

Merituulivoiman alustavat liityntämahdollisuudet Fingridin kantaverkkoon 2030-luvulla

MERITUULIVOIMAPAINOTTEINEN TULEVAISUUSSKENAARIO

LOPPURAPORTTI

FINGRID

FINGRID

Merituulivoiman alustavat liityntämahdollisuudet Fingridin kantaverkkoon 2030-luvulla

01 YHTEENVETO	3
02 SELVITYKSEN TAUSTA	5
03 MERITUULIVOIMAN ALUSTAVAT LIITYMISPISTEET JA NIIDEN AIKATAULUARVIOT	6
04 TARVITTAVAT VERKKOVAHVISTUKSET	8
05 LIITYNNÄSTÄ SOPIMINEN	10
06 JÄRJESTELMÄTEKNISET VAATIMUKSET MERITUULIVOIMALLE	12
07 HYBRIDILIITYNNÄT	14
08 SEURAAVAKSI	16



Uusien liittymispisteiden ja aikataulujen toteutuminen on riippuvainen sähkön kulutuksen kasvusta erityisesti Perämeren rannikolla.

01

Yhteenveto

Tämä raportti on jatkoa toukokuussa 2024 julkaistulle [selvitykselle](#) merituulivoiman alustavista liityntämahdollisuuksista Manner-Suomen kantaverkkoon. Selvitystä on päivitetty alkukesästä järjestetyn sidosryhmäkonsultaation perusteella ja tarkennettu siten, että merituulivoiman alustavat liittymispisteet esitetään sähköasematasolla.

Kyseessä on edelleen alustavat liityntämahdollisuudet. Fin-grid ei ole tehnyt investointipäätöksiä verkkovahvistuksista, jotka tämän selvityksen perusteella vaaditaan merituulivoimaliityntöjen toteuttamiseksi. Ylläpidämme valmiuksia liittää merituulivoimaa kantaverkkoon nimetyille sähköasemille, ja arvioimme tarvittavien verkkoinvestointien toteutuksia jatkossa osana joka toinen vuosi julkaistavaa kantaverkon kehittämissuunnitelmaa.

Merituulivoimalle on tunnistettu seitsemän potentiaalista liittymispistettä Manner-Suomessa 2030-luvulla:

1. Inkoon sähköasema
2. Liedon / Raision / Uudenkaupungin sähköasema
3. Ulvilan sähköasema
4. Åbackin sähköasema Kristiinankaupungissa
5. Tuovilan sähköasema Mustasaarella
6. Hirvisuon sähköasema Kokkolassa
7. Hanhelan sähköasema Pyhäjoella.

Nämä on esitetty kuvassa 1.

Toukokuun julkaisusta merkittävimmät muutokset ovat, että Kokkolan alueelle on lisätty kokonaan uusi potentiaalinen merituulivoiman liittymispiste ja Lounais-Suomeen on tuotu vaihtoehtoisia liittymispisteitä ja aikatauluja. Näistä Lieto tai Raisio olisi toteutettavissa aikaisemmin kuin Uudenkaupungin liittymispiste, joka vaatisi suurempia verkon vahvistusinvestointeja. Pohjoisimmat liittymispisteet Hirvisuo ja Hanhela ovat mahdollisia 2030-luvulla, mikäli sähkön kulutus alueella kasvaa merkittävästi nykytasosta ennen merituulivoimaliityntöjen toteutumista.

Yhteensä näiden seitsemän merituulivoiman liitynnän toteuttamiseksi on tässä selvityksessä mallinnettu tarvittavan suuruusluokaltaan noin 0,7 miljardin euron kantaverkon vahvistusinvestoinnit Fingridin käynnissä olevan noin neljän miljardin suuruisen investointiohjelman lisäksi. Uudet ja vahvistettavat 400 kV -voimajohdot muodostavat suurimman osan merituulivoimasta aiheutuvista verkon vahvistustarpeista, joita ilmeni mallinnuksen perusteella tarvittavan noin



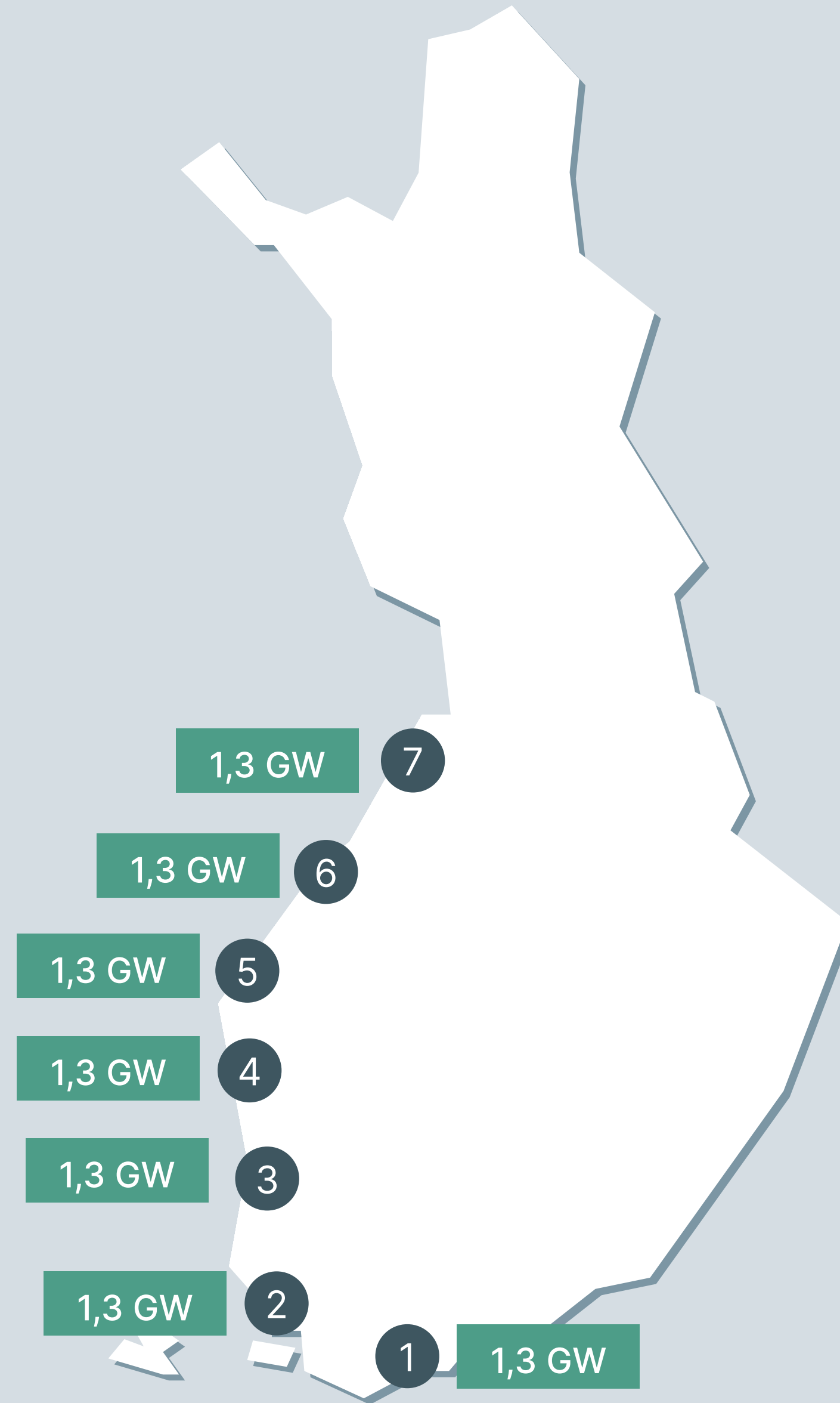
1 000–1 100 kilometriä. Tarvittaviin verkon vahvistuksiin liittyy epävarmuuksia johtuen erityisesti niistä oletuksista, mitä on tehty sähkön tuotannon ja kulutuksen kehittymisestä Suomessa ja naapurimaissa. Verkon vahvistustarpeet olisivat hyvin erilaisia, jos esimerkiksi merituulivoiman sijaan rakentuisi oletuksia enemmän maatuulivoimaa.

Merituulivoiman alustavat liityntämahdollisuudet Fingridin kantaverkkoon 2030-luvulla

	Alue	Alustava liittymispiste
1	Inkoon alue	Inkoo
2	Raision alue	Lieto/Raisio/Uusikaupunki*
3	Ulvilan alue	Ulvila
4	Närpiön alue	Åback
5	Vaasan alue	Tuovila
6	Kokkolan alue**	Hirvisuo
7	Raahen alue**	Hanhela

* Vaihtoehtoisia liittymispisteitä, liittymisen aikataulu riippuu liittymispisteen sijainnista ja liittymisen joustavuudesta
** Aikataulu ja toteutettavuus riippuu kulutuksen kasvusta alueella

KUVA 1 Merituulivoiman alustavat liityntämahdollisuudet Fingridin kantaverkkoon 2030-luvulla.



02

Selvityksen tausta

Suomella on merkittävää potentiaalia merituulivoiman tuottajana. Kiinnostus kehittää merituulihankkeita Suomen merialueilla kasvoi räjähdysmäisesti vuosien 2022 ja 2023 aikana. Fingrid käynnisti syksyllä 2023 selvityksen merituulivoiman liityntämahdollisuuksista Manner-Suomen kantaverkkoon. Toukokuussa 2024 julkaistiin alustavat alueet, joilla merituulivoimaa voisi liittää kantaverkkoon 2030-luvulla. Tuloksista järjestettiin julkinen kuuleminen, josta julkaistiin [yhteenveto elokuussa](#). Toukokuun julkaisua päivitettiin kuulemisessa saadun palautteen ja Fingridillä tehtyjen lisäselvitysten perusteella. Tämä loppuraportti esittelee merituulivoiman alustavat liityntämahdollisuudet sähköasematasolla.

Tässä selvityksessä käytetty taustaskenaario on tehty Fingridin kantaverkon suunnittelussa käyttämästä perusskenaariosta poikkeavin oletuksin sähkön tuotannon ja kulutuksen kehittymisestä. Tuulivoimainvestointien on oletettu painottuvan merituulivoimaan 2020- ja 2030-lukujen taitteesta alkaen, kun Fingridin perusskenaario on maatuulivoimavaltainen yhä 2030-luvulla. Näin ollen selvityksen merituuliskenaarion to-

teuttamiseksi vaadittavat verkon vahvistusinvestoinnit eivät sisälly Fingridin vuoden 2023 kantaverkon kehittämissuunnitelmassa julkaistuun neljän miljardin euron suuruiseen investointiohjelmaan seuraavalle kymmenelle vuodelle. Tämän selvityksen tulokset sekä merituulihankekehityksen eteneminen huomioidaan muiden asiakashankkeiden etenemisen ohella Fingridin päivittäessä kantaverkon kehittämissuunnitelmaa.

Alustavat merituulivoiman liityntämahdollisuudet on määritetty teknistaloudellisesti sähköjärjestelmän näkökulmasta, huomioiden sekä olemassa oleva kantaverkko että siihen suunnitteilla olevat vahvistukset ja tarvittavien uusien verkon vahvistusinvestointien toteutettavuus ja kustannukset. Merituulivoiman hankekehityksen lisäksi huomioitiin erityisesti myös kulutushankkeiden kehitysnäkymät. Tavoitteena oli maksimoida merituulivoiman verkkoliityntämahdollisuudet ja toteuttaa näille valtaville tuotantokeskittymille verkkoliityntäratkaisuja mahdollisimman nopealla aikataululla. Selvityksessä ei ole esitetty liityntäratkaisuja yksittäisille asiakashankkeille, vaan liittymispisteet ja -kapasiteetit varataan hankkeille liittymissopimuksen myötä hankkeiden luvituksen edetessä.

Selvityksen taustaskenaariota on muutettu alustavan raportin julkaisemisen jälkeen. Muutokset tehtiin julkisessa kuulemisessa saadun palautteen perusteella. Sähkön kulutuksen kasvu pysyi alkuperäisen skenaarion tasolla, eli kaksinkertaistui nykytasosta vuoteen 2035. Uuden kulutuksen sijoittumiseen tehtiin kuitenkin muutoksia: kulutuksen kasvua lisättiin Perämeren rannikolle ja vähennettiin Etelä-Suomesta. Hankekehittäjien palautteen perusteella merituulivoiman hui-

punkäyttöaikaa laskettiin. Tämän seurauksena merituulivoiman energiantuotanto pysyi alkuperäisen selvityksen tasolla, vaikka merituulivoiman tuotantokapasiteettia kasvatettiin lisäämällä skenaarioon yksi kokonaan uusi merituulivoimaliityntä. Rajasiirtokapasiteetteihin ei tehty muutoksia.

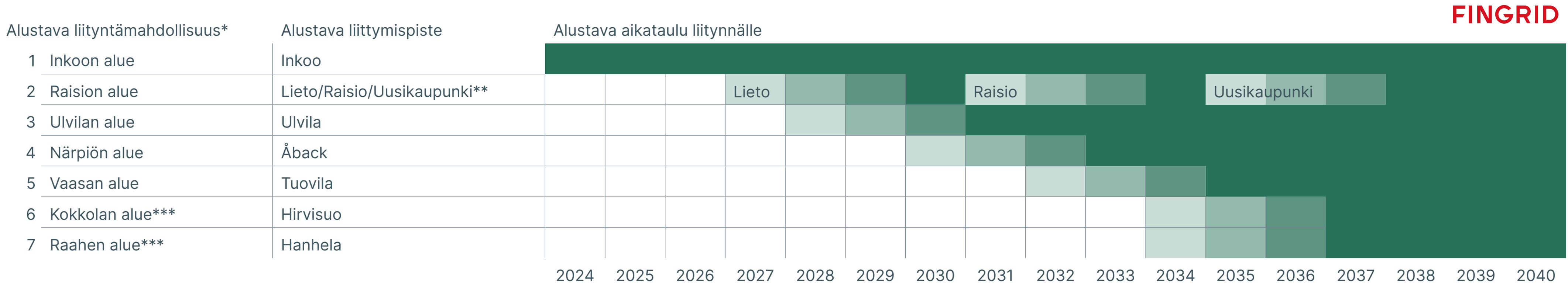
On mahdollista, että merituulivoimaliityntöjä voidaan toteuttaa 2030-luvulla tässä selvityksessä esitettyjä useampia ja muillekin kuin tässä selvityksessä määritetyille alueille. Tämä vaatii, että sähkön kulutuksen kasvu on selvityksen oletuksia voimakkaampaa tai että uusi kulutus sijoittuu lähemmäksi merituulivoiman liityntöjä. Toisaalta selvitykseen tuloksiin sisältyy merkittävää epävarmuutta kulutuksen ja tuotannon kehitysoletusten takia. Ennakoitua hitaampi kulutuksen kasvu todennäköisesti tarkoittaisi myös merituulivoimahankkeiden ja liityntöjen toteutumiseen viivettä. Liityntämahdollisuuksia edesauttaisi hybridiliityntöjen toteutuminen, josta on kerrottu lisää luvussa 7.

03

Merituulivoiman alustavat liittymispisteet ja niiden aikatauluarviot

Merituulivoiman alustavia mahdollisuuksia liittyä kantaverkkoon tunnistettiin kevään 2024 selvityksessä Inkoon, Raision, Ulvilan, Närpiön, Vaasan ja Raahen alueilla. Tässä raportissa alustavat liityntämahdollisuudet on tarkennettu sähköasematasolla ilmoitetuiksi liittymispisteiksi. Lisäksi aluevalintoja ja aikatauluarvioita on päivitetty saadun sidosryhmäpalautteen ja Fingridin lisäselvitysten perusteella. Kokkolan alueelle määritettiin kokonaan uusi liityntämahdollisuus ja Lounais-Suomessa tarkasteltiin vaihtoehtoisia liittymispisteitä. Alustavat mahdollisuudet merituulivoiman kantaverkkoliitynnöistä aikatauluarvioineen on esitetty taulukossa 1.

Alustaviksi liittymispisteiksi valikoituivat Inkoon, Uudenkaupungin/Raision/Liedon, Ulvilan, Åbackin, Tuovilan, Hirvisuon ja Hanhelan sähköasemat. Inkoon, Lieto, Ulvila, Tuovila ja Hirvisuo ovat olemassa olevia kantaverkon sähköasemia. Åback Kristiinankaupungissa ja Hanhela Pyhäjoella ovat suunnitteilla olevia Fingridin investointiohjelmaan kuuluvia sähköasemia. Åback on valmistumassa vuonna 2028, mutta sinne mahdollistuisi suuria merituuliliityntöjä vasta verkkovahvistusten myötä. Hanhelan sähköasema on suunniteltu rakennettavan, kun Raahen alueelle suunnitellut kulutushankkeet etenevät. Merituulivoiman liityntämahdollisuuksien toteutuminen



*Suurin sallittu liityntäteho on 1,3 GW

**Vaihtoehtoisia liittymispisteitä, liitynnän aikataulu riippuu liittymispisteen sijainnista ja liitynnän joustavuudesta

***Aikataulu ja toteutettavuus riippuu kulutuksen kasvusta alueella

TAULUKKO 1 Merituulivoiman alustavat liittymismahdollisuudet Suomessa 2030-luvulla.

pohjoisimpien Raahen ja Kokkolan alueilla (Hanhela ja Hirvisuo) riippuu sähkön kulutuksen kasvusta alueilla.

Liedon, Raision ja Uudenkaupungin sähköasemat ovat vaihtoehtoisia sijainteja Lounais-Suomen liittymispisteelle, ja niillä on eri aikataulut. Nopeimmin liityntä mahdollistuisi olemassa olevalle Liedon sähköasemalle. Raisioon on suunnitteilla uusi 2030-luvun alussa valmistuva sähköasema. Tässä selvityksessä on lisäksi tarkasteltu vaihtoehtoa toteuttaa kokonaan uusi 400 kV -sähköasema Uudenkaupungin alueelle.

Tekniset perustelut liittymispisteiden valinnoille

Määritettäessä tarkempia liittymispisteitä eli sähköasemia, joille hankkeet voivat liittyä, tarkasteltiin

- kantaverkon vahvistamistarpeita
- kehitteillä olevia asiakashankkeita
- uusien sähköasemien rakentamismahdollisuuksia
- olemassa olevien sähköasemien laajentamiskelpoisuutta
- liittymisjohtojen toteuttamiskelpoisuutta
- sähköjärjestelmän käyttövarmuutta.

Liityntämahdollisuus on sitä nopeampi toteuttaa, mitä vähemmän kantaverkkoa tarvitsee vahvistaa. Liityntää nopeuttaa myös, jos tarvittavat verkon vahvistukset ovat suunnitteilla ja sähköasema on jo olemassa tai suunnitteilla. Ympäristöllisiä reunaehtoja pyrittiin huomioimaan sähköasemien ja voimajohtojen toteutuksia tarkasteltaessa, muttei tässä vaiheessa tehty vielä tarkkoja reittisuunnitelmia.

Sähköjärjestelmän käyttövarmuuteen vaikuttavat silmukoitujen yhteyksien lukumäärä liittymispisteiden sähköasemilla sekä ympyröivän verkon topologia ja alueen muun sähkön tuotannon ja kulutuksen määrä ja tyyppi. Liittymispistevaihtoehtoista jätettiin pois ne sähköasemat, joille on liittynyt jo merkittävä määrä sähkön tuotantoa tai rajasiirtoyhteyksiä. Näin pyritään välttämään yksittäisen sähköaseman muodostuminen kriittiseksi sähköjärjestelmän käyttövarmuuden kannalta.

Raision alueen korvaaminen vaihtoehtoisilla Uudenkaupungin, Raision ja Liedon liittymispisteillä

Useampi hankekehittäjä toivoi konsultaatiopalautteessa Raision liityntämahdollisuuden siirtämistä lähemmäs Selkämeren rannikkoa. Tätä perusteltiin sillä, että Raision alueelle on hankala toteuttaa liittymisjohto merikaapelina, ja käytännössä rantautumispaikka olisi siksi lähempänä Uuttakaupunkia. Myös liityntämahdollisuuden aikaistamista toivottiin.

Lounais-Suomen liityntämahdollisuudet ja niiden liittymisai-kataulut riippuvat siitä, mikä on hankekehittäjien valmius rakentaa liittymisjohtoja maalle ja millaista käyttövarmuutta hankekehittäjät odottavat liitynnältä. Liittymispisteen vaihtoehtoina ovat Lieto, Raisio ja Uusikaupunki. Mahdollisuudet ovat porrastettuja: mitä vähemmän verkkovahvistuksia tarvitaan, sitä nopeammin liityntä mahdollistuu. Lieto mahdollistaisi nopeimman liitynnän, joka voisi tapahtua jo 2020-luvun lopussa.

Raision alueelle on uusi sähköasema suunnitteilla. Se mahdollistaisi toiseksi nopeimman liitynnän (2030-luvun alkupuolella), mikäli hyödynnettäisiin tilapäistä tai pysy-

vää joustavan liitynnän mallia. Raisio-Lieto on säteittäinen 400 kV -voimajohto, joten asiakkaan tulisi sitoutua irtikytke-mään Raision asemalle liittynyt sähkön tuotanto Raisio-Lieto johtovian tapauksessa ennen kuin alueelle valmistuu silmu-koitu 400 kV-verkko myöhemmin 2030-luvulla. Lisätietoa joustavan liitynnän mallista on saatavilla Fingridin kesäkuun 2024 julkaisussa [Muutosehdotuksia kantaverkkomaksujen rakenteeseen – ratkaisuja verkon riittävyysaasteisiin](#).

Selkämeren rannikkoa lähinnä oleva Uusikaupunki tarkoittaisi kokonaan uuden sähköaseman rakentamista Uudenkaupungin alueelle. Liityntämahdollisuuden toteuttaminen Uuteenkaupunkiin vaatisi rannikolle noin 80 km uutta 400 kV:n voimajohtoa. Liityntä Uuteenkaupunkiin voitaisiin toteuttaa aikaisintaan 2030-luvun jälkipuolella, koska tarvittavien voimajohtojen suunnittelua ei ole vielä edes aloitettu.

Liityntämahdollisuudet Perämerellä

Konsultaatiopalautteissa toivottiin myös useampia liittymispisteitä Perämerelle, erityisesti Kokkolan aluetta tuotiin esiin. Tätä perusteltiin alueen kulutuspotentiaalilla sekä aktiivisella merituulivoiman hankekehityksellä alueella. Tämän lopullisen selvityksen taustaskenaariossa sähkön kulutuksen kasvua oletettiin eteläisen Suomen sijaan enemmän Kokkolan alueelle. Tällä muutoksella Kokkolan alueelle mahdollistuisi 1,3 GW:n merituulivoimaliityntä. Kokkolan alueen liittymispisteen sijainniksi valikoitui Hirvisuon sähköasema. Jotta sekä Raahen että Kokkolan alueen liittymispisteet olisivat mahdollisia 2030-luvulla, kulutuksen on kasvettava merkittävästi Perämeren rannikkoalueilla, koska alue on tällä hetkellä vahvasti tuotantopainotteista.

04

Tarvittavat verkkovahvistukset

Tässä selvityksessä on tunnistettu alustavat tarpeet vahvistaa kantaverkkoa Fingridin vuonna 2023 julkaistun kantaverkon kehittämissuunnitelman lisäksi, jotta tässä selvityksessä mallinnetut seitsemän enimmillään 1,3 GW:n merituulivoimaliityntää saataisiin toteutettua Suomen sähköjärjestelmään. Eteläisimmät liityntämahdollisuudet Inkooseen ja Lietoon olisivat toteutettavissa ilman merkittäviä kantaverkon vahvistusinvestointeja. Alustavat verkon vahvistustarpeet on esitetty kuvassa 2.

Toukokuun selvityksessä tunnistettiin noin 1 000 km uusia ja vahvistettavia 400 kV -voimajohtoja. Ne on merkitty kuvaan 2 punaisella. Selvityksen päivityksessä ilmeni uusia kantaverkon vahvistustarpeita Pohjanmaalla ja Lounais-Suomessa yhteensä noin 100 kilometriä. Ne on merkitty kuvaan 2 mustalla. Lounais-Suomen uudet vahvistustarpeet ovat riippuvaisia liittymispisteen sijainnista. Kolmesta vaihtoehdosta Selkämeren rannikkoa lähinnä oleva Uusikaupunki vaatisi kokonaan

uuden sähköaseman rakentamisen Uudenkaupungin alueelle sekä uuden 400 kV voimajohtoyhteyden rannikolle.

Yhteensä merituulivoiman liittämiseksi on tässä selvityksessä mallinnettu tarvittavan noin 1 000–1 100 km uusia ja vahvistettavia 400 kV -voimajohtoja sekä kolmesta viiteen kokonaan uutta sähköasemaa. Niiden suuruusluokkaa kuvaava kustannusarvio on yhteensä noin 0,7 miljardia euroa, mistä voimajohtot muodostavat suurimman osan. Tämä on 0,1 miljardia euroa suurempi kuin kevään selvityksen kustannusarvio. Hinnat on laskettu nykyhinnoissa, eikä inflaatiokorjauksia ole tehty. On tärkeä huomioida, että nämä verkon vahvistustarpeet tulisivat Fingridillä käynnissä olevan noin neljän miljardin investointiohjelman lisäksi.

Uuden merituuliliitynnän toteuttaminen Kokkolan alueella ei johtanut merkittäviin uusiin kantaverkon vahvistustarpeisiin, koska Kokkolan alueen kulutuksen oletettiin taustaskenaariosa kasvavan merkittävästi. Tämä päivitetty selvitys korostaa, että uusien liittymispisteiden ja aikataulujen toteutuminen on riippuvainen sähkön kulutuksen kasvusta erityisesti Perämeren rannikolla.

Verkon vahvistustarpeet ovat indikaatiivisia tämän selvityksen perusteella mallinnettuja yhteystarpeita eri sähköasemien ja alueiden välillä, eivätkä ne kuvaa tarkkoja johtoreittejä. Todellisuudessa vahvistustarpeet voivat muuttua merkittävästikin riippuen toteutuvasta sähkön kulutuksesta, tuotannosta ja rajasiirtoyhteyksistä. Huomioitavaa on myös, että tässä raportissa esitetyt verkkovahvistuksetkaan eivät






takaa gigawattikokoluokan asiakasliitynnälle sataprosenttista käytettävyyttä, vaan sähköverkon huolto- ja vikatilanteissa voidaan joutua rajoittamaan merituulipuistojen tuotantoa.

Fingridin investointiohjelma päivitetään seuraavan kerran vuonna 2025 julkaistavassa kantaverkon kehittämissuunnitelmassa, jossa huomioidaan sen hetken näkymät sähkön kulutus- ja tuotantohankkeiden kehityksestä. Tämän merituulivoiman liityntämahdollisuudet -selvityksen tulokset eivät suoraan johda investointeihin, mutta ne otetaan huomioon jatkossa Fingridin päivittäessä kantaverkon kehittämissuunnitelmaa. Fingrid ylläpitää valmiuksia liittää merituulivoimaa kantaverkoon nimetyille sähköasemille ja päivittää tarvittaessa liittymispisteiden aikatauluja merituulivoimahankkeiden edetessä.

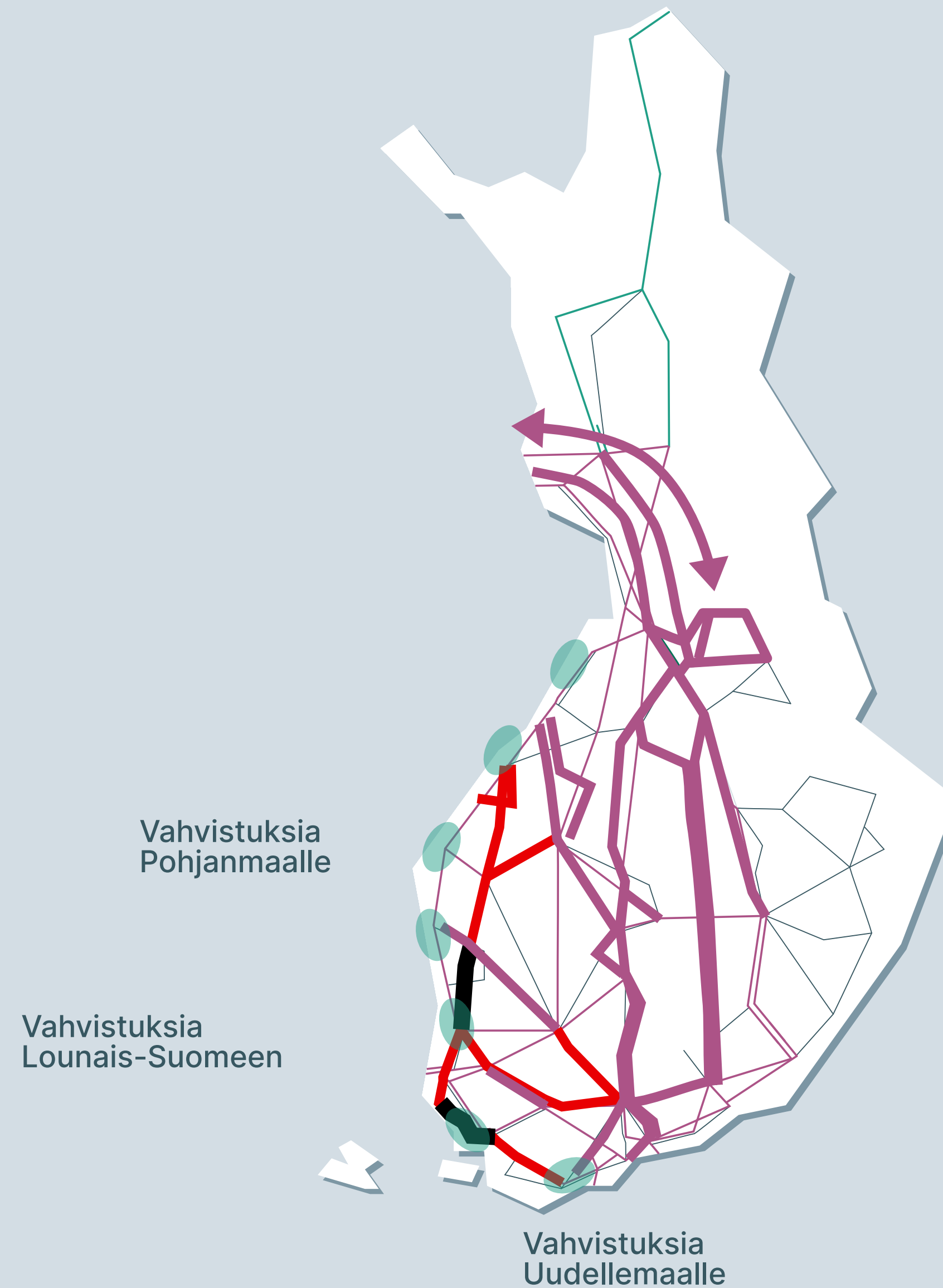
Verkkovahvistukset

MERITUULIVOIMAPAINOTTEINEN TULEVAISUUSKENAARIO

-  Kehittämissuunnitelman mukaiset verkkovahvistukset
-  Merituulivoiman liittämiseksi tarvittavat verkkovahvistukset
-  Merituulivoiman liittämiseksi tarvittavat uudet verkkovahvistukset
-  Merituulivoiman liittymisalueet

-  Olemassa oleva 400 kV voimajohto
-  Olemassa oleva 220 kV voimajohto
-  Olemassa oleva 110 kV voimajohto

KUVA 2 Alustavat kantaverkon vahvistustarpeet merituulivoimaliityntöjen mahdollistamiseksi. Kuvassa esitetyt verkkovahvistukset kuvaavat yhteystarpeita eri sähköasemien ja alueiden välillä, eivätkä ne kuvaa tarkkoja johtoreittejä.



05

Liitynnästä sopiminen

Fingridin nykykäytännön mukaisesti asiakashankkeille varataan liityntäkapasiteetti hankkeen luvituksen varmistuttua. Fingrid on tunnistanut tarpeen päivittää liitymissopimuskäytäntöjä erityisesti suurissa asiakashankkeissa, jotta erityyppisille asiakashankkeille voidaan taata tasapuolinen käsittely. Suurissa hankkeissa luvitus kestää tyypillisesti pitkään, ja asiakas joutuu tekemään merkittäviä taloudellisia sitoumuksia ennen luvituksen varmistumista.

Suunnitteilla on 400 kV -liitynnöille kuvan 3 mukainen kolmiportainen liitymissopimusmalli, joka koostuisi seuraavista vaiheista: aiesopimus, esisopimus sähköverkkoon liittymisestä ja varsinainen liitymissopimus.

Liitymissopimusprosessin vaiheista Fingridillä on nykyisin käytössä aiesopimus (vain 400 kV -liitynnöissä) ja varsinainen liitymissopimus, eli esisopimus liitynnästä otettaisiin käyttöön uutena sopimusmallina.



Aiesopimus tehdään hankekehittäjän aloitteesta, eikä se ole välttämätön osa liittymisprosessia. Aiesopimuksessa kuvataan kantaverkkoliityntään ja liitymissopimukseen johtava prosessi. Aiesopimuksessa osapuolet sitoutuisivat tiedottamaan toi-

siaan hankkeen ja liitynnän etenemisestä sekä tekemään yhteistyötä liitynnän mahdollistamiseksi. Aiesopimuksen edellytyksenä on, että asiakkaalla on oikeus hankealueeseen (merituulivoiman tapauksessa yksinoikeus merialueeseen) ja

hankkeen YVA-ohjelma on julkaistu. Kaavoitusta edellyttävillä alueilla, eli merituulivoiman tapauksessa aluevesillä, myös kaavoitusaloitteen tulee olla tehty. Aiesopimus ei vielä takaa liityntää eikä varaa liityntäkapasiteettia.

Liitynnän esisopimuksen tarkoituksena olisi varmistaa asiakkaan tarvitsema liityntäkapasiteetti kantaverkossa määräajaksi. Sopimus olisi voimassa rajoitetun ajan, ja sen voimassaolon edellytyksenä on asiakashankkeen suunnitelman mukainen edistyminen. Fingridillä on vielä harkinnassa, missä hankkeen vaiheessa merituulivoimalle tehtäisiin esisopimuksia liitynnästä ja mitä hankkeilta edellytettäisiin sopimusaikaisesta etenemisestä. Tulee myös ratkaista, miten toimittaisiin tilanteissa, joissa useampi samassa kehitysvaiheessa oleva hanke kilpailee liitynnästä. Lisäksi on hyvä huomioida, että esisopimuksella varattavia liityntöjä voi olla vain rajallinen määrä, jotta mahdollistetaan myös pienemmän kokoluokan hankkeiden liitynnät.

Lopullisesti liitynnästä sovitaan liittymissopimuksella. Sen solmimisen edellytyksien on ajateltu säilyvän jatkossakin nykykäytännön mukaisina, eli hankkeen kaavoituksen tulee olla lainvoimainen ja hankkeella tulee olla rakennuslupa sekä liittymisjohdon lunastuslupahakemuksen tulee olla toimitettu työ- ja elinkeinoministeriölle. Hanke tulee toteuttaa noudattaen liittymissopimuksen allekirjoitushetkenä voimassa olevia järjestelmätekniisiä vaatimuksia sekä yleisiä liittymisehtoja. Myös liittymismaksut määräytyvät liittymissopimuksen allekirjoitushetkenä olevien käytäntöjen mukaisesti.



KUVA 3 Suunnitteilla oleva kolmiportainen liittymissopimusprosessi suurille asiakashankkeille.

06

Järjestelmätekniset vaatimukset merituulivoimalle

Suomessa sähkön tuotannon vaatimuksia säädellään Fingridin voimalaitoksille asettamissa järjestelmäteknisissä vaatimuksissa (VJV). Ne pohjautuvat eurooppalaisille vaatimuksille, Requirements for Generators (RfG). Fingrid on parhaillaan päivittämässä VJV-vaatimuksia, ja uusien vaatimusten odotetaan tulevan voimaan vuoden 2025 alussa.

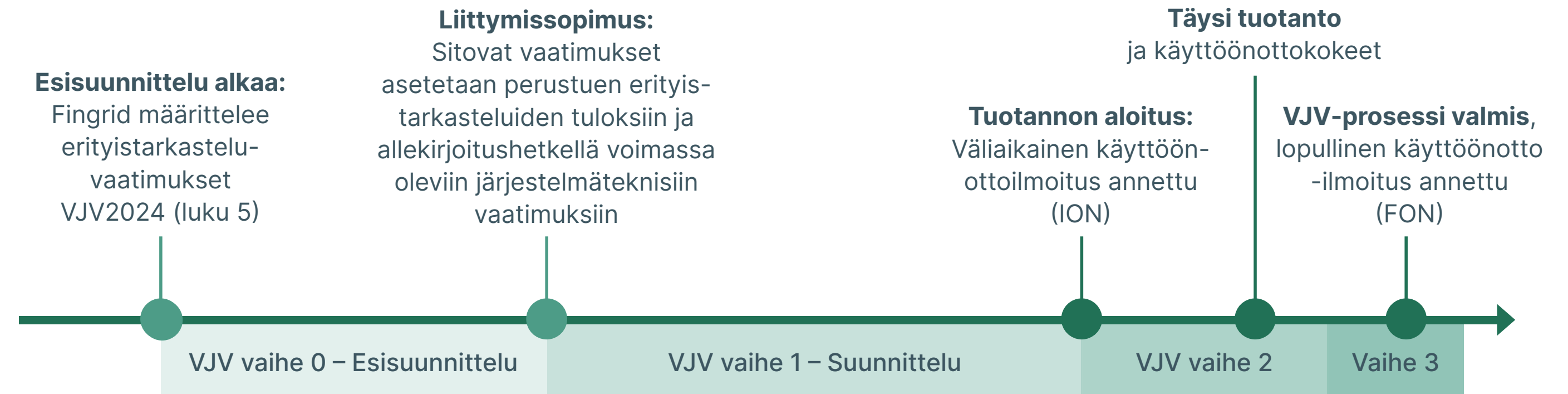
Uusissa VJV-vaatimuksissa ei ole erikseen vaatimuksia merituulivoimalle, mutta merituulivoimahankkeille voidaan asettaa laitoskohtaisia lisävaatimuksia niiden suuren koon vuoksi nk. erityistarkasteluvaatimusten kautta. Mahdollisia erityistarkastelutarpeita merituulivoimahankkeille ovat muun muassa:

- Stabiiliustarkastelut (suuntaajien toiminta alhaisella oikosulkuteholla)
- Tarve erityiselle suojausratkaisulle (esim. tuotannon irtikytkentä kantaverkon viassa)
- Tehoheilahteluiden vaimennus (POD eli power oscillation damping)
- Geomagneettisesti indusoituneet virrat (GIC eli geomagnetically induced currents)
- Toimintaperiaatteet hybridiliitynnöille, joissa tuotantoa ja kulutusta
- Sähkönlaatutarkastelut



Kuvassa 4 on esitetty esimerkin omaisesti aikajana merituu-
lihankkeen VJV-prosessista.

Fingrid kartoittaa erityistarkastelujen tarpeen ja laajuuden yhdessä asiakkaan kanssa liittymissopimusta edeltävässä voimalaitoksen esisuunnitteluvaiheessa. Fingrid määrittää tällöin suoritettavat erityistarkastelut asiakkaan toimittamien alustavien suunnittelutietojen perusteella ja asiakas vastaa erityistarkasteluiden suorittamisesta. Tarkastelut, jotka edellyttävät Fingridin verkkomalleja, suoritetaan Fingridin ja asiakkaan yhteistyönä. Lopulliset tulkinnat VJV-vaatimusten soveltamisesta merituuvoimahankkeissa tehdään liittymissopimuksen yhteydessä, kun esisuunnitteluvaiheen erityistarkastelut on tehty. Osa erityistarkasteluista tehdään ennen liittymissopimusta (VJV vaihe 0) ja osa sovitaan suoritettavaksi vasta osana varsinaista suunnitteluvaihetta (VJV vaihe 1), kun hankkeen tekninen suunnittelu ja laitevalinnat ovat tarkentuneet. Erityistarkasteluiden hyväksyty suorittaminen on edellytyksenä voimalaitoksen väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen antamiselle (ION eli lupa aloittaa tuotanto).

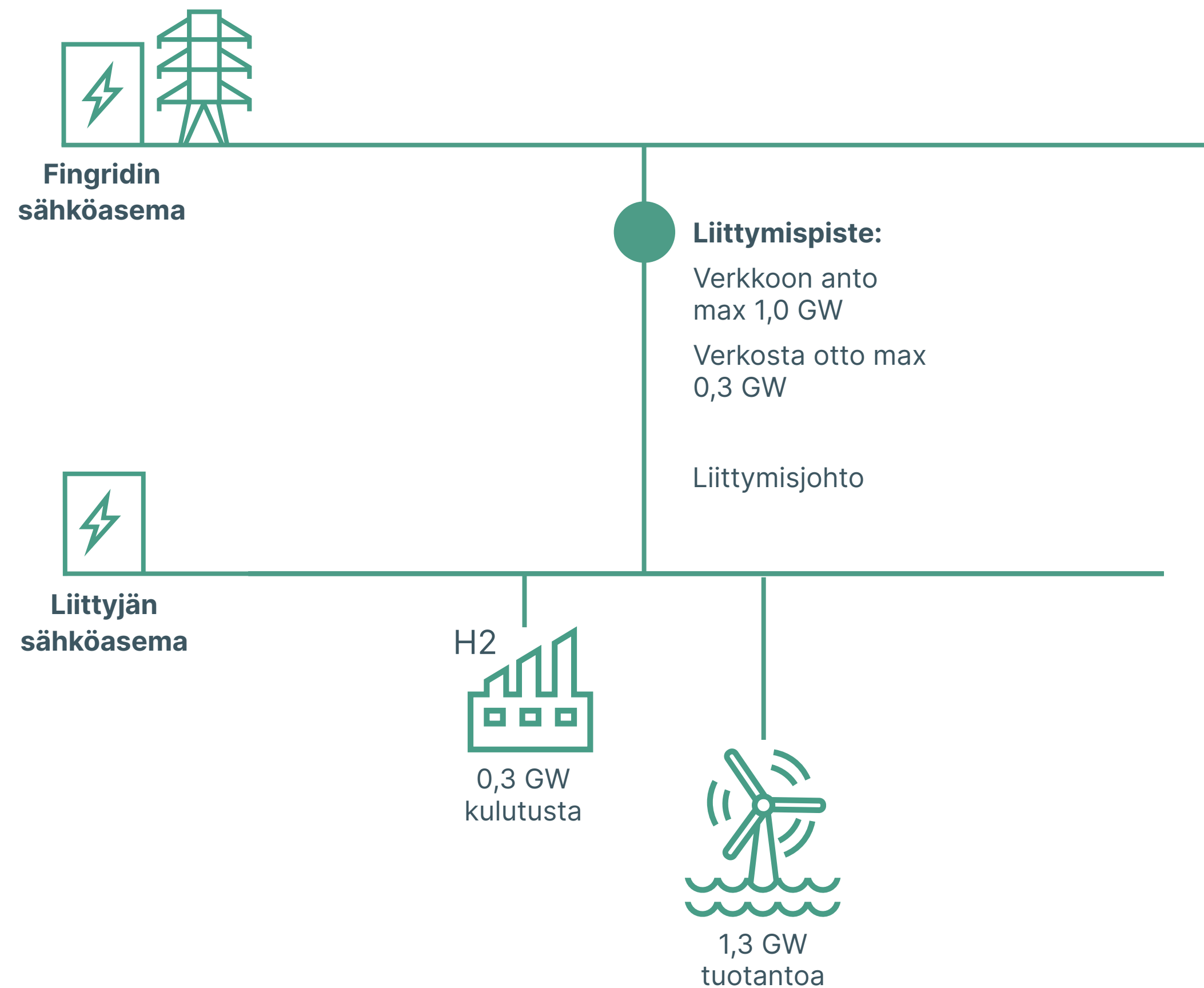


KUVA 4 Aikajana merituu-
lihankkeen VJV-prosessista.

07

Hybridiliitynnät

Hybridiliitynnällä tarkoitetaan liityntää, joka sisältää sekä sähkön kulutusta että tuotantoa, ja näitä hallitaan yhteisellä ylemmän tason säätäjällä, eli hybridisäätäjällä, joka tekee laitososoiden toiminnan riippuvaiseksi toisistaan. Hybridiliityntään voi sisältyä sähkön kulutuksen ja tuotannon lisäksi myös sähkövarastoja. Kuvassa 5 on esitetty periaatekaavio hybridiliitynnästä.



KUVA 5 Periaatekuva hybridiliitynnästä.

Fingrid on selvittänyt hybridiliityntöjen mahdollistamista kantaverkossa seuraavin edellytyksin:

- Asiakkaalla on yksi liittymispiste kantaverkkoon eli yksi liittymisjohto yhdelle Fingridin sähköasemalle.
- Liitynnällä on yksi vastuutaho, eli liittymissopimuksen ja kantaverkkosopimuksen sopimusosapuoli Fingridin suuntaan, koko liitynnän elinkaaren ajan. Muutoksista on sovittava erikseen.
- Hybridiliitynnälle määritetään liittymissopimuksessa siirtorajat erikseen tuotantotilalle (suurin sallittu verkkoan anto) ja kulutustilalle (suurin sallittu verkosta otto). Liitynnän vastuutaho vastaa, ettei näitä siirtorajoja ylitetä.
- Hybridiliitynnän tulee täyttää Fingridin sille asettamat järjestelmätekniset vaatimukset. Mikäli hybridiliityntä rakennetaan vaiheittain tai laitososioita käytetään myös itsenäisesti (esim. toisten laitososioiden ollessa pois käytöstä), tulee laitososioiden täyttää VJV / KJV / SJV vaatimukset myös itsenäisesti.
- Asiakkaan hybridisäätiäjän tulee jatkuvasti huolehtia, että sähkön tuotanto ja kulutus seuraavat toisiaan siten, ettei sovittuja siirtorajoja ylitetä. Lisäksi hybridiliityntä tulee varustaa asiakkaan suojalaitteella, jotta pysytään sovituissa siirtorajoissa.
- Fingridillä tulee olla oikeus irtikytkeä hybridiliitynnän laitososioita kokonaan tai osittain, mikäli sovitut siirtorajat ylittyvät.
- Fingridille tulee toimittaa reaaliajassa laitososioiden sekä hybridisäätiäjän tila- ja tehotietoja.

- Asiakkaan tulee tehdä luotettavuus selvitys kantaverkon käyttövarmuuden kannalta oleellisten järjestelmiensä toimivuudesta, ja toimittaa se Fingridille hyväksyttäväksi. Lisäksi näiden järjestelmien toiminnallisuus tulee testata ennen käyttöönottoa ja säännöllisesti käyttöönoton jälkeen.
- Laitososioiden välisten tietoliikenneyhteyksien tulee olla luotettavasti kahdennettuja

Lisäksi hybridiliityntöjen edellytyksenä on, että sähkömarkkinalakia muutetaan mahdollistamaan liittymisjohdot, joilla liitetään sähköverkkoon sekä sähkökäyttöpaikkoja että voimalaitoksia. Työ- ja elinkeinoministeriö on alustavasti indikoinut lakimuutosta keväälle 2025. Mikäli lakimuutos toteutuu, Fingrid suunnittelee mahdollistavansa hybridiliitynnät, joissa liitynnän osana oleva tuotanto on enintään 1 300 MW. Fingrid selvittää vielä hybridiliityntöjen ehtoja tilanteissa, joissa 1 300 MW teho ylittyisi sekä kulutuksen tehorojoja. Lisäksi Fingrid jatkoselvittää hybridiliityntöjä, joissa asiakkaalla on useampi liittymispiste yhdellä Fingridin sähköasemalla.



08

Seuraavaksi

Merituulivoimalla on potentiaalia kehittyä keskeiseksi osaksi Suomen energiatulevaisuutta tulevina vuosikymmeninä. On kuitenkin edelleen epävarmaa, milloin merituulivoimasta tulee taloudellisesti kannattavaa Suomessa. Suomella on merituulivoiman ohella valtavasti potentiaalia lisätä maatuulivoimaa ja aurinkovoimaa. Merituulivoiman voidaan olettaa tulevan alkuun kannattavaksi niillä tuotantoalueilla, joilla tuulituotantoprofiili ei korreloi vahvasti nykyisen maatuulivoimatuotannon kanssa. Fingrid jatkaa merituulihankkeiden kehityksen seuraamista ja tiivistä yhteistyötä hankekehittäjien kanssa, reagoiden asiakashankkeiden etenemiseen.

Tässä raportissa keskityttiin merituulivoiman verkkoliityntämahdollisuuksiin 2030-luvulla. Mikäli merituulivoimahankkeita toteutuu tällöin, kasvun voidaan olettaa jatkuvan myös seuraavina vuosikymmeninä. Fingrid tulee tarkastelemaan pidemmän aikavälin näkymiä ensi vuonna toteutettavassa visiotyössä, joka on jatkoa vuonna 2023 valmistuneelle sähköjärjestelmävisiolle.



Fingrid välittää. Varmasti.

Fingrid Oyj

Läkkisepäntie 21, 00620 Helsinki
PL 530, 00101 Helsinki
Puhelin 030 395 5000



FINGRID