



Uudenmaan liitto  
Nylands förbund

**VISIO** ▶  
kaava



# Energian kehityskuva maakuntakaavatyötä varten

Uudenmaan liiton julkaisu E 261 - 2025

**Energian kehityskuva maakuntakaavatyötä varten**

**Uudenmaan liiton julkaisu E 261 - 2025**

**ISBN 978-952-448-609-5**

**ISSN 2341-8885**

Julkaisuaika: 3/2025

Julkaisija: Uudenmaan liitto

Helsinki 2025

**Uudenmaan liitto // Nylands förbund**

**Helsinki-Uusimaa Regional Council**

Esterinportti 2 B • 00240 Helsinki • Finland

+358 9 4767 411 • [toimisto@uudenmaanliitto.fi](mailto:toimisto@uudenmaanliitto.fi) • [uudenmaanliitto.fi](http://uudenmaanliitto.fi)



# Sisällys

<b>Johdanto</b> .....	<b>4</b>
<b>1. Energiasektorin kehitys ja haasteet Uudellamaalla</b> .....	<b>5</b>
<b>2. Tapahtunut kehitys energiamuodoittain</b> .....	<b>8</b>
2.1 Aurinkoenergia .....	8
2.2 Tuulivoima .....	9
2.3 Hukkalämmöt .....	9
2.4 Maalämpö ja geoterminen energia .....	11
2.5 Ydinvoima ja pienydinvoima .....	11
2.6 Metsäbioenergia ja biokaasu .....	11
<b>3. Tapahtunut kehitys – Energian siirto</b> .....	<b>12</b>
<b>4. Tapahtunut kehitys – Energian varastointi</b> .....	<b>16</b>
4.1 Mitä on vetytalous? .....	17
<b>5. Vihreän siirtymän asettamat vaatimukset maakuntakaavalle</b> .....	<b>20</b>
5.1 ViSi-selvitys .....	20
5.2 Energiateeman käsittely Uudenmaan maakuntakaavoissa .....	21
5.3 Suosituksia maakuntakaavoitusta varten.....	22
5.3.1 Aurinkoenergian käsittely .....	22
5.3.2 Tuulivoiman käsittely.....	23
5.3.3 Ydinvoiman käsittely.....	23
5.3.4 Energian siirron ja varastoinnin käsittely.....	23
5.3.5 Geotermisen energian käsittely.....	24
5.3.6 Hukkalämpöjen käsittely.....	24
<b>6. Alustavia tavoitteita ja suunnitteluperiaatteita maakuntakaavatyötä varten</b> .....	<b>25</b>
<b>7. Lähteitä</b> .....	<b>26</b>

# Johdanto

Tämä kehityskuva on osa VISIO-kaavan tausta-aineistoa. Uusi vaihemaakuntakaava keskittyy puhtaan, vihreän siirtymän teemoihin. Uudenmaan maakuntahallitus käynnisti kaavatyön keväällä 2024.

Maakuntakaavatyössä korostuvat energiamurrokseen, luonnonvaroihin ja kiertotalouteen sekä luonnon monimuotoisuuteen liittyvät ratkaisut. Ilmastokriisin ja luontokadon edetessä ennustettua nopeammin myös alueidenkäyttöä on tarpeen suunnitella vastaamaan paremmin muuttuvan toimintaympäristön haasteisiin ja edistämään vihreää siirtymää ympäristön reunaehdot huomioiden.

Geopoliittinen tilanne ja turvallisuusympäristön muutokset vaikuttavat Uudenmaan toimintaympäristöön ja nousevat myös kaavatyössä huomioitaviksi teemoiksi muun muassa liikenteen ja muun kriittisen infran ratkaisuihin. Lisäksi sekä kansainvälinen että kansallinen politiikka, sääntely ja sitoumukset, erityisesti EU:n ja Suomen teollisuuspolitiikka, vaikuttavat aiempaa suuremmin alueidenkäytön suunnitteluun. Todennäköisesti sääntely tulee lähivuosina edelleen lisääntymään ja tiukentumaan.

Vihreän siirtymän haasteiksi Uudellamaalla on tunnistettu muun muassa energian riittävyys sekä uudenlaisten elinkeinojen tilantarve: kasvavassa ja tiiviissä maakunnassa sopivien alueiden löytyminen paljon tilaa vaativille toiminnoille voi olla haastavaa. Vihreän siirtymän elinkeinot edellyttävät myös riittävää energiansaantia. Luonnonympäristön osalta maakuntaan kohdistuvat monet eri intressit ovat johtaneet pirstaloitumiseen sekä ekologisen verkoston ja luonnon monimuotoisuuden heikkenemiseen.

Uudenmaan vahvuuksia vihreän siirtymän kannalta ovat muun muassa osava työvoima, hyvät logistiset yhteydet sekä kytkeytymismahdollisuudet

energiaverkkoihin. Energiaan, elinkeinoin ja liikkumiseen liittyvän vihreän siirtymän edistämisen rinnalla on samaan aikaan tärkeää vahvistaa maakunnan ekologista verkostoa, hiilensidontaa ja ilmastomuutokseen sopeutumista.

Uuden kaavatyön taustaksi on laadittu viidestä eri teemasta kehityskuvat, joiden laajuus vaihtelee aiheittain. Laajemmat kehityskuvaraportit julkaistaan kolmesta teemasta: Luonto ja hiilensidonta, logistiikka ja pitkän matkan henkilöliikenne sekä energia. Kaksi muuta teemaa on käsitelty kehityskuvina suppeammin, koska niistä on muuta selvitysaineistoa valmiina. Nämä teemat ovat vesihuolto ja vesivarat sekä vihreä teollinen tuotanto, kiertotalous ja maa-aineshuolto.

Tietopohjaa kaavan teemoista täydennetään tarvittaessa kaavatyön eri vaiheissa. Keskeisin uusi selvitys VISIO-kaavan lähtökohtana on [Vihreän siirtymän maankäyttötarpeet Uudellamaalla -selvitys](#).

Edellä kuvattujen teemojen lisäksi läpileikkaavina näkökulmina kaavatyössä korostuvat ilmastomuutokseen vastaaminen, turvallisuus, resilienssi ja huoltovarmuus sekä hyväksyttävyyys.

Kehityskuvat toimivat maakuntakaavan tausta-aineistona ja tavoitteiden määrittelyn pohjana sekä taustoittavat kaavan suunnitteluperiaatteita ja myöhemmin kaavaratkaisuja. Kehityskuvat on laadittu Uudenmaan liiton asiantuntijoiden omana työnä. Niiden laadinnassa on hyödynnetty uusinta tutkimustietoa, kuntien ja eri teemojen asiantuntijoiden osaamista sekä sidosryhmien näkemyksiä.

Kehityskuviin on koottu keskeiset tiedot teeman nykytilasta sekä kehityskuluista, jotka ovat nykytilaan johtaneet. Lisäksi kehityskuvissa arvioidaan tulevia näkymiä. Lopuksi on maakuntakaavoituksen tueksi tunnistettu keinoja, joilla kyseisen teeman osalta voitaisiin vahvistaa puhtaaseen, vihreään siirtymään liittyviä edullisia kehityskulkuja ja estää tai lieventää haitallisia.



# 1. Energiasektorin kehitys ja haasteet Uudellamaalla

Uudellamaalla fossiilisista polttoaineista luopuminen etenee osana Suomen hiilineutraalisuustavoitetta, jonka mukaan päästöjen pitäisi olla nettonollassa vuoteen 2035 mennessä. Hiilineutraali Uusimaa 2030 -tiekartan Nopea ja reilu energiasiirtymä -painopisteessä pyritään erityisesti päästöttömään energiantuotantoon. Tiekartassa myös linjataan, että fossiilisista polttoaineista luopumisen lisäksi olisi pitkällä tähtäimellä siirryttävä pois polttoon perustuvasta energian tuotannosta. Nopea eteneminen on kriittistä paitsi ilmaston myös energian huoltovarmuuden kannalta, erityisesti geopoliittisten muutosten, kuten Venäjän energiariippuvuuden purkamisen vuoksi. Olennaista maakunnallisen päästötavoitteen saavuttamisen kannalta on pääkaupunkiseudun energiantuotannon kääntäminen hiilineutraaliksi.

Energiasektori, joka kattaa kulutussähkön, rakennusten lämmityksen sekä teollisuuden energiankulutuksen, on Uudenmaan maakunnan suurin päästölähde. Vuonna 2022 energiasektorin päästöt olivat yli puolet kaikista Uudenmaan päästöistä Syken Hinku-laskennan mukaan. Energiasektorin päästöt ovat laskeneet Uudellamaalla yli 30 prosenttia vuoden 2005 tasosta. Energiasektorin sisällä suurin päästölähde Uudellamaalla vuonna 2022 oli kaukolämpö, jonka päästöt kattoivat yli 60 prosenttia sektorin päästöistä. Pääkaupunkiseudulla kaukolämmityksen kasvihuonekaasupäästöt kuitenkin laskivat 31 prosenttia vuonna 2023 edellisvuoteen verrattuna sekä 15 prosenttia verrattuna vuoteen 2021. Syynä tähän oli energiamuotojen käytön muutos: kivihien käyttö väheni 44 prosenttia kun taas biopolttoaineiden käyttö kasvoi

50 prosenttia ja maakaasun käyttö yli 130 prosenttia. Myös lämpöpumppujen käyttö lisääntyi lähes 40 prosenttia. Kaukolämmön päästöjen tulevaan kehitykseen vaikuttavat erityisesti pääkaupunkiseudun energiayhtiöiden investoinnit ja voidaan olettaa, että tulevina vuosina sähkökattiloiden ja lämpövarastojen määrä pääkaupunkiseudulla tulee edelleen kasvamaan. Monissa muissa Uudenmaan kunnissa fossiilisista polttoaineista luopumisessa on jo edetty, ja kaukolämpö tuotetaan pääosin puupohjaisilla biopolttoaineilla.

Öljylämmityksestä luopumista edistetään valtakunnallisilla tuki- ja avustuskansioilla. ELY-keskus myöntää pientalojen omistajille avustuksia öljylämmityksen poistamiseen ja korvaamiseen muilla lämmitysjärjestelmillä. Avustettavien remonttien on oltava valmiita viimeistään 31.8.2025. Lisäksi öljylämmityksestä luopumiseen voi saada korotetun kotitalousvähennyksen vuosina 2022–2027. Kunnat voivat hakea Asumisen rahoitus- ja kehittämisskeskukselta (ARA) avustuksia omistamiensa kiinteistöjen öljylämmityksestä luopumiseen. Avustuksen maksatusaika päättyy 30.9.2025, johon mennessä hankkeiden tulee olla valmiita.

Viimeisen kymmenen vuoden aikana Uudenmaan alueen sähkönkulutus on kasvanut hieman, joten päästöjen lasku pidemmällä aikavälillä selittyy sähkönkulutuksen ominaispäästöjen (päästökertoimen) laskulla. Kulutussähkön ja sähkölämmityksen päästöjen odotetaan edelleen laskevan uusiutuvan energian tuotannon lisääntyessä, ja tässä myös Uudenmaan alueen energiayhtiöiden investoinneilla Uudenmaan ulkopuolella on merkittävä rooli.

Nopean ja reilun energiasiirtymän kannalta alueella toimivat energiayhtiöt muodostavat keskeisimmän sidosryhmän. Kuntien ja kaupunkien rooli korostuu erityisesti uusien investointien vaatimassa kaavoituksessa, ja muiden viranomaisten rooli hankkeiden luvituksessa. Uusiutuvan energian käytön kasvu, energiantuotannon hajauttaminen sekä sen ajallinen vaihtelu edellyttävät vahvaa kanta- ja jakeluverkkoa. Sen osalta Fingrid sekä jakeluverkkoyhtiöt (Caruna, Helen sähköverkko sekä muut alueet jakeluverkkoyhtiöt) ovat keskeisiä

sidosryhmiä. Uusiin ratkaisuihin, kuten pienydinvoimaan ja hiilidioksidin talteenottoon liittyen myös päätöksentekijät niin kansallisella kuin EU-tasollakin ovat keskeinen sidosryhmä. Innovaatiotoiminnassa yritykset, Business Finland ja muu innovaatioekosysteemi ovat tärkeitä sidosryhmiä.

Polttoon perustuvasta lämmön- ja sähköntuotannosta luopuminen edellyttää huomattavia investointeja sekä uusien teknologioiden käyttöönottoa Uudellamaalla. Lisäinvestointeja tarvitaan mm. lämpöpumppuihin ja hukkalämpöjen hyödyntämiseen.

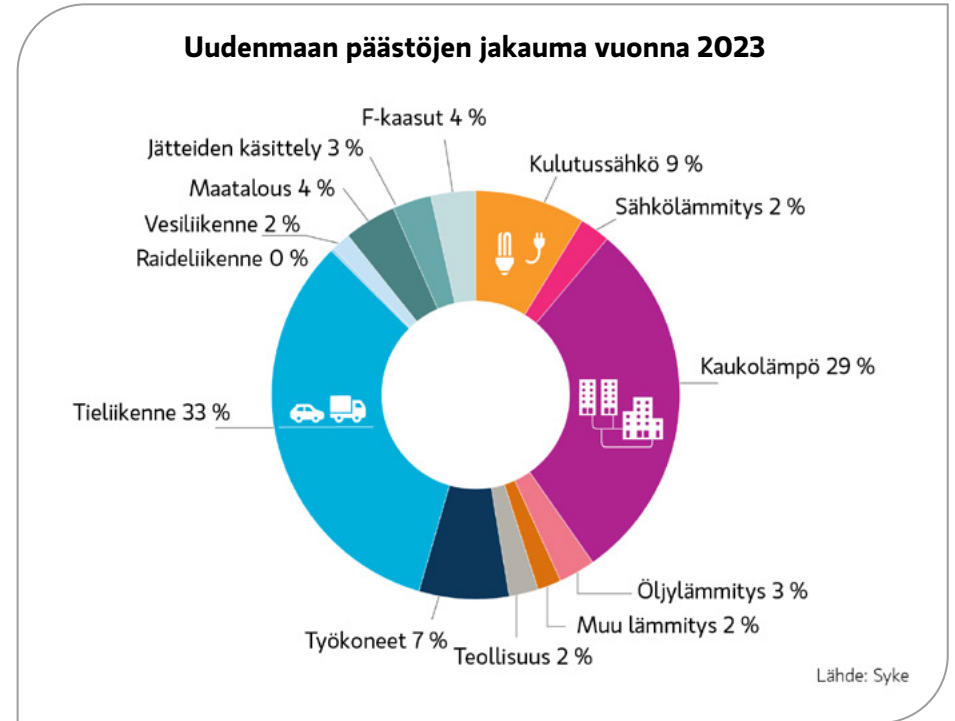
Energiasektorin osalta hiilineutraaliuden saavuttamisen haasteet liittyvät erityisesti kaukolämmöntuotannon päästöttömyyden edellyttämiin lisäinvestointeihin, kansallisen sähköntuotannon hiilineutraaliuden saavuttamiseen, sähköverkon vahvistamiseen sekä sähköntuotannon kausivaihtelun tasaamiseen.

Pääkaupunkiseudun energiayhtiöt tavoittelevat kaikki hiilineutraaliutta tai hiilinediativisuutta vuoteen 2030 mennessä. Vantaan Energian jätteen energiahödyntämisen osalta hiilineutraalius ja edelleen hiilinediativisuus edellyttää hiilidioksidin talteenottoratkaisua, sillä energiahödynnettävässä jätteessä on mukana myös fossiilista hiiltä. Hiilidioksidin talteenottolaitoksen osalta kaavamuutos on tullut vireille alkuvuodesta 2024. Yhtiö kuitenkin toteaa, että hiilidioksidin talteenoton edellytyksenä ovat muun muassa riittävät kannustimet talteenotolle ja talteenottoa tukeva sääntely, teknologian ja varastointilogistiikan kehittyminen sekä kustannustason aleneminen.

Hiilidioksidin talteenotolla myös Hyvinkäällä käytettävä Fortumin Riihimäen jätteenpolttolaitosten kaukolämpö saataisiin vähäpäästöiseksi. Fortum tavoittelee Riihimäelle teollisen mittakaavan pilottitehdasta, joka valmistaisi muoviva jätteenpoltossa talteen otetusta hiilidioksidista. Tehdas käynnistyisi vuosien 2027 ja 2028 tienoilla.

Lämpöpumppeihin ja sähkökattiloihin nojaava lämmöntuotanto vaatii yhä enemmän sähköä. Samalla koko yhteiskunnan, kuten liikenteen ja teollisuuden sähköistyminen sekä vedyntuotanto lisäävät sähkönkulutusta. Tämä edellyttää laajoja muutoksia ja investointeja sähköverkkoon sekä pääkaupunkiseudulla että koko Suomessa. Lisäksi tarvitaan kasvavassa määrin sähkövarastoja, sähköntuotannon ja kulutuksen joustoa sekä sektori-integraatiota, joka tasaa eri sektoreiden kulutus- ja tuotantopiikkejä. Vaikka kiinteistökohtainen ja muu energian pientuotanto on kasvussa, tapahtuu valtaosa energiantuotannosta jatkossakin suurissa yksiköissä, mukaan lukien tuuli- ja aurinkopuistot.

Kuvassa 1 on esitetty Uudenmaan käyttöperusteiset päästöt vuonna 2023. Tieliikenteen päästöt ovat nyt jo suurin yksittäinen osatekijä Uudenmaan energiankäytössä ja kasvihuonekaasupäästöissä. Muutos johtuu paljolti kaukolämmön tuotannon varsin nopeasti edenneestä muuttumisesta vähempipäästöiseksi. Vuonna 2023 tieliikenteessä käytettiin koko Suomen tasolla noin 161 petajoulea energiaa, jossa polttoaineiden osuus väheni hieman edellisvuodesta. Sähkön osuus tieliikenteen energiankulutuksesta kasvaa jatkuvasti, mutta oli edelleen ainoastaan 2 % vuonna 2023. Samalla nestemäisten biopolttoaineiden osuus nousi 16 %:iin. Dieselöljyn kulutus väheni merkittävästi, kun taas moottoribensiinin kulutus kasvoi hieman. (Tilastokeskus 2024)



Kuva 1. Uudenmaan käyttöperusteiset päästöt vuonna 2023, ennakkotieto. (<https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi/>)



## 2. Tapahtunut kehitys energiamuodoittain

### 2.1 Aurinkoenergia

Uudenmaan aurinkoenergiaselvitys (2017) toimi Uusimaa-kaavan aurinkoenergiaa koskevan kaavaratkaisun taustaselvityksenä. Kaavassa annettiin aurinkoenergiaa koskeva suunnittelusuositus. Selvityksen laadinnan aikana ei ollut vielä nähtävissä teollisen aurinkoenergiatuotannon kehittyminen nykyisen kaltaisiksi suuriksi, jopa useamman sadan hehtaarin tuotantoalueiksi.

Aurinkoenergiaprojektien koko on siis kasvanut merkittävästi viime vuonna, ja nyt puhutaan jo useiden satojen hehtaareiden ja satojen megawattien hankkeista. Hankkeet toteutetaan tyypillisesti vähäpuustoisille tai joutomaille, kuten suo- ja turvetuotantoalueille, mutta enenevässä määrin myös metsäalueille sekä pelloille. Suurissa hankkeissa toimii suuruuden ekonomia, ja sähköliittymäkustannukset ovat keskeisiä kannattavuustekijöitä. Uudella maallakin on vireillä lukuisia teollisen kokoluokan aurinkoenergiaprojekteja. Teollisen kokoluokan aurinkoenergiaprojektien maankäyttöohjaus on osoittautunut haasteelliseksi. Tällä hetkellä merkittävä osa suunnitelluista vihreän siirtymän hankkeista Uudellamaalla keskittyy teollisen mittaluokan aurinkovoimaloihin.

Teollisen mittaluokan aurinkoenergian tuotantoalueet toteutuvat hajautettuina ratkaisuuina, mutta yksittäisenkin paneelikentän koko voi ylittää sata hehtaaria. Yksittäisen aurinkovoimalan vaikutukset ovat tapauskohtaisia ja riippuvat hankkeen koon lisäksi mm. voimalan sijoittumispaikasta ja sen ominaispiirteistä. Pienet yksittäiset hankkeet voivat yhdessä läheisten hankkeiden



kanssa muodostaa merkittävän kokonaisuuden, jolloin yksittäiset hankkeet ovat kokoansa merkittävämpiä. Pienet yksittäiset hankkeet voivat myös ainakin teoriassa haitata isompien hankkeiden toteuttamista aurinkoenergian tuotantoon parhaiten soveltuville paikoille. Hankkeen seudullista merkitystä arvioitaessa tulee joka tapauksessa huomioida eri hankkeista muodostuva kokonaisuus (Lähde: ViSi -selvitys).

## 2.2 Tuulivoima

Suomessa on erinomainen tuulivoimapotentiaali, ja tuulivoimalla on keskeinen merkitys energiasektorin hiilineutraaliustavoitteille. Aalto-yliopiston arvion mukaan Suomeen tarvitaan lähitulevaisuudessa 100–300 TWh tuulivoimaa, mikä tarkoittaa noin 2300 kpl 10 MW voimalaa. Tällä hetkellä tuulivoima Suomessa rakentuu jo markkinaehtoisesti maa-alueille. Uudellamaalla tuulivoima ei kuitenkaan tule olemaan osa hiilineutraaliustavoitteiden ratkaisua tällä vuosikymmenellä johtuen mm. tiheästä asutuksesta ja muista melulle häiriintyvistä toiminnoista, luontoarvoista sekä viimekädessä puolustus- ja rajavalvontakysymyksistä.

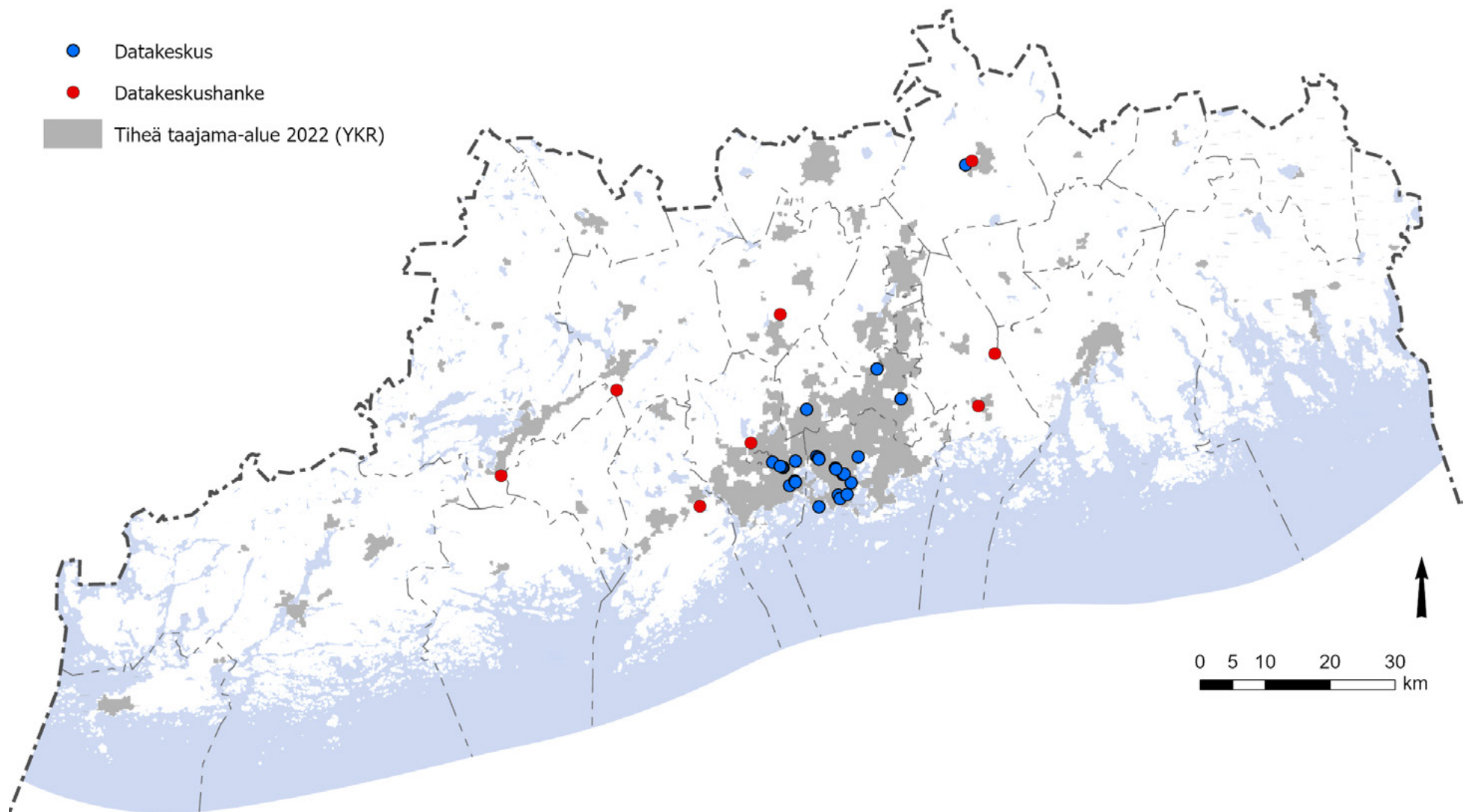
Tuulivoiman rakentaminen merialueille Suomessa ei toistaiseksi ole täysin markkinaehtoista, vaikka teknologia on kehittynyt ja potentiaalia on runsaasti. Vaikka merituulivoima on edelleen maatuulivoimaa kalliimpaa, ovat ensimmäiset hankkeet parhaillaan lähdössä liikkeelle. Metsähallituksen ensimmäisen tuotantoalueen Korsnäsissä vuokrasi Vattenfall, joka rakentaa alueelle 1300 MW:n puiston. Yhteensä näköpiirissä olevat alueet mahdollistavat 6000 MW tuotantokapasiteetin. Yksi merituulivoimalle varatuista liityntäpisteistä Suomen sähkönsiirron kantaverkkoon sijaitsee Inkoossa, mutta merituulivoimaa Uudellamaalla koskettaa samat valvontasensoreihin liittyvät kysymykset kuin maatuulivoimaakin.

Talousvyöhykkeen tuulivoimaa säätelevä lainsäädäntötyö on parhaillaan meillä. Suomenlahdella talousvyöhyke on kapea, mutta pitkällä aikavälillä merituulivoimapotentiaalia voi löytyä talousvyöhykkeen länsilaidalta.

## 2.3 Hukkalämmöt

Hukkalämpöä otetaan talteen lämpöpumpuilla, ja teknologia on sama kuin ympäristölämpöjen hyödyntämisessä. Tärkeää on löytää kohteita, joista saadaan riittävä ja tasainen lämpövuoto, kuten konesalit (datakeskukset) ja jätevedenpuhdistamot. Uudellamaalla vireillä olevat lukuisat datakeskushankkeet tarjoavat runsaasti hukkalämpöä hyödynnettäväksi. Ongelmana on lähinnä se, minne tätä lämpöä voitaisiin siirtää, mikäli sali ei sijaitse riittävän kaukolämpöverkon välittömässä läheisyydessä. Käytännössä hyödyntämiseen vaaditaan varsin suuri kaukolämpöverkko. Kaukolämpöverkoissa hukkalämmöllä voidaan kasvattaa paluuveden lämpötilaa ja kierrättää sitä käyttöön matalalämpökohteissa.

Datakeskusten hukkalämmön hyödyntämisestä tulee tulevaisuudessa tiukemmin säädeltyä (Energiavirasto, EU:n energiatehokkuusdirektiivi). Hukkalämpöjen hyödyntämisen keskeisinä sidosryhminä ovat datakeskustoimijat, kunnalliset jätevesilaitokset sekä HSY, jonka jätevedestä talteen otettu lämpö käytetään tosin kokonaisuudessaan omiin prosesseihin.



Kuva 2. Dakeskukset ja dakeskushankkeet Uudellamaalla 2024.

## 2.4 Maalämpö ja geoterminen energia

Uudenmaan liiton selvityksessä (2020) on todettu, että Uudellamaalla on erittäin hyvä potentiaali niin maalämmön kuin keskisyvän ja syvän geotermisen energian hyödyntämiselle. Erityisen hyvinä alueina näyttäytyvät Loviisan, Lapinjärven, Hangon ja Raaseporin alueet, mutta myös Helsingin seudulta on löydettävissä potentiaaliltaan myönteisesti erottuvia alueita. Uudenmaan hyvään potentiaaliin vaikuttavat paitsi geologiset piirteet, myös ilmastolliset olosuhteet ja muuta maata korkeammat vuosittaiset keskilämpötilat. Vaikka St1:n syvän geotermisen energian hanke Otaniemessä ei johtanut kaupalliseen tuotantoon, on keskisyvän geotermisen energian hankkeita vireillä useita. Esimerkkeinä hankkeista mainittakoon Laakson sairaalan yli 3km syvät lämpökaivot ja Vantaan Energian vuonna 2023 käyttöönottava geoterminen lämpölaitos Varistossa. Geotermisen energian hyödyntämisen haasteet liittyvät ensi sijassa porausteknologiaan. Porausteknologian on vielä kehityttävä, ennen kuin poraaminen on kaupallisesti kannattavaa. Erityisesti kallioperän murrosvyöhykkeet ovat aiheuttaneet keskisyvän geotermisen energian hankkeissa haasteita.

## 2.5 Ydinvoima ja pienydinvoima

Ydinenergian suurin vahvuus on kyky tuottaa energiaa vakaasti säästä riippumatta. Suomessa on Eurajoen Olkiluodossa kolme ydinvoimayksikköä ja Loviisassa kaksi. Kaikki nämä yksiköt edustavat perinteistä, suuren kokoluokan ydinvoimateknologiaa. Viime vuosina ydinenergiakeskustelun keskiöön ovat nousseet modulaariset pienydinvoimalat, joista käytetään kirjainlyhennettä SMR. Kyseessä on ydinvoimala, joka koostuu suhteellisen pienikokoisista ja itsenäisistä ydinreaktoreista. Näiden reaktoreiden teho on yleensä alle 300 megawattia, kun taas perinteisten suurempien ydinreaktoreiden teho voi olla useita tuhansia megawatteja. SMR-voimalan suurimmat edut verrattuna perinteiseen ydinvoimalaan ovat turvallisuus ja taloudellisuus. Monet SMR-suunnitelmat, etenkin suunnitelmat koskien ainoastaan lämpöä tuottavia voimaloita,

perustuvat passiivisiin turvajärjestelmiin, jotka eivät tarvitse ulkoista sähköä tai ihmisen väliintuloa hätätilanteissa. Modulaarinen rakentaminen puolestaan mahdollistaa tuotannon mittakaavaedut ja kustannusten alenemisen, koska samanlaisia yksiköitä voidaan valmistaa teollisessa mittakaavassa.

Pienydinvoimaloilla voidaan tuottaa sekä sähköä että lämpöä, mutta ainakin Suomessa voimakkainta kiinnostusta on herättänyt pelkkään lämmön tuotantoon suunniteltu SMR. Modulaariset pienydinvoimalat nähdäänkin yhtenä potentiaalisena ratkaisuna polttoon perustumattoman, ajallisesti tasaisen sähkön- ja lämmöntuotannon lisäämisessä (Ilmastotyön tilannekuva). Ensimmäiset kaupalliset hankkeet maailmalla voidaan toteuttaa jo tällä vuosikymmenellä, mutta Suomessa kansallinen säätely on valmis ehkä vasta 2027/28, mikä lykkäisi kaupalliset sovellukset 2030-luvulle. Asiassa on kuitenkin jo edetty ja helmikuussa 2024 astui voimaan uusi ydinvoimalaitosten sijoittumista koskeva Säteilyturvakeskuksen (STUK) määräys. Keskeistä uudessa määräyksessä on se, että laitoksen ympärillä olevista kategorisista 5 kilometrin suojavyöhykkeestä ja 20 kilometrin varautumisalueesta on luovuttu. Jatkossa vyöhykkeet määritellään aina tapauskohtaisesti.

Helen on solminut suomalaisen Steady Energy Oy:n kanssa aiesopimuksen, jonka tavoitteena on mahdollistaa investoinnit pieneen ydinlämpölaitokseen. Myös Keravan Energia ja Steady Energy ovat allekirjoittaneet sopimuksen, joka tähtää ydinlämpölaitoksen rakentamiseen.

## 2.6 Metsäbioenergia ja biokaasu

Puupohjaisten biopolttoaineiden kysyntä on kasvanut ja hinta noussut Venäjän tuonnin loppumisen myötä. Uudenmaan hankinta-alue on huomattavan laaja, ja muiden maakuntien kilpailevat käyttötarpeet heijastuvat polttoaineen saatavuuteen. Viime vuosien voimakkaat hakkuut ovat pienentäneet Suomen metsien hiilinielua.

Biovoimalaitoksessa voidaan tuottaa joko lämpöä ja sähkö tai ainoastaan lämpöä. Sähkön ajoittainen halpuus on tehnyt sähkökattiloista kilpailukykyisen lämpöenergian tuotantomuodon, mikä osaltaan vähentää puupolttoaineeseen kohdistuvaa kysyntäpainetta. Biomassan polton käyttö on kasvanut ja kasvaa edelleen vuoteen 2030 mennessä, mutta polttoon perustuvasta lämmöntuotannosta ollaan kuitenkin pääkaupunkiseudulla luopumassa vuoteen 2040 mennessä.

Uusimaa -kaavassa tehtiin metsäbioenergian käsittelyä varten taustaselvitys (2017), Selvitys Uudenmaan metsäbioenergiapotentiaalin nykytilasta ja tulevaisuudesta metsätalouden näkökulmasta. Selvityksen perusteella metsäbioenergian todettiin olevan yksi kestävä metsien käytön osa-alue.

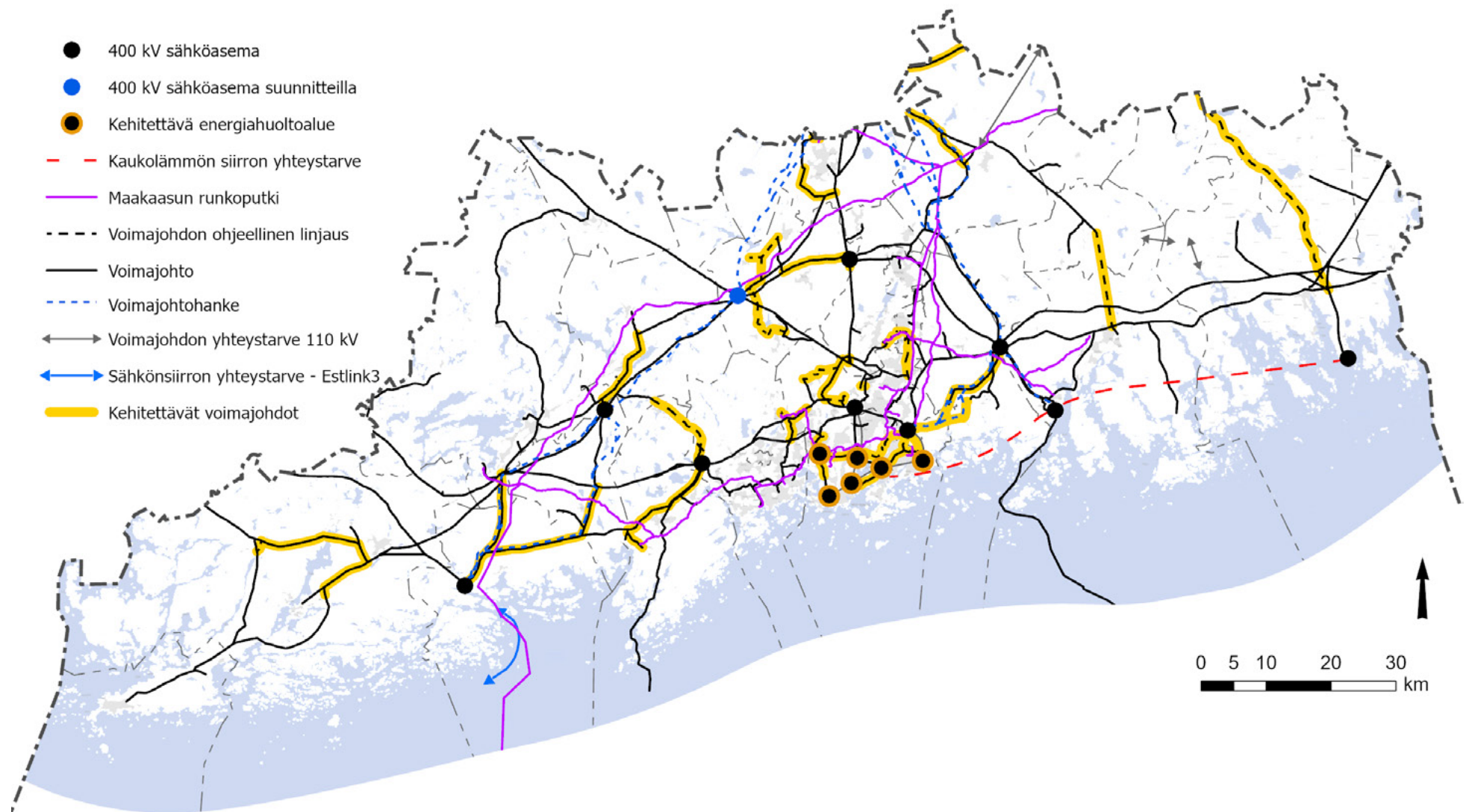
Biokaasun keskeinen käyttökohde on paikallinen käyttö teollisuustuotannossa. Liikennekäytössä biokaasu on ainakin toistaiseksi lähinnä raskaan liikenteen polttoaine, koska EU:n päästöstandardi katkaisi kaasukäyttöisten henkilö- ja pakettiautojen kannan kasvun vuonna 2022. Jakeluinfra on liikennekäytön kannalta kriittinen tekijä. Biokaasulle on asetettu hyvin haastavat tuotantotavoitteet, ja tavoitteena on nelinkertaistaa tuotanto 2030 mennessä. Kasvupotentiaalia on etenkin biometaanissa, ja kasvu tapahtuu isojen, teollisuuslaitosten yhteydessä sijaitsevien biokaasulaitosten kautta.

## 3. Tapahtunut kehitys – Energian siirto

Siirtoverkot ovat kriittinen pullonkaula vihreän siirtymän hankkeille (ViSi-selvitys). Tarvittava energiansiirto Suomen sisällä kasvaa merkittävästi, kun sähkön tuotanto ja kulutus eriytyvät yhä enemmän eri alueille. Väestö pakkautuu etelän kasvukeskuksiin ja energian tuotanto sijoittuu harvemmin asutuille alueille etenkin Länsi- ja Pohjois-Suomeen. Näköpiirissä siirtävän vetytalouden energiatarpeet korostavat energiansiirtoon liittyviä vaatimuksia. Uudenmaan haasteena onkin se, että meiltä lähestulkoon kokonaan puuttuu oma uusiutuva sähköntuotantoinfrastruktuuri.

Tällä hetkellä sähkönsiirron kantaverkossa Suomessa erityisesti länsi-itä-suuntaiset siirtoyhteydet ovat alikehittyneet. Tarpeet pohjoiseteläsuuntaisten yhteyksien kapasiteetin kasvattamiseen ovat kuitenkin akuutimpia johtuen Etelä-Suomen kasvusta ja tuulivoiman tuottamisesta erityisesti Pohjois-Pohjanmaalla ja Pohjanlahden rannikolla. Yksittäinenkin suuren kokoluokan investointi minne hyvänsä voi nopeasti luoda tarpeen kehittää siirtoyhteyksiä.

Uudellamaalla on käynnissä useita merkittäviä voimajohtohankkeita, joista esimerkkejä ovat: Anttila–Länsisalmi 400 kV:n voimajohto, Hausjärvi–Anttila 400 kV:n voimajohto, Helsingin 400 kV:n kaapeliyhteys ja Porvoo–Askola 110 kV:n voimajohto. Näiden hankkeiden taustalla on tarve vahvistaa sähkönsiirtoverkkoa vastaamaan kasvavaa kulutusta, parantaa toimitusvarmuutta ja tukea Suomen tavoitetta saavuttaa hiilineutraalius vuoteen 2035.



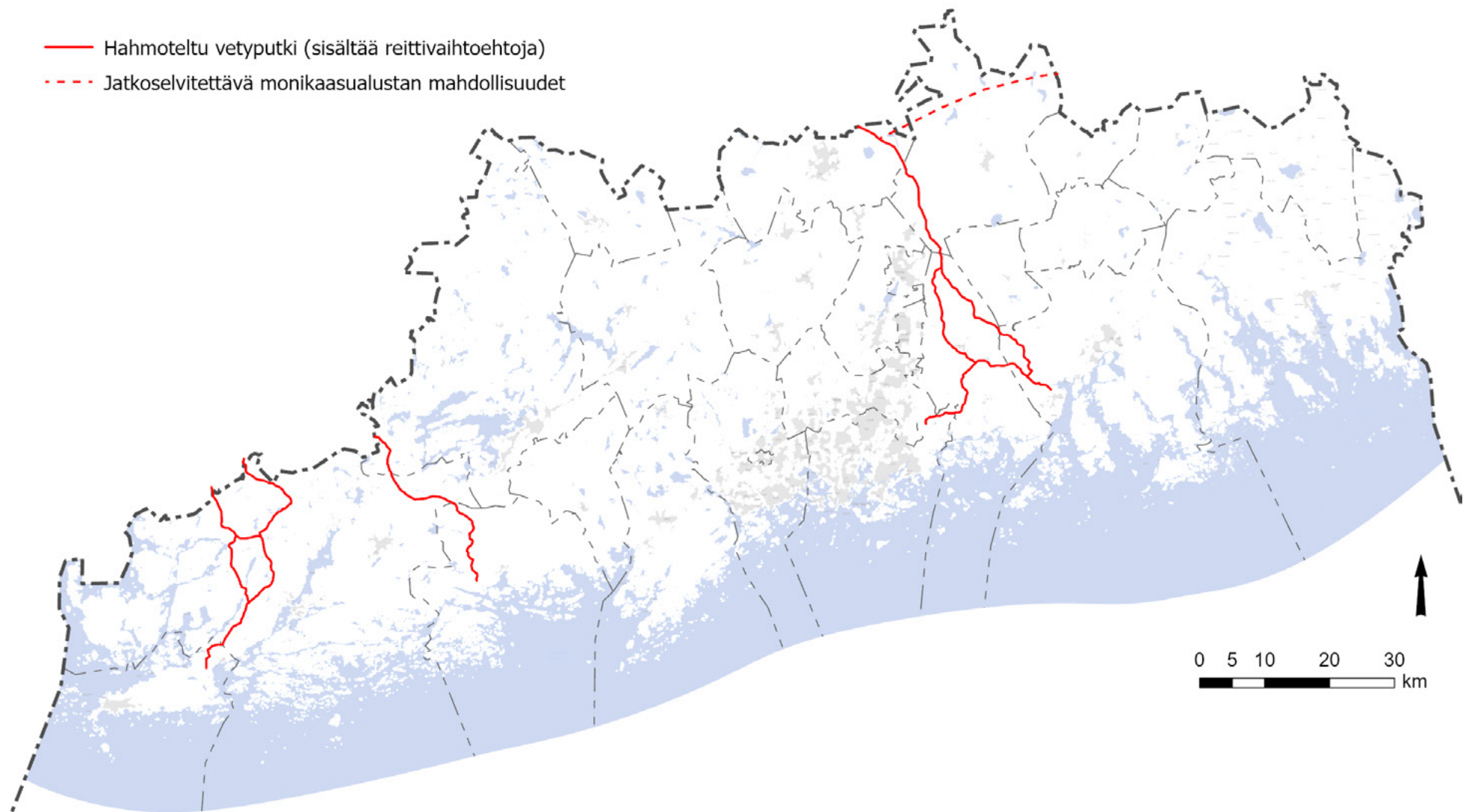
Kuva 3. Energian siirtoon liittyvät maakuntakaavamerkinnot täydennettynä merkittävimmillä uusilla lisäyksillä voimajohtoverkkoon.

Vuonna 2022 Fingrid ja Elering (Viron kantaverkkoyhtiö) allekirjoittivat aiesopimuksen EstLink 3:n suunnittelun aloittamisesta, ja hankkeen arvioidaan valmistuvan vuoteen 2035 mennessä. EstLink 3 -yhteyden kapasiteetin on arvioitu olevan 700–1000 megawattia.

Energiaa ei aina kannata välttämättä siirtää sähkönä, vaan vedyn siirrolla putkia pitkin on puolensa. Yhdellä 120 cm läpimittaisella putkella saadaan siirrettyä energiamäärä, joka vastaa 15 kappaletta 400 kV voimajohtoa. Gasgrid laatii parhaillaan suunnitelmia vedyn siirtoverkoksi Suomessa ja tähän liittyviä linjausvaihtoehtoja on tyrkyllä myös Uudellemaalle.

Gasgridin Nordic-Baltic Hydrogen Corridor -hanke, jonka tavoitteena on vetyinfrastruktuurin kehittäminen Suomesta Viron, Latvian, Liettuan ja Puolan kautta Saksaan vuoteen 2030 mennessä, sai 8.4.2024 Euroopan Parlamentin ja Eurooppa-neuvoston hyväksynnän PCI-statukselleen (Project of Common Interest). PCI-hankkeiden tarkoituksena on rakentaa entistä integroituneemmat ja kestävämmät energiamarkkinat EU:n ja tukea energia- ja ilmastotavoitteiden toteutumista. (<https://gasgrid.fi/hankkeet/nordic-baltic-hydrogen-corridor/>)





Kuva 4. Kansallisen vetyverkon reittisuunnitelma Uudenmaan alueella. Linjaukset ovat suurpiirteisiä ja sisältävät vaihtoehtoisia reittejä. (Gasgrid 11/2024)



## 4. Tapahtunut kehitys – Energian varastointi

Yhteistyö energiantuotannon, -siirron ja varastoinnin välillä tulee huomioida, jotta vihreän siirtymän hankkeita voidaan edistää laajalla alueella (ViSi-selvitys).

Energian varastointi on muodostumassa suureksi ongelmaksi energian tuotannon muuttuessa luonteeltaan sellaiseksi, että siinä ei ole inertiaa. Tuulesta saadaan sähköä ainoastaan silloin kun tuulee, auringosta saadaan sähköä, kun paistaa. Tuotanto on siis äkkinäistä ja vaihtelevaa ja verkossa on suhteellisesti vähemmän ja vähemmän sellaisia tuotantomuotoja ja -laitoksia, jotka vastustaisivat ja tasaisivat näitä nopeita muutoksia.

Sähköenergiaa voidaan varastoida akkuihin, mutta nämä laitokset ovat pääasiassa varsin pieniä suhteessa tehon tarpeeseen. Lisäksi lataus- ja purkamisajat eivät pääsääntöisesti ole riittävän nopeita sähköverkkojen tasapainottamiseen. Energiaa voidaan varastoida myös veteen pumppulaitoksissa. Tällöin pumpataan ylijäämäsiivillä ylempänä sijaitseva vesiallas täyteen ja tarvittaessa vapautetaan vettä turbiinien kautta alas ja saadaan sähköä. Energiaa voidaan varastoida myös lämpönä veteen. Tällöin energia yleensä myös käytetään lämpönä kuten esimerkiksi kaukolämpöverkossa. Pääkaupunkiseudulla Helen ja Vantaan energia ovat investoineet suuriin kallioon louhittuihin lämpövarastoihin. Hyvinkäälle kaavaillaan lämpöaltaita vanhalle soranottoalueelle.



## 4.1 Mitä on vetytalous?

Vastataksemme otsikon kysymykseen vetytaloudesta on ensin tiedettävä, mitä vety on ja millaisia ominaisuuksia sillä on. Vety (kemiallinen merkki H) on epämetalli ja jaksollisen järjestelmän ensimmäinen alkuaine. Vety on väritön, hajuton ja mauton kaasu normaalissa lämpötilassa ja paineessa. Se on kevein kaikista alkuaineista. Vety on maailmankaikkeuden yleisin alkuaine ja muodostaa noin 75 % sen näkyvästä aineesta. Maapallolla vetyä esiintyy kuitenkin lähinnä yhdisteinä, kuten vedessä (H<sub>2</sub>O) ja orgaanisissa molekyyliissä. Vetyatomit voivat yhdistyä muodostaen vetymolekyyliä (H<sub>2</sub>), jotka ovat kaasun tavallisin muoto.

Vetytalous puolestaan viittaa taloudelliseen järjestelmään ja energiainfrastruktuuriin, jossa vetyä käytetään laajalti energiakantajana ja polttoaineena. Tavoitteena on hyödyntää vetyä puhtaana ja kestäväenä energianlähteenä, mikä mahdollistaa hiilidioksidipäästöjen vähentämisen. Vetytalous pyrkii tarjoamaan vaihtoehdon perinteisille fossiilisille polttoaineille osana laajempaa siirtymistä kestävämpään energiakäyttöön. (<https://kinno.fi/wp/wp-content/uploads/Tiekartta-Kymenlaakson-vetytalouteen-Loppuraportti.pdf>)

Vetytaloudessa vety on ensi sijassa energian siirrin, mutta on olemassa käyttökohteita, joissa sitä käytetään kemikaalina, joko polttoaineena tai raaka-aineena. Vedyn ominaisuudet – se on molekyyleistä pienin ja siksi vuotaa helposti ja se, että se on nestemäistä ainoastaan todella alhaisessa lämpötilassa (-253°C) – lisää huomattavasti vaatimuksia sen varastoinnissa ja siirrossa käytetyille infralle verrattuna vaikkapa maakaasuun tai ammoniakkiin. Myös vedyn tilavuusenergiatiheys on varsin huono, joten nestevedyn varastointi vie enemmän tilaa kuin vastaavan energian varastointi jollain muulla polttoaineella. Vetyä voidaan varastoida myös kaasuna puristettuna suureen paineeseen, mutta jotta päästäisiin käytännöllisiin tilavuusenergiatiheyyksiin, on varastoinnissa käytettävä jopa noin 700 kertaista ilmakehän painetta eikä tällöinkään vielä saavuteta nestemäisen vedyn tilavuusenergiatiheyttä. Suuri paine on luonnollisesti suuri haaste vedyn varastoinnissa.

Vetytalouteen liittyy paljon käsitteitä, jotka eivät välttämättä ole yleisesti vielä merkitykseltään tuttuja. Alla listattuna niistä muutamia, lähteenä ViSi-selvitys:

- **P2X eli Power-to-X:** Teknologiat ja prosessit, joissa sähköä käytetään muuntamaan energiaa tai raaka-aineita muihin muotoihin. Nämä teknologiat mahdollistavat uusiutuvan energian, kuten tuuli- ja aurinkovoiman, varastoinnin, hyödyntämisen ja muuttamisen erilaisiksi polttoaineiksi, kemikaaleiksi tai raaka-aineiksi teollisuuden tarpeisiin.
- **Vetylaitos:** Teollinen laitos, jossa suoritetaan elektrolyysiä. Elektrolyysi on kemiallisen yhdisteen hajottamista sähkövirran avulla. Käytännössä vetylaitoksessa hajotetaan vesi vedyksi ja hapeksi. Vihreällä vedyllä voidaan varastoida ja siirtää energiaa päästöttömästi. Tällä hetkellä vetyä käytetään eniten kemianteollisuudessa, mm. osana lannoitteiden valmistusprosessia. Siirtoverkko voi toimia myös varastona monimuotoisille kaasuille.
- **Vetylaakso:** Alueellisten toimijoiden verkosto, jossa on edustettuina vetytalouden arvoketjun eri toimijat. Vetylaakso yhdistää infrastruktuurin, puhtaan vedyn varastoinnin ja siirron sekä palvelee kaikkia vetyarvoketjun toimijoita.
- **Vihreä metaani (P2X):** Teollinen laitos, joka tuottaa vihreää metaania. Vihreää metaania voidaan tuottaa joko mädättämällä orgaanisia aineita tai yhdistämällä vetyä ja hiilidioksidia. Tässä määritelmänä vedyn ja hiilidioksidin yhdistäminen.
- **Synteettinen metanoli (P2X):** Teollinen laitos, jossa tuotetaan synteettistä metanolia. Synteettinen metanoli tarkoittaa vihreän vedyn ja hiilidioksidin tai hiilimonoksidin hyödyntämistä metanolin tuotannossa.
- **Vihreä ammoniakki (P2X):** Teollinen laitos, jossa tuotetaan vihreää ammoniakkia. Ammoniakkia valmistetaan jalostamalla vetyä ja typpeä.
- **Vihreän teräksen valmistus:** Teollinen teräksen tuotantolaitos, joka käyttää teräksen valmistukseen vetypelkistettyä rautasientä ja valokaaritekniologiaa.

Vetytalouden perusedellytyksiä ovat uusiutuvan sähkön saatavuus, veden saanti, hiilidioksidilähteet (jatkojalosteille), logistiikka sekä mahdolliset loppukäyttäjät vedylle, jatkojalosteille ja/tai sivutuotteille. Vetytalous siis edellyttää tiettyjä perusraaka-aineita, mutta toisaalta lähes yhtä tärkeinä vetytalouden osatekijöinä voidaan pitää epäsuoria mahdollistajia, jotka liittyvät vetytalouden ja eri vetykonseptien taloudelliseen toteutettavuuteen. Ilman välttämättömiä raaka-aineita vedyntuotanto tai mikään versio vetyinfrastruktuurista ja eri jatkojalostusvaihtoehdoista ei onnistuisi, mutta taloudellisen kannattavuuden kannalta pelkillä vedyn raaka-aineilla ei voida toteuttaa alueellista tai paikallista vedyntuotantoa eikä siihen liittyvää infrastruktuuria (Tiekartta Kymenlaakson vetytalouteen -loppuraportti)

Vetyä käytetään synteettisten polttoaineiden eli sähköpolttoaineiden valmistuksessa. Fossiilisten polttoaineiden nykyisen käytön korvaaminen vetypohjaisilla sähköpolttoaineilla vaatisi nykyisen tuulivoimatuotannon kasvattamista noin kymmenkertaiseksi yksin vedyn tuotannon osalta. Sähköpolttoaineiden litrahinnaksi on arveltu muodostuvan n. 4–5 euroa, mutta arviot vaihtelevat. Mikäli laajamittaista tuotantoa jatkossa tehtäisiin Uudellamaalla, tulisi varmistaa sähkönsiirtoverkon riittävyys ja muualle rakennettu kestävä sähköntuotanto.

Ammoniakkia voidaan käyttää kantaja-aineena vetytaloudessa. Tällä tarkoitetaan sitä, että tuotetaan ensin päästöttömällä sähköllä elektrolyysiä käyttäen ns. vihreää vetyä, tuotetaan tästä vedystä ammoniakkia ja varastoidaan ja kuljetetaan ammoniakkia vedyn sijaan, koska varsinaiseen vetyyn verrattuna ammoniakki on paljon helpompaa siirtää ja varastoida. Tarvittaessa ammoniakki voidaan hajottaa vedyksi ja typeksi. Energiahäviöt tässä tuotantoketjussa ovat kokonaisuudessaan varsin pieniä, vaikkakaan eivät merkityksellisiä. Ammoniakilla on myös oleellisen tärkeää käyttöä lannoiteteollisuudessa ja sitä voidaan käyttää sellaisenaan polttoaineena sille optimoiduissa polttomoottoreissa.

Vetytaloudessa pyritään muodostamaan ns. vetytalousalueita. Tällainen alue voi sisältää infrastruktuuria, yrityksiä, tutkimuslaitoksia ja julkisen sektorin toimijoita, jotka kaikki tukevat vetytalouden kehittymistä ja laajentumista. Kyseessä on siis yhteistyö, koska nykyajan teollisuuslaitokset tekevät enää vain pienen osan kaikesta tuotannossa tarvittavasta itse (ViSi-selvitys). Vetytalousalueen rakentuminen vaatii myös uuden infrastruktuurin rakentamista, mikä mahdollistaa vedyn myymisen toisaalle. Yhteinen markkina-alue pitää vedyn hinnat tasaisempana. Samalla vältetään kalliiden ja vaikeasti tehtävien vetyvarastojen ylimääräiseltä rakentamiselta liian moneen paikkaan. (ViSi-selvitys)

Vetytalouteen panostaminen on monella tapaa järkevämpää alueilla, joissa on paljon tuulivoimaa. Tuulivoimasta saadun sähkön käyttäminen vedyn valmistukseen on hyvä vaihtoehto sähkön suoralle viennille, koska pitkillä matkoilla energian kuljettaminen kaasumaisessa muodossa voi olla 2–4 kertaa kustannustehokkaampaa kuin sähköenergiana. Kaasuinfrastruktuuri vie myös sähköverkkoa vähemmän tilaa. Hajautettu vedyntuotanto tuulivoimapuistojen yhteydessä ja vedyn siirto putkiston kautta voisi vapauttaa myös sähkönsiirtoverkon kapasiteettia ja järkevöittää maankäyttöä. (ViSi-selvitys)

Uudenmaan haasteet vetytalouden kehittämisessä liittyvät erityisesti puhtaaseen energian saatavuuteen. Uusimaa on nyt ja lähitulevaisuudessa lähes täysin riippuvainen muualta Suomesta siirrettävästä puhtaasta energiasta, joten erityistä huomiota tulee suunnata Uudellemaalle johtavien voimajohtoyhteyksien kehittämiseen sekä suunnitteilla olevan kansallisen vedynsiirtoverkon edistämiseen Uudellamaalla.

Vetytalous ottaa ensi askeleitaan kuitenkin myös Uudellamaalla, mainittakoon esimerkiksi Suomen ja Viron yhteinen vetylaaksohanke, ns. vihreän teräksen valmistukseen tähtäävän laitoksen rakentaminen Inkooseen sekä Porvoon Tolkkisiin suunnitteilla oleva vedyntuotantolaitos. Uudellamaalla on tosiasiaa lukuisia kilpailuetuja, kun mietimme vetytalouden

kehittymismahdollisuuksia. Nämä kilpailuvaltit asettavat Uudenmaan vahvaan asemaan, kun Suomi kehittää vetytalouttaan ja pyrkii osaksi kansainvälistä vetytalousverkostoa.

- Uusimaa on Suomen tiheimmin asuttu alue, jossa on suuri kysyntä energialle ja kuljetusratkaisuille. Tämä tekee alueesta houkuttelevan markkinan vetytalouden tuotteille ja palveluille.
- Uudellamaalla on hyvin merkittävää teollista ja kaupallista toimintaa, joka voi hyödyntää vetyä esimerkiksi prosessiteollisuudessa ja logistiikassa.
- Uudellamaalla on erittäin kehittynyt tie- ja rautatieverkosto, satamat sekä lentokenttä, mikä helpottaa vedyn jakelua ja käyttöä eri sektoreilla.
- Alueella on jo pitkälle kehittynyt energiainfrastrukturi, jota voidaan hyödyntää osana vedyn tuotantoa ja käyttöä.
- Uudellamaalla sijaitsevat Aalto-yliopisto, Helsingin yliopisto ja useat tutkimusorganisaatiot, jotka voivat edistää vetytalouden innovaatioita.
- Alueella on vahva teknologiateollisuuden keskittymä, joka voi kehittää ratkaisuja vedyn tuotantoon, varastointiin ja käyttöön.
- Pääkaupungin sijainti Uudellamaalla tekee maakunnasta poliittisesti merkittävän alueen, mikä voi nopeuttaa päätöksentekoa ja houkutelaa investointeja.

- Alue toimii porttina Suomeen, mikä helpottaa kansainvälistä yhteistyötä vetytalouden kehittämisessä.
- Uusimaa on ollut aktiivinen kestävän kehityksen hankkeissa, ja alueen kunnilla, kuten Helsingillä ja Espoolla, on kunnianhimoiset ilmastotavoitteet. Myös monet yritykset erityisesti pääkaupunkiseudulla ovat kiinnostuneita vähentämään hiilidioksidipäästöjä ja investoimaan uusiutuviin energialähteisiin.
- Uusimaa houkuttelee sekä kotimaisia että ulkomaisia sijoittajia, ja vetytalous voi hyötyä alueen hyvin kehittyneestä rahoitus- ja innovaatiokentästä.

# 5. Vihreän siirtymän asettamat vaatimukset maakuntakaavalle

## 5.1 ViSi-selvitys

Visi-selvityksessä (Selvitys vihreän siirtymän hankkeiden maankäyttötarpeista Uudellamaalla, 2024) on arvioitu Uudenmaan maakuntakaavan antamia valmiuksia ja tarpeita vihreän siirtymän hankkeiden tukemisessa. Selvityksen tulokset energian tuotannon maankäyttövaatimusten ja sijoittumiskriteerien osalta voidaan tiivistää seuraavasti:

Selvityksen keskeinen havainto on se, että Uudenmaan maakuntakaavoitus tarjoaa jo perustan vihreän siirtymän hankkeille, mutta tulevaisuuden tarpeisiin vastaamiseksi tarvitaan joustavampia ja tarkempia maankäytön ratkaisuja. Erityisesti teollisuus- ja logistiikka-alueiden sekä energiainfrastruktuurin kehittäminen on avainasemassa, jotta Uusimaa voisi houkuttaa merkittäviä vihreän siirtymän investointeja. Vaikka Uudenmaan nykyiset maakuntakaavat tarjoavat pääosin hyvät puitteet vihreän siirtymän hankkeille, on tarpeen tehdä joitakin päivityksiä ja tarkennuksia.

Vihreän siirtymän hankkeet vaativat suuria pinta-aloja, erityisesti aurinkovoima- ja vedyn tuotantoon liittyvät hankkeet. Sijoittumiskriteereihin kuuluvat keskeisesti läheisyys energiaverkkoihin, hyvät logistiset yhteydet, tasainen maasto ja selkeät maanomistussuhteet. Suojaetäisyydet ovat tärkeitä vedyn tuotannon ja ympäristöhäiriöitä aiheuttavien toimintojen osalta.

Uudenmaan aluerakenteellinen sijainti ja merkitys valtakunnallisesti tarkoittaa sitä, että maakuntaan on keskittynyt useita vihreää siirtymää edistäviä tekijöitä. Toisaalta teollisten hankkeiden sijoittuminen tiiviisti rakennetuille ja asutuille alueille on haastavaa. Aurinkovoimaloiden ja muiden suurten hankkeiden sijoittaminen edellyttää sopivien alueiden löytymistä, jossa ei ole suuria ristiriitoja nykyisen maankäytön kanssa.

Erityisen potentiaalisia Uudellamaalla ovat alueet, jotka sijaitsevat logististen yhteyksien ja energiasiirtoverkkojen leikkauskohdissa sekä osaavan työvoiman saatavuuden näkökulmasta keskeisillä paikoilla. Tällaisia ovat erityisesti jo olemassa olevissa maakuntakaavoissa osoitetut tuotannon ja logistiikkatoimintojen kehittämisalueet ja teollisuusalueet. Näillä alueilla voisi olemassa olevaan infraan tukeutuen parhaiten kehittää vihreän siirtymän hankkeita. Syväsatamien ympäristöt ovat erityisen potentiaalisia esim. vedyn tuotannolle sekä intensiiviseen puhtaan energian käyttöön perustuville teollisuushankkeille; alueiden logistiset ja energiaverkostojen yhteydet tekevät niistä houkuttelevia suurille hankkeille.

Maankäytön suunnittelulla voidaan parhaiten tukea vihreän siirtymän hankkeita osoittamalla niille riittävästi suuria yhtenäisiä alueita, joissa on energiaverkkojen ja logistiikan vaatimia infrastruktuureja. Maakuntakaava, joka tukee tehokasta energiantuotantoa, siirtoa ja varastointia on keskeisessä asemassa. Myös energiansiirtoverkkojen kapasiteetin ennakoiva parantaminen on keskeistä.

Tulevaisuuden näkymät vihreän siirtymän hankkeille Uudellamaalla sisältävät energiatehokkuuden parantamisen, logistiikan optimoinnin ja uudet teknologiat, kuten pienydinvoimalat ja vetylaitokset, jotka voisivat vahvistaa alueen energiaomavaraisuutta ja houkuttaa uusia investointeja.

Nykyiset kaavamerkinnot ja suunnittelumääräykset ovat pääosin sellaisia, että niihin ei vihreän siirtymän näkökulmasta ole tarpeen tehdä muutoksia.

Potentiaalisia vihreän siirtymän keskittymiä voi kuitenkin olla tarpeen tunnistaa ja profiloida kaavaselistuksessa tai esimerkiksi oikeusvaikutuksettomien liitekarttojen avulla. Tulee tutkia mahdollisuuksia sijoittaa satamien välittömään läheisyyteen esim. vetylaitoksia sekä hiilineutraaliin tuotantoprosessiin perustuvaa raskasta teollisuutta.

Vihreään siirtymään liittyvät hankkeet voidaan luokitella maakuntakaavoituksen näkökulmasta seuraavasti:

- Tilaa vaativat energian tuotantoon liittyvät hankkeet.
  - Vaativat ympärilleen merkittävästi tilaa sekä kanta-/suurjänniteverkon, läheisyys sähköasemaan suotavaa.
  - Haasteet liittyvät erityisesti luonnon monimuotoisuuteen, hiilinieluihin ja maisemavaikutuksiin.
- Energian tuotantoon, muuntoon ja varastointiin liittyvät kohteet
  - Vaativat ympärilleen merkittäviä määriä tilaa (vetylaitokset), kanta-/ suurjänniteverkon liittymän sekä vedyn osalta merkittävän logistisen tarpeen (satama, vetyputki). Tietyillä toiminnoilla on myös suojaetäisyystarpeita. Mahdollisuutena sijoittaa esim. energian tuotantoa (aurinko), varastointia ja muuntoa lähekkäin.
  - Haasteet liittyvät soveltuvien alueiden löytämiseen sekä esim. pienydinvoiman osalta sosiaaliseen hyväksyttävyyteen.
- Intensiivisen energiankäytön kohteet
  - Vaativat sijoittuakseen erityisesti hyviä logistisia yhteyksiä, osaavaa työvoimaa sekä kytkeytymismahdollisuutta kanta-/ suurjänniteverkkoon.
  - Mahdollisuutena esimerkiksi toimintojen synergiat (datakeskus-aurinkovoima-kaukolämpö) sekä energian tuottaminen lähellä käyttöä (pienydinvoima). Kytkeytyminen arvoketjuihin ja klustereihin.

- Yhteystarpeet – energian siirtoverkko ja yhteydet
  - Vaativat mm. metsäalueiden ja maaperän muokkausta sekä rajoittavat muuta maankäyttöä.
  - Haasteet liittyvät erityisesti luonnon monimuotoisuuteen ja maisemavaikutuksiin. Uusien sähköntuotanto- ja kulutushankkeiden sijoittumisen ennustaminen on haastavaa.

## 5.2 Energiateeman käsittely Uudenmaan maakuntakaavoissa

Maakunnallisia ja seudullisia energian tuotantoon ja siirtoon liittyviä alueidenkäytön ratkaisuja on käsitelty voimassa olevissa maakuntakaavoissa. Tehtyjä ratkaisuja on tarpeen täydentää ja tarkastella uudestaan mm. suhteessa kansallisiin vihreän siirtymän tavoitteisiin, kuten edellä on kerrottu.

Voimassa olevissa maakuntakaavoissa on käsitelty ja osoitettu energia-asioita eri tavoin:

- Ydinvoimalla on kaavamerkintä ja suunnittelumääräys.
- Tuulivoimalla on kaavamerkintä, suunnittelumääräys sekä aiheeseen liittyvä yleinen suunnittelumääräys ja suunnittelusuositus.
- Energian siirron osalta on kaavamerkinnät ja suunnittelumääräykset maakaasun runkoputkelle, kantaverkon voimajohdoille sekä kaukolämmön siirron yhteystarpeelle (Loviisan ydinvoimala-Kilpilahti-PKS). Kaavassa on myös osoitettu Suomen ja Viron väliset jo olemassa olevat tasavirtakaapelit Estlink 1 ja 2 sekä sähkön siirron yhteystarpeena Estlink 3. Lisäksi kaavan yleisissä suunnittelumääräyksissä on yhdyskuntateknisen huollon verkostoja koskeva kirjaus.

- Aurinkoenergiasta on laadittu selvitys vuonna 2017, mutta aurinkovoimalla ei ole kaavamerkintää. Kaavassa on kuitenkin aurinkovoimaa koskevia kirjauksia yleisissä suunnittelumääräyksissä.
- Geotermisestä energiasta on laadittu selvitys vuonna 2020, mutta maakuntakaavassa ei ole aiheeseen liittyviä merkintöjä eikä määräyksiä.
- Hukkalämmön hyödyntämisen edistäminen on mainittu Uusimaakaava 2050:n yleisissä suunnittelumääräyksissä.

## 5.3 Suosituksia maakuntakaavoitusta varten

### 5.3.1 Aurinkoenergian käsittely

Maakunnallisesti merkittävästä aurinkovoimalaitoksen mittakaavasta ei ole yksiselitteistä määritelmää, jota voitaisiin pitää yleisenä lähtökohtana maakunnallisessa suunnittelussa. Eri maakunnissa laadituista maakuntakaavoista ja niiden taustaselvityksistä kerätyt kokemukset ovat käytännössä osoittaneet, että aurinkoenergian tuotantoon soveltuvien alueiden yksilöiminen ei ole yksinkertaista maakuntakaavoituksessa. Alueiden soveltuvuuden ja vaikutusten arviointi edellyttää varsin yksityiskohtaisia selvityksiä. Niinpä laaja-alaisia maa-asenteisia aurinkovoimaloita ei ole suositeltavaa ohjata sitovasti maakuntakaavassa, elleivät itse voimalan ja sen vaatiman infrastruktuurin vaikutukset yhdessä läheisten hankkeiden kanssa ole vähintään maakunnallisia. Aurinkoenergiatuotantoalueiden sijainnin ohjauksen tulisi tapahtua kuntatason ohjausvälineiden kautta. (Lähde: ViSi-selvitys)

Aurinkoenergian tuotantoalueiden toteuttamista on suositeltavaa ohjata suositusten, yleismääräysten ja kaavamerkintöihin (suojelu, hiilensidonta ym.) liittyvien rajoittavien määräysten kautta. Aurinkoenergian tuotantoon soveltuvia alueita ei tulisi merkitä kaavakarttaan. Tällä tavalla maakuntakaava säilyy jatkossakin mahdollistavana, yleispiirteisenä suunnitelmana eikä ohjaa aurinkoenergian tuotantoa liian sitovasti. (Lähde: ViSi-selvitys)

Seuraavassa esimerkkejä aurinkovoimaa koskevista suunnittelumääräyksistä Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaavasta. Määräykset ovat lähes sellaisenaan sovellettavissa myös Uudenmaan maakuntakaavoituksessa:

- Teollisen mittaluokan aurinkoenergian tuotantoalueen sijoittamista suositellaan erityisesti jo ihmisen muokkaamille alueille, ei luonnontilaisille alueille. Nämä käytetyt, ns. brown field -alueet voivat olla esim. pilaantuneiden maiden alueita tai esim. käytöstä poistettuja kaatopaikkoja, läjitys- ja täyttöalueita, meluvalleja, entisiä turvetuotantoalueita, entisiä teollisuusalueita ja kaivosalueita tai huonosti tuottavia viljelysalueita. Aurinkovoimaloiden suunnittelua ja toteuttamista on vältettävä luonnontilaisille ja metsäisille alueille.
- Teollisen mittaluokan aurinkovoimaloita ja aurinkovoimapuistoja suunniteltaessa on kiinnitettävä erityistä huomiota sähkönsiirtoon. Lähekkäin sijoittuvien aurinkovoimala-alueiden liittäminen sähköverkkoon on ensisijaisesti keskitettävä samaan tai olemassa olevaan johtokäytävään ja yhteispylväisiin. Suunnittelua on tehtävä yhteistyössä muiden energiantuotannon hanketoimijoiden, kuntien, viranomaisten sekä kanta- ja alueverkko-yhtiöiden kanssa. Lisäksi on arvioitava sähkönsiirron yhteisvaikutukset muiden voimajohtohankkeiden kanssa. Alueet tulee ensisijaisesti sijoittaa olemassa olevan yhdyskuntarakenteen ja sähköverkon liityntäpisteiden läheisyyteen tai muutoin jo muokatuille alueille.
- Laajamittaista aurinkoenergiatuotantoa suunniteltaessa voimalat tulee lähtökohtaisesti sijoittaa valtakunnallisesti ja maakunnallisesti arvokkaiden maisema-alueiden ja rakennettujen kulttuuriympäristöjen mukaan lukien vedenalainen kulttuuriperintö ja muinaismuistolailta rauhoitettujen kiinteiden muinaisjäännösten ulkopuolelle sekä luonnonsuojelualueiden, Natura 2000 -verkoston alueiden, harjunsuojeluohjelman alueiden, pohjavesialueiden, maakuntakaavan luo -alueiden ja seudullisesti merkittävien virkistysalueiden ulkopuolelle.

Aurinkovoimarakentamisen yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa on varmistettava valtakunnallisten ja maakunnallisten ekologisten yhteyksien säilyminen eheinä ja toimivina. Tapauskohtaisesti voidaan harkita aurinkovoimaloiden sijoittamista myös näille alueille, mikäli selvityksillä ja vaikutusten arvioinnilla voidaan varmistua siitä, ettei alue yksin tai yhdessä muiden hankkeiden kanssa merkittävästi lisää haitallisia yhteisvaikutuksia yllä mainittuihin kokonaisuuksiin.

- Laajamittaista aurinkoenergiatuotantoa suunniteltaessa on otettava huomioon toteutettavien toimenpiteiden yhteensovittaminen kulttuuri-, maisema- ja luontoarvoihin sekä muihin elinkeinoin ja asutukseen, ja huolehdittava siitä, että tärkeiden alueiden arvot säilyvät ja merkittävien haitallisten vaikutusten syntyminen ehkäistään. Aurinkovoimarakentamiselle herkkien lajien osalta on käytettävä viimeisintä saatavilla olevaa valtakunnallista ja alueellista selvitystietoa.
- Aurinkovoiman tuotantoalueiden vesistövaikutusten suuruus riippuu suuresti kuivatustarpeesta ja kuivatuksen kohteena olevasta maaperästä. Potentiaalisesti haitallisimpia vaikutuksia ilmenee vanhoille turvetuotantoalueille perustettavilla hankkeilla, mikäli happamoittavat vaikutukset ovat uhanneet vesistöjä jo turvetuotannon aikana. Aurinkovoiman vesistövaikutuksiin, etenkin vesistökuormituksen riskin riittävään huomioiseen happamien sulfaattimaiden ja mustaliuskeiden esiintymisalueilla, on kiinnitettävä tarkemmassa suunnittelussa erityistä huomiota.

Vaikka aurinkoenergiaa koskevia sitovia sijoittumispaikkoja ei maakuntakaavassa suositella esitettäväksi, voidaan suositusluonteisia aurinkovoimaloille erityisen sopivia alueita esittää maakuntakaavan yhteydessä tehtyjen selvitysten, yhteensovittavan suunnittelun ja vaikutusarvioinnin perusteella. Aurinkovoimalaitosten skaalautuvuuden vuoksi suunnitteluvarama on suositeltavaa jättää kuntatason suunnittelulle. Maakunnalliset selvitykset tuottavat tärkeää tietoa haitallisten vaikutusten vähentämiseksi. (Lähde: ViSi-selvitys)

Huoltovarmuuden kannalta on tärkeää säilyttää ruoantuotannon potentiaalia mahdollisimman paljon myös Uudellamaalla. Tämä tarkoittaa aurinkoenergia-hankkeiden sijoittumisen osalta sitä, että niitä ei tulisi osoittaa/sijoittaa hyvälle peltoalueille.

### 5.3.2 Tuulivoiman käsittely

Uudenmaan 4. vaihemaakuntakaavan laadinnan aikana vuosina 2014–2016 selvitettiin kattavasti maakunnallisen tuulivoimatuotannon potentiaalia koko Uudellamaalla ja tehtiin useita tuulivoimaa koskevia taustaselvityksiä. Uusimaa-kaavassa Uudenmaan 4. vaihemaakuntakaavan tuulivoimaratkaisua täydennettiin antamalla koko aluetta koskeva suunnittelumääräys maanpuolustuksen toimintaedellytysten turvaamisesta tuulivoimatuotantoalueita suunniteltaessa.

Nykyinen tuulivoimaratkaisu pidetään edelleen voimassa. Tämä tarkoittaa, että maakuntakaavassa on jatkossakin osoitettuna yhteensä neljä tuulivoimalle soveltuvaa aluetta, joista yksi on merellä. Uudenmaan voimassa olevan maakuntakaavaratkaisun perusteella maakunnallisen tuulivoimatuotannon rajaksi on määritelty 10 voimalaa. Tätä kokoluokkaa pienemmät tuulivoima-alueet voidaan ratkaista kuntakaavoituksessa, mikäli tällaisia sopivia alueita löytyy.

### 5.3.3 Ydinvoiman käsittely

Pienydinvoiman toteuttamista on suositeltavaa ohjata suositusten, yleismääräysten ja kaavamerkintöihin (suojelu, hiilensidonta ym.) liittyvien rajoittavien määräysten kautta. Pienydinvoimalat asettavat rajoituksia ympäröivälle maankäytölle. (Lähde: ViSi-selvitys)

### 5.3.4 Energian siirron ja varastoinnin käsittely

Maakuntakaavan sähkönsiirtoverkko tee päivittää vastaamaan Fingridin kehittämissuunnitelmia ja tiedossa olevien vihreän siirtymän hankkeiden tarpeita (Lähde: ViSi-selvitys).

Voimassa olevassa maakuntakaavassa on osoitettu myös maakaasun runko-verkko. Kaavatyön yhteydessä tulee tarkistaa tämän ajantasaisuus.

Vety- tai P2X-laitos on kaavoittajan näkökulmasta teollisuuslaitos siinä kuin muutkin tehtaot. Aluevarauksista käytettäessä suositeltava kaavamerkintä on T/kem. Vetylaitosten suojaetäisyydet määritetään aina tapauskohtaisesti. (Vety- ja Power-To-X -hankkeet, Kaavoittajan ja hanketoimijan käsikirja). Vetylaitosten toteuttamista on kuitenkin ensisijaisesti suositeltavaa ohjata suositusten, yleismääräysten ja kaavamerkintöihin (suojelu, hiilensidonta ym.) liittyvien rajoittavien määräysten kautta. Vetylaitokset asettavat rajoituksia ympäröivälle maankäytölle. (Lähde: ViSi-selvitys).

Maakuntakaavaan on suositeltavaa merkitä tavoiteltu vedynsiirtoverkko yhteystarvemerkinä. Verkko vaikuttaa ympäröivään maankäyttöön ja vihreän siirtymän hankkeiden sijoittumiseen. (Lähde: ViSi-selvitys)

Vedyn käyttökohteet ja potentiaalinen polttoainekäyttö sähköpolttoaineena Uudellamaalla tulisi selvittää.

### 5.3.5 Geotermisen energian käsittely

Geotermisen energiaa nähdään Uudellamaalla maakuntakaavaa tarkemman kaavatasoisen suunnittelukäsitteenä, eikä sitä siksi ole tarpeen ohjata erityisin aluevarauksin, kuten esimerkiksi osoittamalla alueita geotermisille voimaloille kaukolämpöverkostojen solmupisteisiin. Maakuntakaavassa voidaan kuitenkin antaa määräyksiä ja ohjeita, joilla pyritään varmistamaan geotermisen energiantuotannon ympäristöystävällisyys. Esimerkiksi pohjavesialueilla kaivostointi ja poraukset voivat vaatia erityistä huomiota.

### 5.3.6 Hukkalämpöjen käsittely

Hukkalämpöjen hyödyntämistä edistetään maakuntakaavan yleisten suunnittelumääräysten avulla samaan tapaan kuin jo voimassa olevassa maakuntakaavassa on tehty.

Hukkalämpöjen hyötykäytön lisäämisessä erityisesti datakeskusten maantieteelliseen sijoittumiseen vaikuttaminen on keskeistä. Tätä sijoittumisen ohjaamista ei kuitenkaan ole tarkoituksenmukaista tehdä maakuntakaavamerkinä vaan osana normaaleja viranomaislausuntoja.



# 6. Alustavia tavoitteita ja suunnittelu- periaatteita maakuntakaavatyötä varten

- Edistetään ilmaston ja ympäristön kannalta kestävään energijärjestelmään siirtymistä
- Edistetään uusiutuvan energian tuotannon sijoittumista Uudellemaalle ottaen huomioon maakunnan ominaispiirteet ja siihen liittyvät reunaehdot kuten asutus, maisema- ja luontoarvot
- Kehitetään ekologisen verkoston esittämistä maakuntakaavassa, jotta se voidaan ottaa selkeänä reunaehtona huomioon aurinkoenergiaa, muita vihreän siirtymän hankkeita ja muuta maankäyttöä suunniteltaessa.
- Turvataan riittävä puhtaan energian saanti asukkaiden ja elinkeinoelämän tarpeisiin
- Edistetään Uudenmaan omaa energiantuotantoa ajantasaistamalla kaavan aurinkoenergia- ja ydinvoimaratkaisut
- Edistetään puhtaan energian siirtoa Uudellemaalle osoittamalla ylimaakunnalliset ja valtakunnan rajat ylittävät energian siirtoyhteydet
- Turvataan satamien puhtaan energian saanti
- Edistetään teollisuuden hukkalämpöjen hyödyntämistä
- Edistetään energihuollon huoltovarmuutta ja turvallisuutta
- Varaudutaan ylimaakunnallisiin ja valtakunnanrajat ylittäviin tulevaisuuden sähkön- ja kaasunsiirron yhteyksiin
- Säilytetään tuulivoiman kaavaratkaisu ennallaan
- Mahdollistaa 10 teollisen kokoluokan voimalan rakentamisen selvitysten perusteella

# 7. Lähteitä

[Uusimaa-kaava 2050](#): liitekartat, kaavaselostus, merkinnät ja määräykset.

[Uudenmaan geoenergiaselvitys](#). Uudenmaan liiton julkaisuja E 233 – 2020.

Tiekartta Kymenlaakson vetytalouteen Loppuraportti. Curson Oy, Kouvola Innovation Oy ja Rejlers Finland Oy, 28.3.2024.

Vety- ja Power-To-X-Hankkeet. Kaavoittajan ja hanketoimijan käsikirja. Lappeenrannan kaupunki ja Ramboll Finland Oy, 31.5.2024.

[Uudenmaan aurinkoenergiaselvitys – Aurinkoenergian tuotannon edistämisen mahdollisuudet Uudellamaalla](#). Uudenmaan liiton julkaisuja E 193 - 2017.

[Selvitys Uudenmaan metsäbioenergiapotentiaalin nykytilasta ja tulevaisuudesta metsätalouden näkökulmasta](#). Uudenmaan liiton julkaisuja E 189 - 2017.

[Yhteistyöllä kohti hiilineutraaliutta -toimenpideohjelma. Katsaus Hiilineutraali Uusimaa 2030 -tiekarttaa toteuttaviin alueellisiin ilmastotoimiin](#). Uudenmaan liiton julkaisuja E 258 – 2024.

[Selvitys vihreän siirtymän hankkeiden maankäyttötarpeista Uudellamaalla](#). Uudenmaan liiton julkaisuja E 257 – 2024.

EU:n energiatehokkuusdirektiivi.

Kuntien ja alueiden khk-päästöt <https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi/> SYKE, 2025.

**Uudenmaan liitto // Nylands förbund**  
**Helsinki-Uusimaa Regional Council**

Esterinportti 2 B • 00240 Helsinki • Finland  
+358 9 4767 411 • [toimisto@uudenmaanliitto.fi](mailto:toimisto@uudenmaanliitto.fi) • [uudenmaanliitto.fi](http://uudenmaanliitto.fi)  
[@Uudenmaanliitto](https://www.instagram.com/Uudenmaanliitto)