloden kehittymiselle on asetettu kansallisia ja EU-tason tavoitteita 2020-luvulla. Uusin linjausasiakirjoista on Suomen energia- ja ilmastostrategian päivitys, jonka luonnos julkaistiin lausunnoille heinäkuussa 2025 työ- ja elinkeinoministeriön toimesta. Luonnosta muutettaneen vielä jonkin verran syksyllä osallisten palautteiden perusteella. Vetytaloudesta on luonnoksessa oma lukunsa, ja siinä painotetaan seuraavia asioita: Suomi

[35] Lähde: kansallisen vedyn runkoverkon Etelä-Suomen osuuden YVA-ennakkoneuvottelun aineistot. Gasgrid 2025.

kehittää valtakunnallisen vetymarkkinan ja infrastruktuurin vuoteen 2035 mennessä, tavoitellen 10 % osuutta EU:n uusiutuvasta vedystä. Tavoitteena on houkutella investointeja, edistää teollisuutta ja liikenteen päästövähennyksiä sekä vahvistaa Suomen asemaa EU:ssa. Tukitoimia kohdistetaan mm. energiatukeen, jakeluvelvoitteisiin ja kansalliseen vedyn runkoverkkoon. Määrällisenä tavoitteena mukana on uusiutuvan energian RED III -direktiivin tavoite siitä, että 42 % teollisuuden vedystä tulee olla uusiutuvaa, ei-biologista alkuperää vuoteen 2030 mennessä.[36]

Energia- ja ilmastostrategian päivitysluonnosta edelsivät hyvin samansuuntaisesti Petteri Orpon hallituksen puoliväliriihen energiatavoitteet huhtikuussa 2025. Energialinjauksissa tähdennettiin vetytalouden kehittämisen tärkeyttä hiilidioksidin talteenotto mukaan lukien. Kansallisen vedyn runkoverkon kehittämiselle luvattiin myös pääomitusta.[37]

Aiemmin Suomen valtioneuvosto oli tehnyt periaatepäätöksen vedystä ja vetytalouden edistämisestä 2023.[38] Määrällisesti tavoiteltiin samaa vähintään kymmenen prosentin osuutta Euroopan Unionissa tuotetusta vedystä. Tätä edelsi vetytalouden kehittämisen luku Suomen edellisessä kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa (2022).

EU-tasolla hahmoteltiin ensimmäistä kertaa vetystrategiaa komission tiedonannossa 2020[39]. Strategiassa keskityttiin uusiutuvan vedyn hankintaan, jakeluun ja käytön lisäämiseen, ja siinä asetettiin mitattavissa olevat ei-sitovat tavoitteet uusiutuvan vedyn tuotannolle EU:ssa. Myös uusiutuvan energian RED III -direktiivissä asetettiin tavoitteet siitä, että 42 % teollisuuden vedystä tulee olla uusiutuvaa, ei-biologista alkuperää vuoteen 2030 mennessä ja 60 % vuoteen 2035 mennessä[40]. Lisäksi nettonollateollisuuden säädökseen kuuluu uusiutuvan vedyn ja vetytalouden edistämistä. Säädös hyväksyttiin toukokuussa 2024.[41]

3.4 Kansallisen vedyn siirtoverkon reittilinjauksista

Gasgrid Finland oy vastaa kaasujen siirtoverkoista Suomessa. Gasgrid on suunnitellut vedyn kansallista runkoverkkoa ja vuorovaikuttanut siitä myös osallisten kanssa keväästä 2024 alkaen. Runkoverkko on kansallisella tasolla järein vedyn siirtoyhteys, mutta sitä täydentävät myöhemmin paikalliset pienemmät jakeluverkot. Lisäksi runkoverkko kytkeytyy myös EU:n yhteisiin Itämeren vetyverkostoihin. Katso Gasgridin kartat alla kansallisesta ja kansainvälisestä tasosta.

Vedyn kansallisen runkoverkon reitti on Gasgridin suunnittelutyössä pyritty optimoimaan sinne, missä on eniten vedyn markkinakyselyyn ilmoitettuja hankkeita - eli vedyn tuotannon ja käytön markkinaehtoisen potentiaalin mukaisesti. Lisäksi Gasgrid on huomioinut verkkosuunnittelussaan sekä vakiot maankäytön suunnittelua edistävät ja estävät tekijät (asutus, luonto, kulttuuri, kriittinen infra) kuin myös erityisesti vetytalouskehitykseen vaikuttavat asiat, kuten tuulivoiman, sähköverkon, hiilidioksidin suuret tuotantopisteet (jatkojalosteita varten),

---

[36] Energia- ja ilmastostrategian lausuntoversio, työ- ja elinkeinoministeriö heinäkuu 2025, alaluku 2.4, Lausunto - Lausuntopalvelu
[37] Energia-alan kasvutoimikirjaukset hallituksen puoliväliriihessä, valtioneuvosto huhtikuu 2025, Energia-alan kasvutoimikirjaukset hallituksen puoliväliriihessä 2025
[38] Valtioneuvoston periaatepäätös vedystä, TEM/2023/14, https://tem.fi/paatos?decisionId=0900908f8080db83
[39] Vetystrategia ilmastoneutraalille Euroopalle, komission tiedonanto COM2020/31, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0301&from=EN
[40] Ks. esim. Uusiutuvan vedyn käyttö ja edistäminen teollisuudessa, Työ- ja elinkeinoministeriö, VN/27310/2024, Uusiutuvan vedyn käyttö ja edistäminen teollisuudessa
[41] Ks. nettonollateollisuuden säädöksestä 2024 esim. havainnollinen infograafi Eurooppa-neuvoston sivuilta Nettonollateollisuutta koskeva säädös: vertailuarvo strategisten nettonollateknologiatuotteiden valmistuskapasiteettia varten - Consilium

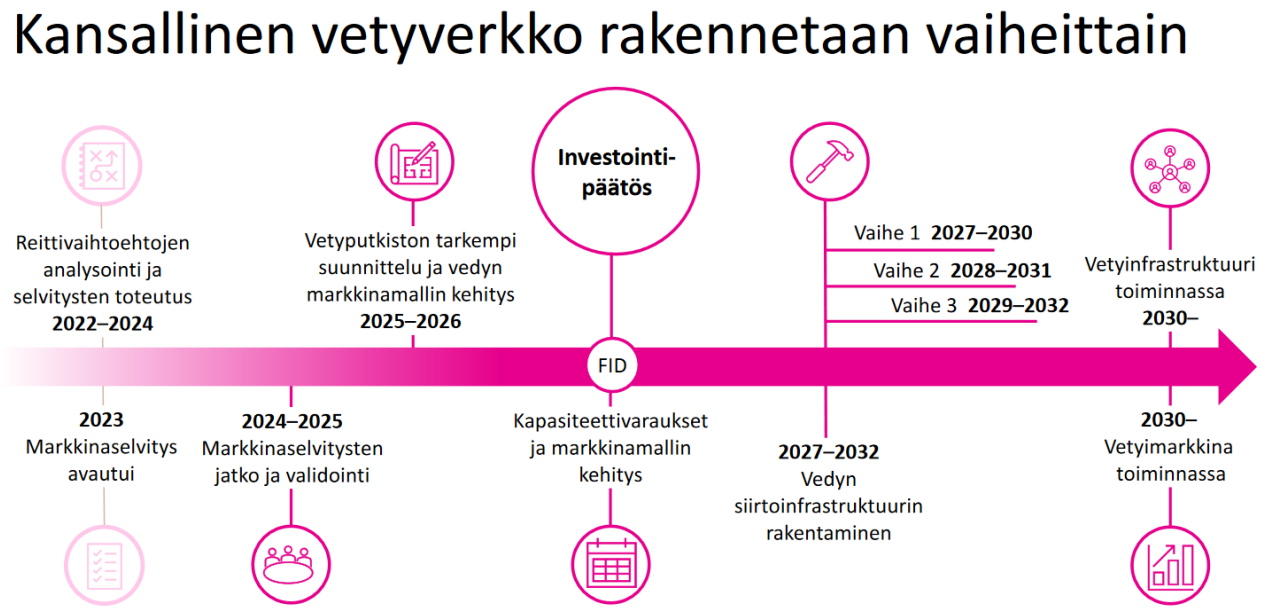
metaani- eli maakaasuverkon, rataverkon ja satamat. Rajaavina maankäytön tekijöinä suunnittelussa on väistetty muiden muassa luonnonsuojelualueita. Reittiä on lisäksi ohjattu pelloille metsien sijaan.

Teemakartta vedyn kansallisen runkoverkon linjausvaihtoehdoista YVA-prosessin alkaessa kesällä 2025 Gasgridin tekemänä.[42] Linjauksiin voi vielä tulla muutoksia.

Kuvio vetyverkoston kolmesta tasosta Gasgridin tekemänä[43]

[42] Lähde: kansallisen vedyn runkoverkon Etelä-Suomen osuuden YVA-ennakkoneuvottelun aineistot. Gasgrid 2025.
[43] Lähde: Gasgridin verkkosivut https://gasgrid.fi/kehitys/

Aikataulutus kansallisen vetyverkon osalta tähtää siihen, että vetyinfrastruktuuri ja -markkinat voisivat alkaa toimimaan 2030-luvun alusta alkaen. Kuluvana vuonna 2025 on meneillään verkoston tarkempi suunnittelu ja ympäristövaikutusten arviointimenettelyt, jotka on jaettu alueellisesti viiteen osaan. Investointipäätöksiä odotetaan vuonna 2027. Katso kuvio Gasgridin tavoitteellisesta aikataulusta alla. Se on melko kunnianhimoinen ajatellen yksin maankäytön suunnittelun hitaita prosesseja.



Kuvio kansallisen vedyn runkoverkon tavoiteaikataulusta Gasgridin tekemänä[44]

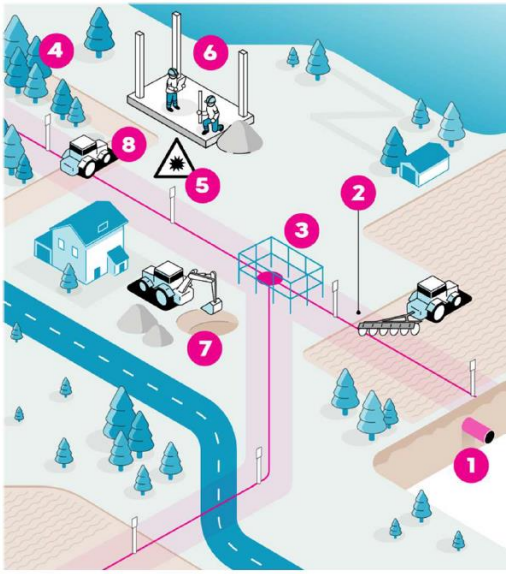
3.5 Vedyn siirtoverkon ominaisuuksista ja suojaetäisyyksistä maankäytön suunnittelussa

Vedyn runkoverkko on hiiliterästä ja noin metri halkaisijaltaan. Se asennetaan maastossa noin metrin syvyyteen. Putki vaatii viiden metrin käyttöalan keskiviivasta kumpaankin suuntaa. Alan tulee olla puuton, mutta sillä saa viljellä maata. Putki voi risteytyä teiden, voimalinjojen ja virtavesienkin kanssa, mutta liikenteen ylityskohdat tulee vahvistaa. Sähkön voimalinjojen kanssa putki voi kulkea rinnakkain vain lyhyesti. Katso Gasgiridin havainnekuva vedyn runkoputken suunnittelun ja sijoittamisen ehdoista alla.

[44] Lähde: Gasgridin esittelyaineisto ”Kaasujen tulevaisuus, vetyvarma Suomi”, 2024, s. 62. Gasgrid_Kaasujen-tulevaisuus_Vetyvarma-Suomi_27112024_esitysmateriaali_FINAL-1.pdf

Maankäyttö vetyputken läheisyydessä rakentamisen jälkeen

1. **Kaasuputki**
   - Peitesyvyyden minimi on 1.0 m metsämaalla ja 1.2 m peltoalueilla
2. **Kaasuputken pysyvä käyttöoikeusalue**
   - Käyttöoikeusalueen leveys on 10 m
3. **Venttiiliasema**
   - Venttiiliasemien alueet lunastetaan omistusoikeudella
4. **Puut, pensaat ja viljelymaat**
   - Käyttöoikeusalue pidetään puustosta ja pensaista vapaana
   - Peltoalueilla viljely on sallittua
5. **Räjäytystyöt**
   - Gasgridin lupa tarvitaan, mikäli räjäytystyöt toteutetaan kaasuputken läheisyydessä (maakaasulla etäisyys on 30 m)
6. **Rakennustyöt**
   - Suunniteltaessa rakennusten rakentamista lähelle kaasuputkistoa, on otettava yhteys putkiston omistajaan (maakaasulla etäisyys on 20 m)
7. **Kaivutyöt**
   - Kaivuulupa tarvitaan jos kaivutyötä joudutaan tekemään lähellä kaasuputkea (maakaasulla etäisyys on viisi metriä kaasuputkistosta)
8. **Putken ylityspaikka**
   - Ylityspaikat vahvistetaan siten, että ne kestävät raskaat kuljetukset



Havainnekuva maankäytöstä vetyputken läheisyydessä Gasgridin tekemänä[45]

Vedyn runkoverkon suojaetäisyyksiin suhteessa muuhun maankäyttöön ei vielä ole omaa selkeää normi- eikä suunnitteluohjausta. Vetyputkistoon sovelletaan toistaiseksi maakaasuohjausta. Maakaasuasetuksessa suojaetäisyydet ovat 5-20 metriä suuntaansa kohteesta ja putken koosta riippuen. Suojaetäisyydet tullaan kuitenkin vielä täsmentämään juuri vedylle, sillä se on maakaasua selvästi räjähtävämpää ja syttyvämpää. Suojaetäisyydet vedylle tulevatkin mitä todennäköisimmin olemaan hieman pidempiä kuin maakaasulle. Myös selvitystarpeille maankäytön suunnittelussa odotetaan täsmennyksiä.

Rakennusten suojaetäisyydet maakaasuasetuksessa

Alustavien analyysien ja viranomaiskeskusteluiden perusteella maakaasuputkien tekniset asetukset ovat hyvä lähtökohta suojaetäisyyksien arviointiin.

- Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 390/2005 (Lainsäädännön runko teknisen käytön ja turvallisuuden osalta).
- Valtioneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta 551/2009 (”Maakaasuasetus”)

Vedyn lainsäädännön vielä kehittyessä suojaetäisyydet vedyn osalta tullaan kuitenkin arvioimaan vielä erikseen.

Etäisyys maanalaiseen siirtoputkistoon

Putken nimellishalkaisija mm	Ryhmä A etäisyys	Ryhmä B etäisyys
DN ≤ 200	10 m	5 m
200 < DN ≤ 500	16 m	8 m
DN > 500	20 m	10 m

Etäisyys siirtoputkiston maanpäällisiin osiin

Siirtoputkiston laite/rakennelma	Ryhmä A etäisyys	Ryhmä B etäisyys	Moottori-, moottoriliikenne-, valta- ja kantatie, rautatie; etäisyys
Paineenvähennys-, linjansulkuventtiili- ja kaavinasema	50 m	25 m	25 m
Paineenlisäysasema	100 m	50 m	50 m

Ryhmä A: Yleiset kokoontumiseen tarkoitetut rakennukset esim. sairaalat ja koulut, kerrostalot, kemian teollisuuden laitokset
Ryhmä B: esim. omakotitalot, rivitalot, työpaikkahuoneistot, urheilukentät.

Lisätietoa: Kaasuputken tunnistaminen - Gasgrid Finland

64

GASGRID

Tiivistelmä suojaetäisyyksistä maakaasuasetuksessa Gasgridin tekemänä[46]

[45] Gasgrid oy:n havainnekuva / reittikeskustelu Varsinais-Suomen liiton kanssa 6.2.2025.
[46] kuten edellä

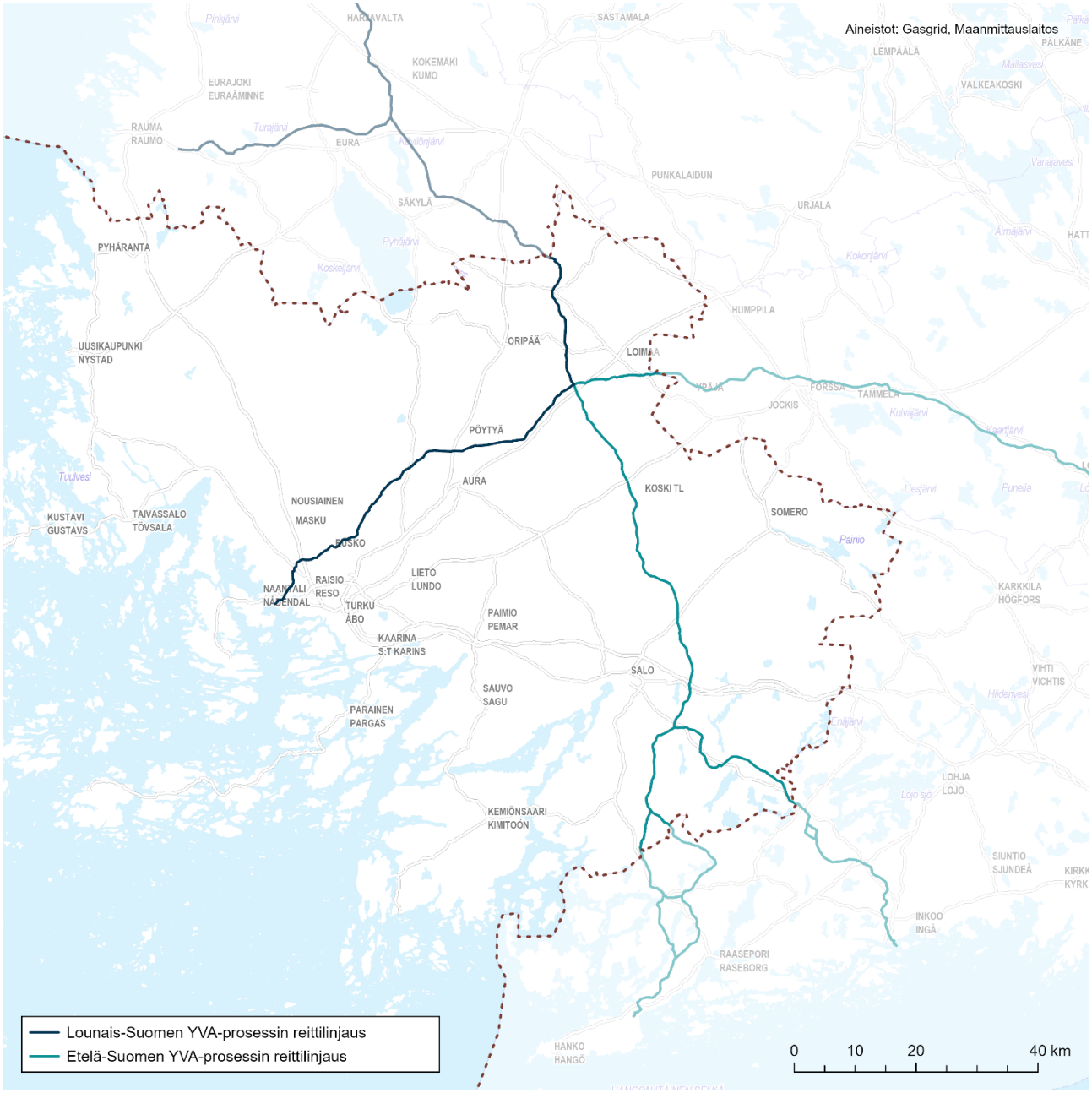
Vetyä koskevaa lainsäädäntöä tai muuta normiohjausta työstetään: esimerkiksi teollisuus- ja elinkeinoministeriön teettämässä selvityksessä suositellaan erityisen vetyasetuksen laatimista.[47] Lisäksi Tukesin ohjeeseen vedyn käsittelystä ja varastoimisesta, joka koskee toistaiseksi lähinnä vetylaitoksia, lisättäneen tarkempaa tietoa myös runko- ja jakeluverkoista maankäytössä. Näitä ovat suojaetäisyydet ja muut rajaavat sekä huomioitavat näkökulmat.[48]

3.6 Vedyn siirtoverkon linjausluonnokset Varsinais-Suomessa

Vedyn kansallinen runkoverkko halkoo Varsinais-Suomea kahdessa suunnassa: pisin yhteys on Loimaalta Naantaliin koillis-lounaissuuntaisesti. Lisäksi Satakunnasta tulee toinen linja Alastarosta Salon kautta yhtäältä Hankoon ja toisaalta myös Inkooseen. Alla teemakartta reittilinjausten tilanteesta YVA-prosessin alkaessa kesällä 2025. Linjoihin voi vielä tulla pieniä muutoksia. Lisäksi Gasgrid käyttää linjastosta ilmaisua ”alustavat reittivaihtoehdot” myös ajankohtaisessa YVA-vaiheessa, joten kaikki reittiosuudet eivät välttämättä tule toteutumaan. Niiden aikataulutukseen tehtäneen joka tapauksessa vaiheistus. Gasgrid julkaisee runkoverkon vaiheistuksen vasta tuonnempana. Seuraavassa alaluvussa käsitellään sitä, miten linjaukset istuvat voimassa olevaan maakuntakaavaan.

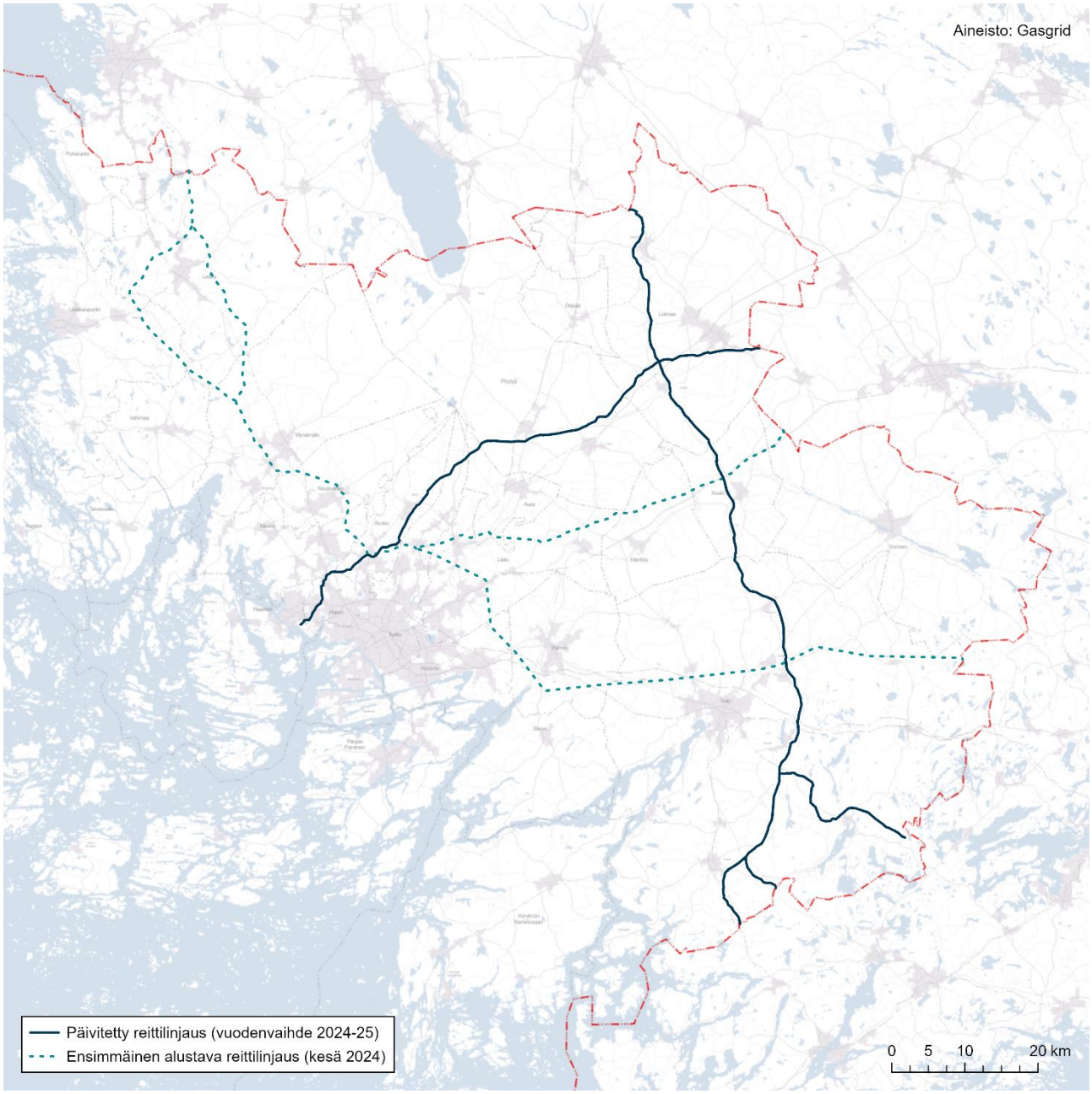
[47] Vedyn teollisen käsittelyn turvallisuusvaatimukset ja lainsäädännön päivitystarpeet, työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja, energia, 2024:37 https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/165850/TEM_2024_37.pdf

[48] Vedyn käsittelyn ja varastoinnin turvallisuus, Tukes 1/2024, https://tukes.fi/vedyn-kasittelyn-ja-varastoinnin-turvallisuus



Kansallisen vedyn runkoverkon linjaukset Varsinais-Suomessa YVA-prosessin alkaessa kesällä 2025. Linjoihin voi vielä tulla pieniä muutoksia. Varsinais-Suomen liitto.

Vedyn runkoreitin Varsinais-Suomen osuuksien valmistelussa oli aiemmin, kesällä 2024, myös hyvin erilainen alustava linjaus siten, että kaksi poikittaisempaa linjaa halkoi maakuntaa. Läntisin niistä nousi Satakuntaan Mynämäen ja Laitilan kautta. Gasgrid muutti kuitenkin linjaukset nykyisten mukaisiksi vuodenvaihteessa 2024–2025 lausunnoille tulleessa aineistossaan. Pääsyynä muutoksille oli se, että vedyn kansainvälisten verkostojen rantautumispisteet olivat täsmentyneet. Muutoksiin petyttiin maakunnan länsiosissa. Loimaan seudulla puolestaan intouduttiin proaktiiviseen vetytalouden edistämistyöhön, kun runkoverkoston päivitys halkoo aluetta kahdessakin suunnassa.

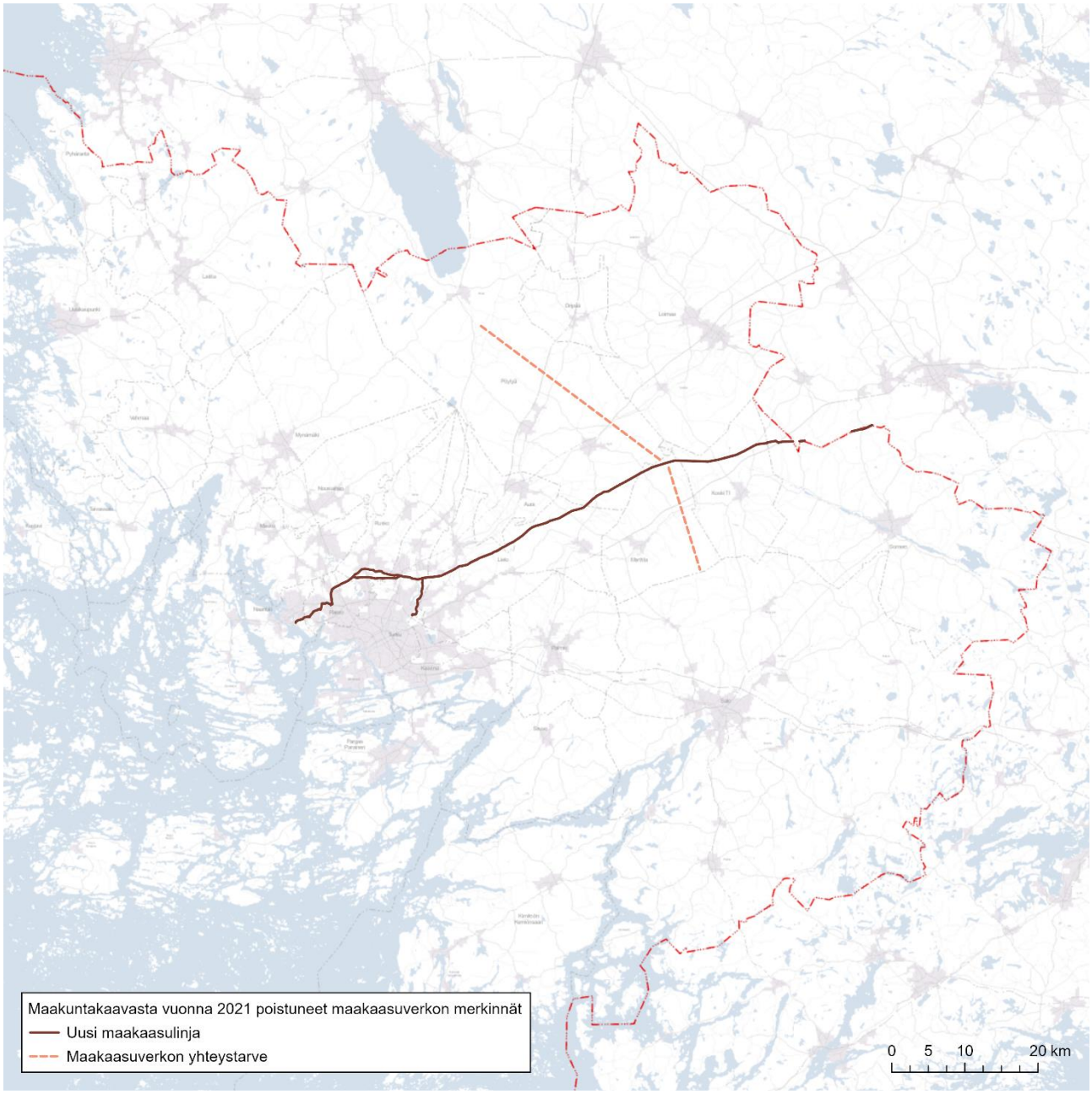


Vedyn runkoverkon reittilinjauksen muutos vuodenvaihteessa 2024–2025. Varsinais-Suomen liitto.

3.7 Vedyn siirtoverkon merkintätarpeita Varsinais-Suomen maakuntakaavaan

Varsinais-Suomen maakuntakaavassa ei enää ole voimassa olevaa kaasulinjamerkintää. Aiemmin Loimaan seudun, Turun seudun kehyskuntien, Turunmaan ja Vakka-Suomen vuonna 2013 vahvistetussa maakuntakaavassa osoitettiin Naantalista koilliseen maakunnan rajalle kulkenut uusi maakaasulinja sekä maakaasuverkon yhteystarpeita linjalta Salon ja Vakka-Suomen suuntiin. Merkinnöillä varauduttiin korvaamaan kivihiileen ja öljyyn perustuvaa energiantuotantoa osittain maakaasulla maakunnan silloisten strategisten tavoitteiden mukaisesti. Merkinnät poistettiin kuitenkin viimeisimmässä Luonnonarvojen ja -varojen vaihemaakuntakaavassa vuonna 2021. Merkintöjen katsottiin olevan tarpeettomia, koska niiden vahvistamisen jälkeen käynnistyneen Naantalin monipolttolaitoksen energialähteeksi valikoitui pääosin metsäperäinen biopolttoaine. Lisäksi Turun Pansioon suunniteltiin LNG-terminaalia meriliikenteen tueksi. Maakaasuverkon

rakentamisesta vastannut Gasum oli luopunut kaasuverkon rakentamiseen liittyvästä valtioneuvoston myöntämästä luvasta.



Maakuntakaavasta vuonna 2021 poistuneet maakaasuverkon merkinnät

Kansallisen vedyn siirtoverkon linjaukset ovat toistaiseksi vielä alustavia. Niihin voi tulla muutoksia meneillään olevan YVA-prosessin sekä tarkemman jatkosuunnittelun myötä. Tarkkaa vetykaasulinjan merkintää ei välttämättä voi vielä osoittaa maakuntakaavatyössä. Sen sijasta voidaan käyttää myös suuntaa antavaa yhteystarvemerkintää aina ajankohtaisimman linjaustiedon mukaisesti – jolleivat linjaustiedot varmistu tarkoiksi kaavoitusprosessin aikana. Vetykaasuputken yhteystarvemerkintä olisi luonteeltaan kehittämisperiaatemerkintä. Se on vaihemaakuntakaavan kartalla merkintänä vain suuntaa antava ja myös juridiselta statukseltaan huomioitava, muttei sitova. Maakuntakaavan ehdollinen rakentamisrajoitus ei koske yhteystarvemerkintää.

3.7.1 Vedyn runkoverkko suhteessa voimassa oleviin Varsinais-Suomen maakuntakaavamerkintöihin

Vedyn runkoverkon alustavia reittivaihtoehtoja tutkittiin Varsinais-Suomen liitossa suhteessa Varsinais-Suomen voimassa oleviin maakuntakaavamerkintöihin ensin vuodenvaihteen 2024–2025 vetylinjausten lausuntovaiheessa ja myöhemmin kesän 2025 YVA-prosessiin päivitetyistä runkoverkon versioista.

Varsinais-Suomen nykyinen maakuntakaava mahdollistaa esitetyt vetyreittilinjaukset pääosin, ristiriitoja ei juurikaan ole. Linjaus kulkee etupäässä maa- ja metsätalousvaltaisilla M-alueilla pelloilla. Joitakin selvästi haastavia päällekkäisyyksiä ja risteämiä reitin varrella kuitenkin oli esimerkiksi suhteessa taajama-alueiden rajauksiin tai arvokkaisiin rakennetun kulttuuriympäristön kohteisiin. Varsinais-Suomen liiton suunnitteluryhmä antoi palautetta ristiriidoista prosessin vuorovaikutuksessa: talven 2025 lausunnossa, suunnittelutapaamisissa Gasgridin kanssa ja YVA-vaiheen vuorovaikutuksessa. Talvella 2025 kuvatuista yhteensä viidestä selvien ristiriitojen kohdasta neljä oli ratkaistu Gasgridin toimesta jo YVA-vaiheen linjauspäivityksiin Varsinais-Suomen liiton muutostoiveiden mukaisesti. YVA-prosessin ennakkoneuvottelujen aikana Varsinais-Suomen liitossa huomattiin kuitenkin myös muutamia lisähaasteita esimerkiksi suhteessa rakennettuun kulttuuriympäristöön Salossa[49]. Lisäksi linjauksissa oli myös lievempiä suunnitteluhaasteita esimerkiksi suhteessa pohjavesiin, virtavesiin ja arvokkaisiin maisema-alueisiin, mutta ne ovat todennäköisesti kohtuudella ratkaistavissa huolellisessa tarkentuvassa suunnittelussa.

Kaikkiaan vedyn kansallista runkoverkkoa on toistaiseksi suunniteltu asianmukaisesti myös Varsinais-Suomessa ja suhteessa maakuntakaavamerkintöihin. Suunnittelun pääperiaatteina ovat olleet vedyn tuotannon ja kulutuksen potentiaalin sekä vetytalouskehityksen synerginen optimoiminen. Tekijöinä on tarkasteltu tuulivoimaa, sähköverkkoa, hiilidioksidin suuria tuotantopisteitä, rataverkkoa ja satamia. Niiden lisäksi on tarkasteltu myös maankäytön suunnittelun perinteisiä rajaavia tekijöitä, kuten luonnonsuojelualueita ja kulttuuriympäristöjä. Reittiä on lisäksi ohjattu pelloille metsien sijaan, koska metsä tulee kaataa reitiltä noin kymmenen metrin levyiseltä kaistalta siinä missä maanviljely reitillä voi jatkua.

3.7.2 Vedyn runkoverkon merkitsemisestä uuteen vaihemaakuntakaavaan

Vedyn runkoverkko on toiminnallisesti tärkeä kansallinen kokonaisuus. Se on myös rakenteena hyvin pitkä, järeä ja suojaetäisyyksiltään vaativa maastossa. Runkoverkko on toteutuessaan hyvinkin pysyvä; sitä voi lähinnä täydentää lisäosuuksilla sekä pienemmillä paikallisilla jakeluverkoilla myöhemmin. Vedyn runkoverkko tuleekin merkitä maakuntakaavaan.

Maakuntakaavan merkitsemisessä kysymys on lähinnä siitä, miten tarkalla merkinnällä verkko osoitetaan, kun sen suunnittelu on vasta ympäristövaikutusten arvioimisen alkuvaiheessa tätä kirjoitettaessa kesällä 2025. Tukesin suositus merkintätavaksi on kaasuputken merkintä eli johto-/linjamerkintä, jossa ympyrän sisällä on K-kirjain. Viivamerkintä täsmennettäisiin tällöin myös uudeksi kaasuverkkoyhteydeksi Varsinais-Suomessa. Lisäksi Tukes suosittaa suunnittelumääräysten antamista rakentamisen ja muiden toimintojen rajauksista kaasuputken lähellä. Suojaetäisyydet juuri vetyputkeen ovat vielä määriteltävinä ja toistaiseksi sovelletaan maakaasuasetusta asiassa, kuten edelläkin todettu. Suojaetäisyyksiä tulisi kuitenkin ennakoida.

Perusteltu merkitsemisen tapa voisi olla myös vedyn runkoverkon yhteystarvemerkintä kehittämisperiaatemerkintänä, kunnes kansallisen runkoverkon linjaus varmistuu ja täsmentyy. Tämä vaihtoehto jättäisi linjauksen täsmentämisen kaavateknisesti kuntakaavatasoille. Suuri osa runkoverkosta

[49] Vedyn runkoreitin YVA-vaiheen linjauksen varrella Salossa ovat seuraavat kaksi arvokasta rakennettua kulttuuriympäristöä: Perniön kartanot ja suurtilat/Lintilä RKY, Perniön taajaman itäpuolella. Toinen kohteista on Ylisjärven kulttuurimaisema ja Ruotsalan kylä, RKY-alue ja Ruotsalan muinaisjäännösalue, Kosken taajaman pohjoispuolella. Kummallakin näistä kohteista linjaus kulkee pääosin pelloilla.

Varsinais-Suomessa sijoittuu kuitenkin alueille esimerkiksi Loimaan ja Salon maaseuduilla, joilla ei ole kuntakaavoja. Siten uuden kansallisen vetykaasuputken linjamerkintä myös maakuntakaavatasolla olisi tarpeen heti, kun linjaus on täsmentynyt ja varmistunut. Lisäksi kansallisen vedyn runkoverkon suunnittelun ja toteuttamisen aikataulu on melko kunnianhimoinen, ja uuden kaasulinjan merkintä maakuntakaavassa tukisi tätä. YVA-prosessi tulee tuottamaan tarkempia tietoja verkon vaikutuksista ympäristöön, ihmiseen ja maankäyttöön, ja sen myötä verkon linjauksia saatetaan myös hienosäätää vielä.

3.8 Vedyn runkoverkon ympäristövaikutusten Ei merkittävää haittaa -arviointi

DNSH-periaatteen (Do No Significant Harm) soveltaminen vedyn siirtoverkkojen suunnittelussa ja rakentamisessa on tärkeä osa kestävän infrastruktuurin kehittämistä erityisesti siksi, että vety nähdään keskeisenä komponenttina vihreässä siirtymässä. Alla on taulukkomuotoinen tarkastelu vedyn siirtoyhteyksien DNSH-vaikutuksista. Ei merkittävää haittaa -periaatetta on kuvattu edellä luvussa sähkön siirtoyhteyksien Ei merkittävää haittaa -arvioinnissa. Vedyn siirtolinjojen osaltakaan DNSH-arviointi ei korvaa huomattavasti tarkempaa kotimaista ympäristövaikutusten arviointimenettelyä. YVA-prosessi on käynnistynyt koko kansalliselle vedyn runkoverkolle, ja siinä arvioidaan runkoverkon ympäristövaikutukset hyvinkin kattavasti ja yksityiskohtaisesti. Ely-keskukset ovat prosessin vastuuviranomaisia.

Ympäristövaikutus	DNSH-arviointi
Ilmastonmuutoksen hillintä	Vedyn jakeluinfrastruktuuri on keskeinen osa teollisuuden ja liikenteen hiilidioksidipäästöjen vähentämistä, erityisesti jos kyseessä on uusiutuvalla sähköllä tuotettu vihreä vety. Verkostojen rakentamisessa käytetyt materiaalit ja rakentamisen päästöt voivat lisätä hiilijalanjälkeä. Jos kyseessä on fossiilisista polttoaineista tuotettu harmaa vety, kokonaisvaikutus voi olla kielteinen. Päästöjen vähentäminen on mahdollista, kun käytetään vähäpäästöisiä rakennustapoja ja kierrätysmateriaaleja. Sitoudutaan siirtämään vain uusiutuvilla energiamuodoilla tuotettua vetyä.
Ilmastonmuutokseen sopeutuminen	Vedyn siirtoverkot on rakennettava niin, että ne kestävät sään ääri-ilmiöt. Kuivuus, tulvat, routa ja helteet voivat vaurioittaa putkia ja venttiilejä. Suunnittelussa on huomioitava ilmastoriskit (esim. tulva-alueet, maaperän liikkuvuus).
Vesivarojen ja merten luonnonvarojen kestävä käyttö ja suojelu	Riskit liittyvät etenkin rakentamisvaiheeseen. Kaivuutyöt voivat aiheuttaa kiintoaineispulssin vesistöihin. Vetyputkien rakentaminen vesistöjen läheisyyteen, tai niiden alitse, vaatii erityisiä suojatoimia. Suojeltava pohjavesiä, vesistöjä ja maaperän laatua. Noudatettava vedenalaisen rakentamisen erityisohjeita ja tehtävä vesistöriskien arviointi.
Siirtyminen kiertotalouteen	Vedyn jakeluverkot sisältävät terästä, polymeerejä ja teknistä laitteistoa, joiden elinkaari voi olla pitkä. Toisaalta saumat ja osa laitteistoista voivat olla myös häiriöille herkkiä. Materiaalien valinnassa suosittava kierrätettäviä ja uudelleenkäytettäviä komponentteja. Suunniteltava verkko siten, että se voidaan purkaa tai muuntaa myöhemmin.

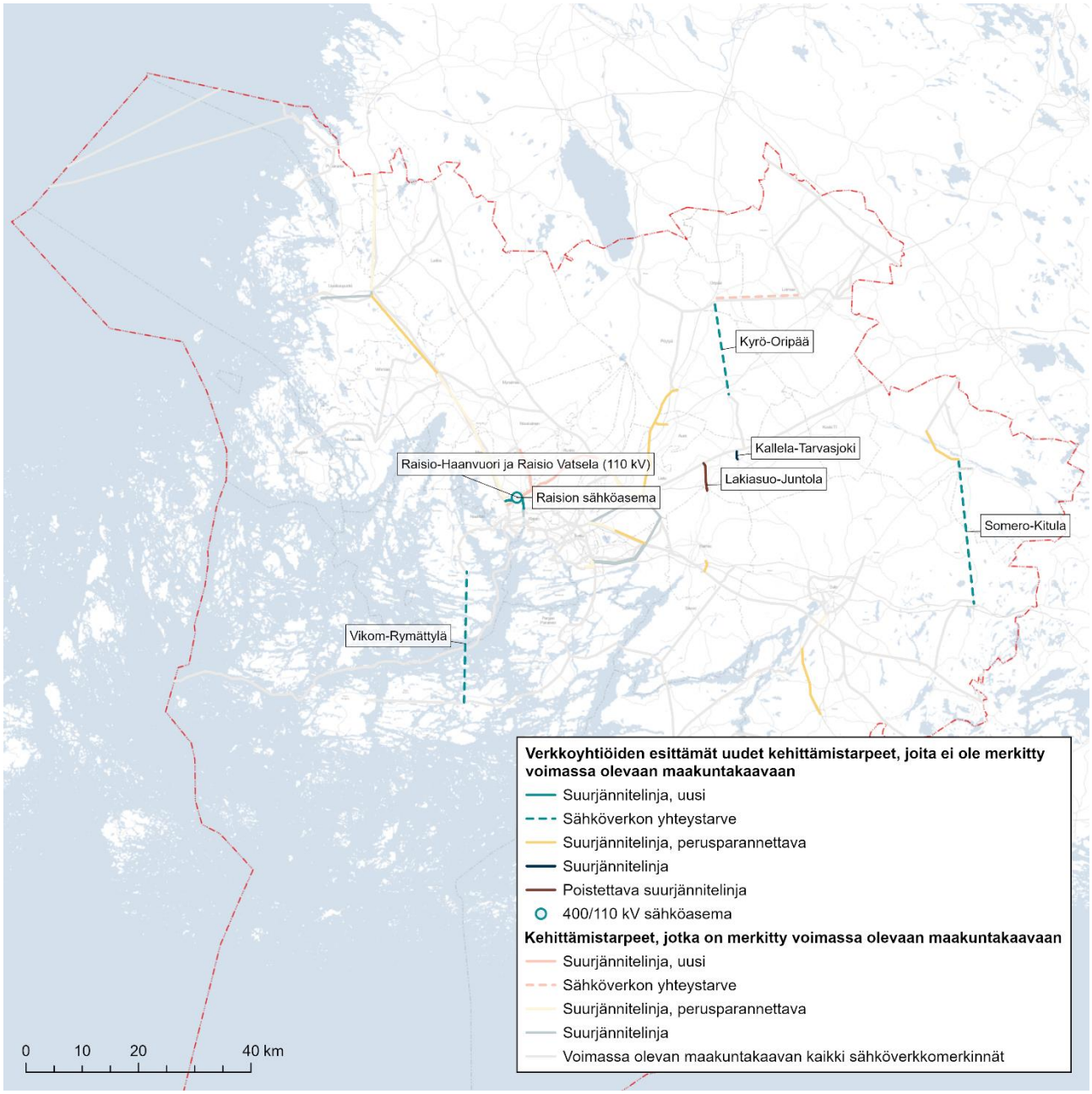
Ympäristön pilaantumisen ehkäiseminen ja vähentäminen	Vety ei itsessään ole saastuttavaa, mutta rakentamisessa voi vapautua pölyä, kemikaaleja ja melua. Vety on erittäin herkästi räjähtävää ja syttyvää, mikä vaatii tiukkaa turvallisuus- ja vuotovalvontaa. Rakennusvaiheen saasteet on minimoitava. Käyttövaiheessa vältettävä vuotoja, tulipaloriskejä ja hallittava paineistetun vedyn vaikutukset.
Biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemien suojelu ja ennallistaminen.	Vetyverkkojen reitit voivat kulkea luonnonalueiden halki tai reunalla, mikä aiheuttaa elinympäristöjen häiriöitä tai pirstoutumista. Vaikutuksia uhanalaisiin lajeihin, jos reittejä ei ole suunniteltu huolellisesti. Tehtävä luontovaikutusten arviointi (myös Natura-arviointi tarvittaessa). Käytettävä reitityksessä ja rakentamisessa ekologisesti vähiten haitallisia ratkaisuja.

4 Yhteenveto ja tulkintaa maakuntakaavoituksen kannalta

4.1 Ehdotukset siirtoyhteyksien päivitystarpeiden merkitsemisestä ja määräämisestä maakuntakaavassa

Sähkön siirtoyhteyksien osalta maakuntakaavamerkintöjä on syytä päivittää uusien tunnistettujen kehitystarveyhteyksien osalta: Vikomista Rymättylään, Kyröstä Oripäähän, Kitulasta Someroon sekä Raision Kerttulan täsmentyneet linjaukset 400 kv-voimajohdolle. Lisäksi uutena tulee merkitä myös Raision sähköasema Miekelässä kytkeytyneenä kantaverkon uuteen 400 kV-voimajohtoon. Oleviin ja perusparannettaviin voimajohtoihin ei puolestaan ole päivitystarpeita. Katso teemakartta alla. Lisäksi voimajohdoille tulee tehdä ajantasainen suunnittelumääräys. Sitä ei ole voimassa olevassa maakuntakaavassa.

Vedyn siirtoyhteyksien asianmukainen merkintätapa riippuu kansallisen runkoverkon suunnitteluvaiheesta maakuntakaavaprosessin aikana: maakuntakaavan luonnosvaiheessa se kannattanee merkitä yhteystarpeena. Kuitenkin myöhemmin, kun runkoverkon linjaukset ovat todennäköisesti täsmentyneet YVA-prosessin myötä, tulee vetyverkko merkitä kaasuverkon merkinnällä niin tarkkaan kuin mahdollista ajankohtaisen linjaustiedon valossa. Näin, koska suurilla osilla vetyverkon osuuksia ei ole yleis- eikä asemakaavoja Varsinais-Suomessa. Myös vedyn runkoverkolle tulee tehdä ajantasainen suunnittelumääräys, ja sen laatimisessa kannattaa tehdä yhteistyötä muiden maakuntien liittojen asiantuntijoiden kanssa.



Sähköverkon kehittämistarpeita koskeneen palautteen ja Fingridin suunnitelmien suhde voimassa olevan maakuntakaavan merkintöihin

4.2 Nousevien energiateknologioiden huomioimisesta maakuntakaavassa

Energiamurroksen osina sähkön ja lämmön tuotannossa on vahvistumassa myös runsaasti uudehkoja energian tuotannon ja varastoimisen muotoja. Niiden mittakaavat ovat useimmiten lähempänä kuntakaavojen, hankesuunnittelun ja luvituksen tasoja. Ne haluttiin silti myös tunnistaa ja kuvata osana Kestävän energiahuollon taustaselvityssarjaa.

Nousevia energiateknologioita ovat ympäristölämmön eri muodot, sähkön ja lämmön varastot, pienydinvoima sekä vety ja synteettiset polttoaineet sen jalosteina. Näistä tilattiin oma, erillinen liitteensä tähän selvitykseen

Ramboll oy:ltä. Kyseisessä liitteessä 1 kuvataan nousevien energiateknologioiden pääpiirteet sekä niiden edellytykset maankäytölle ja mahdolliset kytkökset maakuntakaavoitukseen. Energiateknologiat kuvataan hanketyyppikorttien muodossa.

Nousevista energiamuodoista ainoastaan modulaarinen pienydinvoima ja pinta-alaltaan suuret lämpövarastot (esim. suuret vesialtaat maan päälle tai alle) ovat kokoluokaltaan ja vaikutuksiltaan sellaisia, että niitä voisi harkita merkittävän myös maakuntakaavan tasolle. Muut ovat selkeästi yleis- ja asemakaavoituksen tasoa. Toisaalta myös modulaarinen pienydinvoima voi vaihdella kooltaan hyvinkin paljon pienestä yksittäisestä varastosta pitkäänkin reaktoreiden ketjuun. Pienimpiä variaatioita ei kannattane maakuntakaavan tasolla käsitellä. Lisäksi niiden toteutumisen hidasteena on se, että ydinenergiaalaki asettaa toistaiseksi kaikki ydinvoimalat samaan asemaan koosta riippumatta esimerkiksi laajojen turvavyöhykkeiden osalta. Lakia ollaan kuitenkin uudistamassa laajasti, ja työssä huomioidaan erityisesti modulaariset pienydinvoimalat. Työn edetessä saataneen lisätietoja myös niiden suojaetäisyyksistä, jotka porrastettaneen kokoluokan mukaan.

Tiedossa ei tätä kirjoitettaessa ole vireillä olevia pienydinvoimahankkeita, eikä pinta-alaltaan huomattavan suuria lämmön varastoja juuri Varsinais-Suomeen. Alueellisilla lämpömarkkinoilla tuleva kehitys vaikuttaa myös siltä, että ainakin Turun kaupunkiseudulla vireillä olevat vetytaloushankkeet tulevat tuottamaan niin paljon hukkalämpöä, ettei ydinvoima välttämättä kannata taloudellisesti muuten kuin mahdollisesti sähköntuotannossa myöhemmin. Pienydinvoimaloita ja suuria lämmön varastoalueita ei kannattanekaan vielä tutkia teoreettisesti, eikä osoittaa maakuntakaavaan toistaiseksi. Tilannetta tulee kuitenkin seurata ja reagoida siihen herkästi, mikäli hankeaihioita ilmenee kaavoitusprosessin aikana. Todennäköisesti niiden kaavoituspaine kohdistuu kuitenkin sellaisille kuntakaavatasojen teollisuusalueille, joilla riittävän suuret suojaetäisyydet ovat mahdollisia. Proaktiivista seurantaa tähdentää myös se, että kansallisen energia- ja ilmastostrategian luonnoksessa kesällä 2025 esitetään ydinenergialaitosten lisärakentamista; yhtä perinteistä ja useampaa modulaarista. Tähän liittyen hallitus selvittää myös sijoittumisen reunaehtoja ja vaikutuksia.[50] Selvitykset antanevat valmistuessaan lisätietoja pienyksiköiden sijoittumisen tutkimiselle myös maakuntatasolla.

Edellisten lisäksi vetylaaksot ovat maankäytön suunnittelussa sellaisia kokonaisuuksia, että ne tulisi ainakin tutkia ja mahdollisesti myös huomioida maakuntakaavoituksessa. Kyse on suuremmista, useamman yrityksen vetytalouskeskittymistä, ja niitä on asianmukaisinta tutkia osina teollisuusalueita. Rajapinnat asema-, yleis- ja maakuntakaavan välillä ovat tässä liukuvia. Mikäli teollisuustoiminnot päädytään ottamaan mukaan Varsinais-Suomen vesien ja voimien vaihemaakuntakaavaan, tulee mahdolliset vetytalouslaaksot käsitellä myös olennaisina tulevaisuuden tavoitteina ja tunnistaa soveltuvimmat sijainnit maakunnassa. Syntymässä oleva Naantalin vetytalouskeskittymä on kaavatilanteen puolesta selvä: alue on teollisuusaluetta maakuntakaavasta asemakaavaan. Maakuntakaavassa se on osoitettu myös teollisuuden kehittämisen kohdealueeksi.

[50] Energia- ja ilmastostrategian lausuntoversio, työ- ja elinkeinoministeriö heinäkuu 2025, alaluku 2.7, Lausunto - Lausuntopalvelu

Lähteet

Kaava-aineistot

Varsinais-Suomen luonnonarvojen ja -varojen vaihemaakuntakaava, Varsinais-Suomen liitto 2021. Tässä selvityksessä on käytetty sekä kaava-aineistoja että sen tausta-aineistoja https://varsinais-suomi.fi/suunnittelu/maakuntakaava/voimassa-oleva-maakuntakaava/luonnonarvojen-ja-varojen-vaihemaakuntakaava/

Varsinais-Suomen vesien ja voimien vaihemaakuntakaava, kaavoitusprosessin verkkosivut, Varsinais-Suomen liitto 2024 Vesien ja voimien vaihemaakuntakaava - Varsinais-Suomen liitto

Lainsäädäntö

Hallituksen esitys eduskunnalle laeiksi sähkömarkkinalain ja maakaasumarkkinalain 12 ja 96 §:n muuttamisesta, 8.5.2025, HE 45/2025 vp

Hallituksen esitys, luonnos alueidenkäyttölaiksi, toukokuu 2025, https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/Participation?proposalId=e92c21ba-a798-43a0-9fe1-1ba4b63ca95c

Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä, https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2017/252

Sähkömarkkinalaki (laki sähkömarkkinalain muuttamisesta), https://finlex.fi/fi/lainsaadanto/2013/588#entryIntoForce_20250201

Suunnittelu- ja arviointiohjeet

Ei merkittävää haittaa -periaate (DNSH), kuvaus ympäristöhallinnon verkkosivuilla, Suomen ympäristökeskus 2023-2025, https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ei-merkittavaa-haittaa-periaate

Johtoalue, Fingrid https://www.fingrid.fi/kantaverkko/kunnossapito/voimajohdot/johtoalue/

Vedyn käsittelyn ja varastoinnin turvallisuus -opas, Tukes 2024, https://tukes.fi/vedyn-kasittelyn-ja-varastoinnin-turvallisuus#fe1f740c

Voimajohtojen huomioon ottaminen yleis- ja asemakaavoituksessa sekä maankäytön suunnittelussa, Fingrid, https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/julkaisut/voimajohtojen-huomioon-ottaminen-yleis--ja-asemakaavoituksessa-seka-maankayton-suunnittelussa.pdf

Selvitykset

Kansallisen vedyn runkoverkon Etelä- ja Lounais-Suomen osuuksien YVA-ennakkoneuvottelujen aineistot. Gasgrid 2025.
Uusiutuvaa vetyä koskeva EU:n teollisuuspolitiikka, EU:n tilintarkastustuomioistuin, erityiskertomus 11/2024, https://www.eca.europa.eu/ECAPublications/SR-2024-11/SR-2024-11_FI.pdf

Lappeenrannan vetyteollisuuden maankäytöllinen rakenneselvitys, Ramboll 2024, https://cms.greenreality.fi/sites/default/files/2024-03/Hankeraportti%20Lappeenranta%20%E2%80%93%20Vetyteollisuuden%20maank%C3%A4yt%C3%B6llinen%20rakenneselvitys.pdf

Uusiutuvan vedyn käyttö ja edistäminen teollisuudessa, Työ- ja elinkeinoministeriö, VN/27310/2024, Uusiutuvan vedyn käyttö ja edistäminen teollisuudessa

Uusiutuvaa vetyä koskeva EU:n teollisuuspolitiikka, EU:n tilintarkastustuomioistuin, erityiskertomus 11/2024, s.12, https://www.eca.europa.eu/ECAPublications/SR-2024-11/SR-2024-11_FI.pdf

Vedyn teollisen käsittelyn turvallisuusvaatimukset ja lainsäädännön päivitystarpeet, työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja, energia, 2024:37
https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/165850/TEM_2024_37.pdf

Strategiat, kehittämissuunnitelmat, skenaariot ja visiot

Energia- ja ilmastostrategian lausuntoversio, työ- ja elinkeinoministeriö heinäkuu 2025, Lausunto - Lausuntopalvelu

Energia-alan kasvutoimikirjaukset hallituksen puoliväliriihessä, valtioneuvosto huhtikuu 2025, https://valtioneuvosto.fi/documents/194055633/200124281/Energia-alan+kasvutoimikirjaukset+hallituksen+puoliv%C3%A4liriihess%C3%A4+2025.pdf/dba39bc0-3896-d1eb-bcda-ea6e269812f3/Energia-alan+kasvutoimikirjaukset+hallituksen+puoliv%C3%A4liriihess%C3%A4+2025.pdf?t=1745431901109

Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2024–2033, Fingrid 2023, https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/kantaverkko/kantaverkon-kehittaminen/fingrid_kehittamissuunnitelma_2024-2033.pdf

Merialuesuunnitelma ja merialuesuunnittelun työ https://merialuesuunnittelu.fi/merialuesuunnittelu/

Merituulivoiman alustavat liityntämahdollisuudet Fingridin kantaverkkoon 2030-luvulla, Fingrid 2024, https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/kantaverkko/kantaverkon-kehittaminen/fingrid_merituuliesite_11.2024_fi_21.11.pdf

Vetystrategia ilmastoneutraalille Euroopalle, komission tiedonanto COM2020/31, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0301&from=EN

Kartta- ja tilastopalvelut

Energia-alan sanasto, Fingrid, https://www.fingrid.fi/sivut/yhtio/sanastoa/

Fingridin teemakartta alueista, joita koskee sen liittymissopimustiedustelumenettely, Fingrid 2025. liittymissopimustiedustelu-kartta-paivitetty-12.6.2025-id-515477.pdf

Verkkokiikari-karttapalvelu, Fingrid, https://www.fingrid.fi/kantaverkko/liitynta-kantaverkkoon/verkkokiikari/

Muut aineistot

Gasgridin verkkosivut vetykehityksestä https://gasgrid.fi/kehitys/

Gasgridin esittelyaineisto ”Kaasujen tulevaisuus, vetyvarma Suomi”, 2024, s. 62. Gasgrid_Kaasujen-tulevaisuus_Vetyvarma-Suomi_27112024_esitysmateriaali_FINAL-1.pdf

Lehdistötiedote kantaverkkoon liitettävyydestä, Fingrid, 21.1.2025, https://www.fingrid.fi/ajankohtaista/tiedotteet/2025/sahkonkulutuksen-liitettavyys-kantaverkkoon-valiaikaisesti-tiukilla-etelaisessa-suomessa/

Nettonollateollisuuden säädöksestä, infograafi, Eurooppa-neuvosto 2024 Nettonollateollisuutta koskeva säädös: vertailuarvo strategisten nettonollateknologiatuotteiden valmistuskapasiteettia varten - Consilium

Viiteselvitykset eli toisten maakuntien vastaavia selvityksiä, joihin ei ole viitattu suoraan, mutta joiden rakenteesta ja sisällöstä on otettu oppia

Kaavoittajan käsikirja vety- ja P2X-hankkeisiin Imatralla, Etelä-Karjalan liitto 2024 (ja Ramboll), https://greenindustrypark.com/app/uploads/2024/09/p2x-hankkeet-kaavoittajan_kasikirja.pdf

Pienydinvoiman toteutettavuusselvitys, Lappeenrannan kaupunki ja LUT-yliopisto 2024 https://greenreality.loopy.fi/sites/default/files/2024-08/Loppuraportti-Lappeenranta_MMR%20toteutettavuusselvitys.pdf

Selvitys vihreän siirtymän hankkeiden maankäyttötarpeista Uudellamaalla, Uudenmaan liitto 2024 (ja Ramboll), https://uudenmaanliitto.fi/wp-content/uploads/2024/10/Selvitys-vihrean-siirtyman-hankkeiden-maankayttotarpeista-Uudellamaalla.pdf

Selvitys Keski-Suomen energiamurroksesta ja sen vaatimista maankäytön ohjauksen ja kaavoituksen tarpeista, Keski-Suomen liitto 2024 (ja Rejlers), https://keskisuomi.fi/wp-content/uploads/2024/06/Energiaselvityksen-loppuraportti-31.5.2024.pdf

Turun kaupunkiseudun vihreän siirtymän selvitys, Turun kaupunki 2023 (ja Gaia ja Sweco), ei enää verkossa.

Vihreän siirtymän hankkeet Satakunnan maakuntakaavassa 2050, Satakunnan liitto 2023 (ja Ramboll), Vihreän siirtymän hankkeet Satakunnan maakuntakaavassa 2050 (satakunta.fi))

LIITE 1: Nousevien energiateknologioiden hanketyyppikortit

Nousevien energiateknologioiden hanketyyppikortit

Liite 1

Kesäkuu 2025

Bright ideas. Sustainable change. RAMBØLL

Varsinais-Suomen liitto
Egentliga Finlands förbund

Johdanto

Tässä liitteessä kuvataan nousevia energiateknologioita hanketyyppikortteina, joihin on tiivistetty tiedot energiateknologioiden eduista, riskeistä, tilatarpeista, suojavyöhyketarpeista, liityntä- ja logistiikkatarpeista sekä synergiaeduista muiden toimijoiden kanssa. Korteissa arvioidaan teknologioiden mahdollista huomioimista maakuntakaavatasolla.

Teknologiakortit on Varsinais-Suomen liitolle tuottanut Ramboll. Ympäristöministeriö on rahoittanut selvityksen tekemistä vihreän siirtymän investointien lähteestä.

RAMBOLL

Sisältö

1. Ympäristölämpö

→ Lämpöpumput

2. Varastot

→ Sähköakut
→ Lämpövarastot
→ Sähköllä tuotettu lämpö

3. Modulaarinen pienydinvoima

→ Pienydinvoimala

4. Vety ja synteettiset polttoaineet

→ Vetyelektrolyysi
→ E-Metaani & Metanoli (P2X)
→ E-Ammoniakki (P2X)
→ Biogeeninen hiilidioksidi

Tiivistelmätaulukko 1/2

Energiateknologia	1. Ympäristölämpö	2. Varastot	3. Modulaarinen pienydinvoima	4. Vety ja synteettiset polttoaineet
Kaavoitustarve, sopiva kaavataso ja keskeiset vaikutukset maakunta-kaavatasoon	• Kuntatason kaavoitus- ja luvitusmenettely • Ei vaikutuksia maakuntakaavatasoon	• Kuntatason kaavoitus- ja luvitusmenettely • Ei vaikutuksia maakuntakaavatasoon	• Ei edellytä mitään tiettyä maakuntakaavamerkintää , sillä sijoittumista voidaan ohjata yleisten suunnittelumääräysten ja kuntakaavoituksen kautta. • Suojaetäisyydet huomioitava.	• Kuntatason kaavoitus- ja luvitusmenettely • Maakunnallisia kysymyksiä ovat vedyn runkoverkoston linjaaminen sekä laajempien vetylaaksojen sijoittuminen suhteessa verkostoon. Näitä käsitellään tämän selvityksen luvussa 2 vedyn siirtoyhteyksistä.
Edut ja kasvunäkymät Keskeiset hyödyt ja ennustettu kehitys	• Uusiutuvan lämpöenergian hyödyntäminen • Energiajärjestelmän sähköistymisen tukeminen	• Tukevat sähköverkkojen tasapainottamista ja uusiutuvien energialähteiden integrointia	• Hiilineutraalisuus • Tuotannon jatkuvuus ja tasaisuus • Teknologian viimeaikainen kehitys	• Vihreän vedyn kysyntä • Fossiilisten tuotteiden korvaaminen • Ilmastotavoitteet • Päästövähennykset • Energian varastointi • Huoltovarmuus • Teknologian kehitys • Julkiset tuet
Mahdolliset haasteet, rajoitukset ja riskit	• Maanalaiset rakenteet • Pohjavesialueet • Melu- ja ympäristövaikutukset	• Purkuaika ja kokonaiskapasiteetti rajalliset	• Säteilyturvallisuus • Ydinjätteen käsittely • Polttoaineen saatavuus • Lainsäädännölliset esteet • Hyväksyttävyys • Rakentamisen ja ylläpidon tekniset haasteet	• Suuronnettomuusvaara • Mahdollisia vaikutuksia mm. ekologisiin arvoihin, ilmaan sekä pinta- ja pohjavesiin, jos esim. hukkalämpöä johdetaan jäähdytysvesinä vesistöihin • Elektrolyysin korkeat kustannukset verrattuna muihin vedyntuotantomuotoihin

Tiivistelmätaulukko 2/2

Energiateknologia	1. Ympäristölämpö	2. Varastot	3. Modulaarinen pienydinvoima	4. Vety ja synteettiset polttoaineet
Tilatarpeet ja suojaetäisyydet Tarvittava tila ja suojaetäisyydet muista toiminnoista	• Tilantarve vaihtelee • 3 MW lämpöpumppu-laitoksen tilantarve on noin 100 – 300 m^2 • Suojaetäisyyksien tarve arvioitava tapauskohtaisesti	• Tilantarve kymmenistä neliömetreistä useisiin hehtaareihin • Suojaetäisyyksien tarve arvioitava tapauskohtaisesti	• 0 – 10 ha • Suojavyöhyke tapauskohtainen laitoksen koon ja tyypin mukaan	• 0 – 30 ha • Suojavyöhyke tapauskohtainen laitoksen koon ja tyypin mukaan
Liityntä- ja logistiikkatarpeet Infrastruktuurin, kuljetusten ja verkostojen vaatimukset	• Sähköverkkoliityntä • Kaukolämpöverkko tai muu lämmönkäyttökohde	• Riippuen varaston tyypistä ja tarkoituksesta sähköverkkoliityntä ja lämmön käyttökohde	• Riippuen laitostyypistä tarpeet kaukolämpö- ja sähköverkolle mahdollisia • Raskas liikenne rakennusvaiheessa	• Sähköintensiivisiä prosesseja, joten vaatii suurjännitteiset sähköverkkoliitynnät • Kaukolämpöverkko mahdollistaa hukkalämmön hyödyntämisen • Raskaan liikenteen on päästävä paikalle • Vesiyhteys tuotantoa ja jäähdytystä varten • Vety- ja hiilidioksidiverkostot mahdollisesti tarpeen raaka-aineiden ja lopputuotteen siirtämiseen
Synergiaedut Yhteensopivuus muun teollisuuden ja toimintojen kanssa	• Lähelle lämmön käyttökohdetta sijoittuminen vähentää siirtohäviöitä ja parantaa hyötysuhdetta • Hukkalämmön hyödyntäminen	• Hukkalämpöjen hyödyntäminen • Sähkö- ja lämpöjärjestelmien tehokkaampi integraatio • Varajärjestelmänä toimiminen	• Tuotetun sähkön ja lämmön hyödyntäminen esim. kaukolämpöverkossa, vetyteollisuudessa tai muussa teollisuudessa	• Syntyvää happea ja hukkalämpöä voidaan käyttää hyödyksi muissa teollisissa prosesseissa.

1. Ympäristölämpö

Energiateknologiaryhmä

Ympäristölämpöön perustuvat energiateknologiat hyödyntävät lämpöenergiaa, jota saadaan maaperästä, ilmasta tai vedestä. Lämpö otetaan talteen matalassa lämpötilassa ja nostetaan käyttökelpoiselle tasolle lämpöpumpun avulla.

Tyypillisiä sovelluksia ovat maalämpö- ja ilmalämpöpumpputeknologiat, mutta myös jäteveden lämpö ja teollisuuden tai datakeskusten hukkalämmöt voidaan lukea ympäristölämmön hyödyntämisen piiriin, kun ne otetaan talteen ja hyödynnetään lämpöpumpulla.

Ympäristölämpö luokitellaan uusiutuvaksi energianlähteeksi, mikäli sitä hyödyntävät laitteistot, kuten lämpöpumput, toimivat uusiutuvalla sähköllä.

Ryhmään kuuluvat energiateknologiat

Lämpöpumput

Teknologiaryhmän mahdollisuuksista ja rajoituksista

- Suurin etu on kyky hyödyntää hajautetusti saatavilla olevaa uusiutuvaa lämpöenergiaa, kuten maaperän, ilman, vesistöjen ja jäteveden lämpöä.
- Vähentävät fossiilisten polttoaineiden käyttöä lämmöntuotannossa.
- Laajamittainen maalämmön hyödyntäminen edellyttää suuria maapinta-aloja tai syviä porakaivoja.
- Ilma- ja vesilämpöpumput menettävät tehokkuuttaan kylmissä olosuhteissa ja voivat aiheuttaa meluhaittoja, mikä rajoittaa niiden sijoittelua.

Teknologiaryhmän huomioimisesta maakuntakaavoituksessa

- Maakuntakaavan rooli ympäristölämmön hyödyntämisessä kytkeytyy maakunnallisesti merkittävien teollisuuskeskittymien sijoittumisen ohjaamiseen
- Teollisuusalueiden hukkalämmön hyödyntäminen edellyttää mahdollisuutta kytkeytyä alueelliseen kaukolämpöverkkoon (asutuskeskuksen läheisyys) ja/tai lämpöä käyttävien toimintojen läheisyyttä

Huomioita ympäristövaikutusten Ei merkittävää haittaa -arvioinnista maakuntakaavatasolla

- Ympäristölämpöön perustuvien energiateknologioiden maakuntakaavatason ympäristövaikutukset painottuvat maakunnallisesti merkittävän teollisuustoiminnan aiheuttamiin vaikutuksiin, kuten suuriin hukkalämpömääriin. Näitä voidaan lieventää hyödyntämällä hukkalämpöä esimerkiksi kaukolämpöverkossa lämpöpumppujen avulla tukien lämmityksen siirtymää pois polttamisesta ja fossiilisista polttoaineista.

1. Ympäristölämpö

Lämpöpumput

Kuvaus teknologiasta

Ympäristölämpöjen hyödyntämiseen tarkoitetut lämpöpumput tuottavat lämpöä käyttämällä hyväksi maaperän, ilman tai veden sisältämää lämpöenergiaa. Ne siirtävät lämpöä alhaisesta lämpötilasta korkeampaan lämpötilaan hyödyntäen sähköä. Lämpöpumppujen vuotuinen COP-lämpökerroin (Coefficient of Performance) on usein noin kolme, eli yhdellä yksiköllä sähköä saadaan tuotettua kolme yksikköä lämpöä. Se voi olla myös merkittävästi parempi riippuen hyödynnettävän lämmön ja sitä hyödyntävän lämpöverkoston lämpötilaerosta.

Lämpöpumppuja käytetään laajasti lämmitys- ja jäähdytysratkaisuissa eri mittakaavoissa. Tyypillisiä käyttökohteita ovat rakennusten lämmitys, teollisuuden hukkalämmön hyödyntäminen, kaukolämpöjärjestelmien lämmöntuotanto sekä uusiutuvan lämmön varastointi ja siirto.

Maakuntakaavatasolla huomioitavat asiat

- Lämpöpumput ovat pienialaisia ja palvelevat paikallisia tarpeita, joten ne eivät edellytä maakuntakaavamerkintöjä.

Toimintatavat ja perusperiaatteet

- Lämpöpumpun toimintaperiaate perustuu lämmön siirtämiseen alhaisemmasta lämpötilasta korkeampaan lämpötilaan sähköenergian avulla. Prosessi tapahtuu suljetussa kierrossa, jossa kiertää kylmäaine.
- Lämpöpumppujen periaate pysyy samana lämmönlähteestä (maa, ilma, vesi, hukkalämmöt) riippumatta.

Hyödyt ja suosion kasvun taustatekijät

- Korkea hyötysuhde ja vähäpäästöinen lämmöntuotanto.
- Tukevat energiajärjestelmän sähköistymistä.

Mahdolliset rajoitteet ja riskitekijät

- Kylmäaineiden käytössä on huomioitava mahdolliset ympäristövaikutukset.
- Maalämpökaivojen poraamista voivat rajoittaa maanalaiset kaavat, etäisyydet muusta kaupunkirakenteesta sekä pohjavesialueet.

Tilantarve

- Lämpöpumppujen tilantarve vaihtelee. Kokoluokkana konttiratkaisu, oma rakennus tai sijoittaminen teknisiin tiloihin.
- Maalämpökaivoista jää näkyviin ainoastaan tyypillinen kaivonkansi. Keruuputkisto sijoitetaan maan alle. Itse lämpöpumppulaitos vaatii kuitenkin tilaa.
- Esimerkiksi 3 MW lämpöpumppulaitoksen tilantarve on noin 100 – 300 m^2.
- Ilmalämpöpumppulaitos tarvitsee tilaa myös lämmönkeräimille. Ne voidaan sijoittaa laitoksen viereen tai sen katolle. Tilantarve on samaa luokkaa kuin itse laitoksen.

Ympäröivä maankäyttö, esim. suojaetäisyydet

- Suojaetäisyyksien tarve riippuu kylmäaineesta ja teknologiasta. Tyypillisesti suojaetäisyydelle ei ole tarvetta.
- Melun vaikutukset huomioitava suojaetäisyyksissä esim. asutukseen
- Ammoniakkikylmälaitoksille, joissa ammoniakin määrä on alle 10 tonnia, on Tukes määrittänyt suojaetäisyydet (kymmenistä metreistä 250 metriin).

Liityntä- ja logistiikkatarpeet sekä arvioidut volyymit perustuen tyyppikokoluokkaan

- Sähköverkkoliityntä, tyypillisesti 20 kV
- Kaukolämpöverkko tai muu lämmönkäyttökohde

Sijoittumisen synergiaedut

- Mahdollisuus hyödyntää teollisuuden hukkalämpöä energialähteenä.
- Lähelle lämmön käyttökohdetta sijoittuminen vähentää siirtohäviöitä ja parantaa siten hyötysuhdetta.

2. Varastot

Energiateknologiaryhmä

Energiavarastojen tehtävänä on tasapainottaa tuotannon ja kulutuksen ajallista eroa varastoimalla energiaa myöhempää käyttöä varten. Ne voivat varastoida sähköä, lämpöä tai muita energiamuotoja ja luovuttaa sitä takaisin järjestelmään tarpeen mukaan.

Energiavarastot mahdollistavat uusiutuvien energialähteiden tehokkaamman hyödyntämisen, lisäävät järjestelmän joustavuutta ja parantavat huoltovarmuutta.

Varaston koko ja purkuominaisuudet määrittävät, soveltuuko se lyhytaikaiseen tasaukseen vai pitkäaikaiseen energiantarpeen kattamiseen.

Ryhmään kuuluvat energiateknologiat

- Sähköakut
- Lämpövarastot
- Sähköllä tuotettu lämpö

Teknologiaryhmän mahdollisuuksista ja rajoituksista

- Energiavarastot mahdollistavat energian varastoinnin ja vapauttamisen myöhempää käyttöä varten, mikä tukee sähköverkkojen tasapainottamista ja uusiutuvien energialähteiden integrointia.
- Energiavaraston soveltuvuutta eri käyttötarkoituksiin rajoittavat merkittävästi sen purkuun kuluva aika ja varaston kokonaiskapasiteetti.

Teknologiaryhmän huomioimisesta maakuntakaavoituksessa

- Energiavarastot ovat pienialaisia ja palvelevat paikallisia tarpeita, joten ne eivät edellytä mitään tiettyä maakuntakaavamerkintää.
- Mikäli lämpö- ja sähköakkujen koko kasvaa, olisi toivottavaa, että ne sijoittuisivat teollisuuden tai työpaikkojen alueille myös maakuntakaavan tasolla.

2. Varastot

Sähköakut

Kuvaus teknologiasta

Sähköakku on laite, joka varastoi energiaa kemiallisessa muodossa ja muuntaa sen sähköenergiaksi tarpeen mukaan.

Sähköakkuja voidaan hyödyntää sähköverkon taajuustasapainon säätövoimana sekä sähkön kulutuksen ja tuotannon tasapainottamisessa.

Sähköakut soveltuvat erityisesti lyhytaikaiseen energiavarastointiin, ja niiden suorituskyky määrittyy kapasiteetin, purkutehon ja elinkaaren perusteella. Teknologia kehittyy hyvin nopeasti tällä hetkellä.

Maakuntakaavatasolla huomioitavat asiat

- Sähköakut ovat pienialaisia ja palvelevat paikallisia tarpeita, joten ne eivät edellytä maakuntakaavamerkintöjä.
- Mikäli sähköakkujen koko kasvaa, olisi toivottavaa, että ne sijoittuisivat teollisuuden tai työpaikkojen alueille myös maakuntakaavan tasolla.

Toimintatavat ja perusperiaatteet

- Sähköakkujärjestelmät varastoivat sähköenergiaa ladattavien akkujen avulla.
- Järjestelmä koostuu akuista, invertteristä, muuntajasta sekä ohjaus- ja hallintajärjestelmistä.
- Yleisimmät akkuteknologiat perustuvat litiumioniin.

Hyödyt ja suosion kasvun taustatekijät

- Lisääntynyt tarve tasapainottaa sähköverkkoa, hybridihankkeiden kannattavuus, teknologinen kehitys, investointikustannusten lasku

Mahdolliset rajoitteet ja riskitekijät

- Sijoittumisessa huomioitava paloturvallisuus. Litiumionipalon sammutus on haastavaa ja vapautuvat kemikaalit ovat myrkyllisiä.
- Akkujen purkuajat ovat suhteellisen lyhyitä eivätkä sovellu siten pitkäaikaiseen varastointiin

Tilantarve

- Suhteellisen vähäinen (muutama hehtaari), riippuu akkukonttien lukumäärästä

Ympäröivä maankäyttö, esim. suojaetäisyydet

- Paloturvallisuus huomioitava
- Vähäiset melun vaikutukset huomioitava suojavyöhykkeissä esim. asutukseen

Liityntä- ja logistiikkatarpeet sekä arvioidut volyymit perustuen tyyppikokoluokkaan

- Rakennusvaiheen raskas liikenne
- Sähköverkon läheisyys (tyypillisesti 110 kV, erittäin suurilla akuilla 400 kV)
- Sähköaseman läheisyys parantaa usein kannattavuutta

Sijoittumisen synergiaedut

- Tuuli- ja aurinkoenergian tuotannon tasaaminen/varastointi
- Varajärjestelmänä toimiminen

2. Varastot

Lämpövarastot

Kuvaus teknologiasta

Lämpövarasto tarkoittaa järjestelmää, jossa lämpö- tai kylmäenergia kerätään ja varastoidaan myöhempää käyttöä varten. Lämpöä voidaan varastoida veteen tai kiinteisiin materiaaleihin, kuten hiekkaan.

Lämpövarastoja hyödynnetään tyypillisesti kaukolämmöntuotannossa tasaamaan energian kysynnän vuorokausi- sekä kuukausivaihteluja. Energian kysynnän kuukausivaihteluita tasataan kausivarastoilla. Kausivarastoina voidaan hyödyntää esimerkiksi maanalaisia luolia tai maanpäälle rakennettavia niin sanottuja maakuoppavarastoja.

Maakuntakaavatasolla huomioitavat asiat

- Lämpövarastot ovat melko pienialaisia ja palvelevat paikallisia tarpeita, joten ne eivät edellytä maakuntakaavamerkintöjä.
- Mikäli kuitenkin suunnitellaan suurta lämpövarastoa, olisi toivottavaa, että se olisi osoitettu ja/tai määräyksin ohjattu myös maakuntakaavan tasolla.

Toimintatavat ja perusperiaatteet

- Lämpövarastot varastoivat lämpöenergiaa aineeseen, jonka lämmönjohtavuus ja energiatiheys ovat suuria.

Hyödyt ja suosion kasvun taustatekijät

- Mahdollistavat energiajärjestelmän joustavuuden lisäämisen, uusiutuvien energialähteiden tehokkaamman hyödyntämisen ja lämmöntuotannon optimoinnin. Lämpöä voidaan tuottaa silloin, kun se on edullista tai sähköä on runsaasti saatavilla, ja käyttää myöhemmin kysyntähuipuissa ilman tarvetta lisätuotantokapasiteetille.

Mahdolliset rajoitteet ja riskitekijät

- Suurilla kausivarastoilla maaperän ja geologian ominaisuudet sekä vaikutukset pohjaveteen

Tilantarve

- Kausivarasto vaatii useita hehtaareja tilaa. Vuorokausivarastot ovat isoja säiliöitä - tilantarve satoja neliömetrejä.

Ympäröivä maankäyttö, esim. suojaetäisyydet

- Ei määriteltyä suojavyöhykettä. Tapauskohtainen arvio laitoksen riskeistä onnettomuustilanteissa.

Liityntä- ja logistiikkatarpeet sekä arvioidut volyymit perustuen tyyppikokoluokkaan

- Rakennusvaiheen raskas liikenne
- Kaukolämpöverkko tai muu lämmönkäyttökohde
- Sähköverkkokytkentä (20 kV, 110 kV)
- Jotkin järjestelmät saattavat vaatia yhteyden vesi- ja viemäriverkostoon erityisesti asennuksen ja huollon aikana.

Sijoittumisen synergiaedut

- Hukkalämpöjen hyödyntäminen
- Sähkö- ja lämpöjärjestelmien tehokkaampi integraatio

2. Varastot

Sähköllä tuotettu lämpö

Kuvaus teknologiasta

Sähkökattilat ja hiekka-akut ovat teknologioita, joilla sähköenergiaa voidaan muuntaa suoraan lämpöenergiaksi.

Sähkökattiloita käytetään usein osana laajempaa lämmön varastointijärjestelmää, jossa ne muuntavat sähköenergian lämpöenergiaksi. Tämä lämpö voidaan varastoida lämpövaraston avulla myöhempää käyttöä varten.

Hiekka-akuissa sähköllä lämmitetään hiekkaa, johon lämpö varastoidaan.

Näiden teknologioiden avulla ylijäämäenergiaa voidaan hyödyntää tehokkaasti erityisesti silloin, kun uusiutuvien sähköntuotanto ylittää kulutuksen. Teknologia kehittyy hyvin nopeasti tällä hetkellä.

Maakuntakaavatasolla huomioitavat asiat

- Sähkökattilat ovat pienialaisia ja palvelevat paikallisia tarpeita, joten ne eivät edellytä maakuntakaavamerkintöjä.

Toimintatavat ja perusperiaatteet

- Sähkökattilat voidaan jakaa kahteen pääteknologiaan. Vastuskattiloissa sähköenergia ohjataan vastuksiin, jotka kuumenevat sähkövirran kulkiessa niiden läpi. Vastusten lämpö siirtyy veteen johtumalla, jolloin vesi lämpenee.
- Elektrodikattiloissa elektrodit upotetaan vesisäiliöön ja sähkövirta johdetaan niiden läpi. Vesi johtaa sähköä ja toimii vastuksena, jolloin se lämpenee sähkövirran vaikutuksesta.
- Hiekka-akuissa sähköllä lämmitetään hiekkaa, josta lämpö voidaan purkaa lämmönvaihtimien kautta esimerkiksi kaukolämmöksi.

Hyödyt ja suosion kasvun taustatekijät

- Yksinkertainen ja nopea tapa tuottaa lämpöä ilman polttoprosessia
- Joustavia, helposti ohjattavia ja lähes huoltovapaita
- Sähkökattiloiden ja hiekka-akkujen avulla voidaan hyödyntää sähkömarkkinoiden alhaisia hintoja tai ylijäämäistä uusiutuvaa sähköä.
- Sähkökattilat eivät varastoi itse energiaa, mutta toimivat tehokkaana osana sähkö- ja lämpöjärjestelmien sektori-integraatiota.

Mahdolliset rajoitteet ja riskitekijät

- Riippuvuus sähkön hinnasta ja saatavuudesta

Tilantarve

- Riippuu laitoksen koosta: Pienemmät sähkökattilarakennukset voivat vaatia muutamia kymmeniä neliömetrejä, kun taas suuremmat laitokset satoja neliömetrejä.

Ympäröivä maankäyttö, esim. suojaetäisyydet

- Suojaetäisyyksien tarve arvioitava tapauskohtaisesti. Tyypillisesti pieniä, alle 100 m.

Liityntä- ja logistiikkatarpeet sekä arvioidut volyymit perustuen tyyppikokoluokkaan

- Sähköverkko: Pienille yksiköille riittää 20 kV, mutta suuremmat tarvitsevat 110 kV

Sijoittumisen synergiaedut

- Sähkö- ja lämpöjärjestelmien tehokkaampi integraatio
- Lähelle lämmön käyttökohdetta sijoittuminen vähentää siirtohäviöitä

3. Modulaarinen pienydinvoima

Energiateknologiaryhmä

Modulaarinen pienydinreaktori eli SMR (small modular reactor) viittaa ydinvoimalaan, jonka teho on alle 300 MW. Sitä voidaan hyödyntää sähkön-, höyryn- ja kaukolämmön tuotannossa eri teholuokissa reaktorityypistä riippuen. Modulaarisuus tarkoittaa, että laitokset koostuvat erillisistä reaktorimoduuleista, joita voidaan yhdistää sarjaan halutun teholuokan saavuttamiseksi.

SMR-teknologia on vielä kokeellisessa vaiheessa, eikä sen laajamittaista käyttöönottoa ole odotettavissa aivan lähitulevaisuudessa. Tämän vuoksi niistä saatava tieto on vielä osittain puutteellista.

Ryhmään kuuluvat energiateknologiat

Pienydinvoimala

Teknologiaryhmän mahdollisuuksista ja rajoituksista

- Mahdollisuutena vähähiilinen ja tasainen energiantuotanto.
- Haasteina ja vaatimuksina teknologian kokeellinen status ja sen kehitystarpeet ennen laajamittaista käyttöönottoa sekä ydinvoiman turvallisuus, sääntely ja yhteiskunnallinen hyväksyntä

Teknologiaryhmän huomioimisesta maakuntakaavoituksessa

- Pienydinvoimalat eivät edellytä välttämättä mitään tiettyä maakuntakaavamerkintää, sillä niiden sijoittumista voidaan ohjata maakuntakaavan yleisten suunnittelumääräysten ja kuntakaavoituksen kautta. Parhaimmillaan laitos sijoittuisi kuitenkin teollisuuden alueelle myös maakuntakaavassa.

Huomioita ympäristövaikutusten Ei merkittävää haittaa -arvioinnista maakuntakaavatasolla

- Käytön aikana vaikutukset ovat todennäköisesti minimaalisia.
- Uraanin louhiminen ja loppusijoitus
- Tulee kuitenkin kiinnittää erityistä huomiota säteilyturvallisuuteen.
- Jos laitoksen tuottamaa lämpöä ei saada hyödynnettyä, se johdetaan esimerkiksi vesistöön, mikä vaikuttaa vedenlaatuun, vesieliöstöihin ja -kasvillisuuteen.

3. Modulaarinen pienydinvoima

Pienydinvoimala

Kuvaus teknologiasta

Pienydinvoimala on laaja käsite, jolle ei ole tarkkaa määritelmää. Ydinenergialain mukaan pienydinvoimaloiksi lasketaan alle 50 MW reaktoritehon laitokset. Laajemman määritelmän mukaan pienydinvoimalaitoksiksi voitaisiin lukea myös alle 300 MW sähkötehon ydinvoimalat.

Pienydinvoimaloilla voidaan tuottaa sekä sähköä että lämpöä tai pelkästään lämpöä. Pienydinvoima mahdollistaa tasaisen vähähiilisen sähkön ja lämmön tuotannon, mikä täydentää hyvin tuuli- ja aurinkovoiman kaltaista, vaihtuvaa sähköntuotantoa. Teknologia on vielä pilottivaiheessa, ja ensimmäisten laitosten on tarkoitus toteutua Suomessa 2030-luvulla.

Maakuntakaavatasolla huomioitavat asiat

- Pienydinvoimalat sijoittuvat osaksi muuta yhdyskuntarakennetta ja palvelevat paikallisia tarpeita.
- Ydinenergialain uudistuessa suojaetäisyydet määritetään hankekohtaisesti.
- Pienydinvoimalat eivät edellytä välttämättä mitään tiettyä maakuntakaavamerkintää, sillä niiden sijoittumista voidaan ohjata maakuntakaavan yleisten suunnittelumääräysten ja kuntakaavoituksen kautta. Parhaimmillaan laitos sijoittuisi kuitenkin teollisuuden alueelle myös maakuntakaavassa.

Toimintatavat ja perusperiaatteet

- Perustuu ydinfissioreaktioon, jossa raskasydinpolttoaineen ydinreaktiot vapauttavat lämpöenergiaa. Tätä energiaa hyödynnetään lämmön tai höyryn tuottamisessa, joka puolestaan pyörittää turbiinia sähköenergian tuottamiseksi. Laitoksella voidaan tuottaa pelkästään lämpöä tai sekä sähköä että lämpöä. Sähköntuotanto vaatii laitokselta kuitenkin kalliimman ja monimutkaisemman rakenteen.

Hyödyt ja suosion kasvun taustatekijät

- Hiilineutraalisuus, tuotannon jatkuvuus ja tasaisuus sekä teknologian viimeaikainen kehittyminen

Mahdolliset rajoitteet ja riskitekijät

- Säteilyturvallisuus, ydinjätteen käsittely, polttoaineen saatavuus, lainsäädännölliset esteet, poliittinen vastustus, rakentamisen ja ylläpidon tekniset haasteet sekä jäähdytysveden saatavuus (mikäli tuotettua lämpöä ei hyödynnetä)

Tilantarve

- 0–10 ha

Ympäröivä maankäyttö, esim. suojaetäisyydet

- Suojavyöhyke ja varautumisalue määritellään tapauskohtaisesti laitoksen koon, tyypin ja sijainnin perusteella. Lähtökohtaisesti muutamia satoja metrejä.

Liityntä- ja logistiikkatarpeet sekä arvioidut volyymit perustuen tyyppikokoluokkaan

- Rakennusvaiheen raskas liikenne.
- Sähköverkon tarve (20 kV, 110 kV tai 400 kV) riippuu siitä, tuotetaanko voimalalla sähköä ja siitä, mikä on voimalan sähköteho.
- Tuotettu lämpö voidaan hyödyntää kaukolämpöverkossa.
- Ei tarvetta vesi- tai kaasuverkostolle. Laitokset toimivat suljetulla vesikierrolla. Jäähdytys- ja sammutusvesikytkentä.

Sijoittumisen synergiaedut

- Pienydinvoimalla voidaan tuottaa kaukolämpöä joko suoraan tai hyödyntää sähköntuotannon yhteydessä syntyvää hukkalämpöä kaukolämpöverkossa.
- Tuotettua lämpöä ja sähköä voidaan hyödyntää myös lähistöllä sijaitsevan teollisuuden tarpeisiin, esim. prosessiteollisuuteen.

4. Vety ja synteettiset polttoaineet

Energiateknologiaryhmä

Vetyä on perinteisesti käytetty kemianteollisuudessa, lannoitteiden valmistuksessa ja öljynjalostuksessa. Näiden olemassa olevien käyttökohteiden lisäksi vetyä voidaan hyödyntää uusilla alueilla, kuten terästeollisuudessa ja synteettisten polttoaineiden tuotannossa. Synteettiset polttoaineet tarjoavat fossiilittoman vaihtoehdon erityisesti raskaan liikenteen ja meriliikenteen käyttöön.

Ryhmään kuuluvat energiateknologiat

- Vetyelektrolyysi
- E-Metaani & E-metanoli (P2X)
- E-Ammoniakki (P2X)
- Biogeeninen hiilidioksidi

Teknologiaryhmän mahdollisuuksista ja rajoituksista

- Vetyteollisuudella on mahdollisuus toimia vaihtelevan sähköntuotannon tasapainottajana, sillä vedyntuotantoa voidaan säätää sähkön hinnan mukaan, mikä auttaa luomaan joustavampaa sähköjärjestelmää.
- Investointikustannukset ovat korkeat, ja taloudellinen kannattavuus on monissa tapauksissa vielä riippuvainen tuista tai päästöhinnoittelusta.
- Tuotanto-, varastointi- ja jakeluketju vaatii uuden infrastruktuurin, kuten putkistoja, varastoja ja terminaaleja.

Teknologiaryhmän huomioimisesta maakuntakaavoituksessa

- Yksittäiset hankkeet toteutuvat hajautettuina ratkaisuina ja osana muuta yhdyskuntarakennetta ennen muuta teollisuuden tai työpaikkojen alueille tarkemmilla kuntakaavatasoilla
- Hankkeet ovat kuntakaavatasoilla ratkaistavia asioita, eivätkä ne edellytä välttämättä maakuntakaavamerkintöjä. Hankkeet voivat sijoittua maakuntakaavan teollisuuden tai työpaikkojen alueille ympäristövaikutuksista riippuen.
- Maakunnallisia kysymyksiä ovat vedyn runkoverkoston linjaaminen sekä laajempien vetylaaksojen sijoittuminen suhteessa verkostoon. Vedyn lyhyemmät, paikalliset jakeluverkostot ovat puolestaan kuntakaavoituksen tasoa.

Erityishuomioita maakuntakaavatasolla käsiteltävien energiateknologioiden ympäristövaikutusten Ei merkittävää haittaa -arvioinnista

- Suuronnettomuusvaara.
- Mahdollisia vaikutuksia mm. ekologisiin arvoihin, ilmaan sekä pinta- ja pohjavesiin.
- Vetyelektrolyysit kuluttavat paljon energiaa ja prosessivettä.
- Prosessit tuottavat paljon hukkalämpöä, ja sillä voi olla vaikutuksia esimerkiksi vesistöihin, jollei hukkalämpöä saada hyödynnettyä laitoksessa, lähialueilla tai kaukolämmössä.

Vetyelektrolyysi

Kuvaus teknologiasta

Vihreä vety tuotetaan vedestä elektrolyysillä, jonka tarvitsema energia saadaan uusiutuvista lähteistä (kuten aurinko-, tuuli- tai vesivoima).

Vetyä voidaan käyttää monilla eri teollisuudenaloilla: raskas tieliikenne, meriliikenne, teräs- ja kemianteollisuus, sähköverkon tasapainottamisessa sekä sähkön tuotannossa.

Maakuntakaavatasolla huomioitavat asiat

- Hankkeet ovat kuntakaavatasoilla ratkaistavia asioita, eivätkä ne edellytä välttämättä maakuntakaavamerkintöjä. Hankkeet voivat sijoittua maakuntakaavan teollisuuden tai työpaikkojen alueille ympäristövaikutuksista riippuen.
- Maakunnallisia kysymyksiä ovat vedyn runkoverkoston linjaaminen sekä laajempien vetylaaksojen sijoittuminen suhteessa verkostoon.

Toimintatavat ja perusperiaatteet

- Vetylaitos tuottaa vetyä elektrolyysillä, eli hajottamalla vettä vedyksi ja hapeksi sähkövirran avulla. Prosessi kuluttaa paljon sähköenergiaa, ja käytetystä sähköenergiasta noin 30 % muuttuu lämmöksi.

Hyödyt ja suosion kasvun taustatekijät

- Vihreän vedyn kysyntä, ilmastotavoitteet, päästövähennykset, huoltovarmuus, energian varastointi, teknologian kehitys ja julkiset tuet

Mahdolliset rajoitteet ja riskitekijät

- Suuronnettomuusvaara.
- Suuri veden tarve. Suositellaan sijaitsevan lähellä vesistöä.
- Vaikutuksia mm. ekologisiin arvoihin, ilmaan sekä pinta- ja pohjavesiin.
- Suuri sähköntarve.
- Vihreä vety on toistaiseksi selvästi kalliimpaa kuin fossiilisilla polttoaineilla tuotettu vety.

Tilantarve

- 5 – 15 ha. Voi olla itsenäinen laitos tai toimia yhteistyössä muiden vetyä hyödyntävien laitosten kanssa.

Ympäröivä maankäyttö, esim. suojaetäisyydet

- Suuronnettomuusvaara. Rajoittaa esim. asutuksen, vapaa-ajan asutuksen, virkistysalueiden ja muiden herkkien toimintojen sijoittumista läheisyyteen.
- Suojaetäisyys määritetään tapauskohtaisesti, kokoluokkana muutama sata metriä.

Liityntä- ja logistiikkatarpeet sekä arvioidut volyymit perustuen tyyppikokoluokkaan

- Tarpeet liikenneyhteyksille riippuvat lopputuotteen siirtotavasta. Raskaan liikenteen on päästävä paikalle.
- Sähköintensiivinen prosessi. Vaatii suurjännitteiset voimayhteydet 110 – 400 kV.
- Vesi-intensiivinen prosessi. Vesistöjen läheisyys hyödyllistä. Veden tarve riippuu laitoksen koosta, elektrolyysiteknologiasta, raakaveden laadusta ja puhtaudesta sekä jäähdytystavasta. Näistä tekijöistä riippuen esimerkiksi 10 MW:n elektrolyysilaitos vaatii prosessivettä 20 000 – 40 000 m^3/a ja jäähdytysvettä 0 – 2 000 000 m^3/a.
- Vetyverkosto hyödyllinen. Vety voidaan myös nesteyttää ja kuljettaa säiliöautoilla, mutta siirtäminen putkistolla on todennäköisempää.
- Kaukolämpöverkko tai muu lämpöä hyödyntävä kohde hukkalämmön hyödyntämiseen

Sijoittumisen synergiaedut

- Hukkalämmön hyödyntäminen mahdollista kaukolämmössä tai teollisuuden tarpeissa.
- Syntyvää happea voidaan käyttää hyödyksi muissa teollisissa prosesseissa.
- Sijoittuminen biogeenisen hiilidioksidin lähteiden läheisyyteen mahdollistaa vedyn jatkojalostamisen lähellä.

4. Vety ja synteettiset polttoaineet

E-metaani ja E-metanoli (P2X)

Kuvaus teknologiasta

Teollinen laitos, joka tuottaa vihreää metaania tai metanolia.

Vihreää metaania voidaan tuottaa joko mädättämällä orgaanisia aineita tai yhdistämällä vetyä ja hiilidioksidia. Tässä määritelmänä vedyn ja hiilidioksidin yhdistäminen.

Vihreä metanoli tarkoittaa vihreän vedyn ja hiilidioksidin tai hiilimonoksidin hyödyntämistä metanolin tuotannossa.

Vihreää metaania ja metanolia voidaan käyttää esimerkiksi kemianteollisuudessa sekä polttoaineena korvaamaan fossiilista alkuperää olevia metaania ja metanolia.

Maakuntakaavatasolla huomioitavat asiat

- Hankkeet ovat kuntakaavatasoilla ratkaistavia asioita, eivätkä ne edellytä välttämättä maakuntakaavamerkintöjä. Hankkeet voivat sijoittua maakuntakaavan teollisuuden tai työpaikkojen alueille ympäristövaikutuksista riippuen.
- Suuronnettomuusvaara.
- Rajoittaa esim. asutuksen, vapaa-ajan asutuksen, virkistysalueiden ja muiden herkkien toimintojen sijoittumista läheisyyteen.

Toimintatavat ja perusperiaatteet

- E-metaanin tuotanto perustuu Sabatier-reaktioon, jossa vety reagoi hiilidioksidin kanssa muodostaen metaania ja vettä. Prosessissa vapautuu myös lämpöä.
- E-metanolin tuotanto perustuu metanolisynteesiin, jossa vety ja hiilidioksidi reagoivat muodostaen metanolia ja vettä. Metanolisynteesin jälkeen raakametanoli vielä puhdistetaan tislaamalla. Prosessissa vapautuu myös lämpöä.

Hyödyt ja suosion kasvun taustatekijät

- Fossiilista alkuperää olevien tuotteiden korvaaminen
- Ilmastotavoitteet, päästövähennykset, energian varastointi, huoltovarmuus, teknologian kehitys ja julkiset tuet

Mahdolliset rajoitteet ja riskitekijät

- Suuronnettomuusvaara. Vaikutuksia mm. ekologisiin arvoihin, ilmaan sekä pinta- ja pohjavesiin.
- E-metaani ja e-metanoli ovat toistaiseksi selvästi kalliimpia kuin fossiilisista raaka-aineista tuotetut metaani ja metanoli.

Tilantarve

- 0 – 15 ha
- Voi olla itsenäinen laitos tai toimia yhdessä vetyä tuottavan laitoksen kanssa.

Ympäröivä maankäyttö, esim. suojaetäisyydet

- Suuronnettomuusvaara. Rajoittaa esim. asutuksen, vapaa-ajan asutuksen, virkistysalueiden ja muiden herkkien toimintojen sijoittumista läheisyyteen.
- Suojaetäisyys määritetään tapauskohtaisesti, kokoluokkana muutama sata metriä.

Liityntä- ja logistiikkatarpeet sekä arvioidut volyymit perustuen tyyppikokoluokkaan

- Tarpeet liikenneyhteyksille riippuvat lopputuotteen siirtotavasta. Raskaan liikenteen on päästävä paikalle.
- Sähköintensiivinen prosessi. Vaatii suurjännitteiset voimayhteydet 110 kV – 400 kV.
- Jäähdytys- ja sammutusvesikytkentä.
- Prosessissa syntyy jätevettä tyypillisesti noin 1 – 20 m^3/h riippuen laitoksen koosta.
- Vetyverkosto hyvin todennäköisesti tarpeellinen.
- Hiilidioksidin saanti tarpeellista.

Sijoittumisen synergiaedut

- Synergiaetuja sijoitettaessa elektrolyysin ja hiilidioksidilähteen läheisyyteen, käytännössä biovoimalan kanssa samalle tontille.
- Hukkalämmön hyödyntäminen mahdollista.

4. Vety ja synteettiset polttoaineet

E-Ammoniakki (P2X)

Kuvaus teknologiasta

Teollinen laitos, jossa tuotetaan vihreää ammoniakkia. Ammoniakkia valmistetaan jalostamalla vetyä ja typpeä. Tällä hetkellä ammoniakin tuotanto perustuu fossiilipohjaiseen vetyyn.

Ammoniakkia käytetään pääsääntöisesti lannoitteiden valmistukseen. Tulevaisuudessa ammoniakkia voidaan mahdollisesti käyttää myös polttoaineena meriliikenteessä sekä vedyn kantajana.

Maakuntakaavatasolla huomioitavat asiat

- Hankkeet ovat kuntakaavatasoilla ratkaistavia asioita, eivätkä ne edellytä välttämättä maakuntakaavamerkintöjä. Hankkeet voivat sijoittua maakuntakaavan teollisuuden tai työpaikkojen alueille ympäristövaikutuksista riippuen.
- Suuronnettomuusvaara.
- Rajoittaa esim. asutuksen, vapaa-ajan asutuksen, virkistysalueiden ja muiden herkkien toimintojen sijoittumista läheisyyteen.

Toimintatavat ja perusperiaatteet

- Ammoniakkisynteesillä typestä ja vihreästä vedystä valmistetaan vihreää ammoniakkia.
- Prosessissa tarvittava typpi erotetaan ilmasta.
- Prosessin sivutuotteena syntyy lämpöä.

Hyödyt ja suosion kasvun taustatekijät

- Fossiilista alkuperää olevan ammoniakin korvaaminen
- Ilmastotavoitteet, päästövähennykset, energian varastointi, huoltovarmuus, teknologian kehitys ja julkiset tuet

Mahdolliset rajoitteet ja riskitekijät

- Suuronnettomuusvaara. Vaikutuksia mm. ekologisiin arvoihin, ilmaan sekä pinta- ja pohjavesiin.
- E-ammoniakki on toistaiseksi selvästi kalliimpaa kuin fossiilisista raaka-aineista tuotettu ammoniakki.

Tilantarve

- 0 – 10 ha.
- Voi olla itsenäinen laitos tai toimia yhdessä vetyä tuottavan laitoksen kanssa.

Ympäröivä maankäyttö, esim. suojaetäisyydet

- Suuronnettomuusvaara. Rajoittaa esim. asutuksen, vapaa-ajan asutuksen, virkistysalueiden ja muiden herkkien toimintojen sijoittumista läheisyyteen.
- Suojaetäisyys määritetään tapauskohtaisesti, kokoluokkana muutama sata metriä.

Liityntä- ja logistiikkatarpeet sekä arvioidut volyymit perustuen tyyppikokoluokkaan

- Tarpeet liikenneyhteyksille riippuvat lopputuotteen siirtotavasta. Raskaan liikenteen on päästävä paikalle.
- Sähköintensiivinen prosessi. Vaatii suurjännitteiset voimayhteydet 110 kV – 400 kV.
- Ammoniakkisynteesi ei tarvitse vettä. Jäähdytys- ja sammutusvesikytkentä.
- Vetyverkosto edistää toimintaa.

Sijoittumisen synergiaedut

- Synergiaetuja sijoitettaessa elektrolyysin läheisyyteen.
- Hukkalämmön hyödyntäminen mahdollista.

4. Vety ja synteettiset polttoaineet

Biogeeninen hiilidioksidi

Kuvaus teknologiasta

Biogeeninen hiilidioksidi on hiilidioksidia, joka on peräisin biomassasta tai biomassasta peräisin olevien materiaalien hajoamisesta, mädättämisestä tai polttamisesta. Biogeeninen hiilidioksidi kiertää luonnossa, eikä sen lasketa lisäävän ilmakehän hiilivarastoa, jos biomassa uusiutuu – toisin kuin fossiilinen hiilidioksidi, joka on peräisin maan alla olevista hiilivarastoista. Hiilidioksidin talteenottoa on tehty 1920-luvulta lähtien ja talteenottoteknologioita on useita. Teknologioita kehitetään jatkuvasti.

Hiilidioksidia (CO_2) voidaan sitoa pysyvästi rakennusmateriaaleihin, kuten betoniin ja täyteaineisiin. Kemiallisesti muuntamalla hiilidioksidista voidaan valmistaa erilaisia polttoaineita ja kemikaaleja, kuten metaania, metanolia, synteesikaasua, olefiineja ja etanolia. Biologisissa prosesseissa hiilidioksidia hyödynnetään esimerkiksi kasvihuoneissa, levän kasvatuksessa ja biologisessa metanoinnissa. Hiilidioksidia käytetään myös sellaisenaan esimerkiksi elintarviketeollisuudessa, teollisuuskaasuna, kylmäaineena ja liuottimena.

Maakuntakaavatasolla huomioitavat asiat

- Hankkeet ovat kuntakaavatasoilla ratkaistavia asioita, eivätkä ne edellytä välttämättä maakuntakaavamerkintöjä. Hankkeet voivat sijoittua maakuntakaavan teollisuuden tai työpaikkojen alueille ympäristövaikutuksista riippuen.

Toimintatavat ja perusperiaatteet

- Hiilidioksidin talteenotto (Carbon Capture) toteutetaan yleensä olemassa olevien laitosten, kuten voimalaitosten, teollisuusprosessien tai biokaasulaitosten yhteyteen, joissa syntyy merkittäviä määriä CO_2-päästöjä. Kaasuvirrasta otetaan CO_2 talteen kemiallisin tai fysikaalisin menetelmin.
- Kemiallinen absorptio on yleisimmin käytetty teknologia. Amiinipohjaiset hiilidioksidin talteenottoteknologiat ovat jo hyvin kypsiä.

Hyödyt ja suosion kasvun taustatekijät

- Fossiilisen hiilidioksidin korvaaminen
- Mahdollistaa uusia jatkojalosteita ja tulovirtoja toimijoille
- Prosessissa syntyvää hukkalämpöä on mahdollista hyödyntää esimerkiksi kaukolämmössä

Mahdolliset rajoitteet ja riskitekijät

- Riippuvat käytetystä teknologiasta
- Kemikaalien käsittely ja turvallisuus: Esimerkiksi amiinit voivat aiheuttaa terveys- ja ympäristöriskejä
- Voi olla energiaintensiivinen prosessi: sähkön ja lämmön tarve

Tilantarve

- Vaihtelee teknologian mukaan, 0 – 30 ha
- Lähtökohtaisesti sijoitetaan olemassa olevien laitosten yhteyteen, eli laitoksen vapaa tila tai laitoksen ympärillä oleva vapaa tila ovat rajoittava tekijä

Ympäröivä maankäyttö, esim. suojaetäisyydet

- Suojaetäisyys määritetään tapauskohtaisesti

Liityntä- ja logistiikkatarpeet sekä arvioidut volyymit perustuen tyyppikokoluokkaan

- Tarpeet liikenneyhteyksille riippuvat lopputuotteen siirtotavasta. Raskaan liikenteen on päästävä paikalle.
- Jos CO_2:a ei hyödynnetä suoraan alueella, se voidaan kuljettaa rekalla nesteytettynä.
- Jos CO_2:n käyttöpaikka lähellä (alle 10 – 20 km), voi olla järkevää rakentaa putki CO_2:n siirtämiseen.
- Sähköverkko: Voi olla sähköintensiivinen prosessi. Vaatii suurjännitteiset voimayhteydet 110 kV.
- Jäähdytys- ja sammutusvesikytkentä.

Sijoittumisen synergiaedut

- CO_2:n talteenotto tapahtuu olemassa olevan laitoksen toimipisteessä, mutta laitos saa synergiaetuja, jos lähelle tulee esimerkiksi vetyteollisuuden toimija, joka voi käyttää hiilidioksidia.

Nousevien energiateknologioiden hanketyyppien DNSH-arviointi

Ympäristötavoitteet	DNSH-arviointi
Ilmastonmuutoksen hillintä	Selvityksessä tarkastelluilla hankkeilla pyritään vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä eikä niiden toiminta edellytä fossiilisten polttoaineiden käyttöä. Yksittäiset hankkeet voivat lisätä sähkönkulutusta. Toisaalta hankkeissa on mahdollista huomioida mm. hukka-lämpöjen hyödyntämismahdollisuudet kaukolämmössä tukien lämmityksen siirtymää pois polttamisesta ja fossiilisista polttoaineista.
Ilmastonmuutokseen sopeutuminen	Hanketyypit eivät suoraan vaikuta ilmastonmuutokseen sopeutumiseen. Vaikutus on välillinen ja se muodostuu sijoittumisesta eli maankäytön muutoksista sekä yksityiskohtaisen suunnittelun ratkaisuista etenkin vesien ja vehreyden hallinnassa. Erityisesti pinta-alaintensiivisten hankkeiden osalta on olennaista tunnistaa ilmastonmuutokseen liittyvät riskitekijät sekä miten ko. hankkeet mahdollisesti vaikuttavat lähialueiden sopeutumiseen. Hankkeet voivat esimerkiksi kasvattaa vettä läpäisemätöntä pinta-alaa merkittävästi, jolloin huomiota tulee kiinnittää hulevesiratkaisujen suunnitteluun.
Vesivarojen ja merten luonnonvarojen kestävä käyttö ja suojelu	Erityisesti pinta-alaintensiiviset vihreää siirtymää edistävät hankkeet voivat aiheuttaa muutoksia valumavesien määrään ja laatuun, mikäli hulevesisuunnittelussa ei riittävällä tarkkuudella huomioida vettä läpäisemättömien pintojen määrän kasvua. Osa vihreän siirtymän hankkeista kuluttavat paljon prosessivettä (mm. vetyteollisuus). Osasta hankkeista muodostuu paljon jätevesiä, joiden puhdistus ja purku edellyttävät huolellista suunnittelua ja vaikutusten arviointia. Mikäli hankkeissa muodostuvaa hukkalämpöä ei ole mahdollista hyödyntää kaukolämpöverkostossa tai varastoida, tulee jäähdytysvesien purku suunnitella siten, etteivät ne aiheuta muutoksia vesiekosysteemeissä.
Kiertotalous, ml. jätteen synnyn ehkäisy ja kierrätys	Selvityksessä tarkasteltujen hankkeiden tarkoituksena ei ole merkittävästi lisätä uusiutumattomien luonnonvarojen käyttöä, mutta uusien hankkeiden rakentaminen lisää mm. rakentamisen päästöjä sekä lisää materiaalien käyttöä. Materiaaleja on myös mahdollista kierrättää, mitä kuitenkin hankaloittavat mm. lainsäädännön jäykkyys, kiertotalousratkaisujen heikko kannattavuus sekä puutteet tietoisuudessa ja osaamisessa. Hankkeiden elinkaarien aikana tämä voi tosin kompensoitua.
Ympäristön pilaantumisen ehkäiseminen ja vähentäminen	Hankkeet eivät lisää kemikalisoitumista eikä hankkeista muodostu merkittäviä haitallisten tai vaarallisten aineiden päästöjä. Joidenkin hanketyyppien prosesseissa voi kuitenkin olla vaarallisia kemikaaleja, joiden huomioiminen mm. poikkeustilanteissa ja riskien hallinnassa on olennaista Pienydinvoimaan liittyvissä ratkaisuissa on huomioitava uraanin elinkaaren aikaiset ympäristövaikutukset sekä käyttövaiheen mahdolliset onnettomuusriskit, jotka edellyttävät erityistä turvallisuus- ja jätehuoltosuunnittelua.
Biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemien suojelu ja ennallistaminen	Hankkeiden vaikutukset monimuotoisuuteen kytkeytyvät voimakkaasti hankkeiden sijoittumiseen eli maankäytön muutoksiin. Olennaista onkin esim. maakuntakaavan yleisillä suunnittelumääräyksillä ohjata vihreän siirtymän hankkeita biologisen monimuotoisuuden näkökulmasta arvokkaiden alueiden ulkopuolelle sekä turvata ekosysteemien suojelu. Uusien hankkeiden rakentaminen voi kuitenkin heikentää luonnon monimuotoisuutta, jolloin olennaista on tunnistaa mahdollisuudet ennallistamiseen. Joidenkin hanketyyppien osalta on suositeltavaa tunnistaa keinoja luonnon monimuotoisuuden lisäämiseksi.