

# Teollisen aurinkovoiman sijoittumisesta Varsinais-Suomessa

1/4 selvityssarjasta  
Kestävän energiahuollon tulevaisuus, tilatarpeet ja sijoittuminen  
Varsinais-Suomessa

—  
**taustaselvitys maakuntakaavoitukseen**

# Sisällysluettelo

## 1. Johdanto

Taustaselvityksen tehtävä, käsitteet ja rajaukset, s. 4

## 2. Teollisen aurinkovoiman toimintaympäristöstä

2.1 Vireillä olevista teollisen aurinkovoiman hankkeista, markkinatilanteesta ja taloudellisista vaikutuksista, s.11

2.2 Sijoittumisen hallinnollisesta ohjaamisesta tällä hetkellä, s. 20

-Kansalliset ja EU-tasot, s. 21

-Varsinais-Suomen maakuntakaava, s. 28

-Kuntakaavat ja -luvat, s. 38

2.3 Kansallisia ja EU-tason tavoitteita sekä skenaarioita energiajärjestelmän tulevaisuuteen, s. 38

## 3. Teollisen aurinkovoiman ympäristövaikutuksista

3.1 Ympäristövaikutuksista Ei merkittävää haittaa (DNSH) -periaatteen jäsenyksellä, s. 44

3.2 Maisemavaikutuksista yleisesti, s. 66

## 4. Paikkatietoerittelyt teolliselle aurinkovoimalle soveltuvista sijainneista

4.1 Paikkatietoerittelyjen logiikasta ja työtavasta, s. 70

4.2 Monikriteeristö suotuisista, rajaavista ja ristiriitaisista tekijöistä sijoittumiselle, s. 75

4.4 Erittelyt, s. 80

-rajaavien tekijöiden poissulku, s. 81

-suotuisten ja ristiriitaisten ominaisuuksien tarkastelu, s. 88

-synteesikartta, s. 92

## 5. Yhteenveto: maakuntakaavan roolista teollisen aurinkovoiman sijoittumisessa?

5.1 Maakuntakaavan tehtävästä ja erittelyjen tulkitsemisesta: pohdintaa aurinkovoiman käsittelemisestä maakuntakaavatyössä, s. 96

5.2 Näkökulmia tarkentuville suunnittelun tasoille kunnissa, s. 101

## Lähdeluettelo

# 1. Johdanto

Taustaselvityksen tehtävä, käsitteet ja rajaukset

# Taustaselvityksen tehtävä

Teollisen aurinkovoiman hankkeet etenevät parhaillaan nopeasti ja markkinaehtoisesti koko maassa – myös Varsinais-Suomessa. Hallinnollinen säätely, sijainnin ohjaus mukaan lukien, reagoi viiveellä. Laaja-alaisen maa-asenteisen aurinkovoiman sijoittumista ei ole Varsinais-Suomessakaan aiemmin selvitetty maakuntakaavoituksen taustalle.

Tarve tarkemmalle ja perustellulle tiedolle maankäytön kokonaisuuden kannalta on ilmeinen: mitkä ovat suotuisia tekijöitä sijoittumiselle? Entä mitkä ovat teollisen aurinkovoiman ympäristö- ja maisemavaikutuksia, ja minkälaisia sijoittamisen rajoituksia niiden perusteella tulisi tehdä? Näiden kahden ääripään välissä on myös runsaasti monisyisiä ja ristiriitaisia tekijöitä sijoittamisen kannalta. Maakuntakaavoituksen tulee perustua merkittävien vaikutusten arviointeihin (mrl / alueidenkäyttölaki 9 §, mra 1 §), ja tässä työssä selvitetään teollisen aurinkovoiman ympäristövaikutuksia.

Taustaselvityksen päätehtävä on vastata kysymykseen siitä, onko voimassa oleva Varsinais-Suomen maakuntakaava ajan tasalla teollisen aurinkovoiman huomioimisessa vai tulisiko merkintöjä ja määräyksiä päivittää tulevassa vaihemaakuntakaavatyössä ja jos, niin mihin suuntaan.

Selvyyden vuoksi korostettakoon myös sitä, että tämä dokumentti on nimenomaan taustaselvitys maakuntakaavoitukseen, eikä se siis ole varsinainen kaava-asiakirja, kuten luonnosvaiheessa useampi osallinen toimija oli asian käsittänyt. Taustaselvitys tutkii ja taustoittaa, mutta se ei määrää eikä ohjaa maankäytöllisesti vielä mitään – lähinnä pohtii, suosittelee ja ehdottaa näkökulmia varsinaiseen vaihemaakuntakaavaprosessiin sekä muille osallisille toimijoille maakunnassa. Varsinainen vaihemaakuntakaavaprosessi käynnistetään ja kaava-asiakirjat työstetään kuitenkin erikseen, ja työn kokonaiskesto on vuosia. Varsinais-Suomen seuraavalle vaihemaakuntakaavalle on nimetty laaja-alainen ohjausryhmä ja päätökset tehdään liiton luottamuselimissä. Käynnistyspäätös tehtänee kesäkuun 2024 maakuntavaltuustossa.

# Kestävän energiahuollon tulevaisuus, tilatarpeet ja sijoittuminen Varsinais-Suomessa -selvityssarja

Teollisen aurinkovoiman taustaselvitys aloittaa selvityssarjan energijärjestelmän kehittämisestä ja sijoittumisesta Varsinais-Suomessa. Neliosaisen sarjan on määrä valmistua huhtikuuhun 2025 mennessä. Sarjan seuraavat osat ovat

## 2. Maatuulivoiman päivityserittelyt

Varsinais-Suomessa on Tuulivoimavaihemaakuntakaava (2014), ja sen taustaselvitykset tehtiin vuosina 2010-2011. Ne on aika päivittää etenkin maisemavaikutusten kannalta, sillä tuulivoimaloiden koot ovat kaksinkertaistuneet, tehokkuus moninkertaistunut ja kannattavuuskin kehittynyt huomattavasti. Merituulivoimaa selvitetään samalla useammassa omassa hankkeessaan merialuesuunnitteluun kytkeytyen, eikä siihen perehdytä tässä selvityksessä.

## 3. Muut nousevat fossiilittomat energiamuodot ja energijärjestelmän kokonaisuus

Muita keskeisiä nousevia fossiilittomia energiamuotoja ovat ympäristölämpö (hukka, maa, ilma, vesi), vety ja synteettiset polttoaineet sekä ydinvoima. Lisäksi järjestelmän kokonaisuuden kannalta tärkeitä ovat siirtoyhteydet, varastoiminen, järjestelmäintegraatio sekä kysyntäjousto. Energijärjestelmää tarkastellaan myös toiminta- ja huoltovarmuuden näkökulmasta. Energijärjestelmän tulevaisuutta käsitellään skenaarioivalla työtavalla.

## 4. Yhteenveto ja johtopäätökset maakuntakaavoitukseen

Lopuksi auringon, maatuulivoiman ja energijärjestelmän osaselvitysten keskeisimmät tulokset ja johtopäätökset kootaan yhteen. Osaselvitykset jäävät kokonaisraportin liitteiksi. Tulosten perusteella esitetään pohdintaa ja ehdotuksia energiaa koskevien maakuntakaavamerkintöjen ja määräysten päivittämisen tarpeista seuraavaan vaihemaakuntakaavaan.

# Aurinkovoima yhtenä osana kestävästä energiajärjestelmän kokonaisuudesta

Aurinkovoima on parhaimmillaan yksi osa monipuolista, kestävästä ja toimintavarmuudeltaan vakaata energiajärjestelmää niin Varsinais-Suomessa, Suomessa kuin koko Euroopan Unioninkin tasolla. Energiajärjestelmää on mielekkäintä tarkastella koko maan markkinoiden tasolla, mutta konkreettisten energian tuotantolaitosten, siirtoyhteyksien ja varastojen sijoittaminen on kuitenkin mitä alueellisinta ja aina myös paikallistakin suunnittelua.

Teollista aurinkovoimaa on haastava tutkia irrallaan kokonaisuudesta. Siitä kuitenkin aloitettiin tässä taustaselvityssarjassa, koska teollisen aurinkovoiman alue- ja paikallissuunnittelun kysymykset ovat auki ja kiireisiä. Hankkeet etenevät nopeasti ja markkinaehtoisesti koko maassa. Ne sijoittuvat pääosin maaseudulle alueille, joilla ei ole kuntakaavoja, joten maakunnallisellakin ohjauksella on merkitystä. Energiajärjestelmää eritellään kokonaisvaltaisemmin tämän selvityssarjan kolmannessa osassa.

Maakuntakaavoituksen prosessi etenee myöhemmin viiveellä mahdollisiksi konkreettisiksi merkinnöiksi ja määräyksiksi Varsinais-Suomen seuraavaan vaihemaakuntakaavaan. Taustaselvityksellä on kuitenkin tehtäviä myös nykyisen maakuntakaavan näkökulmasta, etenkin maa- ja metsätalousvaltaisten sekä energiamerkintöjen kannoilta. Teollisen aurinkovoiman ympäristö- ja maisemanäkökohdat tulee eritellä – ja selvitykselle myönnetyn ympäristöministeriön rahoituksen ehtona nimenomaan Ei merkittävää haittaa -periaatteen (DNSH) jäsenyyksellä. Kuntien, ELY:n, hanketoimijoiden, asukkaiden ja muiden osallisten suuntiin tulee myös avoimesti ja johdonmukaisesti viestiä siitä, miten teollisen aurinkovoiman sijoittamiseen suhtaudutaan maakunnan aluesuunnittelussa ja miksi.

Lisäksi lokakuussa 2023 voimaan tullut uusiutuvan energian direktiivi RED III artikla 15 velvoittaa siihen, että maasta on kartoitettava ja nimettävä uusiutuvan energian nopean kehittämisen alueita. Tämä energian taustaselvitysten sarja tulee kokonaisuutena vastaamaan tuohon tehtävään Varsinais-Suomesta.

# Käsitteistä: aurinkovoimatuotannon tavat

## Teollinen / Laaja-alainen maa-asenteinen aurinkovoima

- > 1 MW (~ 1,5-2 ha / MW )
- Piikennopaneeleina toistaiseksi
- Paneelirakenteiden korkeudet ovat n. 3-5 metriä tällä hetkellä
- Paneelien laajoina kenttinä maahan asennettuina useimmiten
  - Lisäksi huoltotiet, aidat, muuntamot, maakaapelit, liityntäyhteydet voimajohtoihin, mahd. huoltorakennukset ja sähkön varastoimisen rakenteet.
- Elinkaari tällä hetkellä noin 30 vuotta
- Vireillä olevat hankkeet suuria: Varsinais-Suomessa noin +-100 ha, mutta suurimmat maassa yli 1 000 ha.

## Pienaurinkovoima

- < 1 MW
- Kiinteistökohtainen, hajautettu
- Useimmiten rakennuksiin ja rakennelmiin integroitu
- Katoilla yleisin Suomessa, mutta myös seiniin ja moniin muihin rakennelmiin asentaminen on mahdollista
- Piikennopaneeleina toistaiseksi, mutta joustavampia ja pienimuotoisempia ohutkalvotekniikoita on kehittymässä toisen sukupolven teknologiana. Lisäksi tutkitaan uusia kennorakennetekniikoita esimerkiksi orgaanisista tai väriaineherkistetyistä yhdisteistä kolmannen sukupolven teknologioina. Nämäkin ovat hyvin ohuita ja soveltuvat monimuotoiseen pientuotantoon, jos yleistyvät.
- Valtaosa verkkoon liitetystä aurinkovoimatuotannosta on toistaiseksi pientuotantoa: 95% v 2022.

HUOM. Aurinkovoiman tuotanto vaatii valoa. Suomessa valon määrä ja aurinkovoiman tuotto on vähäistä marraskuusta helmikuun loppuun. Sähköjärjestelmän kokonaisuuden kannalta teollinen aurinkovoima edellyttää siis myös varastoimisen ratkaisuja ja/tai muuta säätövoimaa.

# Rajauksista 1/2: maakuntakaavoituksen taustatyöskentelyssä selvitettävä aurinkovoimatuotannon kokoluokka? Näkökulmia:

Siitä, mikä on maakunnallisesti merkittävää ja siten myös maakuntakaavoituksen taustatyöskentelyssä selvitettävää teollista aurinkovoimaa, ei ole yksiselitteistä määritelmää. Aluesuunnittelun kannalta asiaan liittyy seuraavia näkökulmia:

- Teollinen aurinkovoima (> 1 MW) / laaja-alainen maa-asenteinen
- Haastava määrittää selvää alarajaa pinta-alalle. Esimerkiksi ympäristöministeriön aurinkovoiman ohjetyössä asiaan ei todennäköisesti oteta selvää kantaa.
- Tämän taustaselvityksen paikkatietoerittelyissä työlukuna on > 40 hehtaaria. Sijaintianalyyseissä haetaan siis vähintään 40 hehtaarin kokoisia, aurinkovoimalle soveltuvia aloja maakunnassa. Tämä raja-arvo on määritelty Satakunnan liitossa maan ensimmäisissä aurinkovoima-analyyseissä 2016. Markkinatilanne ja toimintaympäristö on tällä välin muuttunut, ja hankkeet ovat yhä suurempia. Silti 40 hehtaaria on iso ala maankäytössä. Toisaalta pienempien alle 40 hehtaarin voimaloiden sijoittumista on asianmukaisinta tutkia kuntaprosessien tarkemmilla tasoilla. **Alaraja 40 ha koskee siis ainoastaan paikkatietoerittelyissä tutkittavia mahdollisia sijainteja ja niiden vähimmäisalaa. Se ei ole samalla kannanotto siitä, että tuota alarajaa suurempia yksiköitä tulisi ohjata juuri maakuntakaavalla,** kuten tämän selvityksen luonnosversiota osittain väärin tulkittiin. Alarajalla asetetaan ainoastaan mittakaava sille, miten suuria yksiköitä tässä taustaselvityksessä eritellään.
- Maakuntakaava ohjaavana kaavana, jollei yleis- eikä asemakaavoja ole
- Vähintään ylikunnallinen/seudullinen
- Mahdolliset ympäristövaikutukset merkittäviä DNSH-periaatteella arvioituna
- Muut vaikutukset paikallista merkittävämpiä
- (Aurinkovoiman hajautetun, kiinteistökohtaisen pientuotannon ohjaaminen alkaa mittakaavaltaan kuntakaavatasolta, ja se on rajattu tämän selvityksen ulkopuolelle.)



# Rajauksista 2/2: teollisen aurinkovoiman vaikutukset arvioidaan ennen muuta ympäristöön

Teollisen aurinkovoiman vaikutukset ympäristöön arvioidaan tässä taustaselvityksessä Ei merkittävää -haittaa periaatteen mukaisesti. DNSH-arviointi on selvitykselle myönnetyn vihreän siirtymän investointihankkeiden rahoituksen ehtona ympäristöministeriöstä. Kaavoitus taustaselvityksineen ei saa mahdollistaa merkittävää haittaa yhdellekään EU:n kuudesta ympäristötavoitteesta. DNSH-arviointikehikko on lisäksi kokonaisvaltainen, ja arvioiminen oli hyödyllistä ennen sijaintianalyysien monikriteeristön määrittelemistä.

Lisäksi arvioidaan lyhyesti ja yleispiirteisesti myös teollisen aurinkovoiman vaikutuksia maisemaan ja talouteen. Hankkeiden ympäristö- ja maisemavaikutuksia pidetään olennaisina siksi, että vireillä olevat teollisen aurinkovoimahankkeet sijoittuvat pääosin maa- ja metsätalousvaltaisille alueille Varsinais-Suomen maakuntakaavassa (Luonnon arvojen ja varojen vaihemaa- ja metsätalousvaltaisuus 2021). Useimmiten hankealueilla ei ole yleis- tai asemakaavoja, joten maakuntakaavalla on merkitystä. M- ja MRV-alueilla on maakuntakaavassa suunnittelumääräys, joka korostaa ympäristö- ja maisemanäkökohtien huomioimista. Taustaselvityksessä pohditaan siis nykyisen maakuntakaavan ajantasaisuutta ja tulkintaa näiltä osin.

Taloudellisia vaikutuksia eritellään yleispiirteisesti osana lukua 2.1. vireillä olevista hankkeista ja markkinatilanteesta. Koko energiajärjestelmän kehitysnäkymiin edetään kuitenkin perusteellisemmin vasta taustaselvityssarjan kolmannessa osassa, myös taloudellisista näkökulmista.

# 2. Teollisen aurinkovoiman toimintaympäristöstä

2.1 Vireillä olevista hankkeista ja markkinatilanteesta

2.2 Sijoittumisen hallinnollisesta ohjauksesta tällä hetkellä

2.3 Kansallisia ja EU-tason tavoitteita sekä skenaarioita energiajärjestelmän tulevaisuuteen

## 2.1 Vireillä olevista hankkeista ja markkinatilanteesta

Varsinais-Suomessa on ainakin 17 hanketta julkisesti vireillä keväällä 2024. Hankkeet sijoittuvat pääasiassa maa- ja metsätalousalueille, ja niiden koko on keskimäärin +/-100 ha.

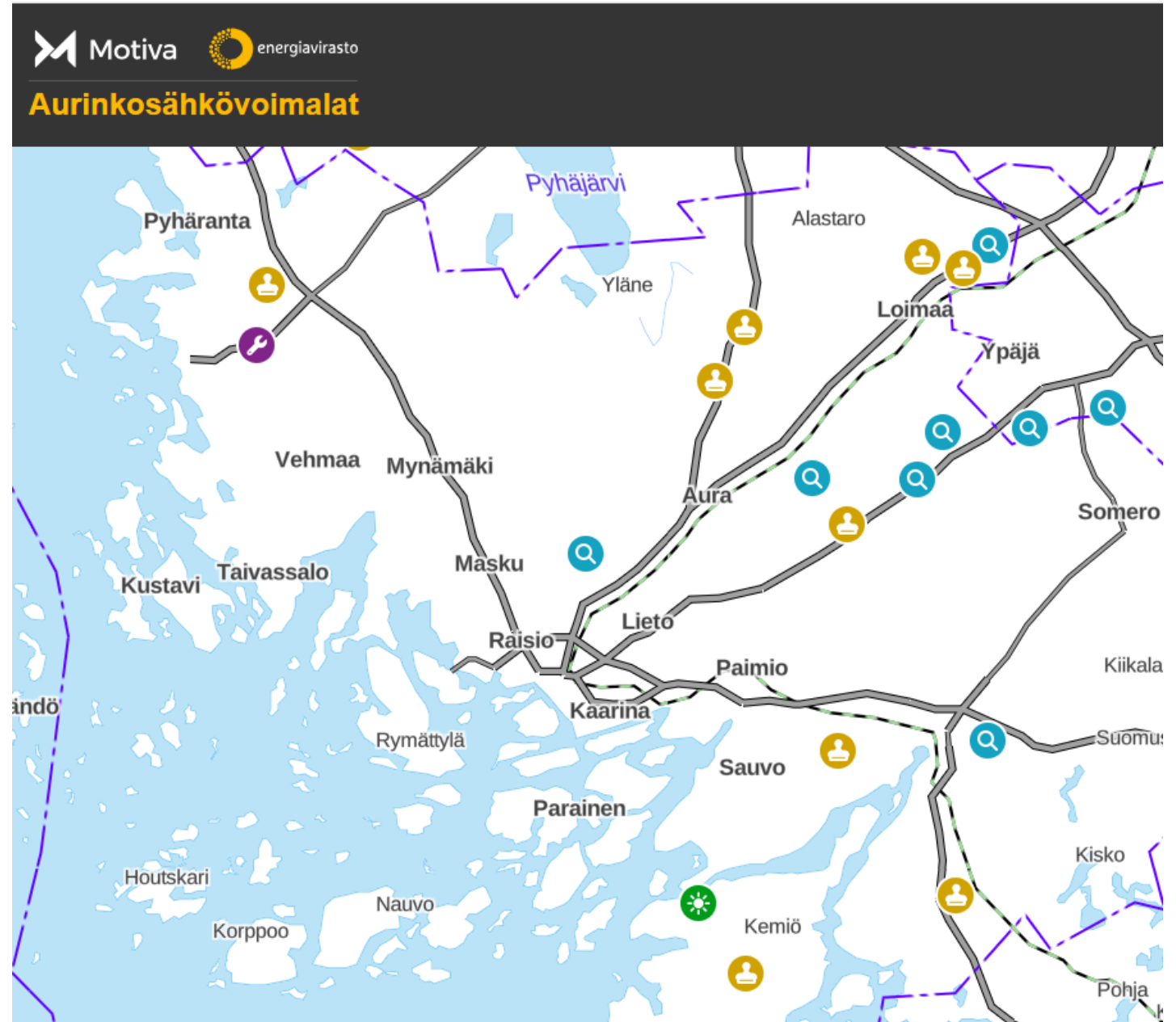
Koko maassa hankkeita on vireillä 172, ja niistä suurimmat ovat alaltaan yli 1 000 ha. Lappeenrannan Huuhansuokonnansuon hanke on noin 1540 ha.

Näiden lisäksi vireillä on runsaasti vielä julkistamattomia hankkeita. Hanketoimijat olivat tehneet liityntäkyselyjä Fingridille yht. 95 000 megawatin tehokkuuden verran huhtikuussa 2024.

Motivan ylläpitämä hankekartta

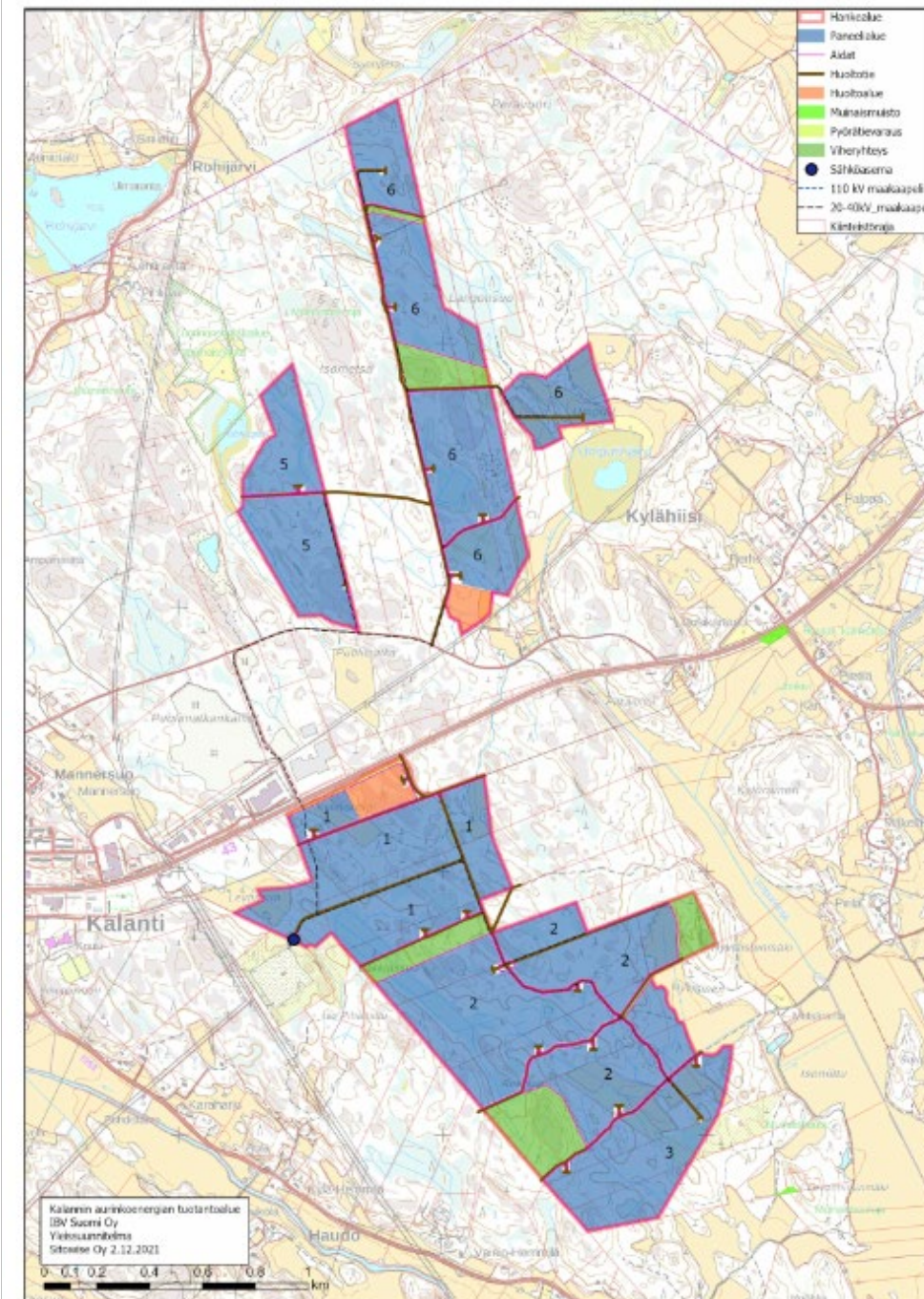
<https://aurinkosahkovoimalat.fi/>

tilanne 12.4.2024



Varsinais-Suomen toistaiseksi suurin aurinkovoimahanke on rakenteilla Kalantiin. Voimalan pinta-ala on 200 ha, ja se sijoittuu pääosin metsämaalle.

Suomen suurimmat aurinkovoimalat ovat vireillä Lappeenrantaan (noin 1 500 ha) ja Satakuntaan (kaksi liki 1 000 ha). Nämä ovat suuria myös koko Euroopan mittakaavassa.



Liite 2. ELY-keskuksen YVA-päätöksen pohjana oleva IBV Suomi Oy:n 3.12.2021 toimi



# Sähkömarkkinoista yleisemmin

- Sähkön tarpeesta katettiin 98% kotimaisella sähköntuotannolla vuonna 2023 eli Suomi kehittyi lähes omavaraiseksi vuositasolla.
- Kotimaisesta sähköntuotannosta 92% oli päästötöntä vuonna 2023 eli uusiutuvista lähteistä tai ydinvoimasta peräisin.
- Aurinkovoiman osuus kotimaisesta sähköntuotannosta oli 0,8% vuonna 2023. Siitä suurin osa oli kiinteistökohtaista pientuotantoa.
- Sähkön hinta ja sen ennuste on keskimäärin halpa kotimaisilla ja pohjoismaisilla markkinoilla, mutta nopeat hetkittäiset vaihtelut ovat toki tyypillisiä ennen muuta tuulisuuden ja mm ydinvoiman käyttökatojen takia. Pohjoismaisten ja eurooppalaisten sähkömarkkinoiden kokonaistilanteet vaikuttavat myös.

## Sähkön kysynnän ja tuotannon ennusteista

- Sähkön kotimainen kysyntä tulee kasvamaan huomattavasti, joskaan varmaa tietoa kehityksen nopeudesta ja määristä ei ole, sillä esimerkiksi teollisuuden sähköintensivisten vihreän siirtymän investointien sitovia päätöksiä odotetaan.
- Fingrid on tehnyt tuoreimmat kysynnän ja tuotannon ennusteet visiotyössään 2023. Neljässä skenaariossa on huomioitu mm vetytalouden kehittyminen. Fingridin visiotyön mukaan keskeiset tunnusluvut lähimpään ennustevuoteen 2035 ovat seuraavat neljän eri skenaarion vaihteluväleillä:

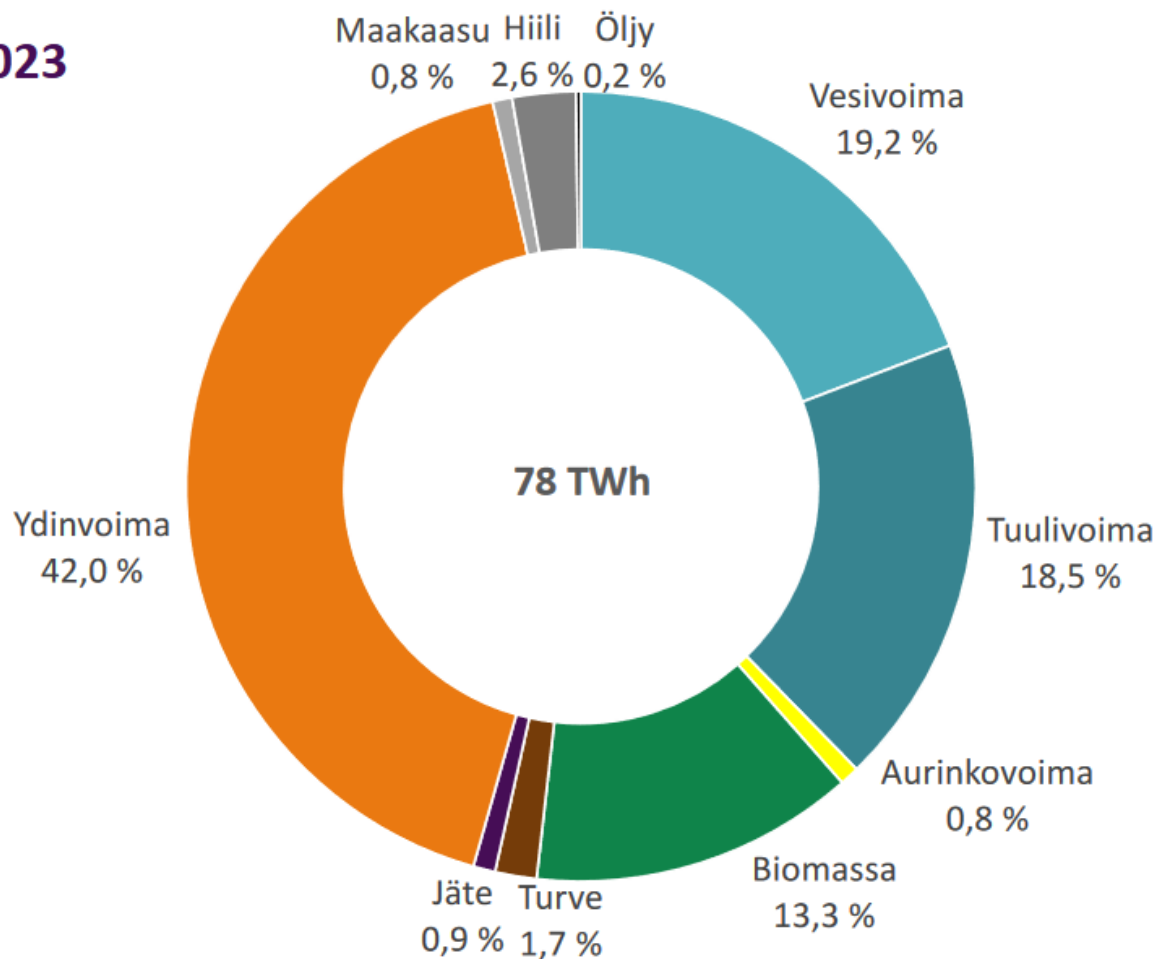
- 115-185 TWh kotimainen kulutus. Vrt. 80 TWh vuonna 2023.
- 127-197 TWh kotimainen tuotanto, josta aurinkovoiman osuus 3-10%. Vrt. 78 TWh vuonna 2023.
- 34-69 GW tehokkuus, kapasiteetti

Tuotannon luvut ovat hieman ylijäämäisiä kulutukseen nähden, eli sähköä ennakoidaan riittävän hieman myös vientiin. Silti pelkässä sähkössä ei sinänsä ole kovin tuottoisaa vientipotentiaalia, sillä se on verrattain yksinkertainen ja halpa raaka-aine ja siirtoyhteydet ovat kalliita. Pidemmälle jalostetut tuotteet energiasektorilla, kuten vedyn johdannaiset ovat mielenkiintoisempia vientituotteita.

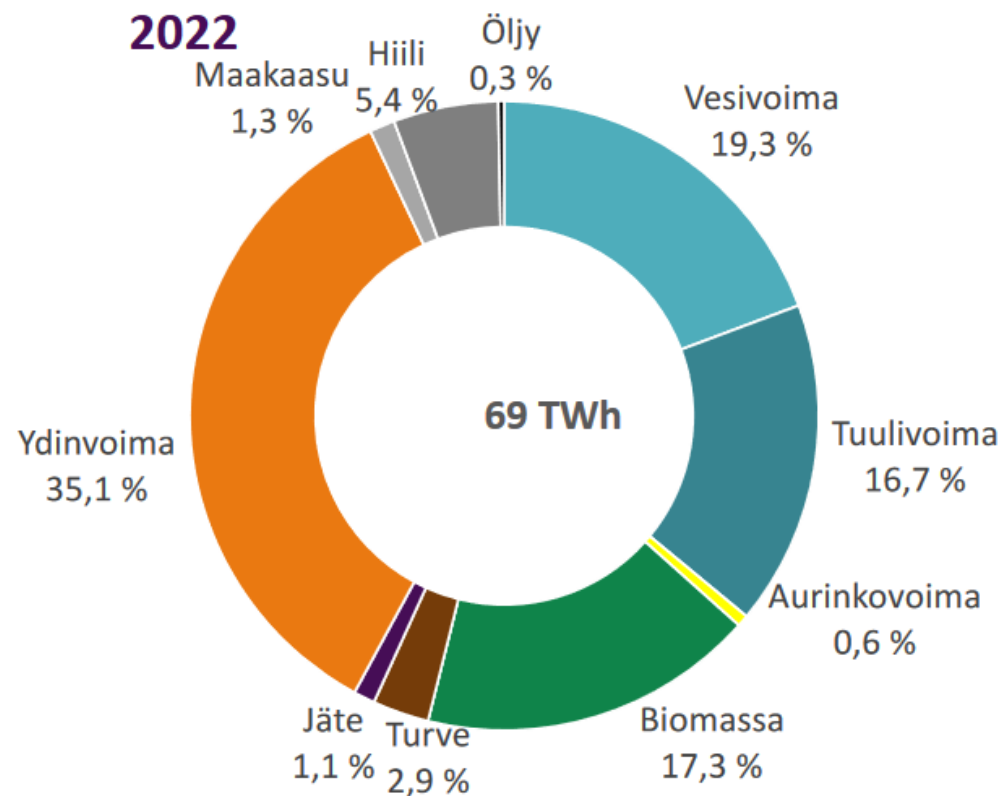
- Uusiutuvan energian hankkeiden liittymiskyselyjä oli tehty Fingridille yhteensä noin 370 gigawatin tehokkuuden verran huhtikuussa 2024 . Aurinkovoiman osuus kyselyistä oli 95 GW eli 26%. Kyselyjä on kaikkiaan siis noin 5-11 kertaisesti ennustettuun sähkön kulutuksen kasvuun nähden vuoteen 2035. Fingrid toisaalta myös ohjeistaa hanketoimijoita ottamaan yhteyttä mahdollisimman varhaisessa vaiheessa hankekehitystä. Markkinoiden voi kuitenkin tulkita myös hieman kuumenneen, ja osa nyt vireillä olevista hankkeista jää tn toteutumatta. Kannattavuushaasteitakin saatetaan mahdollisesti nähdä. Suhteuttavina vertailulukuina voi Fingridin ennusteiden lisäksi huomioida, että
  - Hallitusohjelmassa on asetettu tavoite puhtaan sähkön tuotannon kaksinkertaistamisesta.
  - YK:n COP28 ilmastotapaamisessa tavoitteena oli uusiutuvan energian tuotannon kolminkertaistaminen maailmanlaajuisesti ja energiatehokkuuden kaksinkertaistaminen.

# Hiilidioksidivapaan sähkön osuus jo 94 prosenttia Suomen sähköntuotannosta

2023



2022

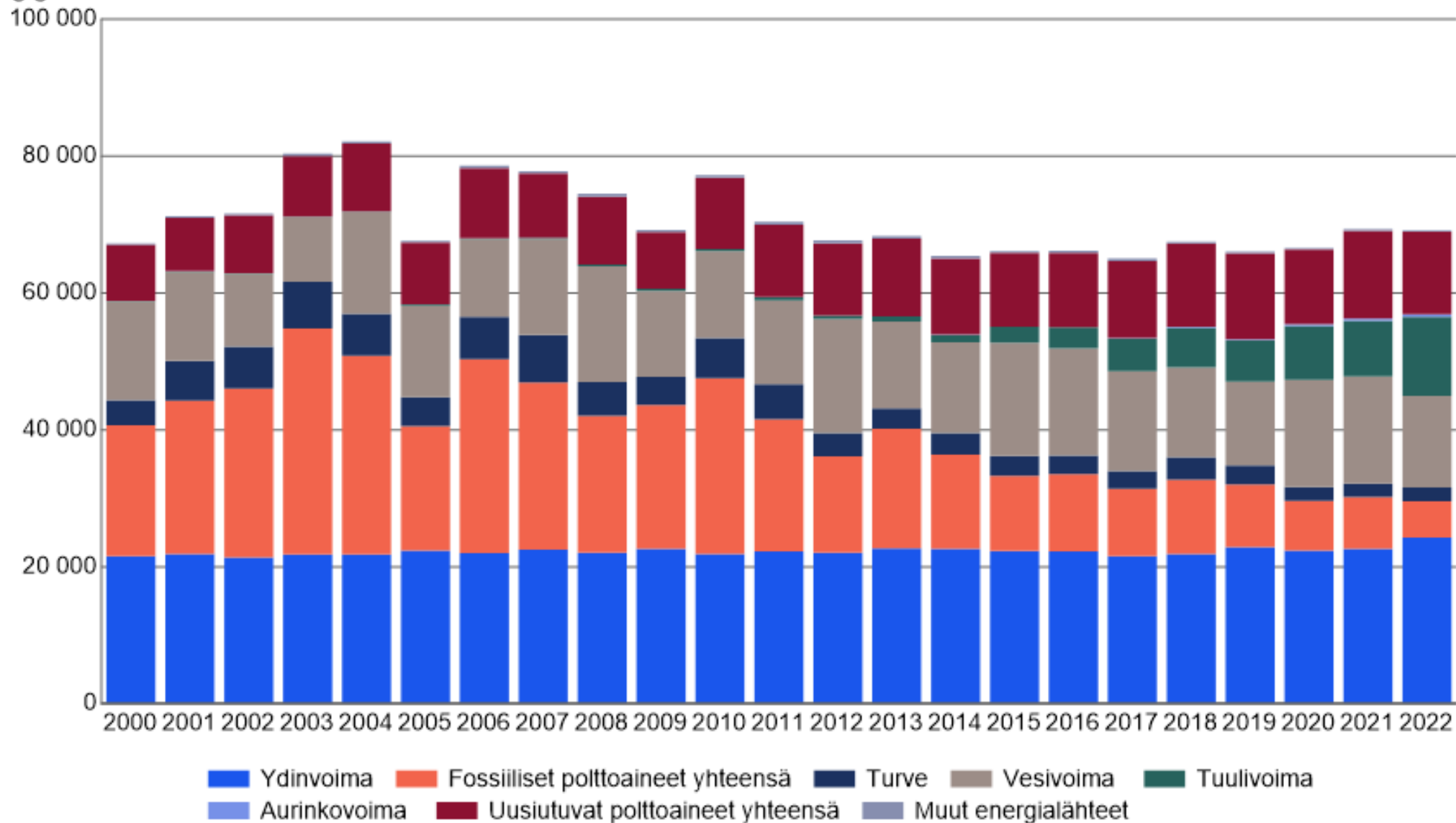


- ✓ Uusiutuvat: 52 % (54 % vuonna 2022)
- ✓ Hiilidioksidineutraalit: 94 % (89 % vuonna 2022)
- ✓ Kotimaiset: 54 % (57 % vuonna 2022)

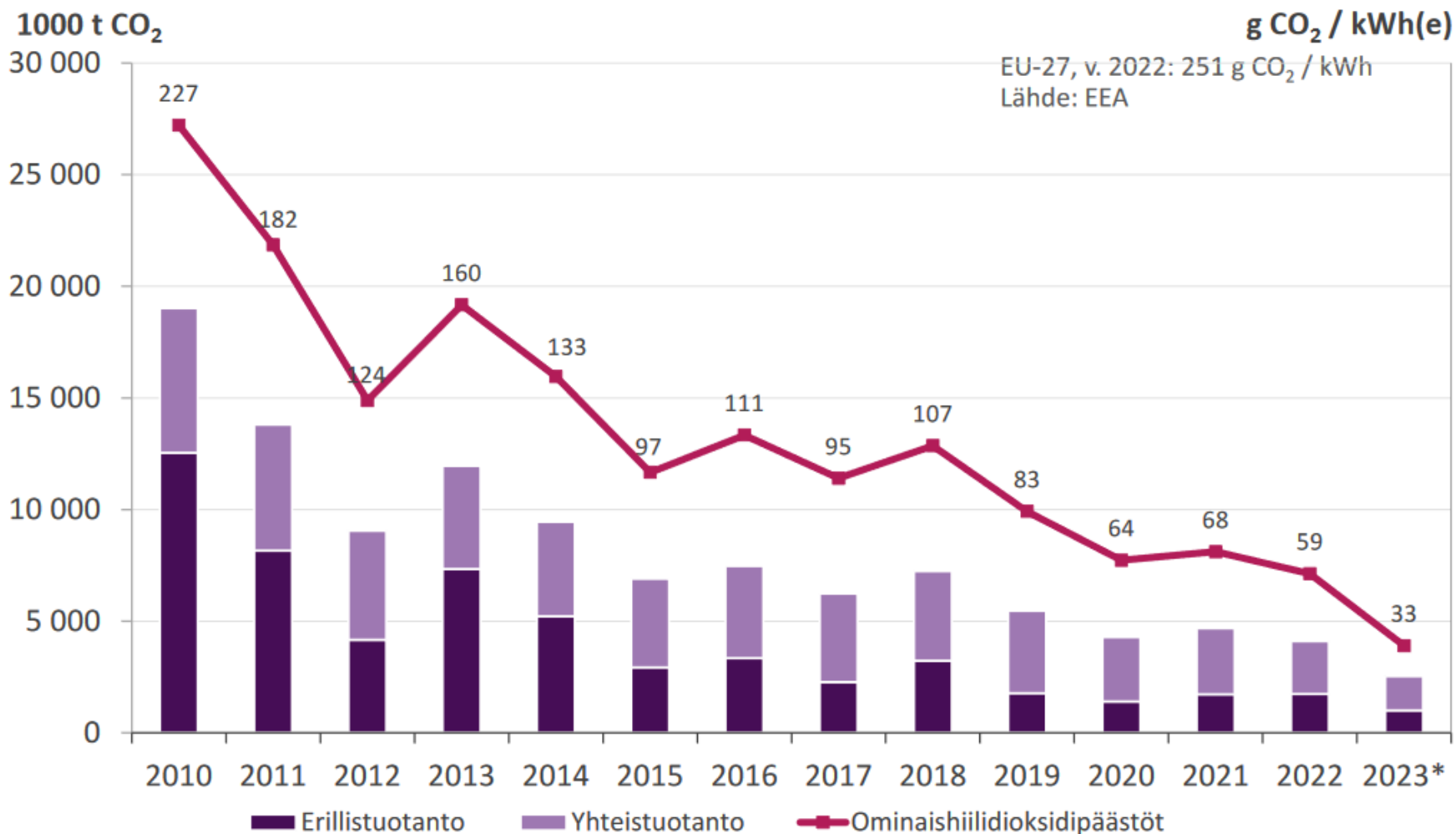
Energiateollisuus

# Sähkön tuotanto energialähteen mukaan 2000-2022

gigawattituntia



# Sähkön tuotannon hiilidioksidipäästöt romahtaneet



## Sähkön hiilidioksidipäästöt:

- 2,5 Mt vuonna 2023\*
- 4,1 Mt vuonna 2022
- 4,7 Mt vuonna 2021
- 6,9 Mt vuonna 2015
- 19 Mt vuonna 2010

→ Laskua edellisvuoteen **38 %**

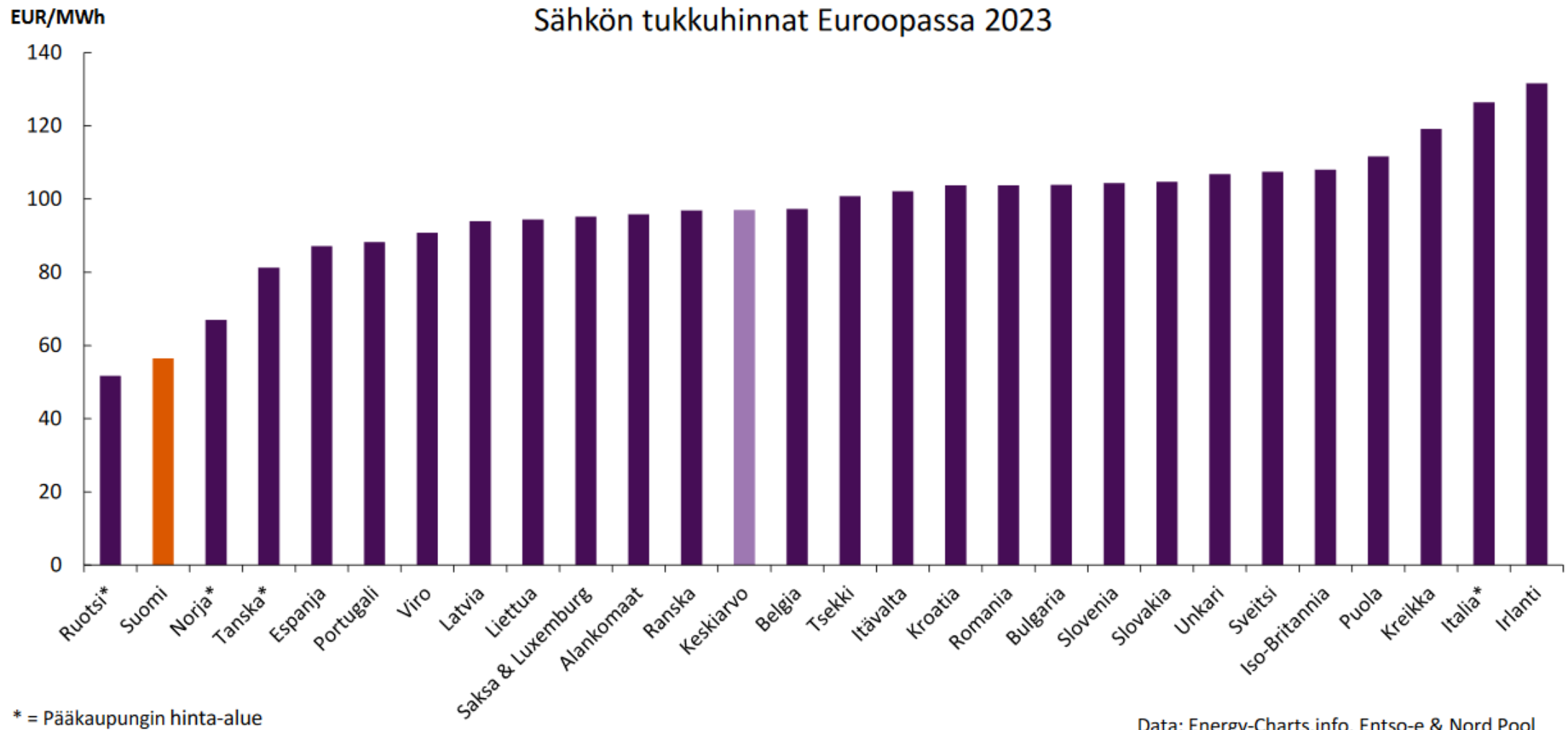
→ Päästöt laskeneet viimeisen 5 vuoden aikana **65 %**

→ Päästöt laskeneet vuodesta 2010 **87 %**

\*ennakko



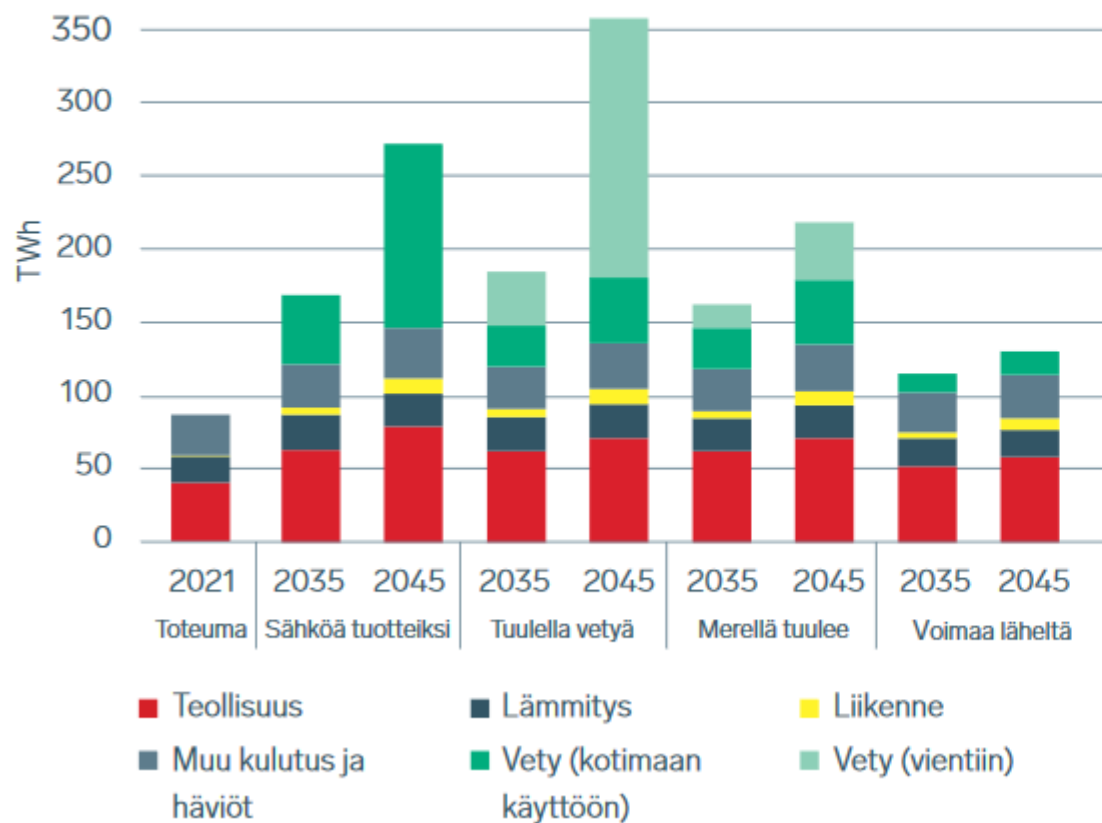
# Suomessa Euroopan toiseksi halvin sähkö



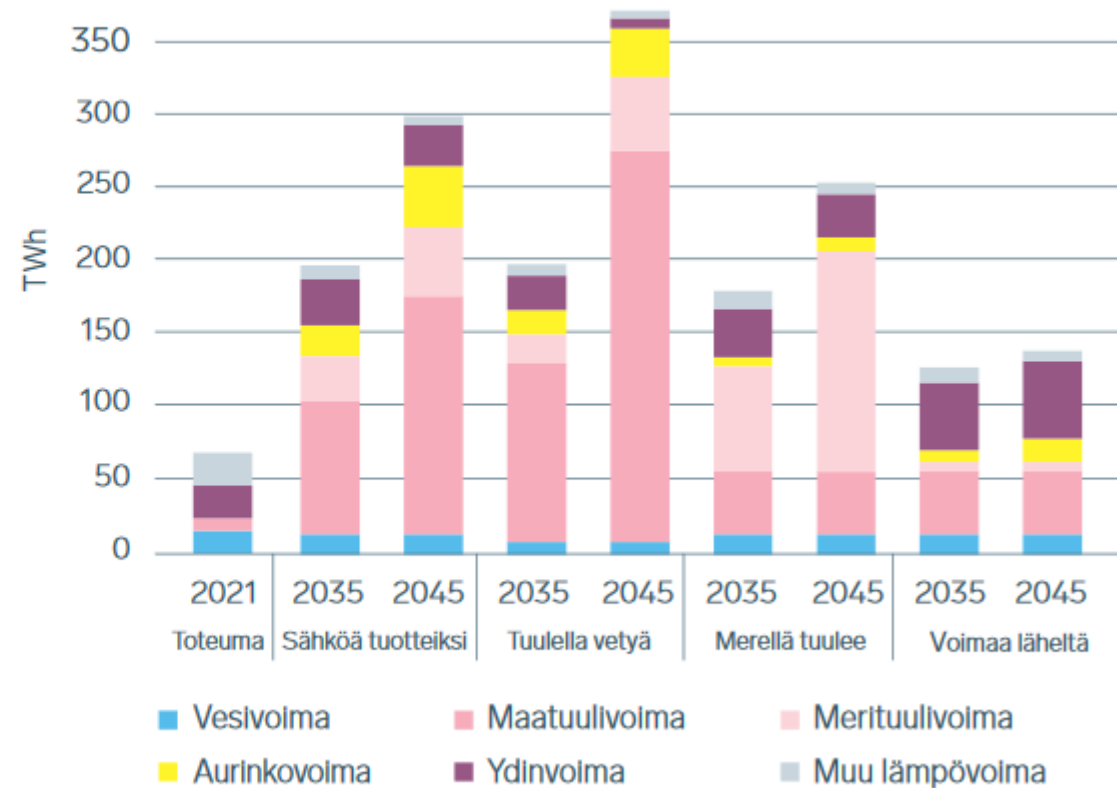
Data: Energy-Charts.info, Entso-e & Nord Pool

# Fingridin skenaariot sähkön kysynnän ja tarjonnan kehittymisestä

Kuva 2 Sähkönkulutus eri skenaarioissa.



Kuva 3 Sähkön tuotanto eri skenaarioissa.



# Teollisten aurinkovoimaloiden vaikutuksista talouteen

- Hanketoimijoille kehittymässä kannattavaksi, ja paine on parhaillaan suuriin tuottoyksiköihin.
  - Paneelirakenteiden hinnat ovat laskeneet huomattavasti viime vuosina, mutta investoinnit ovat silti kokonaisuutena kymmenien miljoonien luokkaa. EK:n vihreiden investointien dataikkunassa on suuntaa antavia summia hankekohtaisesti.
  - Elinkaaren lopun kierrätysjärjestelmät ja -käytännöt kehittymässä myös kustannusten osalta.
  - Pääosin markkinaehtoista yritystoimintaa, mutta joitakin investointitukia ollut tarjolla mm Business Finlandilla.
- Maanomistajille huomattavat maanvuokratuotot. Tuotto suurempi kuin maata viljeltäessä.
- Kunnille kiinteistö- ja yhteisöverotuloja. Rakentamisvaiheen aikana myös mahdollisia työllistäviä vaikutuksia kunnassa.
- Liityntälinjoista sopimusperusteiset korvaukset maanomistajille, mutta suurjännitteisistä voimajohtolinjoista puolestaan vaatimattomat lunastuskorvaukset maanomistajille.
- Vireillä olevista hankkeista muistutuksia tehneiden naapureiden ja muiden osallisten näkemysten mukaan aurinkovoimahankkeet lähitöillä laskevat asumisviihtyvyyttä ja kiinteistöjen arvoja.
- → välillisiä taloudellisia vaikutuksia voi olla myös loma-asumiseen, matkailuun ja virkistykseen.  
Ne riippuvat keskeisesti
  - hankkeen sijainnista sekä maisema- ja vihersuunnittelusta: mitä laadukkaampi ja vehreämpi, ositeltu, monimuotoinen ja -käyttöinen, sen neutraalimmat tai myönteiset vaikutukset.
  - mikäli hankkeen maisemasuunnittelu on vaatimatonta, on hankkeen koolla myös merkitystä: mitä suurempi paneelienttien ympäristö, sen kielteisemmät vaikutukset lähiympäristölle.

# 2.2 Sijoittumisen hallinnollisesta ohjaamisesta tällä hetkellä

Kansalliset ja EU-tasot  
Maakuntakaava  
Kuntakaavat ja -luvat

# Kansallisesta ohjauksesta teollisen aurinkovoiman sijoittumisessa

- Normiohjaus eli laki-, säädös- ja asetusohjaus on väljää toistaiseksi.
- Ympäristövaikutusten arviointimenettely on osaltaan tarkka, ja ELY-keskukset toimivat menettelyn vastuuviranomaisina. Arvioimisen ei tulkita kuitenkaan koskevan kaikkia aurinkovoimahankkeita YVA-lain nojalla, ja tulkinnoissa on vaihtelua eri puolella maata.
- Valtakunnallisissa alueidenkäytön tavoitteissa on tähdennetty uusiutumiskykyisen energiahuollon mahdollistamista tavoitteessa 3.5. Sijoittumisen tilatarpeiden kannalta olennainen on myös tavoite 3.4 elinvoimaisesta luonto- ja kulttuuriympäristöstä ja luonnonvaroista, jossa todetaan muun muassa, että *”Riittävän yhtenäisten pelto- ja metsäalueiden säilyminen on tärkeää biotalouden, huoltovarmuuden, maiseman ja luonnon monimuotoisuuden kannalta. Tämän vuoksi alueiden käytössä on tarpeen ottaa huomioon maa- ja metsätalouden kannalta toimivat ja riittävän yhtenäiset alueet.”*
- Ympäristöministeriöllä on tekeillä opas laaja-alaisen maa-asenteisen aurinkovoiman kaavoitukseen ja lupamenettelyihin, ja sen on määrä valmistua kesällä 2024.
  - Kansallinen opas keskittyy valmisteluprosesseihin, eikä se todennäköisesti tule menemään kovin tarkkoihin konkreettisiin yksityiskohtiin esimerkiksi suojaetäisyyksistä herkkiin kohteisiin.
- Petteri Orpon hallitusohjelma Suomessa ottaa kantaa aurinkovoiman sijoittamiseen ja maankäyttömaksujen vaikutusten arvioimiseen.
- Normiohjauksen tiivistymistä on näköpiirissä myös EU:n suunnasta:
  - Uusiutuvan energian direktiivin päivitys RED III on aluesuunnittelun kannalta olennainen.
  - Kahdessa muussa syksyllä 2023 päivitysprosessissa olleessa energiadirektiivissä on puolestaan tärkeitä artikloja koskien aurinkovoiman pientuotantoa.
- Eurooppalainen maisemayleissopimus ja valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet ohjaavat maisemavaikutusten huomioimista.
- Välillisesti olennaisia ovat myös luonnon monimuotoisuutta koskevat EU:n ja YK:n sopimukset sekä luonnonsuojelulaki.

# Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn soveltamisesta

Laaja-alaiset, teollisen mittaluokan aurinkovoimalat eivät tällä hetkellä sisälly YVA-laissa nimettyihin hankkeisiin eli liitteen 1 hankeluetteloon. Voimalat eivät ole luvitettavia kohteita myöskään ympäristönsuojelulain mukaan. ELY-keskuksissa arvioidaan soveltamisen tarvetta kuitenkin tarkemmin hankekohtaisesti sen todennäköisten kokonaisvaikutusten perusteella.

YVA-menettelyä voidaan edellyttää sovellettavaksi yksittäistapauksessa, jos hankkeesta aiheutuu todennäköisesti vaikutuksia jotka ovat laadultaan ja laajuudeltaan rinnastettavia YVA-lain liitteen 1 hankeluettelon vaikutuksiin. YVA-menettelyä on edellytetty myös hankeluettelon kohdan 2 f) perusteella: *”yli 200 hehtaarin laajuisen, yhtenäiseksi katsottavan alueen metsä-, suo- tai kosteikkoluonnon pysyväisluonteinen muuttaminen toteuttamalla uudisojituksia tai kuivattamalla ojittamattomia suo- ja kosteikkoalueita, poistamalla puusto pysyvästi tai uudistamalla alue Suomen luontaiseen lajistoon kuulumattomilla puulajeilla”*.

# Teollisen aurinkovoiman sijoittamisesta hallitusohjelmassa

*”Aurinkovoima*

*Edistetään aurinkovoimainvestointeja maankäytön kannalta sopiville paikoille yhtenä keinona tasapainottaa uusiutuvan sähköntuotannon ajallista vaihtelua.*

***Aurinkovoimarakentamista ohjataan rakennettuun ympäristöön, turvetuotannosta vapautuneille alueille ja joutomaille pyrkien välttämään tuotannossa olevien peltojen ja metsämaan merkittävä käyttö aurinkovoimaan.***

*Hallitus varmistaa, että aurinkoenergiapuistojen sääntely- ja lupaprosessit ovat yhtenäisiä, joustavia ja ennustettavia koko maassa.”*

# Energiatehokkuusdirektiivien päivitykset

- **Energiatehokkuusdirektiivi EED, tuli voimaan 10.10.2023**

- Jäsenmailla 24 kk aikaa toimeenpanna direktiivin velvoitteet kansallisesti
- <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/1791/oj>

- **Uusiutuvan energian direktiivi RED III, tuli voimaan 20.11.2023**

- Jäsenmailla 18 kk aikaa toimeenpanna direktiivin velvoitteet kansallisesti
- <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj>
- Teollisen aurinkovoiman aluesuunnittelun kannalta olennainen artikla 15

- **Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi EPBD:**

- Aurinkoenergian osalta olennainen mm artikla 9a aurinkopaneelien asentamisen velvoitteesta uusiin rakennuksiin porrastetussa aikataulussa.
- Kolmikantaneuvottelut on saatu päätökseen 7.12.2023.
- Direktiivi hyväksyttäneen Euroopan komissiossa ja parlamentissa vuonna 2024.
- [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en)



# RED III Uusiutuvan energian direktiivin päivitys

## Aluesuunnittelun kannalta kiinnostava artikla 15

- 15a uusiutuvasta energiasta rakennuksissa,
- **15b uusiutuvan energian alueiden kartoittaminen**
- **15c uusiutuvan energian nopean kehittämisen alueet**
- 15 d Yleisön osallistuminen
- 15e Alueet uusiutuvan energian sähköjärjestelmään integroimiseksi tarvittavaa verkko- ja varastointi-infrastruktuuria varten

Lisäksi artikla 16 Lupamenettelyn organisointi ja pääperiaatteet on kiinnostava, sillä siinä kuvataan kevennettyjä menettelyjä uusiutuvan energian nopean kehittämisen alueilla.

# 15b Niiden alueiden kartoittaminen, joita tarvitaan kansallisissa panoksissa vuoden 2030 uusiutuvaa energiaa koskevan unionin yleistavoitteen saavuttamiseen

*”1. Jäsenvaltioiden on 21 päivään toukokuuta 2025 mennessä toteutettava **koordinoitu kartoitus uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käyttöönottamiseksi alueellaan, jotta voidaan tunnistaa kansallinen potentiaali ja käytettävissä olevat maanpinta-alueet, maanpinnan alaiset alueet ja meri- tai sisävesialueet, jotka ovat tarpeen sellaisten uusiutuvan energian tuotantolaitosten ja niihin liittyvän infrastruktuurin, kuten verkko ja varastointiratkaisut, lämpövarastointi mukaan luettuna, asentamiselle, joita tarvitaan, jotta jäsenvaltiot voivat täyttää vähintään kansalliset panoksensa vuoteen 2030 asetetun uusiutuvaa energiaa koskevan unionin yleistavoitteen saavuttamiseen tämän direktiivin 3 artiklan 1 kohdan mukaisesti. **Jäsenvaltiot voivat tätä varten käyttää olemassa olevia alueidenkäytön suunnitteluasiakirjojaan tai aluesuunnitelmiaan, myös Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2014/89/EU (\*12) mukaisesti laadittuja merten aluesuunnitelmia.** Jäsenvaltioiden on tarvittaessa varmistettava kaikkien asiaankuuluvien kansallisten, alueellisten ja paikallisten viranomaisten ja yksiköiden, mukaan lukien verkonhaltijat, välinen koordinointi tarvittavien alueiden kartoittamisessa”***

# 15c Uusiutuvan energian nopean kehittämisen alueet

*”1. Jäsenvaltioiden on viimeistään 21 päivänä helmikuuta 2026 varmistettava, että toimivaltaiset viranomaiset hyväksyvät suunnitelman tai suunnitelmat, joissa nimetään 15 b artiklan 1 kohdassa tarkoitettujen alueiden alaryhmänä uusiutuvan energian nopean kehittämisen alueita yhtä tai useampaa uusiutuvan energialähteen muotoa varten. Jäsenvaltiot voivat jättää biomassaa polttavat laitokset ja vesivoimalaitokset soveltamisalan ulkopuolelle. Toimivaltaisten viranomaisten on kyseisissä suunnitelmissa*

***a) nimettävä riittävän yhtenäisiä maa-, sisävesi- ja merialueita, joilla tietyn uusiutuvan energialähteen muodon tai tiettyjen uusiutuvan energialähteen muotojen käyttöön otolla ei odoteta olevan merkittäviä ympäristövaikutuksia valitun alueen erityispiirteet huomioon ottaen, siten että***

***i) asetetaan etusijalle keinotekoiset ja rakennetut pinnat, kuten rakennusten katot ja julkisivut, liikenneinfrastruktuuri ja sen välitön ympäristö, paikoitusalueet, maatilat, jätteen sijoituspaikat, teollisuusalueet, kaivokset, keinotekoiset sisävesialueet, järvet tai tekoaltaat ja tarvittaessa yhdyskuntajätevesien käsittelylaitokset sekä pilaantuneet maa-alueet, joita ei voida käyttää maataloudessa;”***

# Varsinais-Suomen nykyinen maakuntakaava aurinkovoiman sijoittumisen ohjaamisessa

Voimassa olevan maakuntakaavayhdistelmän nykyisistä keskeisistä merkinnöistä maa- ja metsätalouden, virkistyksen sekä energian teemoissa



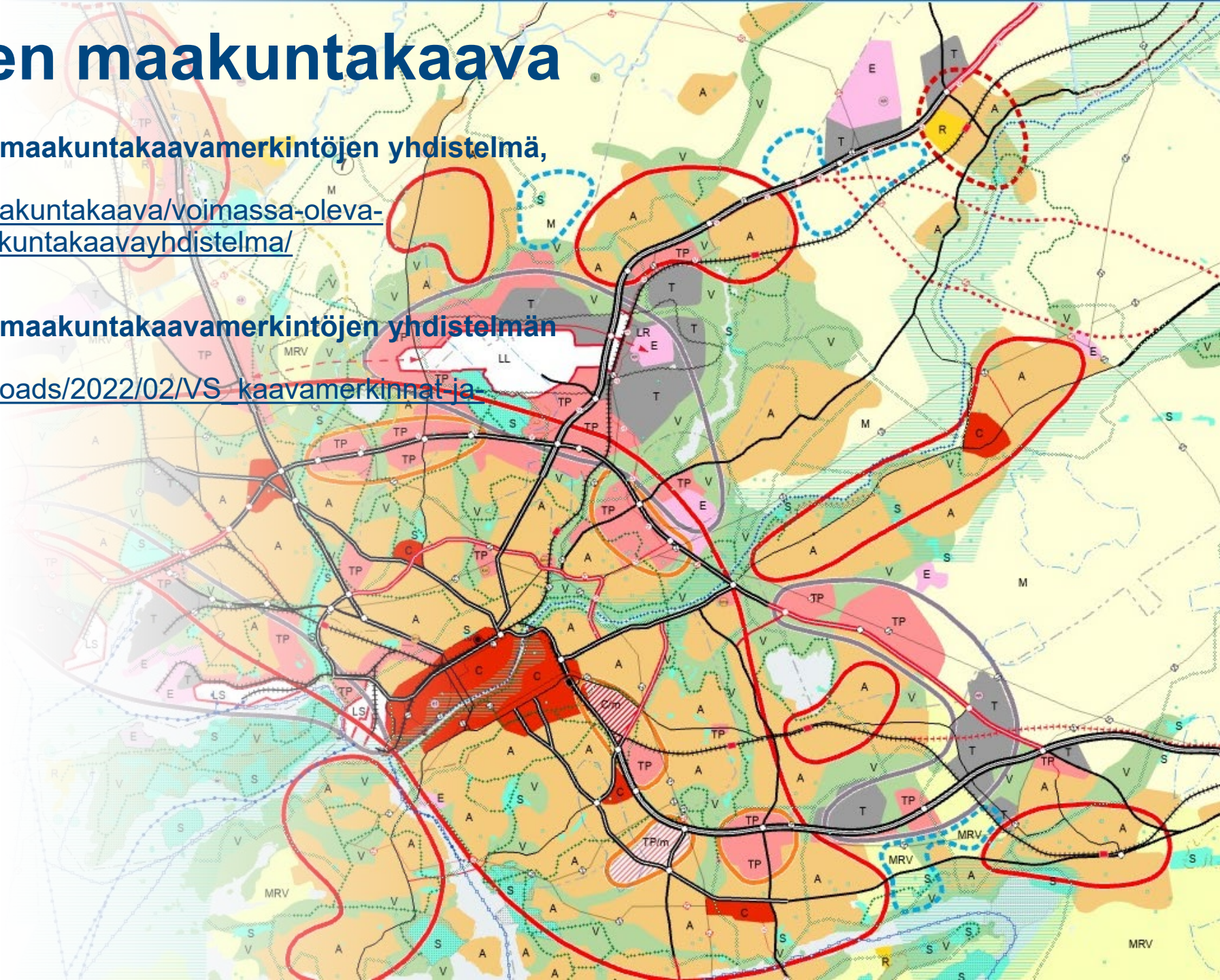
# Varsinais-Suomen maakuntakaava

Varsinais-Suomen voimassa olevien maakuntakaavamerkintöjen yhdistelmä,  
eri tiedostomuodoissa

<https://varsinais-suomi.fi/suunnittelu/maakuntakaava/voimassa-oleva-maakuntakaava/varsinais-suomen-maakuntakaavayhdistelma/>

Varsinais-Suomen voimassa olevien maakuntakaavamerkintöjen yhdistelmän  
merkinnät ja määräykset

[https://varsinais-suomi.fi/wp-content/uploads/2022/02/VS\\_kaavamerkinnaat\\_ja\\_maaraykset\\_kaavayhdistelma2022.pdf](https://varsinais-suomi.fi/wp-content/uploads/2022/02/VS_kaavamerkinnaat_ja_maaraykset_kaavayhdistelma2022.pdf)





# Maa- ja metsätalousmerkinnät keskeisiä nykyisessä maakuntakaavassa

Varsinais-Suomen nykyisessä voimassa olevien maakuntakaavamerkintöjen yhdistelmässä on merkintöjä ja määräyksiä, jotka koskevat myös teollista aurinkovoimaa asettamalla reunaehtoja niiden sijoittamiselle ja suunnittelemiselle: näitä ovat etenkin maa- ja metsätalouden sekä retkeilyn ja virkistykseen merkinnät ja suunnittelumääräykset viimeisimmässä Varsinais-Suomen luonnon arvojen ja varojen vaihemaakuntakaavassa vuodelta 2021. Vertailukohtana voi todeta, että monissa muissa maakunnissa M-alueita ei ole merkitty, ja ne ovat kaavan valkoisia alueita.

Jotkin vireillä olevista hankkeista tulevat myös tuulivoimaloiden alueille ja energiahuollon kohteiden läheisyyteen. Tämän vuoksi myös tuulivoimavaihemaakuntakaavan (2014) merkinnät ja määräykset ovat olennaisia. Asia on kiinnostava myös uusiutuvan energian direktiivin näkökulmasta. Taustaselvityssarjan toisessa, seuraavassa osassa tullaan päivittämään maatuulivoiman taustaselvitykset Varsinais-Suomessa. Päivityksissä huomioidaan myös mahdolliset yhteistuotantoalueet aurinkovoiman kanssa.

# Maa- ja metsätalousvaltainen alue M, LAVMK 2021

Merkinnällä osoitetaan pääasiassa maa- ja metsätalouskäyttöön tarkoitettuja alueita. Alueita voidaan käyttää harkitusti myös haja-asutusluonteiseen pysyvään tai loma-asutukseen.

## SUUNNITTELUMÄÄRÄYS

Olemassa olevien alueiden täydennykseksi ja laajennukseksi voidaan yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa osoittaa **pääasiallista käyttötarkoitusta kohtuuttomasti haittaamatta, sekä maisema- ja ympäristönäkökohdat huomioon ottaen mm. uutta pysyvää asumista ja, erityislainsäädännön ohjaamana, myös muita toimintoja.**

# Maa- ja metsätalous- / retkeily- / virkistysalue MRV, LAVMK 2021

Maa- ja metsätalousvaltainen alue, jolla on erityisiä matkailun ja virkistyksen kehittämistarpeita. Alueita voidaan osoittaa maa- ja metsätalouden lisäksi loma-asumiseen ja matkailutoiminnoille. Alueita voidaan käyttää myös harkitusti haja-asutusluonteiseen pysyvään asutukseen.

## SUUNNITTELUMÄÄRÄYS:

Olemassa olevien alueiden täydennykseksi ja laajennukseksi voidaan yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa osoittaa **pääasiallista käyttötarkoitusta kohtuuttomasti haittaamatta loma-asutusta, matkailua ja virkistyskäyttöä palvelevia toimintoja, sekä maisema- ja ympäristönäkökohdat huomioon ottaen mm. uutta pysyvää asumista ja, erityislainsäädännön ohjaamana, myös muita toimintoja.**



# Matkailun, retkeilyn ja virkistystyksen kehittämisen kohdealue, LAVMK 2021

Valtakunnallisesti, maakunnallisesti tai seudullisesti merkittävät matkailun, retkeilyn ja virkistystyksen kehittämisen kohdealueet

## SUUNNITTELUMÄÄRÄYS:

Suunnitelmien ja toimenpiteiden tulee olla pitkäjänteisiä, ympärivuotisia toimintoja ja elinkeinoja tukevia sekä alueiden ominaispiirteitä hyödyntäviä, ja **niiden on edistettävä kehittämisen kohdealueen toimintoja ja saavutettavuutta ekologisesti, sosiaalisesti ja taloudellisesti kestäväällä tavalla.**

Kasnäs-Teijon, Velhonveden ja Saariston rengastien ja muilla vastaavilla kehittämisen kohdealueilla tulee kehittää vetovoimaisia ja turvallisia pyöräilyn ja kävelyn edellytyksiä

# Luonnon arvojen ja varojen vaihemaakuntakaavan yleismääräykset, LAVMK 2021

**Koko maakuntakaava-alueella on yksityiskohtaisen maankäytön suunnittelun ja rakennustoimenpiteiden oltava ekologisia yhteyksiä ja yhtenäisiä jatkuvia luontovyöhykkeitä turvaavia. Toimenpiteiden on oltava vaikutuksiltaan sellaisia, joilla estetään ja vähennetään luonnontilaisten alueiden pirstoutumista.**

Virkistys- tai suojelualueilla taikka liikenteen tai teknisen huollon verkostoja tai alueita varten osoitetuilla alueilla on voimassa maankäyttö- ja rakennuslain 33 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus. Rakentamisrajoitus ei koske ohjeellisia- eikä yhteystarvemerkeitä.

**Koko maakuntakaava-alueella on yksityiskohtaisen maankäytön suunnittelun ja rakennustoimenpiteiden oltava vesiensuojelutavoitteita edistäviä. Vesiensuojelullisesti erityisen herkillä, kaltevilla, notkelmaisilla sekä eroosio- ja tulvaherkillä valuma-alueilla on maankäytön ja toimenpiteiden oltava vaikutuksiltaan sellaisia, joilla estetään tai vähennetään ravinteiden ja muiden haitallisten aineiden huuhtoutumista vesistöihin.**

Natura-alueisiin suoraan tai välillisesti kohdistuvien hankkeiden ja suunnitelmien vaikutukset on luonnonsuojelulain 65§:n mukaisesti arvioitava, jos hanke tai suunnitelma todennäköisesti merkittävästi heikentää niitä luonnonarvoja, joiden suojelemiseksi alue on sisällytetty Natura 2000 -verkostoon.

# Tuulivoimaloiden alue tv, TVMK 2014

Maakunnallisesti merkittävään tuulivoimatuotantoon soveltuva alue, jolle voidaan selvitysten mukaan sijoittaa yli 10 tuulivoimalayksikköä.

## SUUNNITTELUMÄÄRÄYS:

**Alueen säilyminen tuulivoimatuotannolle soveltuvana alueena tulee turvata kuntakaavoituksella.** 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

# Energiahuollon kohde en123, TVMK 2014

Maakunnallisesti merkittävään tuulivoimatuotantoon soveltuva alue, jolle voidaan selvitysten mukaan sijoittaa 3–9 tuulivoimalayksikköä

## SUUNNITTELUMÄÄRÄYS:

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.

# Teollisen aurinkovoiman ohjaamisesta muissa maakunnissa

Teollisen aurinkovoiman sijoittumista tutkitaan taustaselvityksin useimmissa maakuntien liitoissa parhaillaan lukuisten vireillä olevien hankkeiden vuoksi. Maakuntakaavatyön esimerkkinä teollisessa aurinkovoimassa on kunnostautunut Satakunnan liitto, joka teki taustaselvityksen jo vuonna 2016 ja sisällytti tämän jälkeen teollisen aurinkovoiman kehittämisperiaatemerkinä Satakunnan maakuntakaavaan 2. Satakunnassa tarkistettiin hiljattain teollisen aurinkovoiman taustaselvityksen kriteereiden ajantasaisuus, eikä niihin tullut merkittäviä muutoksia. Päivitysraporttiin on koottu hyvin esimerkkejä tämänhetkisistä merkinnöistä ja määräyksistä useiden muiden maakuntakaavojen valmistelussa. Myös ympäristöministeriön aurinkovoimaoppaan taustaselvitykseen on koottu kattavasti käytäntöjä eri maakunnista sekä maakuntakaavoittajien näkemyksiä kyselytuloksissa.

Satakunnan ratkaisu on yhä erityinen sikäli, että maakuntakaavassa on kehittämisperiaatemerkinä teolliselle aurinkovoimalle – ei siis kuitenkaan muita mahdollisia sijainteja pois sulkevalla tavalla. Parhaillaan Satakunnassa laaditaan uutta maakuntakaavaa ja tätä ratkaisua tarkastellaan myös. Myös esimerkiksi Etelä-Pohjanmaalla työstettiin teollisen aurinkovoiman merkintää osa-alueiden erityisominaisuutena maakuntakaava 2050:n luonnosvaiheessa. Palautteen perusteella sitä kuitenkin muutettiin. Yleisimpiä ovat toistaiseksi yleismääräykset aurinkovoimaa koskien, usein myös osana uusiutuvien tai fossiilittomien energiamuotojen yleis- ja suunnittelumääräyksiä tai -suosituksia.

# Sijoittumisen ohjauksesta kunnissa tällä hetkellä

Teollisen aurinkovoiman sijoittumisen ohjauksen painopiste on tällä hetkellä kunnissa. Menettelynä suurin osa hankkeista valmistellaan suunnittelutarveratkaisuinä koko maassa, osa rakennusluvilla ja jonkin verran myös kaavoittamalla. Vuoden 2025 alusta kyseeseen tulee sijoittamisen edellytysten arvioiminen ja sijoittamislupa voimaan astuvan rakentamislain myötä.

Kuntakaavoitus olisi hyvä etenemistapa, jos hankkeen lähellä on muita maankäytön toimintoja ja kaavoitettuja alueita tai sen koko ja vaikutukset ovat merkittäviä (mrl § 137). Näin tarpeet sovitettaisiin ja vaikutukset selvitettäisiin perusteellisesti – myös vuorovaikutuksessa osallisten kanssa. Rakentaminen suoraan osayleiskaavan perusteella, kuten tuulivoimassa, saattaa jo nyt olla mahdollista; maankäyttö- ja rakennuslain pykälän 44 tulkinnasta on erilaisia näkemyksiä. Varsinais-Suomen ELY suosittelee tällä hetkellä, että osayleiskaavan lisäksi tehtäisiin myös suunnittelutarveratkaisu/sijoittamislupa. Alueidenkäyttölain uudistamisessa pohditaan parhaillaan erityisen aurinko-osayleiskaavan lisäämistä lakiin.

Ympäristöministeriön aurinkovoimaoppaan taustaselvityksessä on kuvattu kattavasti tilannetta myös kunnissa. Lisäksi taustaselvityksessä avataan mielenkiintoisesti toimijoille suunnatun kyselyn tuloksia myös kuntakaavoittajien näkökulmasta. Selvityksessä kuvataan niin ikään lupajärjestelmän muutoksia rakentamislain voimaan astumisen myötä 2025. Ministeriön kesällä 2024 valmistuva aurinkovoimaopas tuonee yhteisiä linjauksia myös kuntaprosesseihin.

Nykyisistä säännöksistä rakentamisesta yleiskaavan nojalla ks. MRL 44 § Yleiskaavan käyttö rakentamisluvan perusteena ja luku 10a, 77 § Tuulivoimarakentamista koskevat erityiset säännökset <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L10a>

Aurinkovoimaloiden kaavoitus ja lupamenettelyjen opasaineiston taustaselvitys,

[https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/8cd9eaa5-a3cd-46a9-87a8-e86990ece186/34712720-ddd8-44e7-8fb4-8edcfc0ab046/JULKAISU\\_20240130115646.pdf](https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/8cd9eaa5-a3cd-46a9-87a8-e86990ece186/34712720-ddd8-44e7-8fb4-8edcfc0ab046/JULKAISU_20240130115646.pdf)

## 2.3 Kansallisia ja EU-tason tavoitteita sekä skenaarioita energiajärjestelmän tulevaisuuteen

# Kansalliset, EU:n ja kv-tason tavoitteet energiakysymysten tulevaisuuteen

Kansallisesti merkittävimpiä energia-asioiden ohjausasiakirjoja tulevaisuuteen ovat **ilmasto- ja energiastrategia**, **ilmastolaki** sekä niitä täsmentävä **keskipitkän aikavälin ilmastopoliitiikan suunnitelma KAISU**. Ilmastolaissa kansallisen hiilineutraaliuden tavoitevuosi on 2035 – myös Varsinais-Suomen ilmastotiekartassa tähdätään samaan tavoitevuoteen. Ilmasto- ja energiastrategia päivitetään hallituskausittain, ja seuraavaa päivitystä odotetaan vuoden 2024 aikana. Päivitys täsmentää mahdollisesti myös määrällisiä tavoitteita energian kulutuksen ja tuotannon kokonaismääristä. Strategia ei ole kuitenkaan ottanut kantaa markkinaehtoisien energiantuotannon muotoihin määrällisesti muutoin kuin khk-päästötavoitteina. Viimeisimmän, vuoden 2022 ilmasto- ja energiastrategian mukaiset kulutus- ja tuotantoennusteet ovat verrattain maltilliset. Niiden taustalaskentaa tehtiin HIISSI-hankeissa juuri ennen Ukrainan sodan alkamista. Eurooppalaisten energiajärjestelmien tilanne on muuttunut sodan myötä voimakkaasti. Kantaverkkoyhtiö Fingrid päivittikin omat skenaarionsa sähkön osalta suuremmiksi keväällä 2023 sähköjärjestelmävisiossaan.

Teollisen aurinkovoiman kannalta olennainen on myös **kansallinen ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelma 2030**, jonka valtioneuvosto hyväksyi joulukuussa 2022.

Euroopan Unionin hiilineutraaliustavoitetta 2050 konkretisoi **vihreän kehityksen kasvustrategia Green Deal**. Sitä toimeenpannaan energiasektorilla muun muassa **RePowerEU-suunnitelmalla**, joka nopeuttaa energiajärjestelmän vihreää siirtymää puhtaaseen, päästöttömään energiaan.

Maailmanlaajuisesti **YK:n ilmastokokous Dubaissa 2023** kirjasi kehotuksen siirtyä pois fossiilisesta energiasta, vaikka aikataulu ja tarkemmat toteuttamisen tavat jäivät vielä avoimiksi. Kokouksessa sovittiin myös uusiutuvan energiantuotannon kolminkertaistamisesta ja energiatehokkuuden kaksinkertaistamisesta vuoteen 2030 mennessä. Sopimuksessa on mukana myös kirjaus kaikkien puhtaiden energiamuotojen huomioimisesta osana energiamurrosta.

(Viitteet näihin ohjausasiakirjoihin lähdeluettelossa)



# Fingridin skenaariot sähköjärjestelmän kehittämisestä Suomessa

## Fingridin sähköjärjestelmävisio 2023

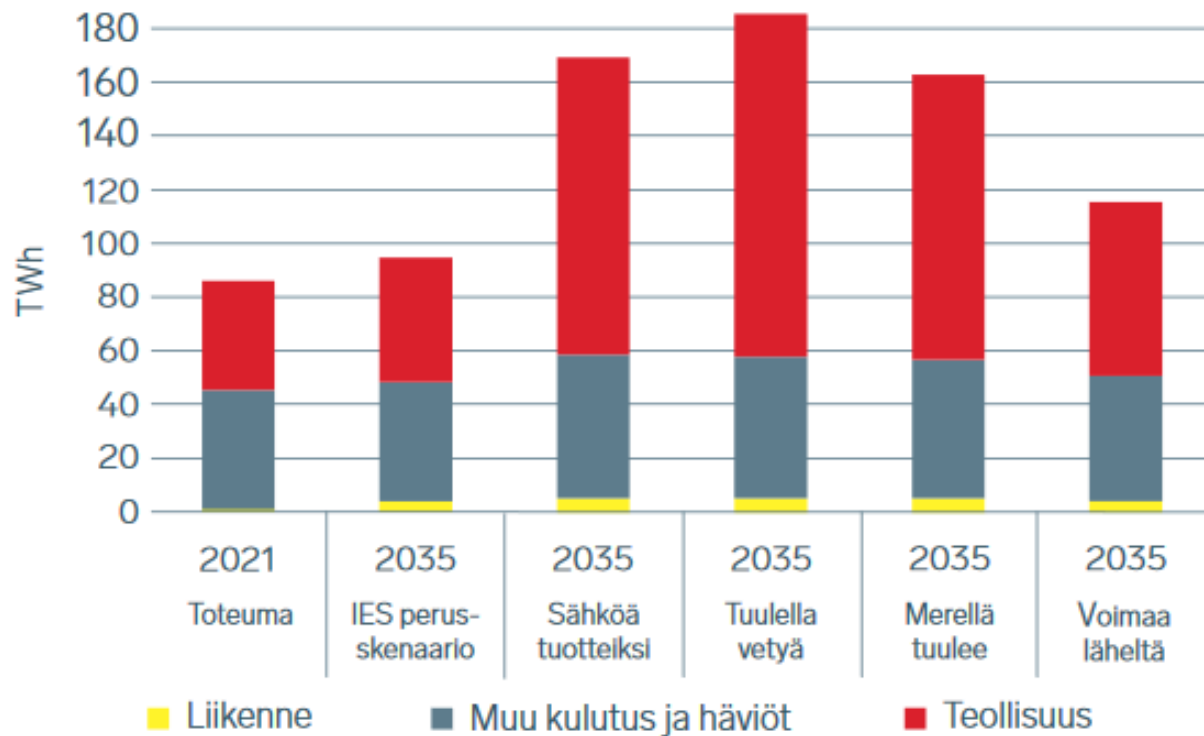
Sähkön verkkoyhtiö Fingrid julkaisi neljä skenaariota sähköjärjestelmän mahdollisesta kehittämisestä vuosiin 2035 ja 2045 mennessä. Fingridin visiotyö on kansallisesti keskeinen, ja siihen on viitattu tässäkin selvityksessä edellä jo useamman kerran.

Fingridin vision mukaan kotimainen sähkön kulutus, kysyntä noin kaksinkertaistuu nykyisestä vuoteen 2035 mennessä – eri skenaarioiden mukaan joko hieman enemmän tai vähemmän. Sähkön tuotannon kasvu on kaikissa neljässä skenaariossa aavistuksen suurempaa eli sähköä katsotaan jäävän hieman myös vientiin. Kaikissa neljässä skenaariossa sähköntuotanto on hiilineutraalia vuoteen 2035 mennessä.

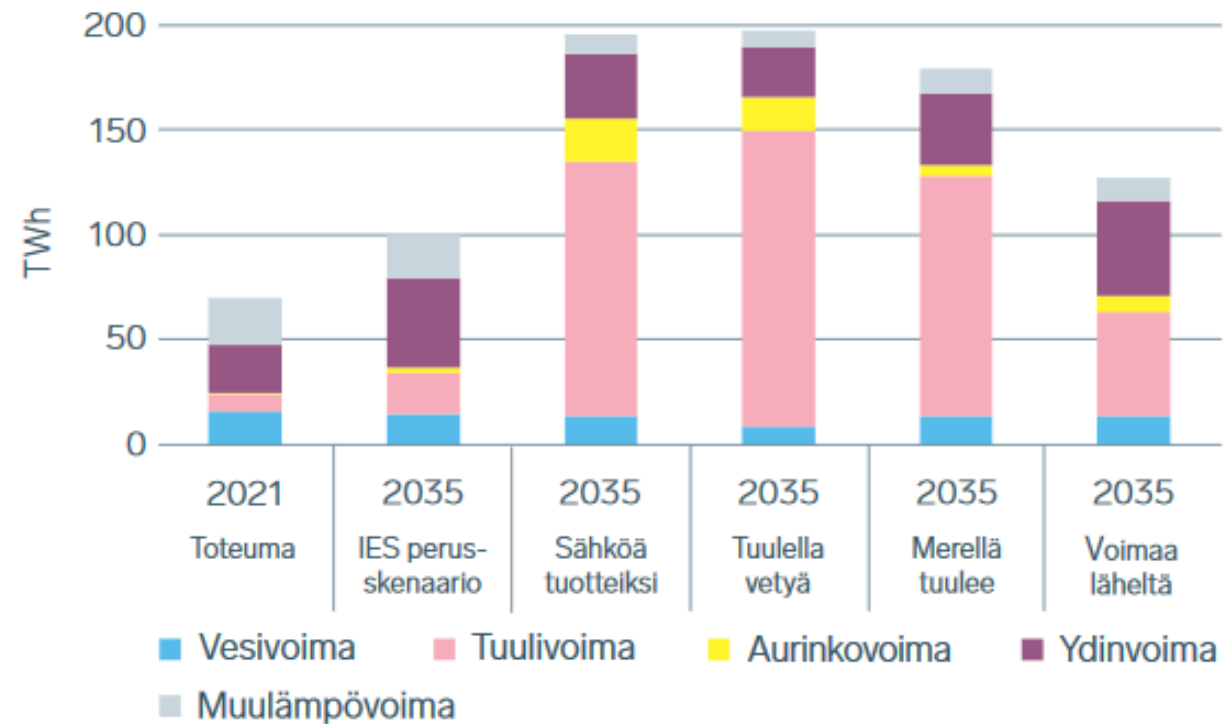
Kysynnän kasvu perustuu ennen muuta teollisuuden prosessien sähköistymiseen, ympäristö- ja hukkalämmön ratkaisuihin lämmöntuotannossa sekä vetytalouteen. Aurinkovoiman osuus sähköntuotannosta olisi 3-10% skenaarioiden mukaan. Ks. tarkemmin Fingridin kuvio seuraavalla sivulla.

# Fingridin skenaariot suhteessa ilmasto- ja energiastrategian perusskenaarioon

**Kuva 4 Sähkönkulutus ilmasto- ja energiastrategian taustaskenaarioissa ja Fingridin skenaarioissa.**



**Kuva 5 Sähkön tuotanto ilmasto- ja energiastrategian taustaskenaarioissa ja Fingridin skenaarioissa.**



# Energiajärjestelmän tavoitteista Varsinais-Suomessa

Energiajärjestelmän kokonaisuus on Suomen pienillä markkinoilla pitkälti kansallinen asia, varsinkin sähkön kannalta – hajautettu pientuotanto pois lukien. Lämmön ja jäähdytyksen tuotanto, jakelu ja käyttö on paikallisempaa. Energiajärjestelmän olennaisia rakenteellisia osia ovat myös siirto- ja jakeluverkot kaikkine osineen, varastot, jalostuslaitokset jne. Konkreettisen infran lisäksi tärkeää on myös eri energiamuotojen sektori-integraatio, älykäs käytönohjaus sekä kuluttajien kysyntäjousto. Teollinen aurinkovoima on yksi osa tätä monisyistä, muuntuvaa energiajärjestelmää.

Varsinais-Suomessa on omat erityispiirteensä ja -tavoitteensa energiajärjestelmän kehittymiselle. Tavoitteet on asetettu yleispiirteisesti **Varsinais-Suomen ilmastotiekartan energian teemassa**. Maankäytön suunnittelussa tulee ratkoa järjestelmän rakenteellisten osien sijoittuminen osana kokonaisvaltaista alue- ja yhdyskuntasuunnittelua, jossa energia on yksi olennainen aihe; se sovitetaan yhteen muiden maankäytön tavoitteiden ja tarpeiden kanssa. Energiajärjestelmän kokonaisuus ja sen kehityssuunnat tulee hahmottaa myös maakuntakaavatyön taustalle – ei ainoastaan yksittäisten energiamuotojen osalta. tämän selvityssarjan kolmannessa osassa tullaankin tutkimaan nousevia fossiilittoman energian muotoja ja energiajärjestelmää kokonaisuutena Varsinais-Suomessa. Toisessa osassa päivitetään maatuulivoiman taustaselvitys, ja merituulivoimaa selvitetään useammassa omassa hankkeessaan merialuesuunnitelman päivityskierrokseen kytkeytyen.

# 3. Teollisen aurinkovoiman ympäristövaikutuksista

3.1 Ympäristövaikutuksista ei merkittävää haittaa (DNSH) -periaatteen  
jäsennyksen mukaisesti

3.2 Maisemavaikutuksista yleisesti

# 3.1 Ympäristövaikutuksista Ei merkittävää haittaa (DNSH)-periaatteen jäsennyksellä

Aurinkovoima ei aiheuta kasvihuonekaasupäästöjä tuotantovaiheessa. Sillä on silti ympäristövaikutuksia, kuten kaikilla energiantuotannon muodoilla. Tässä selvityksessä teollisen aurinkovoiman ympäristövaikutuksia kuvaillaan EU:n taksonomia-asetuksen Ei merkittävää haittaa (Do No Significant Harm) -periaatteen mukaisesti vihreän siirtymän investoinneille. Periaatteen mukaan hanke ei saa tuottaa merkittävää haittaa yhdellekään EU:n kuudesta ympäristötavoitteesta, jotka 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 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. Kehikko on yleispiirteisempi kuin kotimainen ympäristövaikutusten arviointimenettely ympäristöhallinnossa, eikä korvaa sitä. YVA-tarpeesta päättävät alueelliset ELY-keskukset hankekohtaisesti.

Tässä selvityksessä DNSH-arviointi tehtiin työprosessin alkuvaiheessa teolliselle aurinkovoimalle yleisesti ja yleispiirteisesti kolmesta syystä. Ympäristövaikutukset haluttiin eritellä ennen monikriteeristön määrittelemistä sijaintipohjaisille erittelyille Varsinais-Suomessa, koska DNSH-arvioinnin uumoiltiin vaikuttavan kriteereihin. Toisekseen Ei merkittävää haittaa -arviointi on kokonaisvaltaisuudessaan hyvä kehikko hankkeiden ympäristövaikutusten arvioimiseen, vaikkakin sen haasteena on yleispiirteisyys ja tulkinnanvaraisuus. Kolmanneksi DNSH-arviointi on myös edellytys tämän selvityksen tekemiselle saadussa vihreän siirtymän investointien tuessa ympäristöministeriöltä. DNSH-arvioinnin toisen vaiheen tarkennettu arvio vaatii puolestaan aina hankekohtaisesti tarkemmat lähtötiedot, eikä tässä selvityksessä edetä niin tarkan suunnittelun tasolle.

# Ei merkittävää haittaa -periaatteen mukainen kaksivaiheinen arvioiminen Syken kaaviona

## Yleispiirteinen arviointi

Ensimmäisessä vaiheessa arvioidaan taulukossa I, voiko hankkeella olla mahdollisia vaikutuksia seuraavien DNSH-kriteeristön ympäristötavoitteiden osalta:

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

Voiko hankkeen **toteuttamisella, pilotoinnilla, tutkimusinfrastruktuurin hankinnalla tai hankkeen tulosten soveltamisella** olla mahdollisia haitallisia vaikutuksia edellä mainittujen DNSH-kriteeristön ympäristötavoitteiden toteutumiseen?

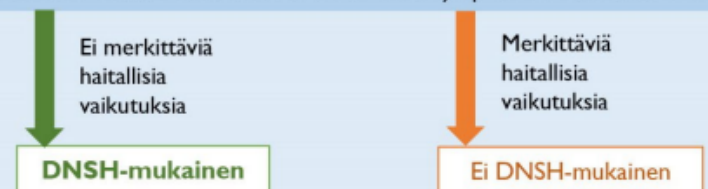


\*) Komission lista sisällön tai sovelluskohteiden vuoksi poissuljetuista hankkeista.

## Tarkennettu arviointi

Toisessa vaiheessa arvioidaan ovatko hankkeen mahdolliset vaikutukset niin merkittäviä, että hanke ei olisi DNSH-kelpoinen. Eri hanketyyppien vaikutukset arvioidaan taulukoissa 2 ja 3:

Onko hankkeen **toteuttamisella, hankkeessa tapahtuvalla pilotoinnilla, tutkimusinfrastruktuurin hankinnalla tai tulosten soveltamisella** merkittäviä haitallisia vaikutuksia DNSH-kriteeristön tai ympäristötavoitteiden toteutumiseen?





# Haitan merkittävyyden arvioiminen haastavaa toisessa arviointivaiheessa

Ei merkittävää haittaa -arvioinnin toisessa, tarkemmassa vaiheessa arvioidaan ensi vaiheessa tunnistettujen mahdollisesti haitallisten vaikutusten osalta yksityiskohtaisesti, **ovatko hankkeen haitalliset vaikutukset merkittäviä ympäristötavoitteiden toteutumiselle.**

Haasteena toisen vaiheen arvioimisessa on merkittävyyden tulkinnanvaraisuus ja tapauskohtaisuus: missä merkittävien haitallisten vaikutusten raja ylittyy, ja tässä erityisesti teollisen aurinkovoiman osalta?

Valtion ympäristöhallinto on tuottanut opasaineistoja tukemaan DNSH-arvioimista. Ks. etenkin Syken opas [Ei merkittävää haittaa -periaatteen \(DNSH\) soveltaminen Suomen elpymis- ja palautumissuunnitelman hankkeissa \(helsinki.fi\)](#). Silti ohjeet toisen arvioimisvaiheen osalta eivät ole aivan yksiselitteisiä. Lisäksi arviointilomakkeet saattavat olla melko yleispiirteisiä, ja niissä kysytään oleellisia perusteluja. Näin ollen toimijat voivat tuottaa vaihtelevia arvioita, ja niitä voidaan myös tulkita eri tavoin rahoitusvälineiden valvojen ja ympäristöhallinnon toimesta.

Teollisen aurinkovoiman osalta valtiollisia linjauksia myös haittojen merkittävyydestä toivotaan saatavan ympäristöministeriön tekeillä olevassa aurinkovoimaoppaasta, jonka on tarkoitus valmistua kesällä 2024.

# 1/6 DNSH: ilmastonmuutoksen hillitseminen

- Aurinkovoimalat eivät tuota kasvihuonekaasupäästöjä sähköntuotannon aikana
- Koko elinkaarensa aikana teollinen aurinkovoimala kaikkine rakenteineen tuottaa kasvihuonekaasupäästöjä, kuten muutkin energiantuotantomuodot:
  - Paneelien energiantensiivinen tuotantovaihe, pääosin Kiinassa
  - Paneelien lisäksi aurinkovoimalan oheisarakteet kaikkine osineen ja elinkaaren vaiheineen: aidat, huoltotiet, maakaapelit, muuntamot, siirtoyhteydet, mahdolliset akut ja huoltorakennukset
  - Myös elinkaaren lopun poistot, ennallistamiset ja rakenteiden kierrätys.
  - Khk-päästöt tulee laskea koko elinkaaren ajalta ja kaikkien rakennusosien sekä maankäyttövaikutusten osalta. Maankäytön muutoksen osalta tulisi tarkastella vaikutukset sekä biomassan (puuston ja muun kasvillisuuden) että maaperän hiilivarastoihin ja -nieluihin.
- Sijainnista riippuen
  - Perustamisen maankaivuutyöt ja rakenteet saattavat olla hyvinkin järeitä päästöineen, jos maaperä on pehmeä. Tämä koskee erityisesti turvemaita.
  - Metsiin sijoitettaessa aurinkovoimala poistaa metsämaan hiilen varaston ja nielujen potentiaalin. Biomassan lisäksi maanmuokkaukset ja uusi käyttötapa vaikuttavat myös maaperän hiilivarastoon.
  - Turvemaille, myös entisille turvetuotantoalueille sijoitettaessa khk-päästöjä syntyy, mikäli turvekerroksia on jäljellä ja alue joudutaan ojittamaan ja pitämään kuivana edelleen. Tällöin kuivan turpeen hajoaminen päästöineen jatkuu. Turvemaille paneelien alustan tulisi saada kasvittua ja vettyä. Tämä puolestaan saattaa vaatia järeää perustamista. Vesitalouden hallintaan olisi kiinnitettävä erityisen laadukasta huomiota.
- Elinkaaren khk-päästöt tulisi laskea vakioidulla ja dokumentoidulla laskentatavalla, ja myös sijainti vaikuttaa tuloksiin.
- Potentiaalisia päästövähennyksiä ei saa verrata kokonaan fossiiliseen sähköntuotantoon, kuten usein tehdään, vaan vertailuarvojen tulee olla kotimaisten sähkömarkkinoiden ajantasaisia arvoja päästökertoimista. Kotimaisesta tuotannosta 92% oli fossiilitonta vuonna 2023. Edistyneimmissä hiilitaselaskelmissa vertailu tehdään tulevaisuusprojektiona voimalan valmistumisen ja käytön aikaisiin keskimääräisiin sähköntuotannon päästökertoimiin Suomessa.
- Keskimäärin teollisen aurinkovoiman elinkaaren khk-päästöt ovat selvästi alhaisempia kuin fossiilisilla tuotantomuodoilla, mutta jonkin verran suurempia kuin tuuli- ja ydinvoimalla. Ks. seuraavat kuvat.

# Aurinkovoiman tuotannon elinkaaren aikaiset ilmastovaikutukset

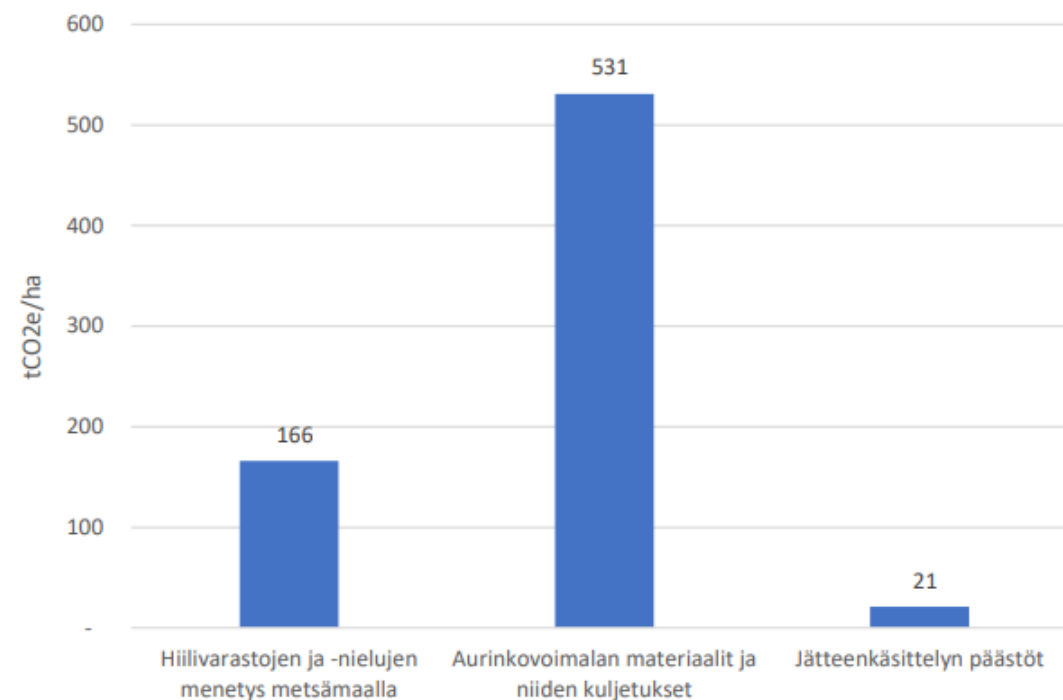
Aurinkovoimalan materiaalien valmistamisen ja kuljetusten hiilijalanjälki on noin 531 tCO<sub>2</sub>e/ha.

Metsämaalla aurinkovoiman rakentamisen aiheuttama hiilivarastojen ja -nielujen menetys on noin 166 tCO<sub>2</sub>e/ha. Muilla tarkastelluilla alueilla hiilivarastoihin ja -nieluihin ei kohdistu merkittäviä vaikutuksia.

Jätteenkäsittelyn päästöt elinkaaren aurinkovoimalan elinkaaren loppuvaiheessa ovat noin 21 tCO<sub>2</sub>e/ha.

Näin ollen aurinkovoiman rakentamisen elinkaaren aikaiset päästöt ovat yhteensä noin 718 tCO<sub>2</sub>e/ha metsämaalla ja noin 552 tCO<sub>2</sub>e/ha pelto- ja niittymaalla, entisillä turvetuotantoalueilla ja joutomailla.

Aurinkovoiman tuotannon päästöt koko elinkaaren aikaiseen sähköntuotantoon suhteutettuna olisivat metsämaalla noin **35 gCO<sub>2</sub>e/kWh** ja noin **27 gCO<sub>2</sub>e/kWh** pelto- ja niittymaalla, entisillä turvetuotantoalueilla ja joutomailla.

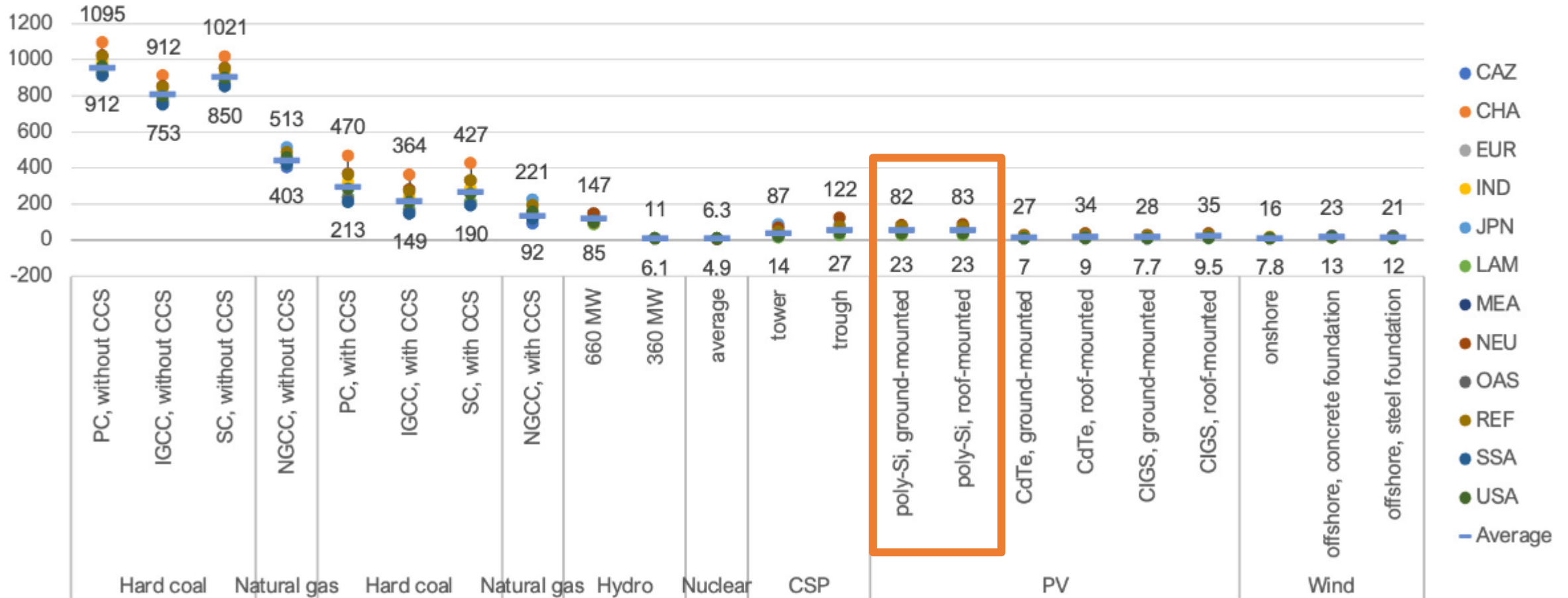


Kuva 30. Aurinkovoiman tuotannon elinkaaren aikaiset ilmastovaikutukset hehtaaria kohden (tCO<sub>2</sub>e/ha)

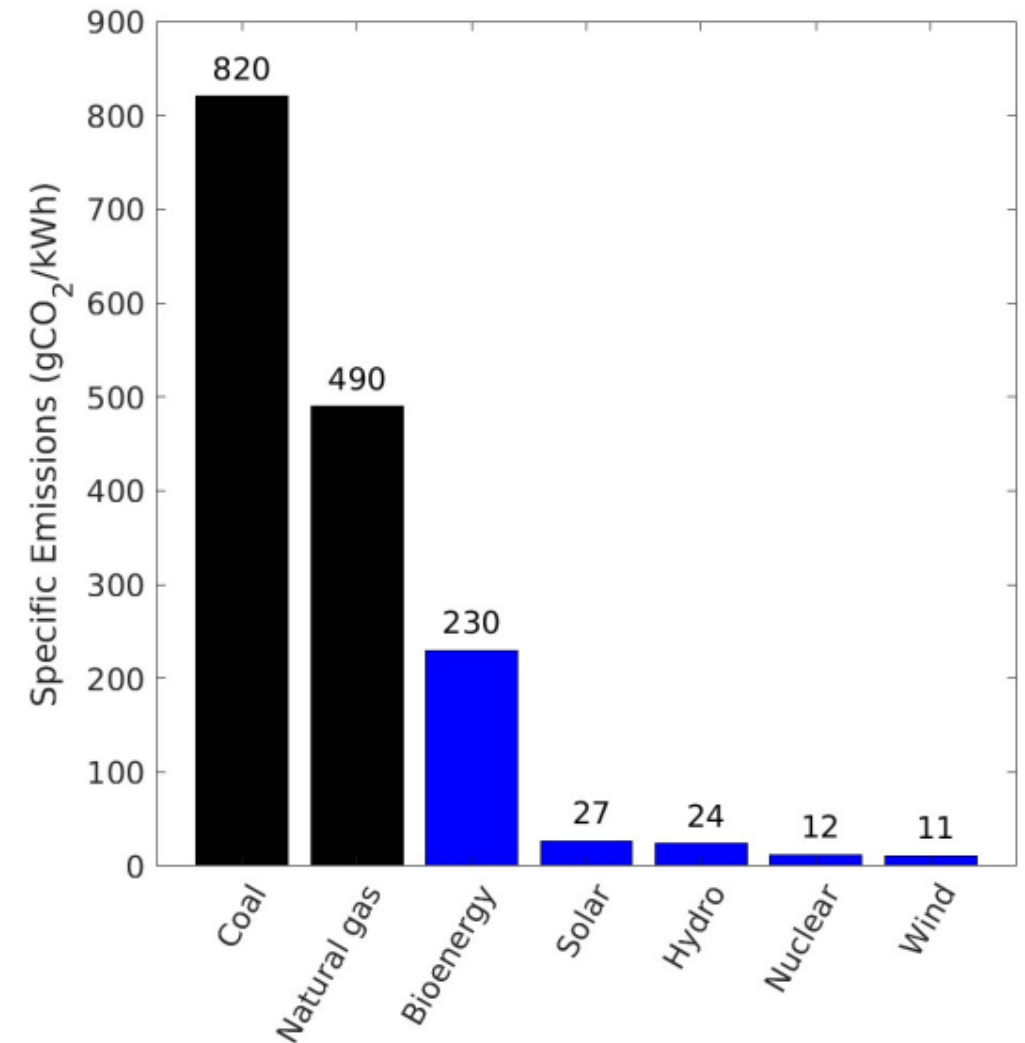
**Figure 37**

Lifecycle greenhouse gas emissions' regional variations for year 2020. Variability is explained by several factors: electricity mix (all regions), methane leakage rates (fossil fuels), load factors (renewables). Nuclear power is modelled as a global average except for back-end.

**Lifecycle GHG emissions, in g CO<sub>2</sub> eq. per kWh, regional variation, 2020**



# Vertaa aiempaan IPCC:n globaaliin 2018 aineistoon perustuva kuvio



IPCC life-cycle estimates of specific CO<sub>2</sub> emissions for different energy sources (electricity production)

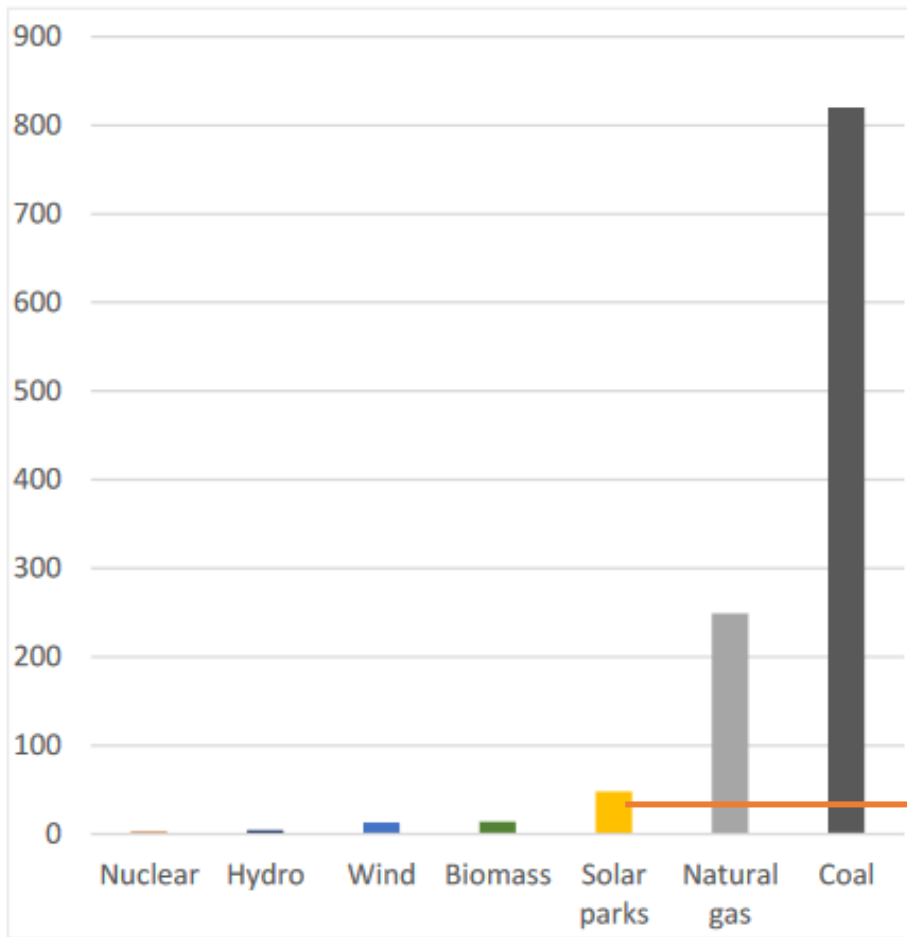
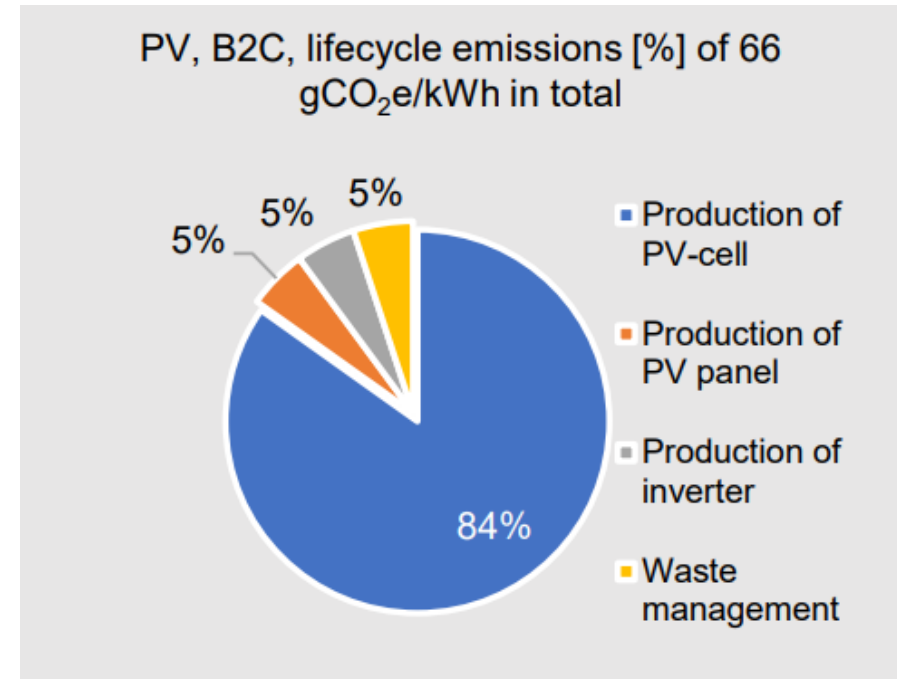


Figure 2: Life cycle GHG emissions [gCO<sub>2</sub>e/kWh] from electricity generation from different energy sources. Nuclear, Hydro and Wind power results are from Vattenfall's EPDs and include fossil-, land use- and biogenic emissions. Biomass and natural gas emissions are based on internal LCAs. For biomass this includes fossil emissions from pellets and chips and for natural gas it is based on Vattenfall's combined heat and power plant Marzahn, commissioned in 2020. For solar parks and coal power, life cycle greenhouse gas emissions median values from [IPCC 2018](#) were used.



Valtaosa, tässä 84%, teollisen aurinkovoiman elinkaaren päästöistä syntyy piikentöiden tuotannosta. Tämä on Vattenfallin ruotsalaiseen aineistoon perustuva erittely.



# 2/6 DNSH: Ilmastonmuutokseen sopeutuminen

- Teollinen aurinkovoima on runsaasti tilaa vievää energiateknologiaa: vaikutukset sopeutumiseen aiheutuvat sen myötä, sijainnista riippuen.
- Paneelirakenteet perustuksineen vaikuttavat valuma- ja paikoin pohjavesiin, kun läpäisemätön, katosmainen pinta-ala lisääntyy (vesien otsikolla lisää).
- Sijainnista riippuen:
  - Metsämaalle sijoitettaessa vaikutukset merkittäviä, kun lämpötilaa, kosteutta, valumavesien käyttäytymistä ja ilmanlaatua tasaava sekä monimuotoinen kasvillisuus poistuu. (Monimuotoisuuden otsikolla lisää).
  - Turvemaidella samoin, mikäli paneelien alusta ei saa kasvittua eikä vettyä käytön aikana. Jos alusta saa vettyä ja kasvittua hyvin suunnitellusti, on vaikutus myönteinen sopeutumiseen ja hiilen taseeseen.
  - Peltomaille sijoitettaessa haasteena on ruokahuollon ennakoiminen pitkällä tähtäimellä: ilmastonmuutoksen myötä suotuisat maanviljelysalueet siirtyvät hiljalleen pohjoisemmaksi koko Euroopan tasolla. Suomessa etenkin Lounais-Suomen viljavien maiden merkitys tulee kasvamaan koko EU:n elintarvikehuollon kannalta. Ennakoivan sopeutumisen näkökulmasta on ristiriitaista muuntaa laajoja, hyvätuottoisia viljelysmaita energiantuotantoon pitkäaikaisesti. Voimaloiden alat ovat periaatteessa palautettavissa maanviljelyyn elinkaarensa lopussa. Voimalakokonaisuuksissa on kuitenkin paljon erilaisia rakenteita perustuksineen - paneelien lisäksi muuntamot, huoltotiet, maakaapelit, aidat, ojat, varastot. Niiden poistaminen kokonaan ja alueen ennallistaminen pelloksi on melko vaativaa. Rakenteilla maanmuokkauksineen on myös maaperävaikutuksia: maaperäeliöstöön, orgaanisen aineksen hajotukseen, ravinnekiertoon, vesitaseeseen sekä hiilenkiertoon. Peltomaille sijoitettaessa voidaan tutkia suunnitteluratkaisuja, jotka mahdollistavat viljelyn ja energiantuotannon limittäin samalla alalla, englanniksi niin kutsuttuja agro pv / agrivoltaic-malleja. Näitä on toistaiseksi enemmän eteläisessä Euroopassa, jossa paneelien varjostus hyödyttää viljelyä. Suomessakin on ensimmäisiä hankkeita vireillä, mutta niissä on avoimia kysymyksiä mm pohjoisen sijainnin ja maataloustukien osalta.



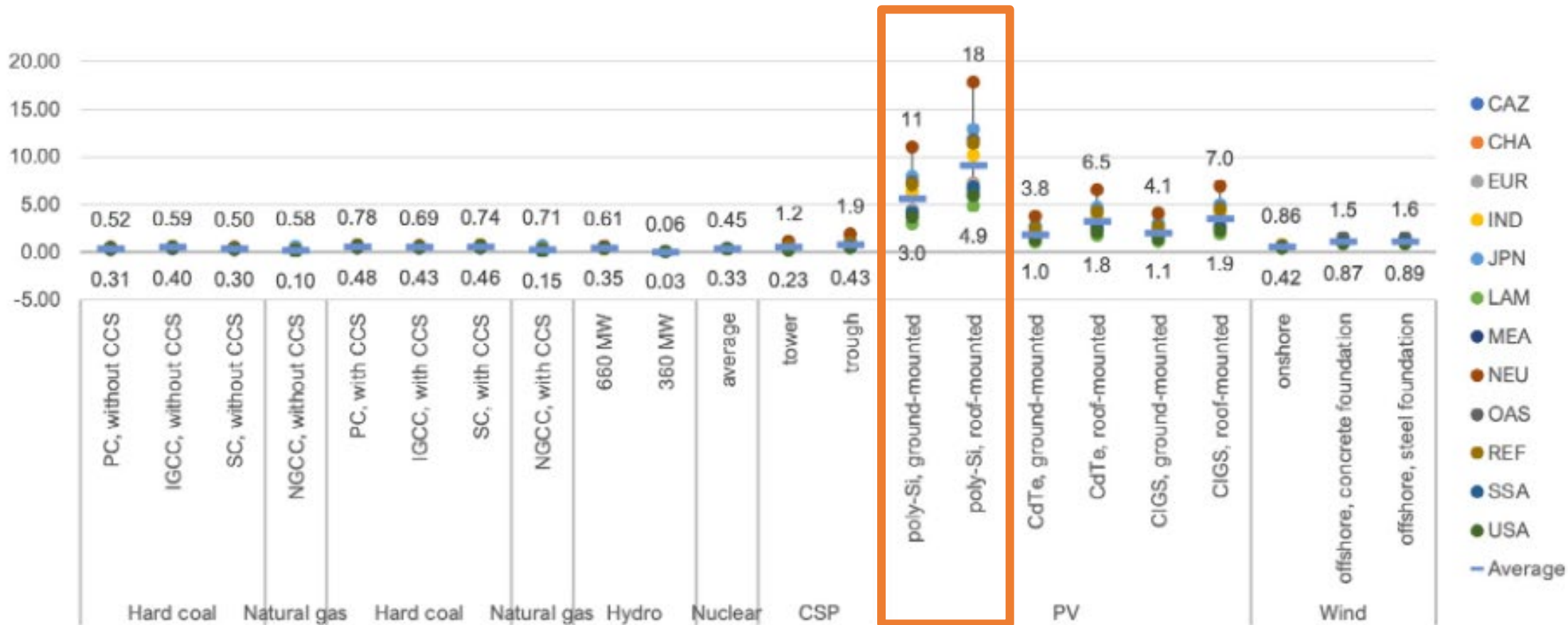
# 3/6 DNSH: Vesivarojen ja merten luonnonvarojen kestävä käyttö ja suojelu

- Paneelientät perustuksineen ja oheisrakenteineen vaikuttavat valumavesien ja osin pohjavesien muodostumiseen ja käyttäytymiseen:
  - Kalteva läpäisemätön pinta-ala, katosala lisääntyy etenkin rakentamattomille maa- ja metsätalousalueille sijoitettaessa
  - Pisarot keskittyvät puroiksi paneelien alareunaan
  - → valumavesien laadukkaaseen hajautettuun hallintaan tulisi kiinnittää erityistä huomiota suunnittelussa
  - Metsämaalle sijoitettaessa hakkuut ja maanmuokkaukset aiheuttavat ravinteiden ja kiintoainesten kulkeutumisen huomattavan piikin rakentamisen aikana.
  - Mahdollisella ojituksella monenlaisia vaikutuksia, metsä- ja turvemailla erityisen haastavia. Etenkin turvemailla vesien hallinnan suunnittelu on hyvin hienosyistä: miten pitää välttämättömät rakenteet, kuten huoltotiet ja muuntamot kuivina ja samalla antaa paneelien alustojen ja välien vettyä ja kasvittaa? Jos alalla on turvetta jäljellä ja se pidetään kokonaan kuivana edelleen, jatkuvat myös turvemaaperän korkeat khk-päästöt.
  - Järeistä perustamistavoista paaluin myös mittavammat vaikutukset vesiin niin rakentamis- kuin käyttövaiheessakin. Rakentamisen aikaisen hienojakoisen maa-aineksen leviämisen hallinta on olennaista.
  - Mikäli paneelien alusta saa kasvittaa ja sitä hoidetaan vain vähän, voivat peltojen vesistövaikutukset, etenkin ravinnevalumat olla vähäisempiä kuin viljelykäytössä.
- Jotkin paneelityypit tarvitsevat vettä pesemiseen ylläpitovaiheessa, useimmat eivät kuitenkaan enää.
- Aurinkopaneelien piikennojen tuotantovaiheessa kuluu paljon vettä.

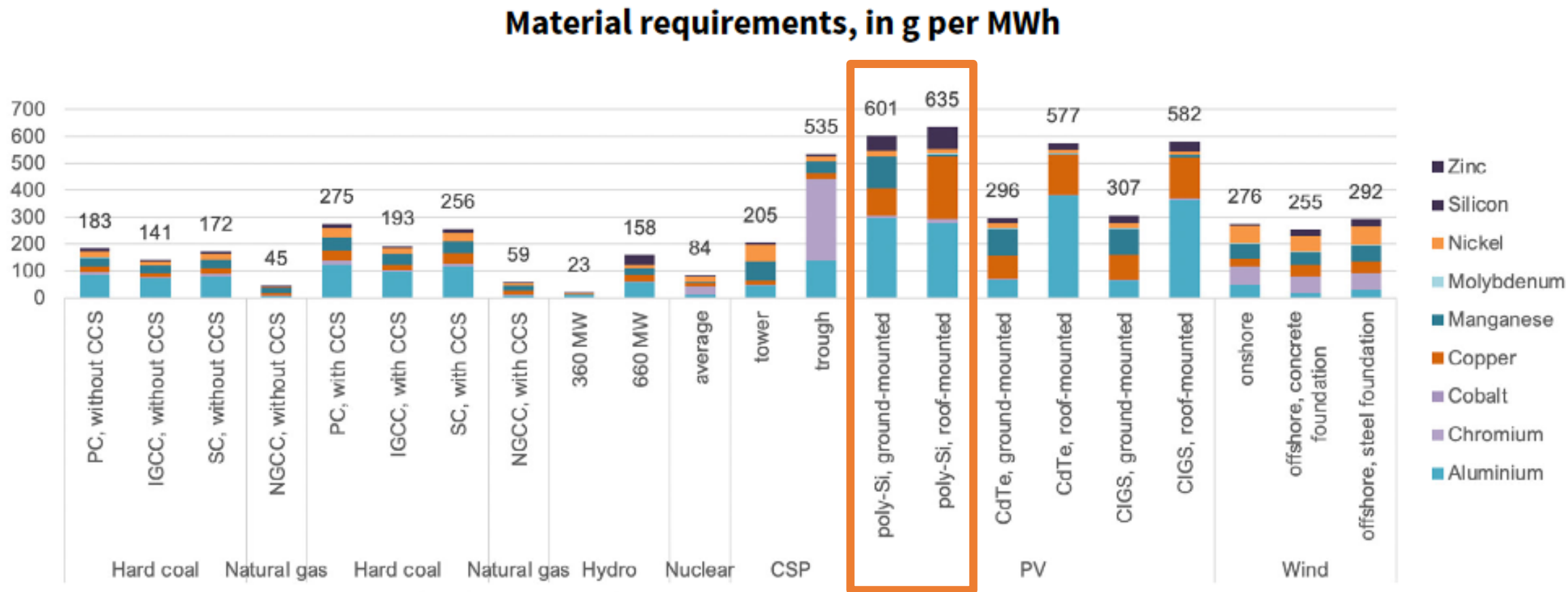
# DNSH 4/6: Siirtyminen kiertotalouteen

- Paneelien piikkenojen tuotantovaihe on energia-, vesi- ja kemikaali-intensiivinen. Tuotanto on pääosin Kiinassa: lähtötiedot ja vastuullisuus vaihtelevat eri tuotantolaitoksilla.
- Paneelirakenteiden ja voimaloiden elinkaari on noin 30 vuotta tällä hetkellä. Teho laskee hiljalleen jo sitä ennen, ja paneeleita saatetaan uusia aiemminkin.
- Paneelien osien ja raaka-aineiden kierrättäminen on mahdollista, joskin vaativaa toistaiseksi. Markkinat eivät toimi aivan vielä, mutta kehittyvät nopeasti. Saksassa kierrättämisestä on jo kokemusta, ja Ranskaan Grenobleen on rakenteilla Euroopan ensimmäinen suuri kierrätyslaitos juuri aurinkopaneeleille. Grenoblessa tavoitteena on saada kierrätettyä peräti 95% raaka-aineista.
  - Arvokkaimpia metalleja hopea, kupari ja pii
  - Lisäksi jää esim. paneelien alumiinikehikoita sekä lasia
- Suomessa aurinkopaneeleita on tullut elinkaarensa päähän vasta vähän. Myös kierrätyksen käytänteet kehittyvät vasta. Paneelit ovat sähkö- ja elektroniikkajätettä, ja ne käsitellään toistaiseksi Kuusakosken laitoksella muun elektroniikkajätteen ohella. Jätelainsäädännön tuottajavastuu koskee myös aurinkopaneeleita; niiden valmistajia, maahantuojia ja myyjiä.
- Keskimäärin teollisen aurinkovoiman metallien ja mineraalien tarve tuotettua energiayksikköä kohden on korkea verrattuna muihin energiamuotoihin (ks. seuraavat kuviot).
- Voimalakenttien muiden oheisrakenteiden, maatöiden ja massatasapainon kestävyys ja kierrätys samaan tapaan haastavaa ja kehittyvää kuin rakentamisen alalla muutoinkin Suomessa.
- Aurinkovoimaloiden vaikutuksia kiertotalouteen voi arvioida myös maankäytön muutoksen näkökulmasta siten, aiheuttaako aurinkoenergia-alue mahdollisesti haittaa biopohjaisten luonnonvarojen käytölle. Sijoittaminen maa- ja metsätalousalueille pienentää biotaloudessa hyödynnettävää maa-alaa ja voi kerrannaisvaikutuksena aiheuttaa luonnonvaraisten alueiden muokkaamista vastaavaan käyttöön.

## Lifecycle mineral and metal requirement, in g Sb eq. per MWh, regional variation, 2020



**Figure 46** Lifecycle requirements of select materials for electricity technologies, in g per MWh.



# DNSH: 5/6 Ympäristön pilaantumisen ehkäiseminen ja vähentäminen

- Aurinkopaneelien piikkenojen tuotannossa käytetään kemikaaleja, kuten suolahappoa, ja prosessissa myös muodostuu yhdisteitä. Käsittelytapa vaihtelee tuotantolaitoksittain, ja ne ovat pääosin Kiinassa. Kemikaalien hallinnasta prosesseissa on vaihtelevia tietoja.
- Paneelien sisältämien aineiden erottelu ja käsittely vaihtelee myös elinkaaren lopussa, mutta kehittyy parhaillaan.
  - Saksassa on kokemusta kierrättämisestä ja Grenobleen Ranskaan on valmistumassa Euroopan ensimmäinen aurinkopaneelien teollinen kierrätyslaitos.
  - Toistaiseksi valtaosa paneeleista käsitellään elektroniikkajätteenä muiden ohella ja murskataan lopulta.
- Aurinkopaneelien käyttövaiheen aikana vaarallisia yhdisteitä voi syntyä lähinnä vain poikkeustilanteissa eli esimerkiksi tulipaloissa. Tällöin niitä voi päätyä esimerkiksi valumina vesistöihin ja paikoin pohjavesiin. Hyvällä sammutusvesisuunnitelmalla voidaan hallita riskejä.

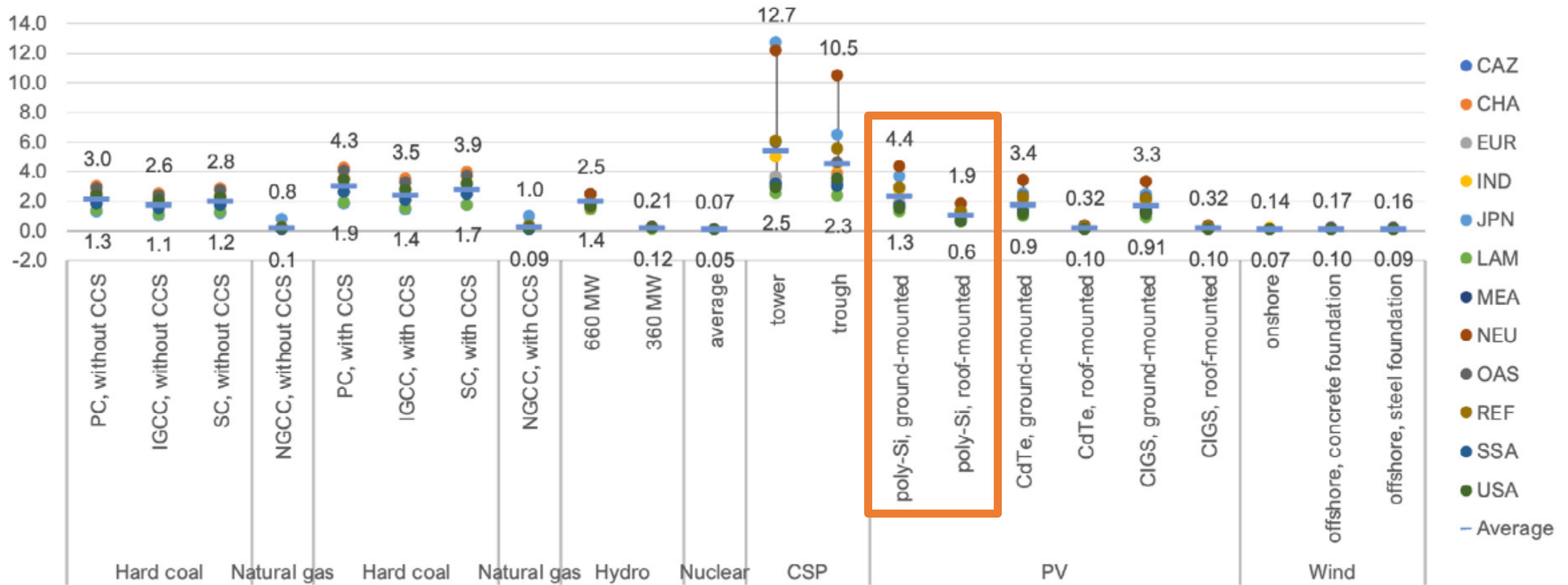
# DNSH 6/6: Biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemien suojelu ja ennallistaminen

- Teollisen aurinkovoiman tilatarve on suuri - myös verrattuna muihin energiatuotannon muotoihin (ks. seuraava kuvio)
- Vaikutuksia luonnon monimuotoisuuteen, ekologisiin yhteyksiin, yhtenäisiin metsäalueisiin ja ennallistamisen potentiaaleihin syntyy aina. Sijainti ja pinta-ala vaikuttavat niiden merkittävyyteen:
  - Metsämaalle sijoitettaessa kielteiset vaikutukset ovat voimakkaimpia: laajat hankkeet lisäävät metsäkatoa ja luontokatoa. Tämä ei koske ainoastaan suojeltuja tai luontoarvoiltaan erityisen arvokkaita metsiä, sillä myös nk. tavallinen talousmetsä on monimuotoisuudeltaan vahva ja sen ennallistamisen potentiaali on suuri. Avoimeksi hakatulla metsäalalla on myös reunavaikutuksia sitä ympäröiviin metsiin, ja herkimmillä alueilla ne voivat ulottua jopa 50 metrin syvyydelle, kun valoisuus, tuulisuus ja ilmankosteus muuttuvat. Laaja-alaiset voimat myös pirstovat yhtenäisiä metsä- ja peltoaloja, etenkin jos niitä sijoittuu useampi lähekkäin.
  - Turvemaat ovat myös haastavia. Vaikutukset vähenevät, jos paneelien alusta saa kasvitua ja vettyä, mikä vaatinee toisaalta järeää perustamista.
  - Viljelykäytössä olevilla pelloilla luonnon monimuotoisuus on vähäistä, joten vaikutukset voivat olla myös positiivisia, mikäli alue saa kasvitua/istutetaan monimuotoisesti, ylläpidon tavat tukevat tätä ja valumavedet hallitaan hajautetuilla ratkaisulla.
  - Estevaikutus etenkin suurille nisäkkäille, koska alueet useimmiten aidattava ilkeivallan ja paloturvallisuuden vuoksi.
  - Lintujen mahdolliset törmäykset aitoihin, paneeleihin ja johtoihin.

**Figure 43**

Lifecycle land use regional variations for year 2020. Variability is explained by several factors: electricity mix (all regions), methane leakage rates (fossil fuels), load factors (renewables). Nuclear power is modelled as a global average except for back-end.

### Lifecycle land use, in points per kWh, regional variation, 2020

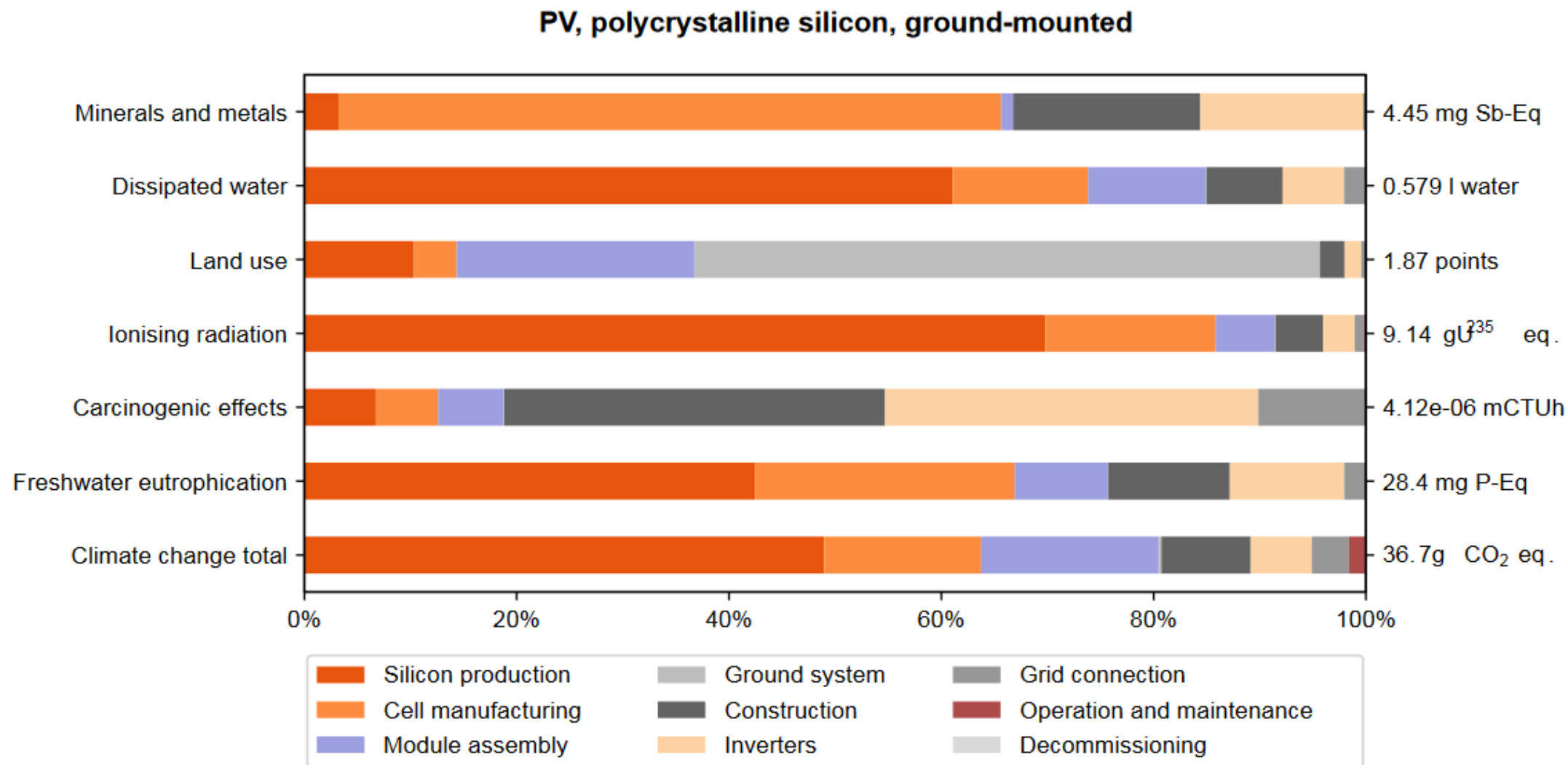




# Fossiilittomien energialähteiden suorista maankäyttövaikutuksista kasvavassa järjestyksessä

1. Energian säästö ja käytön tehostaminen (ei maankäyttövaikutuksia)
2. Hukkavirtojen hyödyntäminen silloin, kun ne syntyvät tarpeellisesta tuotannosta, jolle ei ole tiedossa vaikutuksiltaan vähäisempää korvaajaa (ei maankäyttövaikutuksia)
3. **Aurinkovoima olemassa oleviin rakenteisiin integroituna (ei maankäyttövaikutuksia)**
4. Ydinvoima (2.9 km<sup>2</sup>/TWh)
5. Tuulivoima (1–10 km<sup>2</sup>/TWh, riippuen sijainnista, tuotannon tasaamisen, jalostuksen ja jakelun vaatimista rakenteista)
6. **Aurinkovoima (6–16 km<sup>2</sup>/TWh riippuen sijainnista, tuotannon tasaamisen, jalostuksen ja jakelun vaatimista rakenteista)**
7. Energiaturve (25–27 km<sup>2</sup>/TWh)
8. Vesivoima virtavesiä patoamalla (680 km<sup>2</sup>/TWh)
9. Puuenergia (kun käytössä on koko hakkuukertymä, ei vain jäte- ja hukkavirtoja) (1 300–1 500 km<sup>2</sup>/TWh).

**Figure 25** Life cycle impacts from 1 kWh of poly-Si, ground-mounted, photovoltaic power production, Europe, 2020



# (DNSH 6/6) + 1, yhteisvaikutukset

- Teollisen aurinkovoiman hankkeilla on yhteisvaikutuksia paitsi lähekkäin sijoittuvien aurinkohankkeiden kesken, niin myös muiden energiantuotantohankkeiden kanssa mukaan lukien niiden varastoimisen ratkaisut sekä liityntä- ja voimajohtoyhteydet.
- Yhteisvaikutuksista keskeisiä ovat esimerkiksi yhtenäisten metsäalueiden ja siten elinympäristöjen pirstoutuminen. Peltoaloilla muiden muassa maisemavaikutukset voivat kertautua.
- Varsinais-Suomessa vireillä olevia aurinkovoimahankkeita on keskittynyt osin samoille seuduille. Hankkeiden sijoittuessa lähekkäin myös ympäristövaikutukset kasvavat ja voivat osin kertautua merkittäviksi, vaikka ne erillisinä olisivat vähäisiä ja hankkeet toteutettaisiin eri aikaan.
- Yhteisvaikutukset olisi hyvä eritellä ennakoivasti hankkeita valmisteltaessa ainakin maiseman, luonnon ja ihmisen kannoilta, aluesuunnittelua kun tehdään pitkälle tulevaisuuteen ja kokonaisuuksien kannalta. YVA-menettelyä sovellettavilta hankkeilta yhteisvaikutusten arviointi edellytetään, mutta muissa teeman käsittely vaihtelee.
- Jotkin teollisen aurinkovoiman hankkeet tulevat Varsinais-Suomessa hyvin lähelle, osittain päällekkäinkin joko maakunta- tai yleiskaavoituksessa osoitettuja tuulivoimaloiden alueita. Yhteisvaikutuksista tunnistetaan ennen muuta hankkeiden kilpailuasetelma suhteessa alueen sähkönsiirron kapasiteettiin.
  - Tuuli- ja aurinkovoiman limittäinen tuotanto on periaatteessa mahdollista, mutta tämä tulisi huomioida toteutussuunnittelun yksityiskohdissa alusta pitäen. Yhdistelmä on lisäksi haastava etenkin maisemaan ja ihmiseen kohdistuvien vaikutusten kannalta: tuulivoima näkyy ja kuuluu kauas, mutta voimaloiden välittömässä läheisyydessä voi kuitenkin kasvaa metsää ja alueilla voidaan liikkua vapaasti. Teollisen aurinkovoiman maisema- ja estevaikutukset ovat puolestaan erittäin paikallisia. Aurinkovoima muuttaa paikallismaisemaa ja useimmissa hankkeissa edellytetyt aidat estävät ihmisten ja muiden suurten nisäkkäiden vapaan liikkumisen. Tuulen ja auringon mahdollisilla yhteistuotantoalueilla olisikin muun muassa merkittäviä maisemavaikutuksia sekä lähelle että kauas.

# Tiivistelmä teollisen aurinkovoiman ympäristövaikutuksista yleisesti DNSH-jäsenyksellä ja ilmastojaotuksella

## Ilmastonmuutoksen hillintä (1) ja kiertotalouteen siirtyminen (4)

- Tuotantovaihe päästötön, mutta **elinkaaren ilmastovaikutuksia** muodostuu voimalan kaikista **rakennusosista ja maankäytön muutoksista**
  - Elinkaari tällä hetkellä noin 30 vuotta
  - Etenkin piikennopaneeleiden tuotantovaihe energia-, vesi- ja kemikaali-intensiivinen
  - Lisäksi paneelitelineet, aidat, huoltotiet, maakaapelit, siirtoyhteydet ja varastot perustuksineen tuottavat päästöjä. Maalajit vaikuttavat perustamistavan järeyteen.
  - Hiilitaselaskelmat (päästöjen ja päästövähennyspotentiaalien vertailu) tulisi tehdä suhteessa ajantasaisiin kotimaisen sähköntuotannon vertailutietoihin tai tulevaisuusprojektiiona – tai jättää pois vanhenevana vertailutapana uudessa sähköntuotannossa, joka ei varsinaisesti korvaa vanhaa.
- **Sijoittaminen metsämaalle** vähentää hiilen varastoja ja nielujen potentiaaleja sekä biomassassa että maaperässä.
- **Sijoittaminen turvemaille** jatkaa khk-päästöjä, jos turvetta on jäljellä ja alue joudutaan pitämään kuivana ojittamalla. Jos alue saa vettyä ja kasvittua, khk-päästöt vähenevät.
- **Kiertotalous:** metallien ja mineraalien tarve suuri tuotantovaiheessa. Poistovaiheen kiertotalous vasta kehitymässä.

## Ilmastonmuutokseen sopeutuminen (2), vesien hallinta (3) ja luonnon monimuotoisuus (6)

- **Tilaa vievää energiateknologiaa**
  - → vaikutukset monimuotoisuuteen ja ennallistamisen potentiaaleihin sekä elinympäristöjen pirstaloitumiseen merkittäviä etenkin metsämaalle sijoitettaessa. Pelloilla vaikutukset monimuotoisuuteen voivat olla positiivisia, jos alue saa kasvittua monimuotoisesti ja ylläpito tukee monilajisuutta.
  - Estevaikutus suurille nisäkkäille, jos aidataan, ja mahdolliset häiriöt linnuille.
  - Paahteisuutta voimistavat vaikutukset pienilmastoon etenkin puustoa poistettaessa.
- **Maa- ja metsätalousalueille sijoitettaessa läpäisemättömän, katosmaisen pinnan huomattava lisäys**
  - → vaikutukset valumavesiin ja haasteet vesien hallinnalle. Laadukas valumavesien suunnittelu olennaista, erityisesti turvemilla.
  - Pelloille sijoitettaessa saattaa myös vähentää ravinnevalumia, mikäli alue saa kasvittua monimuotoisesti ja sen ylläpito sekä valumavedet hallitaan hyvin.
- **Sopeutumisen kannalta ristiriitaista sijoittaa hyvätuottoisille pelloille**
  - Varsinais-Suomen viljelysmaiden merkitys maataloudessa tulee hiljalleen kasvamaan koko pohjoisen Euroopan näkökulmasta.

# Johtopäätöksiä teollisen aurinkovoiman ympäristövaikutusten DNSH-arvioinnista paikkatietoerittelyjen monikriteeristöön

Teollisen aurinkovoiman DNSH-arvioinnin ensimmäinen vaihe tehtiin yleisesti ennen monikriteeristön määrittämistä paikkatietopohjaisille erittelyille. DNSH:n toisen vaiheen tarkempi arvio haitallisuuden merkittävydestä voidaan tehdä vain sijainti- ja hankekohtaisesti. Tämän taustaselvityksen monikriteeristön kannalta olennaista on, että

- Teollisen aurinkovoiman hankkeilla voi olla haitallisia vaikutuksia kaikkiin EU:n kuudesta ympäristötavoitteesta.
- Teollisen aurinkovoiman keskeisin haitallisia ympäristövaikutuksia aiheuttava ominaisuus on se, että se on paljon tilaa vievää energiateknologiaa per tuotettu MWh. Tämän takia vaikutukset hiilen varastoihin ja nieluihin, valumavesien hallintaan ja monimuotoisuuteen voivat olla myös merkittäviä hankkeiden pinta-alasta ja sijainnista riippuen - etenkin metsämaalle sijoitettaessa.
- Lisäksi haastavia ovat teollisen aurinkovoiman koko elinkaaren kaikkien rakennusosien kasvihuonekaasupäästöt sekä kiertotalouden kysymykset. Khk-päästöt ja kriittisten materiaalien tarve ovat korkeat tuotettua megawattia kohden. Elinkaaren kasvihuonekaasuista valtaosa muodostuu piikennopaneelien energiantensiivisessä tuotantovaiheessa, pääosin Kiinassa.
- Iso osa tunnistetuista mahdollisesti haitallisista ympäristövaikutuksista katetaan perinteisillä kaavoituksen sijainnin rajauksilla esimerkiksi luontoarvojen suojelumerkinnöillä, virkistysmerkinnöillä tai maa- ja metsätalousalueiden suunnittelumääräyksillä.
- Lisäyksenä perinteisiin rajauksiin DNSH-arviointi nosti kuitenkin joitakin olennaisia, monikriteeristöön yleisesti sisällytettäviä näkökulmia:
  - Tavallisten metsien ja soiden merkitys hiilen varastona ja nieluna (1), metsät sopeutumisen tasaajana pienilmastossa (2) sekä luonnon monimuotoisuuden ja ennallistamisen mahdollistajana (3). → ei metsiin eikä soille.
  - Entisten turvetuotantoalueiden ehdollinen soveltuvuus khk-päästöjen kannalta (1): suotavaa olisi, että turvetta olisi nostettu mahdollisimman paljon ennen voimalatoimintaa. Jos aurinkovoimala edellyttää turvemaiden kuivana pitämistä ja turvetta on jäljellä, jatkuvat myös kuivan turpeen hajoamisen khk-päästöt. Mikäli paneelirakenteiden alusta saa vettyä ja kasvittua ja alueen vesitalous hallitaan hyvin, voivat vaikutukset khk-päästöihin olla positiivisia niitä vähentäen. → turvemaat ristiriitaisten, täsmennettävien kriteereiden ryhmään.
  - Valumavesien hallinnan haasteet (3) silloin, kun aurinkovoimala sijoitetaan maa- ja metsätalousalueille. Läpäisemätön katosala ja sen myötä valumavesien hallinnan haasteet lisääntyvät. Niitä voidaan hallita laadukkailla hajautetun valumavesien hallinnan ratkaisuilla. Kasvittuminen ja maanmuokkauksen väheneminen hillitsee ravinnevalumia, jos voimala perustetaan aiemmin viljelykäytössä olleelle peltoalalle.
  - Elintarvikehuollon kehittyminen tulevaisuuteen sopeutumisen ja ennakoimisen kannalta (2): ilmastonmuutoksen myötä suotuisat maanviljelysalueet siirtyvät hiljalleen pohjoisemmaksi koko Euroopan tasolla. Suomessa etenkin Lounais-Suomen viljavien maiden merkitys kasvaa koko EU:n elintarvikehuollon kannalta ja yhtenäisten viljelyalojen pirstoutuminen on ristiriitaista sopeutumisen kannalta. → viljelykäytössä olevat maatalousmaat ristiriitaisten, täsmennettävien kriteereiden ryhmään.

## 3.2 Aurinkovoimaloiden maisemavaikutuksista yleisesti

- Teollisten aurinkovoimaloiden paneelirakenteet ovat matalahkoja: niiden korkeudet ovat n. 3–5 m tällä hetkellä, mutta niistä muodostuu laajoja voimalakenttiä. Paneelirakenteet asennetaan pääosin kiinteästi. Joissakin hankkeissa on myös auringonvalon mukaan akselinsa ympäri kääntyviä ja kallistustaan muuttavia, kaksipuolisiakin malleja. Paneelien lisäksi voimala-alueilla on paljon myös oheisrakenteita eli aidat, huoltotiet, muuntamot, liityntäjohtot, ojat sekä mahdolliset huoltorakennukset ja sähkön varastoimisen ratkaisut.
- Toteutussuunnittelun ratkaisuilla voi vaikuttaa maiseman muutokseen sijoittelulla, osittamisella ja maisemoimisella. Suomessa on vireillä myös ensimmäisiä pieniä nk. agro pv / agrivoltaics-ratkaisuja, joissa yhdistetään maanviljely ja/tai laidunnus sekä aurinkoenergian tuotanto samalla hankealueella. Agro pv -esimerkkejä on enemmän eteläisestä Euroopasta ja USA:sta, joissa paneelien varjostus on hyödyksi maanviljelylle.
- Laajat yhtenäiset paneelikentät muuttavat maisemaa voimakkaasti paikallisesti, etenkin alueella asuvien ja siellä toimivien sekä liikkuvien kannalta.
- Sijainti-/ tapauskohtaista:
  - Jos voimala sijoitetaan maisemallisesti arvokkaiden alueiden ja/tai kulttuurihistoriallisten kohteiden lähelle, on vaikutus monitahoinen - ja luokitusten mukaisesti seudullinen, maakunnallinen tai valtakunnallinen.
  - Tavanomaisille maa- ja metsätalousalueille sijoitettaessa maaseutumaisema muuttuu energiateollisuuden maisemaksi paikallisesti. Kysymykset suojaetäisyyksistä ja maisemoimisesta sekä siitä vastaamisesta ovat keskeisiä paikallisesti.
  - Teollisuus-, työpaikka- ja erityisalueille tai niiden välittömään läheisyyteen sijoitettaessa maisemavaikutukset ovat vähäisempiä.





Jo toteutuneiden hankkeiden mittasuhteet havainnollistuvat eri kuvakulmista monissa mediajutuissa, esimerkiksi Ylen videossa Kalajoelta, <https://yle.fi/a/74-20045530>

**Kasvunäkymät on erittäin voimakkaat.**



# Maisemavaikutuksista paikallisesti

- Merkittävä muutos maisemaan paikallisesti maaseudulla. Vaikutuksia maiseman myötä ihmiseen, ennen muuta asumiseen, loma-asumiseen, matkailuun, retkeilyyn ja virkistykseen. Muutos voidaan kokea eri tavoin.
- Hanke- ja sijaintikohtaista:
  - Laajuus ja estevaikutus  
Estevaikutus syntyy voimalarakenteiden lisäksi aidoista. Voimalakentät kehoitetaan aitaamaan pelastuslaitosten paloturvallisuusohjeessa aurinkosähköjärjestelmille (2023), mutta kaikissa hankkeissa tätä ei ole edellytetty. Alueelliseen pelastuslaitokseen tulee olla yhteydessä.
  - Voimalan kaikki rakenteet ja niiden asemoiminen.
  - Maisema- ja vihersuunnittelu hankkeissa sekä kasvullisten alueiden ylläpito.
  - Sijainti: asutus, loma-asutus, virkistykseen ja kulttuuriympäristön arvot kohteessa ja sen lähiympäristössä
- Paikallistason muutoksen asianmukainen tarkastelu vaatii hankekohtaista, perusteellista maisema-analyysiä. Tässä maakuntakaavan tasoisessa taustaselvityksessä ei mittakaavan takia ollut mahdollisuuksia paneutua paikallisen maiseman muutokseen.

# 4. Paikkatietoerittelyt teolliselle aurinkovoimalle soveltuvista sijainneista

4.1. Paikkatietoerittelyjen logiikasta ja työtavasta

4.2. Monikriteeristö suotuisista, rajaavista ja ristiriitaisista tekijöistä sijoittumiselle

4.3. Erittelyt:

- rajaavien tekijöiden poissulku

- suotuisten ja ristiriitaisten ominaisuuksien tarkastelu

- synteesikartta

# 4.1. Paikkatietoerittelyjen logiikasta ja työtavasta

Paikkatietopohjaisilla erittelyillä tutkittiin teolliselle aurinkovoimalle soveltuvia sijainteja Varsinais-Suomessa seudullisella, yleispiirteisellä tasolla.

Ensin määriteltiin sisällölliset kriteerit 1) suotuisten tekijöiden, 2) selvien rajausten sekä 3) ristiriitaisten, monisyisten tekijöiden ryhmille. Kriteerien määrittelemisessä käytettiin keskeisesti taustaselvityksen alussa laadittua Ei merkittävää haittaa -erittelyä teollisen aurinkovoiman ympäristövaikutuksista yleisesti. Lisäksi hyödynnettiin lukuisia muita lähdeaineistoja ja erikseen kysytyjä asiantuntijankempeksiä. Suotuisten ja ristiriitaisten tekijöiden ryhmissä oli niin paljon erilaisia ja erilaatuisia tekijöitä, että niille määriteltiin myös arvot asteikolla -3 – +3. Tekijöiden arvottamisen avulla päästiin tekemään suotuisuuksien ja ristiriitaisuuksien suhteellista ja liukuvaa, vyöhykkeistä tarkastelua paikkatietopohjaisesti. Ryhmät, kriteerit ja arvot kuvataan tarkemmin seuraavilla sivuilla.

Suosittelavia vähimmäisetäisyyksiä oli haastava määritellä kaikissa kolmessa kriteeriryhmässä: kansallista ohjeistusta ei toistaiseksi ole, eikä sitä ministeriön tekeillä olevan oppaan myötä todennäköisesti myöskään tule. Muut maakuntien liitot, esimerkiksi Satakunta ja Etelä-Pohjanmaa, ovat omissa töissään ansiokkaasti määritelleet joitakin suosituksia suojaetäisyyksiksi esimerkiksi asutukseen ja kulttuurihistoriallisesti tai luonnon kannalta arvokkaisiin, herkkiin kohteisiin. Etelä-Pohjanmaalla toisaalta suosituksia ei lopulta käytetty poissulkevassa paikkatietoerittelyssä. Näitä esimerkkejä sovellettiin, kun haarukoitiin Varsinais-Suomen suositeltavia suojaetäisyyksiä.

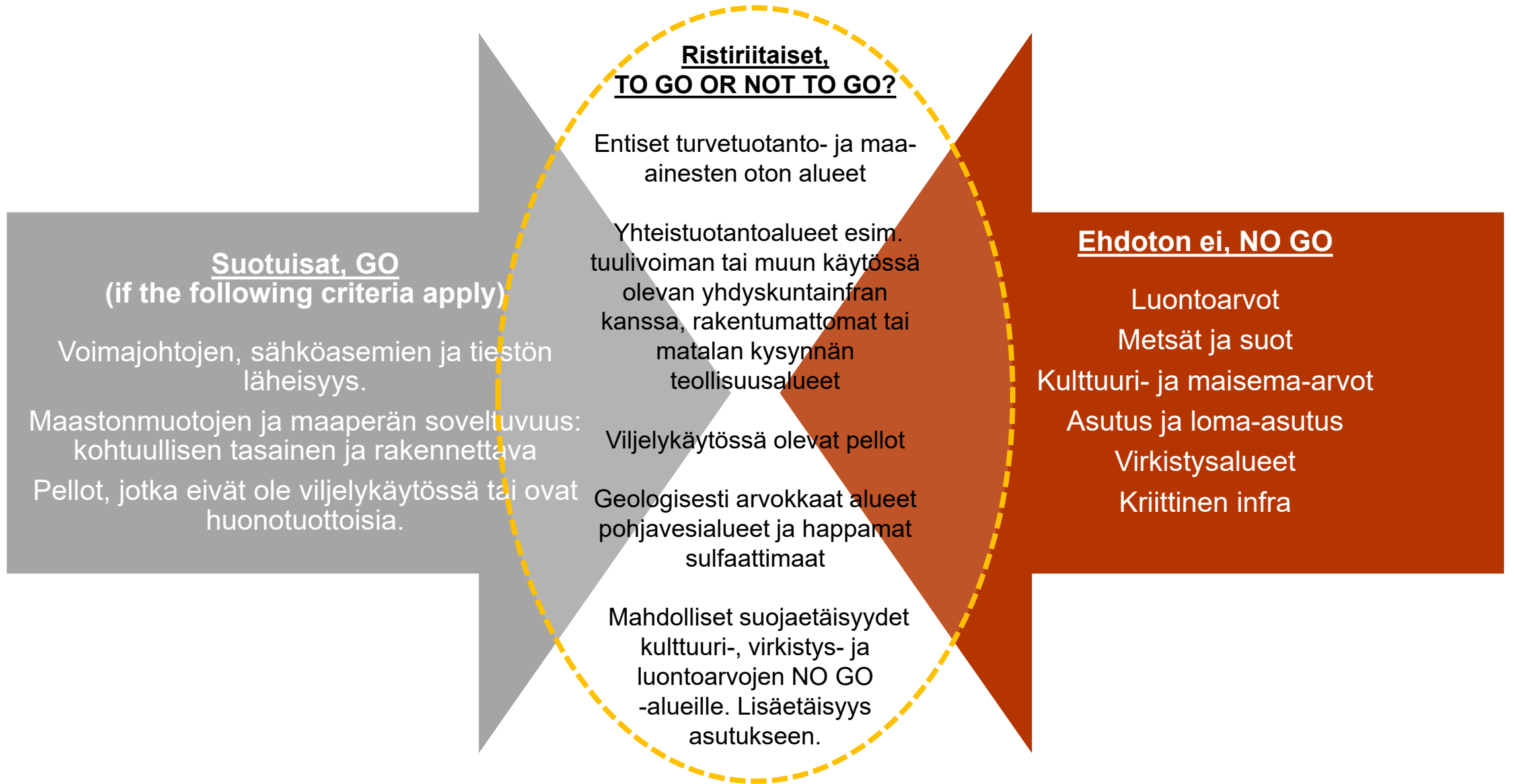
# Paikkatietoanalyysien vaiheistamisesta

Prosessi aloitettiin etsimällä soveltuvat paikkatietoaineistot, jotka kertovat sisällöllisten kriteeriryhmien eli suotuisten, rajaavien ja ristiriitaisten tekijöiden ominaisuuksista. Aineistoissa on osin omia rajoituksiaan, ja niihin on viitattu monikriteeristön taulukoissa.

Varsinaiset erittelyt käynnistettiin yleisellä poissulun prosessilla: maakunnan alueelta muodostettiin rajausmaski, jossa oli selvien rajausten luokat. Tämän jälkeen tarkasteltiin jäljelle jääviä alueita suotuisten tekijöiden ryhmälle annettujen arvojen mukaisesti. Lopuksi tehtiin vielä lisätarkastelu ristiriitaisten tekijöiden ryhmälle niin ikään arvoitettuna.

Tässä maakuntatason taustaselvityksessä tutkittavien aurinkovoimaloiden vähimmäiskokona pidettiin 40 hehtaaria, kuten johdannossa on perusteellisemmin kuvattu. 40 hehtaarin pinta-ala pyrittiin löytämään kuitenkin myös lähekkäin toisiaan sijaitsevista pienempien alojen ryhmistä. 40 hehtaaria pienempiä mahdollisesti soveltuvia alueita on asianmukaisinta tutkia kuntien tarkentuvilla suunnittelutasoilla.

# Suotuisat, ristiriitaiset ja rajaavat tekijät sijoittumiselle



# Paikkatietoanalyysin työjärjestyksestä

Rajaukset eli  
NO GO -maski

Suotuisten ja  
ristiriitaisten  
tekijöiden  
pisteytys

Teemakartta  
positiivisia  
arvoja  
saaneista  
sijainneista

Teemakartta  
negatiivisia  
arvoja  
saaneista  
sijainneista

Synteesikartta  
positiivisista  
yhteissummista

# HYPOTEESI eli tutkimusoletus

Taajaan rakennetuilla, kulttuurihistoriallisesti arvokkailla ja maaperältään hyvätuottoisilla alueilla Varsinais-Suomessa on todennäköisesti haastava löytää suuria, yli 40 hehtaarin kokoisia teolliseen aurinkovoimatuotantoon soveltuvia aloja, jotka sopivat myös muun maankäytön kokonaisuuteen ja täyttävät Ei merkittävää haittaa -periaatteen ympäristötavoitteet. Tällaisia voisivat olla mahdollisesti esimerkiksi entiset maa-aineisten oton alueet, jotkin entisistä turvetuotantoalueista lisäkriteerein tai pellot, joita ei viljellä.

- > Aurinkovoiman kokonaiskestävä tuotantopotentiali Etelä-Suomessa saattaa olla ensisijaisesti hajautettuina, rakennuksiin ja rakennelmiin integroituina pienempinä järjestelminä sekä pieninä teollisen aurinkovoiman yksiköinä jo rakennetussa/käytetyssä ympäristössä.
- > Myös tarkemmat tutkimisen ja maankäytön ohjaamisen tarpeet ovat todennäköisesti lähempänä kuntakaavoituksen, luvituksen ja tarkentuvan toteutussuunnittelun tasoja.



# 4.2 Monikriteeristö

suotuisista, rajaavista ja ristiriitaisista tekijöistä sijoittumiselle

# GO (IF THE FOLLOWING CRITERIA APPLY)

Teollisen aurinkovoiman sijoittumiselle SUOTUISAT TEKIJÄT		Arvo sijaintierittelyssä	
Ryhmä ja täsmennys	Huomioita	asteikolla 1 - 3	Selite arvojen asteikolle ja/tai aineistolle
<b>Sähköjärjestelmä</b>			HUOM! Sähköjärjestelmän pisteet eivät kumuloidu, jos sama alue on useammassa luokassa. Tällöin huomioidaan ryhmän eniten plusarvoja saava luokka.
Voimajohtolinjojen läheisyys (vähintään 110 kv suurjännitelinja)	Kapasiteetin riittävyys tarkistettava tapauskohtaisesti Fingridiltä	1 / 2 / 3	Etäisyys < 1 km: 3 pistettä. 1-2 km: 2 pistettä. 2-3 km: 1 piste.
Sähköaseman läheisyys	Kapasiteetin riittävyys tarkistettava tapauskohtaisesti Fingridiltä	1 / 2 / 3	Etäisyys < 3 km: 3 pistettä. 3-6 km: 2 pistettä. 6-10 km: 1 piste.
<b>Maanmuodot ja -ominaisuudet</b>			
Kohtuullisen tasainen tai loivasti etelään viettävä		1	Rinnekaltevuus alle 5 % TAI rinnekaltevuus 5-15 % JA rinteiden suunta kaakko, etelä tai lounas.
Kohtuullisen rakennettava	Mitä haastavampi perustaa, sen kalliimpaa ja enemmän khk-päästöjä.	1	GTK:n rakennettavuusluokituksia mukaillen maaperäkartan pohjamaalajina hiekka, sora, hiekkamoreeni tai karkea hieta.
<b>Tiestö</b>			
Rakentamisen, ylläpidon ja pelastuksen kulkuneuvoja kantavat huoltotiet lähellä	Tieverkosto eri tasoineen hyvin tiheä Varsinais-Suomessa yleisesti ottaen.		Tämän kriteerin etäisyysarviointi ei erottele Varsinais-Suomessa, eikä sitä olla pisteytetty siksi.
<b>Viljelemätön maatalousmaa</b>			
Pellot, joita ei viljellä tai jotka ovat huonotuottoisia		2	Aineistohaasteita: pellot, joita ei viljellä on saatu vähentämällä Corine-maanpeiteaineiston maatalousmaista peltolohkokisterin pellot. Näin on saatu maatalousalueet, jotka eivät saa maataloustukea. Ne on tulkittu pelloiksi, joita ei viljellä. Corine-aineisto on vuodelta 2018 ja siten vanhentunut, joten tulos on epävarma. Peltojen tuottoisuuden taso ei puolestaan ole julkista tietoa.

Teollisen aurinkovoiman sijoittumista RAJAAVAT TEKIJÄT		
Ryhmä ja täsmennys	Vähimmäis-etäisyys	Huomioita
<b>Luontoarvot</b>		
Suojelu- ja Natura-alueet ja -kohteet		Suojaetäisyys haastava määrittää yleisesti.
Muut rajoitetun käytön alueet KOKASU-määritelmän mukaan		Kuten edellä. Syken Kohti kattavaa suojelualueverkostoa -hankkeen määritelmässä rajoitetun käytön kohteita ovat suojelu- ja Natura-alueiden lisäksi mm Metsähallitus Metsätalous Oy:n alue-ekologiset kohteet, Metsäkeskuksen tietokannassa olevat erityisen tärkeitä elinympäristöt sekä ympäristötukikohteet ja yksityismailla olevat, SAKTI-tietokannan mukaan luonnonsuojeluun varatut alueet, joiden perustaminen on vireillä.
Kansallisesti ja kansainvälisesti tärkeitä lintualueet FINIBA ja IBA		(Maakunnallisesti tärkeitä MAALI-alueet ovat ristiriitaisten tekijöiden taulukossa)
(Suojeltujen) nisäkkäiden, kuten susien ja ilvesten pesät, lisääntymisalueet ja reitit		Haasteena nopeasti muuttuvat tilanteet ja tarkempien lähtötietojen ajantasaisuus, sillä susireviirit ovat sellaisinaan suuria ja kattavat lähes koko Varsinais-Suomen. Tarkentuvassa suunnittelussa tulisi käyttää uusimpia tietoja. Tärkeää yhtenäisten metsäalueiden vaaliminen elinympäristöinä.
Muut metsät ja suot		Hiilen varastojen ja nielujen, luonnon monimuotoisuuden, ennallistamisen potentiaalinen, sopeutumisen sekä suojeltujen nisäkkäiden elinympäristöjen vuoksi. Soilla myös hiilen kierron ja vesitalouden herkyys.
Pintavedet ja kosteikot (toistaiseksi)		Kelluvat paneelirakenteet kehittyvät vasta ja maisemavaikutusten takia suunnittelun laatuvaatimukset ovat korkeat. Mittakaavaltaan tulevat olemaan tn tarkentuvan suunnittelun aiheita.
<b>Kulttuuriarvot</b>		
Kulttuurihistoriallisesti arvokkaat alueet, kohteet ja viivat.		Suojaetäisyys tutkittava tapauskohtaisesti tarkentuvassa suunnittelussa.
Maisemallisesti arvokkaat alueet		Valtakunnallisesti, maakunnallisesti ja seudullisesti arvokkaat maisema-alueet. Suojaetäisyys tutkittava tapauskohtaisesti tarkentuvassa suunnittelussa.
<b>Ihminen</b>		
Asuinrakennukset	100 m	V-S liiton suositus etäisyydestä maisemavaikutusten ja turvallisuusnäkökulmien takia.
Loma-asunnot	100 m	V-S liiton suositus etäisyydestä maisemavaikutusten ja turvallisuusnäkökulmien takia.
Virkistysreitit ja -alueet		Este- ja maisemavaikutukset
<b>Kriittinen infra</b>		
Voimalinjat	voima-alue, väh. 25 m	Keskilinjasta kumpaankin suuntaan puskurina Fingridin suunnitteluohjeen mukaan
Moottoritiet	50 m	Keskilinjasta kumpaankin suuntaan puskurina ELY-keskusten suunnitteluohjeen mukaan
Valta- ja kantatiet	30 m	Keskilinjasta kumpaankin suuntaan puskurina ELY-keskusten suunnitteluohjeen mukaan
Seutu- ja yhdystiet	20 m	Keskilinjasta kumpaankin suuntaan puskurina ELY-keskusten suunnitteluohjeen mukaan
Rautatiet	30 m	Keskilinjasta kumpaankin suuntaan puskurina väyläviraston suunnitteluohjeen mukaan
Terminaalit ja muut liikennealueet		Tyyppi- ja tapauskohtaisia: tiedusteltava ja tarkentuvassa suunnittelussa tutkittava
Puolustusvoimien alueet		Toistaiseksi puolustusvoimilla ei ole yleistä linjausta aurinkovoimaloihin eli tiedusteltava tapauskohtaisesti. Suoja-alue maakuntakaavassa huomioitava.
Vaarallisia aineita käsittelevät laitokset (SEVESO)		Tapauskohtaisesti konsultoitava Tukesin suunnitteluohjeen mukaan. Konsultointi- tai suoja-alue maakuntakaavassa huomioitava.

# TO GO OR NOT TO GO? 1/2

Teollisen aurinkovoiman sijoittumisen kannalta RISTIRIITAISIA TEKIJÖITÄ 1/2			Arvo sijainnin lisätietoerittelyssä asteikolla
Ryhmä ja täsmennys	Huomioita sisällöstä	Huomioita paikkatietoaineistoista ja erittelymahdollisuuksista	
<b>Käytöstä poistettu infra</b>			<b>-3 - +3</b>
Entiset turvetuotantoalueet	Mahdollista ympäristövaikutusten kannalta, jos turvekerroksia on vain vähän jäljellä ja alue saa kasvittua ja vettyä energiantuotannon aikana. Muutoin kuivan turvemaan korkeat khk-päästöt jatkuvat. Tapauskohtaisesti tutkittava.	Eritellään kaikista turvetuotantoalueista, koska entiset vaikea irrottaa aineistoista. Nykyisten osalta viitataan niiden jälkikäyttöön tulevaisuudessa.	2
Kivi- ja maa-ainesten oton entiset alueet	Huomioitava tapauskohtaiset määräykset maisemoimisesta ja metsittämisestä jälkikäytössä. Haasteena se, että soran ja hiedan ottoalueet sijaitsevat usein pohjavesialueilla joille on haastava sijoittaa rakentamista.	Eritellään kaikista maa-ainesten oton alueista, koska entiset vaikea irrottaa aineistoista. Nykyisten osalta viitataan niiden jälkikäyttöön tulevaisuudessa.	1
Muut, kuten ent. jäte- tai vesihuollon alueet	Soveltuvia, mutta mittakaavaltaan tarkentuvan suunnittelun sijainteja (< 40 ha). Huomioitava myös olevat maisemoimisen velvoitteet, pilaantuneet maat jne. reunaehdot.	Tarkkojen aineistojen ja tutkimisen tasoa.	
<b>Yhteis-/limittäiskäyttö muun infran kanssa</b>			
Muu energiantuotanto, kuten tuuli	Periaatteessa mahdollista, mutta esim. lavoista tippuva jää ratkaistava mieluiten samanaikaisessa tarkentuvassa suunnittelussa. Yhdistelmänä silti haastava keskittyvien maisema-, ympäristö- ja estevaikutusten takia.		0
Laajat jäte- ja vesihuollon alueet	Periaatteessa soveltuvia, mutta mittakaavaltaan usein tarkentuvan suunnittelun sijainteja (< 40 ha) taajama-alueilla. Turvallisuus- ja pelastusnäkökohdat huomioitava.	Tarkkojen aineistojen ja tutkimisen tasoa.	
Matalan kysynnän vajaasti toteutuneet teollisuus- ja työpaikka-alueet	Mikäli teollisuus- tai työpaikka-alueiksi kaavoitetut alueet tai niiden osat eivät ole rakentuneet ja kysyntää kiinteistöjen rakentamiselle on vähän, voivat alueet soveltua myös teollisen aurinkovoiman tuotantoon.	Mittakaavan ja aineistojen haaste: alueet ovat usein pienempiä, alle 40 hehtaaria. Potentiaaliset alueet jäävät siis tämän selvityksen tarkastelutasoa pienemmiksi eli tarkentuvien suunnittelutasojen tutkittaviksi. Ajantasainen rakentamisen ja kysynnän tilanne on parhaiten kuntien tiedossa, eikä aina kokonaan julkista tietoa kysynnän osalta. Asiaa ei voi siis pisteyttää yleisesti. Tutkittava aluekohtaisesti.	
<b>Maanviljely</b>			
Viljelykäytössä olevat ja hyvätuottoiset pellot (ei turvemaapellot)	Myönteisinä, nousevina yhdistelmävaihtoehtoina myös mahdolliset agro pv -ratkaisut maanviljelyn ja energian yhteistuotantoon samalla alueella limittäin.	Peltojen tuottoisuuden taso ei ole julkista tietoa. Erittelyssä käytetty kaikkia peltolohkorekisterin peltoja pl. turvepellot.	-1
Viljelykäytössä olevat turvemaapellot	Khk-päästöjen kannalta myönteistä, mikäli ala saa vettyä ja kasvittua energiantuotannon aikana. Muutoin kuivana pidettävän turvemaan korkeat khk-päästöt jatkuvat. Tapauskohtaisesti tutkittava.		1

# TO GO OR NOT TO GO? 2/2

Teollisen aurinkovoiman sijoittumisen kannalta RISTIRIITAISIA TEKIJÖITÄ 2/2		Arvo sijainnin	
Ryhmä ja täsmennys	Huomioita sisällöstä	Huomioita paikkatietoaineistoista ja erittelymahdollisuuksista	lisätietoerittelyissä asteikolla
<b>Huomioitavia ympäristön ominaisuuksia</b>			
Savimaa	Karkeaa hietaa hienojakoisemmat maalajit (ml liejut), koska voimala vaatii tällöin järeämpää perustamista päästöineen.		-1
Happamat sulfaattimaat	Kuivattaminen rakentamisen yhteydessä aiheuttaa merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia. Arvo esiintymisen todennäköisyyden mukaan: suuri (-2) tai kohtalainen (-1).		-2 / -1
Geologisesti arvokkaat muodostumat	Geologisen arvon ominaisuuksista ja perustamisen tavasta riippuen, tutkittava tapauskohtaisesti.		-1
Maakunnallinen lintujen kerääntymisalue MAALI	MAALI-alueet ovat laajempia kuin rajauksissa pois suljetut ja tarkemmin huomioitavat kansallisesti ja kansainvälisesti tärkeät FINIBA- ja IBA-lintualueet.		-1
Pohjavesialueet	Lähtökohtaisesti haastava sijoittaa rakentamista, jolla mahdollisia vesistövaikutuksia. Joissakin tapauksissa aurinkovoimala voidaan sijoittaa perustamisen ja rakentamisen tavasta sekä valumavesien hallinnasta riippuen. Tutkittava tapauskohtaisesti.		-3
<b>Kulttuuriarvot</b>			
Tavanomainen maalaismaisema paikallisesti	Maiseman muutos voimakas paikallisesti. Tapauskohtaisesti tutkittava.	Ei voida eritellä yleisten paikkatietoaineistojen perusteella.	
<b>Mahdolliset suojaetäisyydet kulttuuri- ja virkistysarvoihin sekä lisäetäisyys asutukseen</b>		<b>V-S liiton suositukset HUOM!</b> Miinus pisteet eivät kumuloidu suojaetäisyyksissä, jos sama alue on useammassa luokassa. Tällöin huomioidaan ryhmän eniten miinusarvoja saava luokka.	
Kulttuurihistoriallisesti arvokkaat alueet, viivat ja kohteet	100 metriä kulttuuriperintökohteiden lähiympäristön herkkyyden ja varovaisuusperiaatteen mukaisesti. Silti tapauskohtaisesti tutkittava, sillä suojaetäisyyden tarve voi olla myös suurempi.		-2
Maisemallisesti arvokkaat alueet	100 metriä maisema-alueiden lähiympäristön herkkyyden ja varovaisuusperiaatteen mukaisesti. Silti tapauskohtaisesti tutkittava, sillä suojaetäisyyden tarve voi olla myös suurempi.		-1
Virkistysreitit	20 metriä maiseman ja viihtyisyyden takia.		-2
Asutus ja loma-asutus	Laajempi 200 metrin puskuri asutukseen. Pois suljettujen rajausten luokassa on suppeampi 100 metrin puskuri vähimmäisetäisyytenä.		-1
<b>Mahdolliset suojaetäisyydet luontoarvojen kohteisiin</b>		<b>V-S liiton suositukset HUOM!</b> Miinus pisteet eivät kumuloidu suojaetäisyyksissä, jos sama alue on useammassa luokassa. Tällöin huomioidaan eniten miinusarvoja saava luokka.	
Suojelu- ja Natura-alueet ja -kohteet	100 metrin suositeltava suojaetäisyys, koska luontoarvot ja ennallistamisen potentiaali ovat runsaita suojelualueiden lähellä.		-3
Muut rajoitetun käytön alueet KOKASU-määritelmän mukaan	100 metrin suositeltava suojaetäisyys, koska luontoarvot ja ennallistamisen potentiaali ovat runsaita suojelualueiden lähellä.		-1
Uhanalaiset tai silmällä pidettäviä luontotyyppit V-S viherrakenneselvityksessä	Maastossa havaittujen luontotyyppien arvona -2, mallinnettujen eli epävarmempien luontotyyppien arvona -1.		-2 / -1

# 4.3 Erittelyt

- Rajaavien tekijöiden poissulku
- Suotuisten ja ristiriitaisten ominaisuuksien tarkastelu
- Synteesikartta

# Rajaavien tekijöiden poissulku: analyysin kulku (1/2)

Tehtiin NO GO -maski alueista, joille teollista aurinkovoimaa ei voida sijoittaa. Maskiin otettiin mukaan seuraavat aineistot:

- Metsät (metsämaski / Metsäkeskus)
- Suot ja soistumat (maastotietokanta / Maanmittauslaitos)
- Luonnonsuojelualueet, Natura 2000 -alueet (Syke)
- Rajoitetun käytön alueet KOKASU-hankkeen määritelmän mukaisesti (Varsinais-Suomen liiton viherrakennetyössä luotu rajoitettujen käytön alueiden maski)
- Maakuntakaavan aluevarauksista keskusta- ja taajamatoimintojen alueet, liikenne- ja satama-alueet, suojelu- ja virkistysalueet sekä retkeilyn ja matkailun alueet
- Maakuntakaavan osa-alueista kulttuuriympäristö-, muinaisjäänös- ja maisema-alueet, pintaveden muodostumisalueet sekä Saaristomeren yhteistoiminta-alue
- Rakennetun kulttuuriympäristön, muinaismuistojen, suojeltujen rakennusten alueet (Museovirasto)
- Maisema-alueet (Syke)
- Asuin- ja lomarakennukset 100 metrin suojaetäisyydellä (maastotietokanta / Maanmittauslaitos)
- Kansallisesti ja kansainvälisesti arvokkaat lintualueet (IBA, FINIBA)
- Kriittinen infra Teollisen aurinkovoiman sijoittumista rajaavat tekijät -taulukon mukaisella suojaetäisyydellä (Digiroad / Väylävirasto, maastotietokanta / Maanmittauslaitos)

Käytetyt aineistot eivät rajanneet tarkastelun ulkopuolelle kaikkia rakennettuja alueita. Mukaan jätettiin ne teollisuuden ja työpaikkojen alueet sekä erityistoimintojen alueet, jotka eivät rajautuneet pois muilla perusteilla. Vajaasti rakennettuja, matalan kysynnän teollisuus- ja työpaikka-alueita pidettiin sopivina aurinkovoimaloille, ja niitä on mukana myös lopullisissa tuloksissa. Tieto rakentumisesta ja kysynnästä sekä muista reunaehdoista ko. alueilla on kuitenkin kunnissa, ja mahdollista soveltumista tulee tutkia tarkemmin tapauskohtaisesti.



# Rajaavien tekijöiden poissulku: analyysin kulku (2/2)

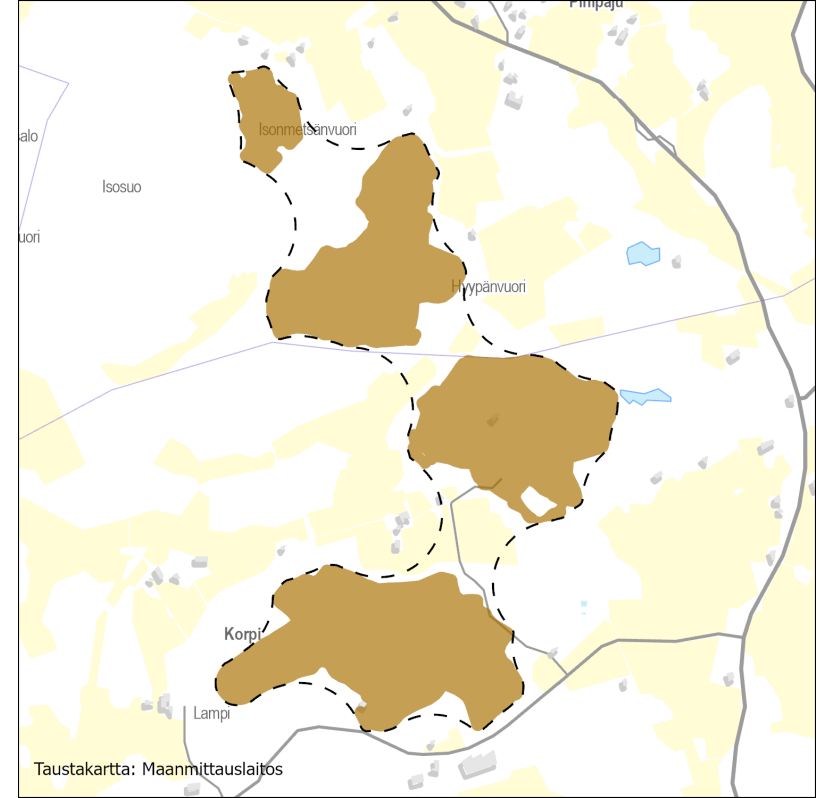
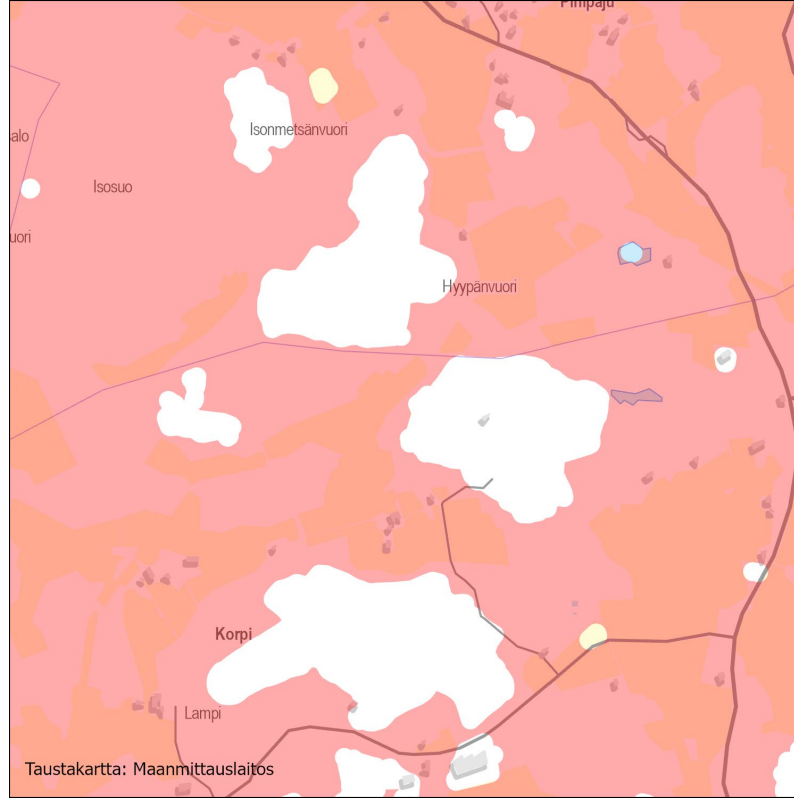
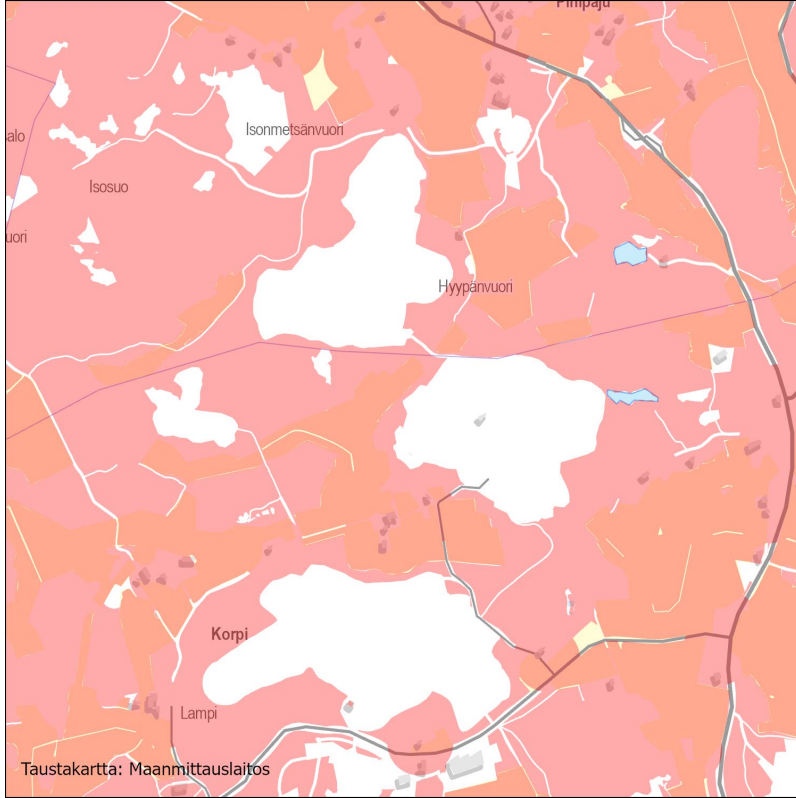
Maski puskuroitiin ensin 30 metrillä ja sitten -30 metrillä poistaen näin kapeita maskin ulkopuolelle jääneitä alueita, pääosin teitä.

Syntynyt maski leikattiin Varsinais-Suomen maa-alueista, jolloin saatiin taso, joka sisälsi maskin ulkopuoliset maa-alueet eli aurinkovoimalle mahdollisesti soveltuvat alueet.

Aineistosta poimittiin kaikki vähintään 5 hehtaarin alueet. Tämän jälkeen aineisto puskuroitiin ensin 200 metrin ja sitten -200 metrin puskureilla saaden näin tunnistettua vähintään 5 hehtaarin laajuiset alueet, jotka olivat korkeintaan 400 metrin päässä toisistaan. Näiden alueiden tulkittiin olevan samaa kokonaisuutta.

Puskuroidusta aineistosta poimittiin 40 hehtaarin rajan ylittävät alueet. Koska poiminnassa käytettiin puskuroidun aineiston pinta-alaa, päätyi mukaan joitakin varsinaiselta maskin ulkopuoliselta pinta-alaltaan jonkin verran 40 hehtaaria pienempiä. Tarkastelumittakaavan vuoksi tätä ei kuitenkaan pidetty ongelmana.

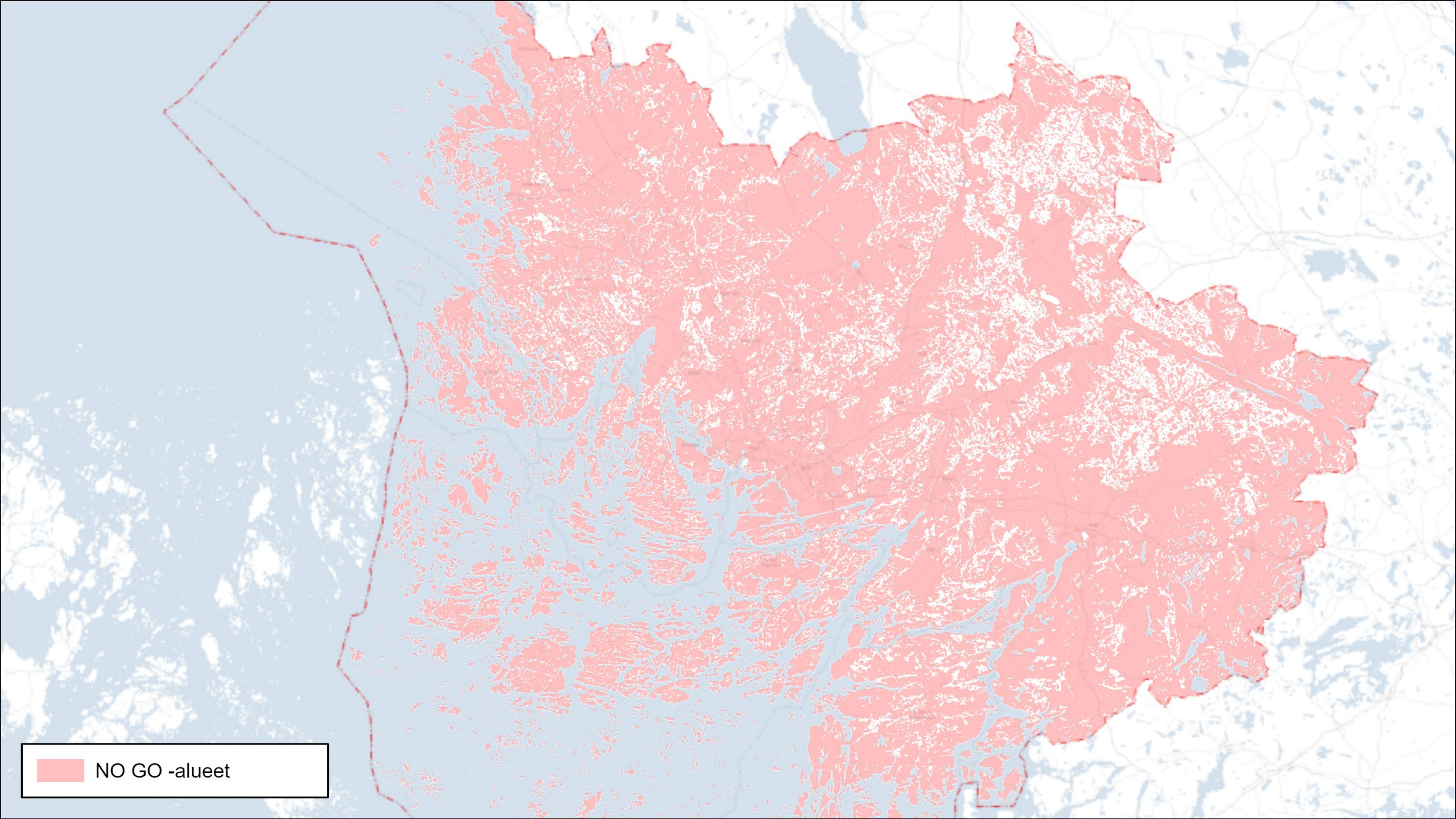
# Rajausmaskin viimeisteleminen



Ensimmäisessä kuvassa punaisella sävyllä maskin aineistot ennen puskurointia 30 ja -30 metrillä. Toisessa kuvassa puskuroinnin jälkeen. Kolmannessa kuvassa esimerkkinä vähintään 5 hehtaarin alueista 200 ja -200 metrin puskurilla (musta katkoviiva) tunnistettu, yhteensä vähintään 40 hehtaarin aluekokonaisuus toisiaan lähellä olevista alueista (ruskeat alueet). Ruskeat alueet otettiin mukaan jatkoerittelyssä tarkasteltuihin alueisiin.

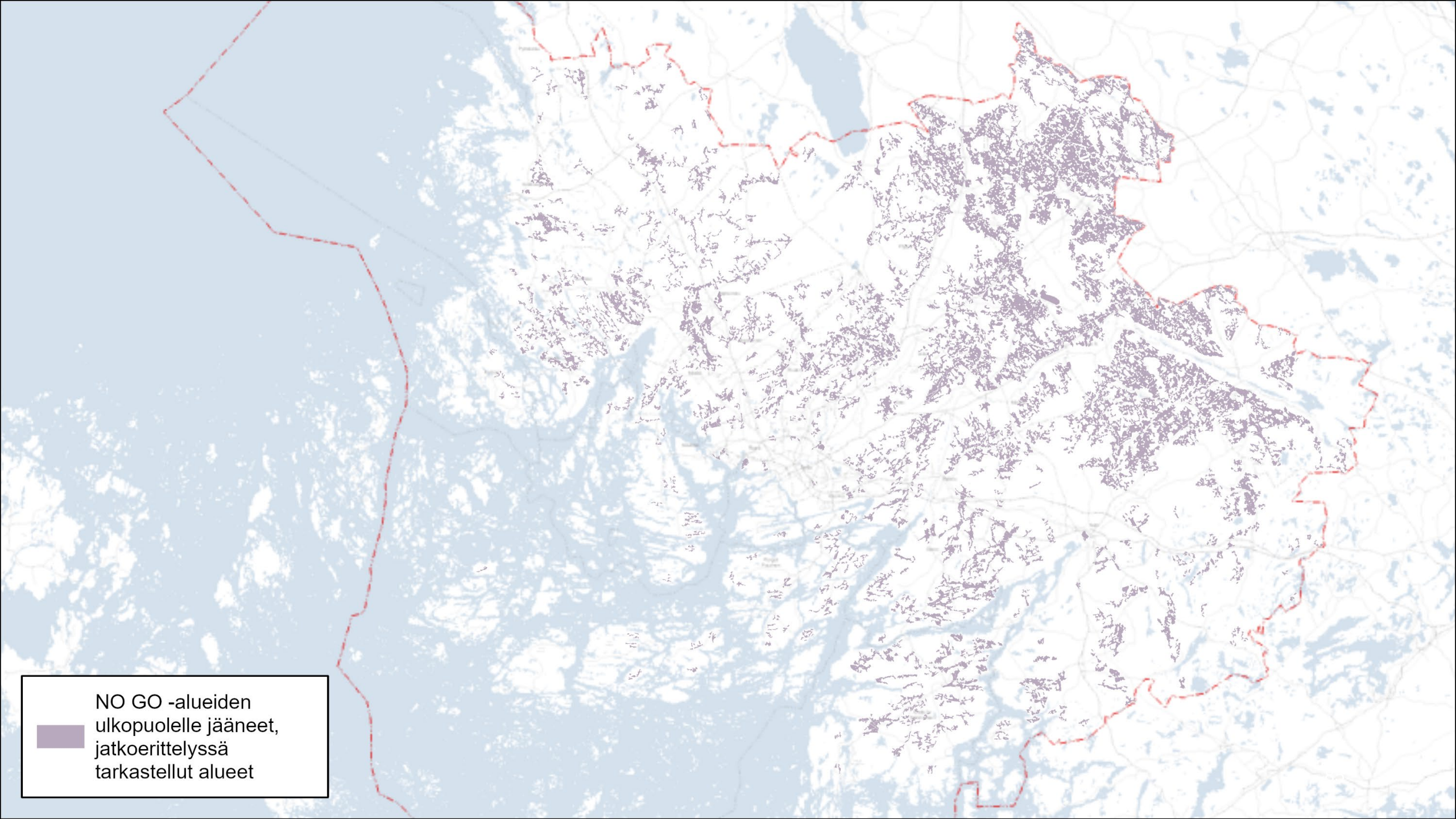


 NO GO -alueet





NO GO -alueiden  
ulkopuolelle jääneet,  
jatkoerittelyssä  
tarkastellut alueet

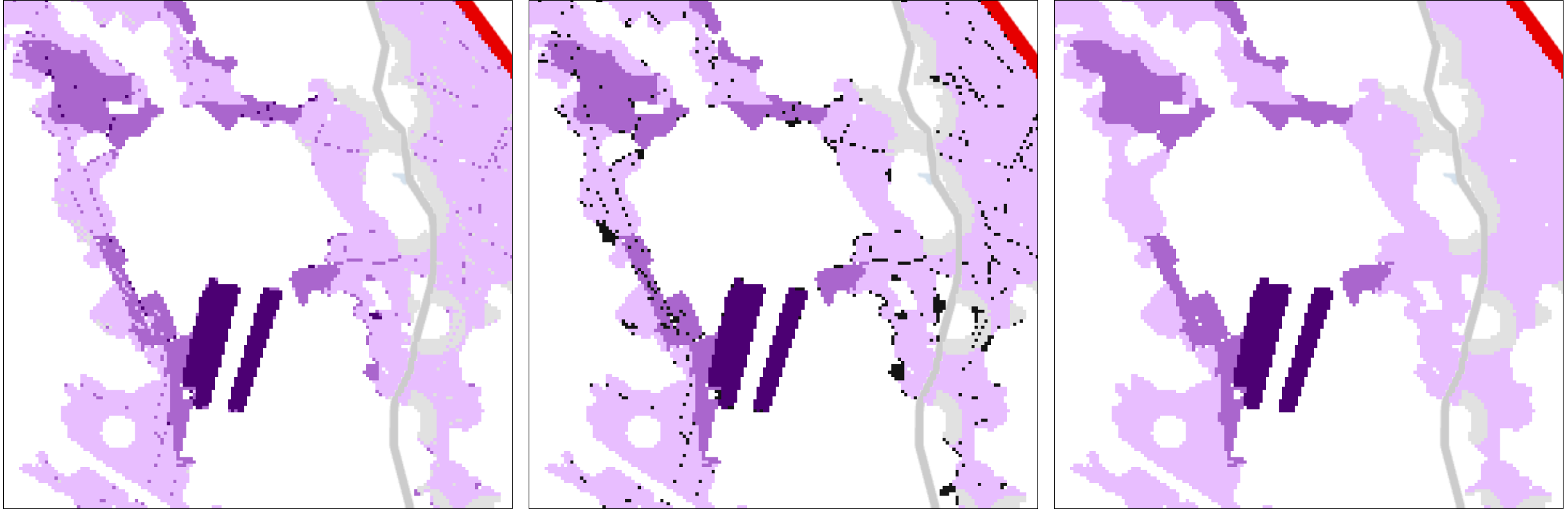


# Suotuisten ja ristiriitaisten ominaisuuksien tarkastelu (1/3)

Suotuisuus- ja ristiriitaisuusrasterit muodostettiin seuraavasti:

1. Osa paikkatietoaineistoista jalostettiin monikriteeristötaulukoissa kuvatulla tavalla.
2. Kaikki aineistot muutettiin 20 metrin hilakoon rastereiksi (eli 20 m x 20 m ruudukoksi, jossa kunkin solun pinta-ala on 400 m<sup>2</sup>). Kullekin aineistolle annettiin monikriteeritaulukoissa esitetty pistearvo.
3. Rasterit leikattiin NO GO -alueiden ulkopuolelle jääneillä, jatkoerittelyssä tarkasteltavilla alueilla.
4. Suotuisat ja positiivisen ristiriitaisuusarvon saaneet aineistot summattiin positiivisten arvojen kartassa esitetyksi rasteriksi.
5. Negatiivisen ristiriitaisuusarvon saaneet aineistot summattiin negatiivisten arvojen kartassa esitetyksi rasteriksi.
6. Positiivisten ja negatiivisten arvojen kartoissa esitetyt rasterit summattiin. Syntynyt rasteri luokiteltiin uudelleen siten, että negatiiviset arvot katsottiin nollassa, ja positiiviset arvot jaettiin kolmeen luokkaan. Syntyneet luokat 0–3 yleistettiin vähintään hehtaarin kokoisiksi yhtenäisiksi alueiksi yksittäisten virhepikselien poistamiseksi ja erittelyn yleispiirteisyyden korostamiseksi. Yleistyksen tuloksena syntynyt rasteri on esitetty synteetikartassa.

# Synteesirasterin yleistämisestä



Synteesirasteri yleistettiin vähintään yhden hehtaarin laajuisiksi yhtenäisiksi alueiksi yksittäisten virhepikselien poistamiseksi ja erittelyn yleispiirteisyyden korostamiseksi. Yleistys tehtiin poistamalla uudelleenluokitellusta synteesirasterista alle hehtaarin kokoiset alueet ja täyttämällä ne lähimmillä yli hehtaarin kokoisilla naapureillaan. Ensimmäisessä kuvassa on neljään luokkaan luokiteltu synteesirasteri ennen yleistystä. Toisessa kuvassa alle yhden hehtaarin yhtenäiset kokonaisuudet on poistettu työkalujen *Region Group* ja *Extract by Attributes* avulla. Poistetut solut näkyvät toisessa kuvassa mustana. Kolmannessa kuvassa on valmis yleistetty synteesirasteri, jossa edellisessä vaiheessa poistetut solut on täytetty lähimmällä naapurillaan *Nibble*-työkalun avulla.



# Suotuisten ja ristiriitaisten ominaisuuksien tarkastelu (2/3)

Suotuisten tekijöiden arvioinnissa käytettiin seuraavia paikkatietoaineistoja:

- Muuntoasemat ja suurjännitelinjat, vähintään 110 kv (maastotietokanta / Maanmittauslaitos)
- Korkeusmalli (10 m / Maanmittauslaitos)
- Maaperäkartta (1:20 000 / GTK)
- Maanpeite (Corine / Syke)
- Viljelykäytössä olevat pellot (Peltolohkorekisteri / Ruokavirasto)

Nykyisiä suurjännitelinjoja käytettiin tiedostaen, että tulevaisuudessa joitakin uusia yhteyksiä voi tulla lisää. Suurjännitelinjat ovat toisaalta melko mittavaa ja kallista rakentamista, ja linjat pyritään liittämään olemassa olevien yhteyteen mahdollisuuksien mukaan. Fingridin kantaverkon investointisuunnitelmissa Varsinais-Suomeen vuoteen 2033 on vain yksi uusi kantaverkkoyhteys Liedosta Raisioon sekä olemassa olevan Huittinen-Forssa yhteyden perusparannus ja useiden sähköasemien perusparannuksia.

# Suotuisten ja ristiriitaisten ominaisuuksien tarkastelu (3/3)

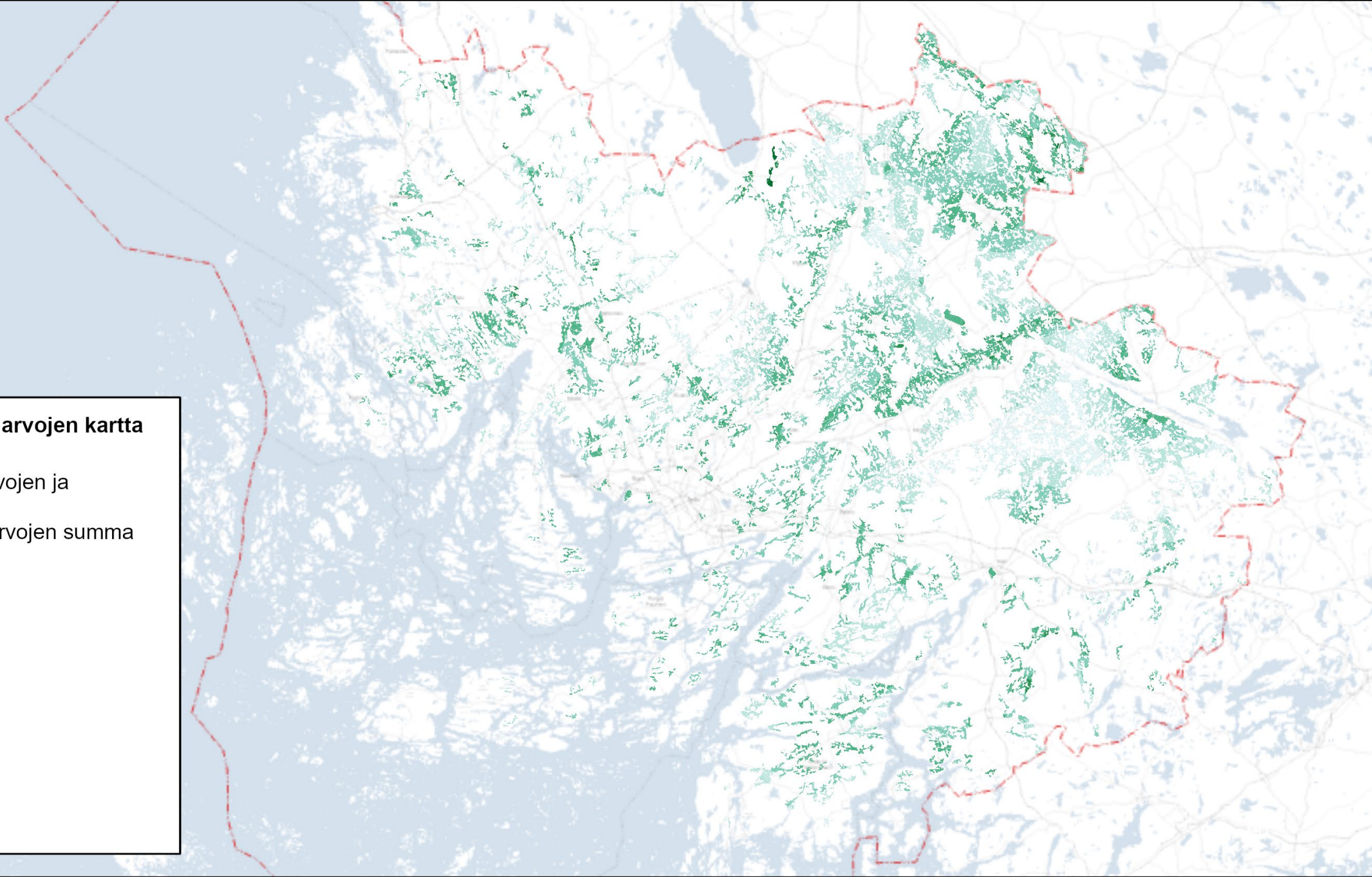
Ristiriitaisten tekijöiden arvioinnissa käytettiin seuraavia paikkatietoaineistoja:

- Turvetuotantoalueet (Syke)
- Maa-ainesten ottoalueet (Corine / Syke)
- Viljelykäytössä olevat pellot (Peltolohkorekisteri / Ruokavirasto)
- Turvemaapellot (MAATI / GTK)
- Maaperäkartta (1:20 000 / GTK)
- Happamat sulfaattimaat (1:250 000 / GTK)
- Geologisesti arvokkaat alueet ja pohjavesialueet (maakuntakaava / VSL)
- Maakunnallisesti tärkeät lintujen kerääntymisalueet (MAALI / TLY)
- Kulttuurihistoriallisesti arvokkaat alueet, viivat ja kohteet (Museovirasto)
- Maisemallisesti arvokkaat alueet (maakuntakaava / VSL, Syke)
- Virkistysreitit (maakuntakaava / VSL, Virma)
- Asutus ja loma-asutus (maastotietokanta / Maanmittauslaitos)
- Suojelu- ja Natura-alueet (Syke)
- Rajoitetun käytön alueet (viherrakennetyö / VSL)
- Uhanalaiset ja silmälläpidettävät luontotyypit (viherrakennetyö / VSL)

**Positiivisten arvojen kartta**

Suotuisten arvojen ja  
positiivisten  
ristiriitaisuusarvojen summa

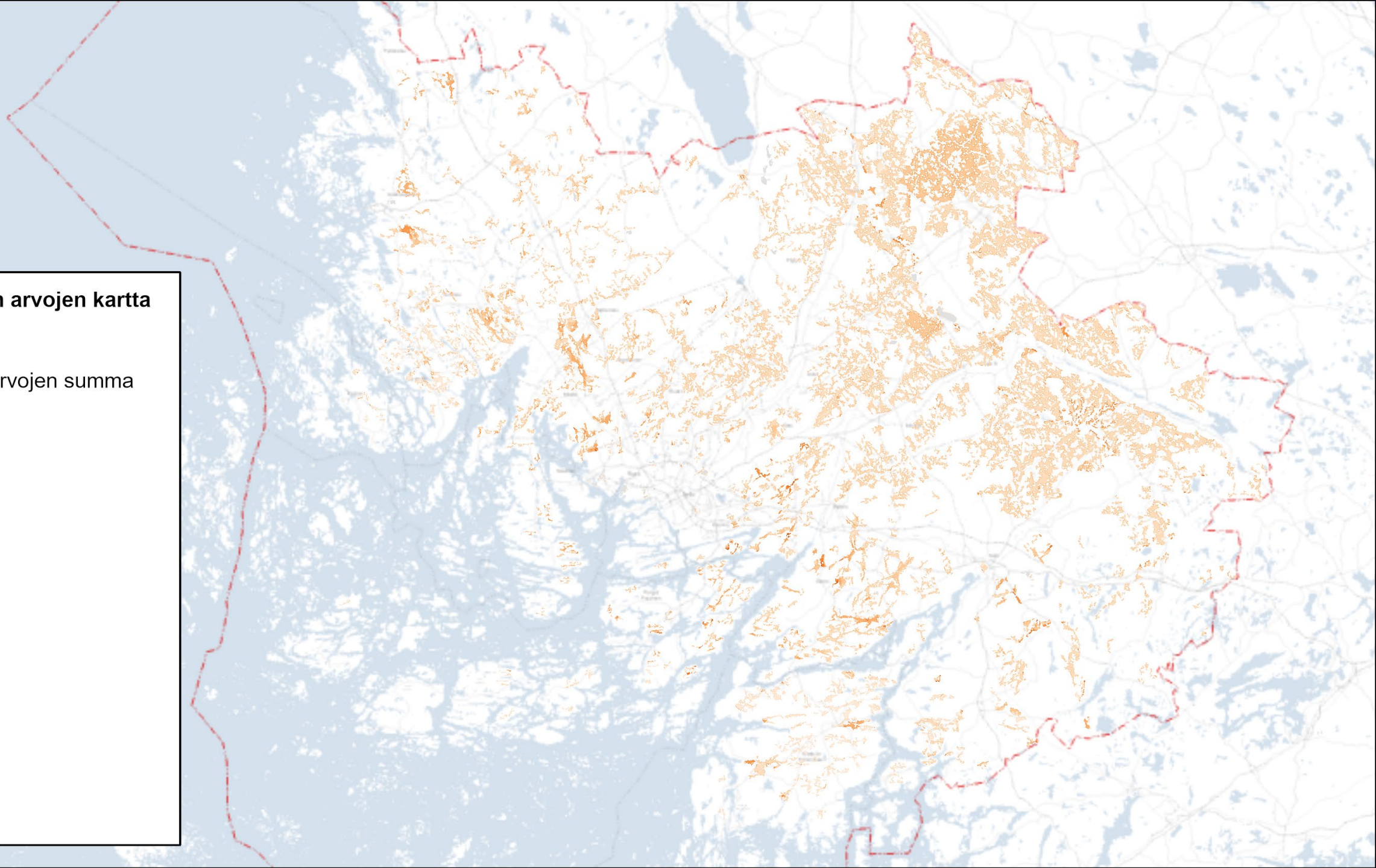
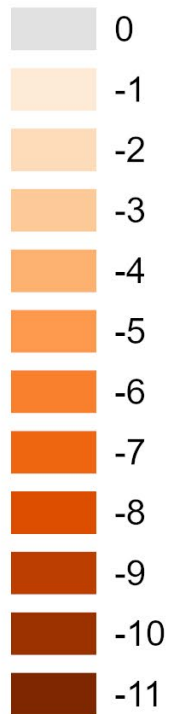
0
1
2
3
4
5
6
7





## Negatiivisten arvojen kartta

Negatiivisten  
ristiriitaisuusarvojen summa



# Synteesikartta

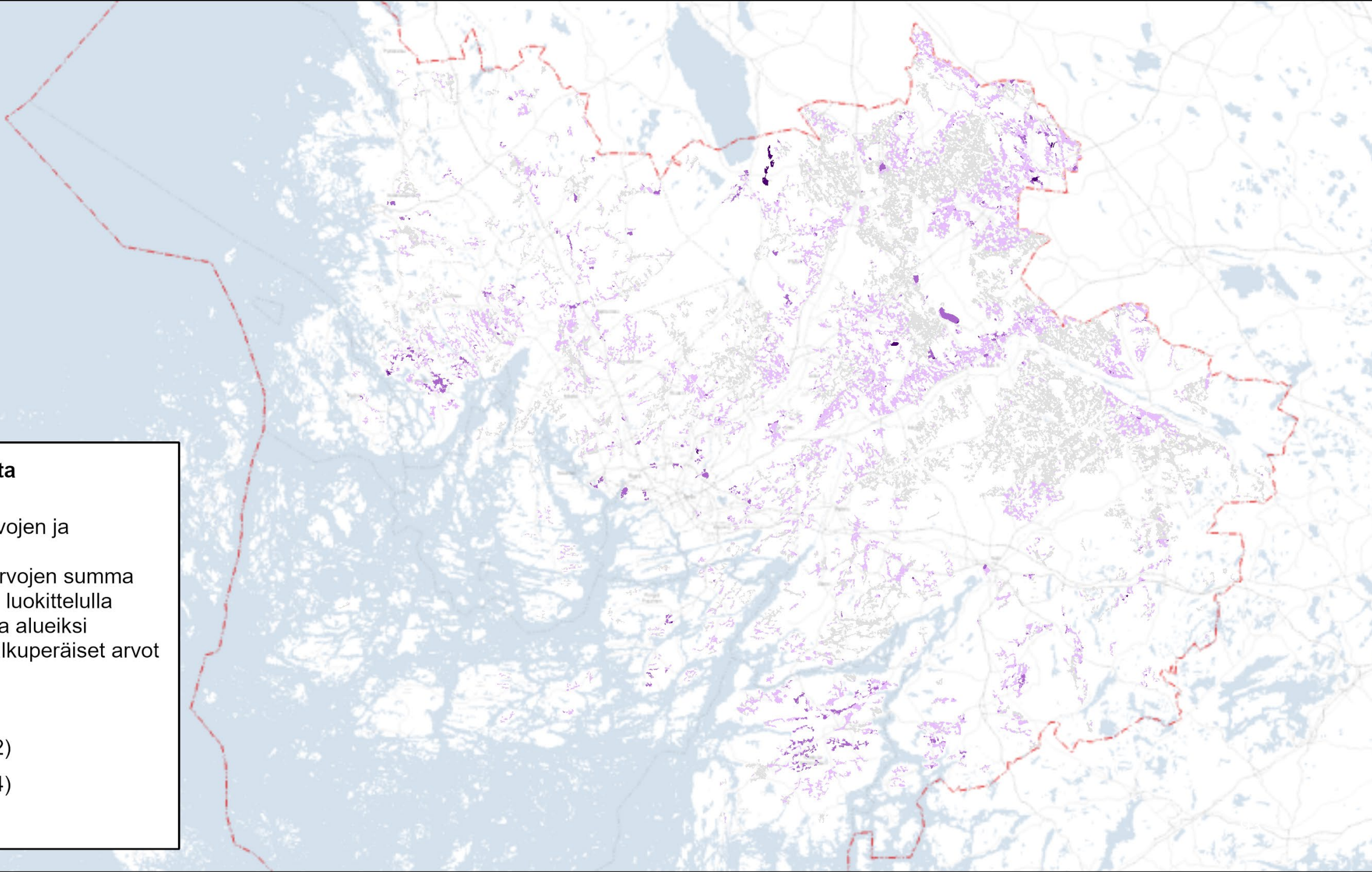
Rajausten, suotuisuuksien ja ristiriitaisten tekijöiden kokonaistarkastelun perusteella



**Synteesikartta**

Suotuisten arvojen ja  
positiivisten  
ristiriitaisuusarvojen summa  
neliportaisella luokittelulla  
vähintään 1 ha alueiksi  
yleistettynä (alkuperäiset arvot  
suluissa)

■	0 ( $\leq 0$ )
■	1 (1 – 2)
■	2 (3 – 4)
■	3 ( $\geq 5$ )





# Synteetikartan tuloksista

Jatkoerittelyssä tarkasteltujen alueiden yhteispinta-ala oli noin 139 300 hehtaaria, noin 13 % Varsinais-Suomen maapinta-alasta. Alueiden saamat positiiviset ja negatiiviset arvot laskettiin yhteen, ja alueet jaoteltiin neljään luokkaan:

- negatiivisen tai nolla-arvon saaneet huonosti soveltuvat, yht. noin 82 400 ha
- 1–2 pistettä saaneet mahdollisesti soveltuvat, mutta ristiriitaiset, yht. noin 51 300 ha
- 3–4 pistettä saaneet mahdollisesti soveltuvat, yht. noin 5 200 ha
- yli 5 pistettä saaneet parhaiten soveltuvat alueet, yht. noin 400 ha

Tarkastellusta pinta-alasta 41 % eli noin 56 900 ha sai positiivisia arvoja. Nämä alueet voisivat siis mahdollisesti soveltua teolliseen aurinkovoimatuotantoon yleisesti ottaen; sitä paremmin, mitä korkeammat pisteet ovat. **Kaikista parhaiten soveltuvia alueita oli vain noin 400 hehtaaria eli 0,3 % tarkastelluista alueista. Ne ovat pääosin entisiä turvetuotantoalueita lähellä sähkön siirtoyhteyksiä. Matalan positiivisen arvon (1-4) saaneet alueet ovat pääosin viljelykäytössä olevia peltoja lähellä sähkön siirtoyhteyksiä. Kaikkiin positiivisten arvojen alueisiin liittyy kuitenkin myös ristiriitaisia maankäytön näkökulmia, jotka tulee tutkia perusteellisesti hankekohtaisissa, tarkemmissa toteutussuunnittelun ja luvituksen menettelyissä.**

Teemakartat julkaistaan myös verkkopalvelussa, jossa niitä voi tarkastella monipuolisemmin lähentämällä ja loitontamalla.

Luokka (alkuperäiset arvot suluissa)	0 ( $\leq 0$ ) Huonosti soveltuvat	1 (1 – 2) Mahdollisesti soveltuvat, mutta ristiriitaiset	2 (3 – 4) Mahdollisesti soveltuvat	3 ( $\geq 5$ ) Parhaiten soveltuvat
Pinta-ala (ha)	82 362	51 262	5 243	415
Osuus (%)	59,1	36,8	3,8	0,3

# 5. Yhteenveto: maakuntakaavan roolista teollisen aurinkovoiman sijoittumisessa?

- 5.1 Maakuntakaavan tehtävästä ja erittelyjen tulkitsemisesta: pohdintaa aurinkovoiman käsittelemisestä Varsinais-Suomen maakuntakaavatyössä
- 5.2 Näkökulmia tarkentuville suunnittelun tasoille kunnissa

# 5.1 Maakuntakaavan tehtävästä ja erittelyjen tulkitsemisesta

Maakuntakaavan tehtävä on ratkaista valtakunnalliset, maakunnalliset ja seudulliset alueiden käytön kysymykset – myös teollisessa aurinkovoimassa yhtenä osana energiajärjestelmän ja maankäytön kokonaisuutta. Maakuntakaavaprosessille ominainen tarkastelutaso teollisessa aurinkovoimassa ei ole yksiselitteinen. Tämän taustaselvityksen paikkatietoerittelyissä tutkimisen kokoluokaksi määriteltiin vähintään 40 hehtaaria, jotta mahdollisesti soveltuvia alueita löydettäisiin hyvin. Rajaus koski sijaintipohjaista tutkimisen tasoa, ei sitä, minkä kokoisia voimaloita tulisi ohjata juuri maakuntakaavalla. Maakunnallisen kokoluokan monitahoisuudesta lisää [johdannossa](#).

Ympäristöministeriössä on tekeillä kansallinen aurinkovoimaopas, joka linjanee mahdollisesti myös maakuntakaavojen tehtäviä sekä hyvän hallintotavan mukaisia prosesseja yhtenäisesti maassa. Alueidenkäyttölakia työstetään niin ikään, ja siinä haetaan maakuntakaavoitukselle aiempaa hieman yleispiirteisempää roolia. Maakuntakaavojen oikeusvaikutteisuutta ja vanhentumista työstetään, muun muassa. Aurinkovoimalle pohditaan aurinkovoimaosayleiskaavaa samaan tapaan kuin tuulivoimalla.

Huomata tulee kuitenkin, että juuri teollisessa aurinkovoimassa hankkeita on vireillä pääosin maaseutumaisille alueille, joilla ei useinkaan ole tarkempia kuntakaavoja. Toisin sanoen voimassa olevankin maakuntakaavan M- ja muilla merkinnöillä Varsinais-Suomessa on ohjaavaa merkitystä siten, että M-merkinnät ja niiden suunnittelumääräykset asettavat reunaehdoja aurinkovoimaloiden sijoittamiselle ja suunnittelemiselle.

Maakuntakaavan valmisteluprosessi on hitaampi kuin energiamarkkinoiden kehitys parhaillaan. Aikataulujen eritahtisuuden vuoksi mahdollinen tarkempi maakuntakaavallinen ohjaus jäisi todennäköisesti reaktiiviseksi juuri teollisen aurinkovoiman tämänhetkisessä ilmiössä. Kuntatason maankäytön ohjaus ja luvitus on hieman nopeampaa – ja painopiste teollisen aurinkovoiman ohjaamisessa onkin kunnissa tällä hetkellä, myös tarkemman mittakaavan takia.

Maakunnallisesti tulee katsoa kauemmas kehittyvän energiateknologian ja monimuotoisen energiajärjestelmän tulevaisuuteen: miten mahdollistetaan kokonaiskestävän ja monimuotoisen energiajärjestelmän kehittyminen maankäytössä huomioiden myös muut maankäytön teemat ja ympäristön arvot? Tämä teollisen aurinkovoiman osaselvitys aloittaa taustaselvityksen kokonaisuuden, jonka seuraavissa osissa päivitetään maatuulivoiman taustaselvitykset sekä tutkitaan muita nousevia fossiilittomia energiamuotoja (ympäristölämpö, pienydinvoima ja vetytalous) ja energiajärjestelmän kokonaisuutta (siirtoyhteydet, varastoiminen, järjestelmäintegraatio ja kysyntäjousto). Kokonaistulkinta suositeltavista ratkaisuksista energiajärjestelmän rakenteellisten osien sijoittumisen ohjaamisesta maakuntakaavan tasolla tehdään selvityssarjan lopuksi.

# Joitakin soveltuvia, mutta ristiriitaisia vyöhykkeitä Varsinais-Suomessa monikriteeristön ja paikkatietoanalyysien perusteella

Tässä selvityksessä on kuvattu

- teollisen aurinkovoiman taloudellisen ja hallinnollisen toimintaympäristön tilanne ja näkymiä tulevaisuuteen
- nykyisen maakuntakaavan keskeiset merkinnät ja määräykset reunaehtojen asettamisessa teollisen aurinkovoiman sijoittamiselle
- teollisen aurinkovoiman ympäristövaikutukset *Ei merkittävää haittaa* -periaatteen mukaisesti jäsennettynä
- teollisen aurinkovoiman sijoittumisen monikriteeristö suotuisista, rajaavista ja ristiriitaisista tekijöistä sekä paikkatietoanalyysit sen pohjalta.

Selvitysvaiheiden myötä tulokseksi saatiin, että Varsinais-Suomessa on joitakin vyöhykkeitä, joille yli 40 hehtaarin kokoiset teolliset aurinkovoimalat voisivat sopia monikriteeristö huomioiden maakunnallisella, yleisellä tasolla.

Suotuisille ja ristiriitaisille tekijöille määritellyn arvoasteikon mukaisesti **parhaiten soveltuvia alueita on kuitenkin vain vähän, ja niitä voisivat olla ennen muuta entiset turvetuotantoalueet lähellä sähkön siirtoyhteyksiä. Niihin liittyy kuitenkin olennaisia lisäkysymyksiä tarkentuvassa suunnittelussa: miten paljon turvekerroksia on poistettu ja saako alue vettyä ja kasvittua energiantuotannon aikana, mikä olisi khk-päästöjen kannalta toivottavaa? Mahdollisesti soveltuvia, mutta ristiriitaisia alueita löytyi enemmän, ja ne ovat tyypillisesti peltoaloja lähellä sähkön siirtoyhteyksiä. Viljelykäytössä olevien, hyvätuottoisten peltojen käyttö aurinkovoimatuotantoon on toisaalta ristiriitaista etenkin ilmastonmuutokseen sopeutumisen kannalta pitkällä tähtäimellä.** Olennaista olisikin, että suotuisia, rajaavia ja ristiriitaisia tekijöitä tutkittaisiin perusteellisesti tarkentuvassa, hankekohtaisessa suunnittelussa. Maakunnallinen, yleispiirteinen taustaselvitystaso ei sovellu näin yksityiskohtaisten kysymysten tarkkaan tutkimiseen hankekohtaisista sijainneista ja spesifeistä suunnitteluratkaisuista.

# Pienpiirteisten, ristiriitaisten sekä tarkentuvan suunnittelun ratkaisuksista riippuvien tulosalueiden merkitseminen kyseenalaista

Koska parhaiten soveltuvia alueita löydettiin vain vähän ja pienpiirteisinä sekä tarkentuvan suunnittelun kysymyksille ehdollisina, saattaisi niiden mahdollinen merkitseminen maakuntakaavaan olla kyseenalaista ja vastoin maakuntakaavoituksen yleispiirteisyyden periaatteita. Mahdollisesti soveltuvia, mutta ristiriitaisia vyöhykkeitä löydettiin puolestaan enemmän. Ne taas ovat lähtökohtaisesti niin monisyisiä, ettei osoittaminen olisi perusteltua. Vyöhykkeisillä alueilla vastaan tulevat myös mahdolliset kertautuvat yhteisvaikutukset, mikäli useat voimalat sijoittuisivat lähekkäin. Ehtoja, rajauksia ja opasteita olisi tarpeen täsmentää pitkällä määräysteksteillä. Mahdolliset maakuntakaavamerkinnot eivät välttämättä myöskään kestäisi aikaa; paikkatietoaineistot herkistä kohteista, esimerkiksi asutuksesta tai suojeltujen lajien lisääntymisalueista, päivittyvät ja markkinatilanteet muuttuvat nopeasti, vaikka monikriteeristö pysyisikin pääosin samana. Teollisten aurinkovoimaloiden kokonaiskestävä suunnittelu vaatii niin tarkkoja sijainti- ja hankekohtaisia lähtötietoja, että myös maankäytön ohjauksen painopiste on tarkemmilla kuntakaavoituksen ja -luvituksen sekä YVA-menettelyn tasoilla.

Toki tulevissa maatuulivoiman ja muiden nousevien fossiilittomien energiamuotojen seuraavissa osaselvityksissä voi käydä ilmi, että jotkin vyöhykkeistä voisivat soveltua osittain myös muille energiamuodoille tai yhteistuotantoalueiksi. **Tällöin synteessä voisi pohtia niiden osoittamista maakuntakaavassa RED III -direktiivin artiklan 15 mukaisesti uusiutuvan energian nopean kehittämisen alueiksi.** Kaikkia energiamuotoja ja energiajärjestelmän osia koskevia maakuntakaavan päivitystarpeita tullaan työstämään ja tulkitsemaan kokonaisuutena selvityssarjan yhteistulosten perusteella lopuksi.

# Nykyiset maa- ja metsätalousalueiden merkinnät ja määräykset ajan tasalla teollisen aurinkovoiman ohjaamisessa

Varsinais-Suomen maakuntakaavan nykyiset M-alueiden merkinnät on tarkistettu ja päivitetty viimeksi Luonnon arvojen ja varojen vaihemaakuntakaavassa, joka hyväksyttiin vuonna 2021. Niiden suunnittelumääräykset ovat ajan tasalla myös teollisen aurinkovoiman sijoittumisen ohjaamisessa niillä maaseutumaisilla alueilla, joilla ei ole kuntakaavoja ja jonne uusia teollisen aurinkovoiman hankkeita useimmiten on vireillä. Suunnittelumääräys asettaa reunaehdoja sille, miten teollisten aurinkovoimaloiden sijoittamista ja tarkentuvaa suunnittelua tulisi toteuttaa:

*”Olemassa olevien alueiden täydennykseksi ja laajennukseksi voidaan yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa osoittaa pääasiallista käyttötarkoitusta kohtuuttomasti haittaamatta, sekä maisema- ja ympäristönäkökohdat huomioon ottaen mm. uutta pysyvää asumista ja, erityislainsäädännön ohjaamana, myös muita toimintoja.”*

# Varsinais-Suomen maakuntakaava osoittaa teolliselle aurinkovoimalle sopimattomat alueet muilla maankäytön merkinnöillä

Varsinais-Suomen voimassa olevaa maakuntakaavaa tulkitaan teollisen aurinkovoiman sijoittamisen kannalta siten, että kaava osoittaa muilla maankäytön merkinnöillä teolliselle aurinkovoimalle sopimattomat NO GO -alueet – kuitenkin niin, että teollisuuden ja työpaikkojen T- ja TP-alueille sekä joillekin erityisalueille, E, voimalat voivat tapauskohtaisesti sopia. Lisäksi katsotaan, että maa- ja metsätalousvaltaisten M- ja MRV-alueiden suunnittelumääräykset osoittavat teollisen aurinkovoiman sijainnin ohjaamisessa merkittävimmät reunaehdot, jotka tulee tutkia perusteellisesti tarkentuvassa kuntakaavoituksessa, suunnittelussa ja luvituksessa:

1. kohtuuttoman haitan välttäminen pääasialliselle käyttötarkoitukselle eli maa- ja metsätaloudelle
2. ympäristö- ja maisemanäkökohtien asianmukainen huomioiminen
3. erityislainsäädäntö tai muu kansallinen sitova ja yhtenäinen normiohjaus taustalla

Kansalliselta ohjaukselta odotetaan täsmentymistä ensin ympäristöministeriön aurinkovoimaoppaan myötä, mutta myös energiatehokkuusdirektiivien kansallisen toimeenpanon yksityiskohtien sekä alueidenkäyttölain uudistamisen kautta.

Jatkossa, maakuntakaavoituksen prosessissa, aurinkovoimaa voidaan pohtia huomioitavaksi lisäksi esimerkiksi osana energiahuollon yleismääräystä. Tämän selvityssarjan jatko-osissa paneudutaan muihin fossiilittoman energian muotoihin ja energiajärjestelmään kokonaisuuteen, joten ehdotukset maakuntakaavaprosessiin niitä kaikkia koskien työstetään selvitysten päätteeksi koontiraportissa kuten edelläkin jo todettu. Samalla pohditaan RED III -direktiivin 15 b ja c -artikloissa tarkoitettuja uusiutuvan energian nopean kehittämisen alueita.



# 5.2 Näkökulmia tarkentuville suunnittelun tasoille kunnissa

# Sijoittumisen ohjauksesta kuntien tasolla 1/3

## **Ympäristöministeriön aurinkovoimaopas ohjeistaa prosesseista**

Ympäristöministeriössä on tekeillä kansallinen opas teollisen aurinkovoiman suunnitteluun. Se keskittyy erityisesti valmistelumenettelyihin maankäytön suunnittelussa ja luvituksessa. Oppaan on määrä valmistua kevään 2024 aikana. Opas tulee linjaamaan hyvät hallintotavat myös kuntien tasolla ennen muuta prosessien kannalta, ei välttämättä niinkään suunnittelun konkreettisten yksityiskohtien osalta. Alueidenkäyttölain uudistuksessa täsmennettäneen puolestaan mm. osayleiskaavan roolia teollisen aurinkovoiman sijoittamisessa.

## **Alueelliset ja kunnalliset selvitykset taustoittavat ja suosittelevat**

Erilaisilla tarkemmilla alueellisilla ja kunnallisilla taustaselvityksillä on edelleen oma taustoittava ja suositteleva tehtävänsä myös kansallisen oppaan ohella. Ympäristöministeriön opas ei tule antamaan esimerkiksi tarkkoja kantoja tai raja-arvoja vaikkapa suojaetäisyyksistä herkkiin kohteisiin. Myös tässä Varsinais-Suomen liiton taustaselvityksessä esitetty monikriteeristö sijoittumiselle on nimenomaan suositus, jota kunnat ja muut osalliset voivat soveltaa tarkemmassa hankekohtaisessa työskentelyssään.

# Sijoittumisen ohjauksesta kuntien tasolla 2/3

Monien vireillä olevien teollisten aurinkovoimahankkeiden takia esitetään joitakin näkökulmia, joita kuntatasolla voidaan pohtia hankkeita työstettäessä:

## Hallinnollisesta menettelystä

- Suurten teollisen aurinkovoimaloiden osalta suositellaan vähintään suunnittelutarveratkaisua / sijoittamislupaa, jotta voimalan ominaisuudet, vaikutukset ja vuorovaikutus tutkittaisiin perusteellisesti.
- Mikäli alueella on paljon muita maankäytön arvoja ja toimintoja, suositellaan kuntakaavoitusta.
- Sijainnin soveltuvuuden karkeassa ensi vaiheen arvioimisessa kehotetaan soveltamaan tässä selvityksessä tehtyä monikriteeristöä suotuisista, rajaavista ja ristiriitaisista tekijöistä.
- Sopimusneuvotteluissa kehotetaan kiinnittämään huomiota muun muassa vastuuseen voimalan rakenteiden, myös perustusten poistamisesta ja alueen ennallistamisesta hankkeen elinkaaren lopussa – myös mahdolliseen vakuutukseen tältä osin.

# Sijoittumisen ohjauksesta kuntien tasolla 3/3

## Vaikutusten arvioimisesta

- Vireillä olevien teollisten aurinkovoimahankkeiden ilmasto- ja vesistövaikutukset on usein arvioitu hieman puutteellisesti liittoon lausunnoille tulleiden tapausten perusteella. Ilmastovaikutukset tulisi arvioida voimalan kaikkien rakennusosien koko elinkaaren ajalta maankäytön muutosten vaikutukset ja vaaditut siirtoyhteydet mukaan lukien. Ilmastovaikutusten arviointeihin on usein liitetty myös nk. hiilitaselaskelma, jossa vertaillaan hankkeen aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä ja toisaalta sen tuottamia ilmastohyötyjä. Näissä taselaskelmissa aurinkovoiman oletetaan monesti korvaavan kokonaan fossiilista sähköä tai kotimaisesta sähköntuotannosta käytetään vanhentuneita päästökertoimia. Hiilitasearvio on hiukan teoreettinen ja tätä nykyä turhakin, sillä uusi uusiutuva sähkö ei niinkään korvaa vanhaa sähkön käyttöä vaan tuottaa kokonaan uutta. Mikäli hiilitaselaskelma kuitenkin tehdään, tulisi hankkeen laskennallisia hyötyjä verrata tämänhetkiseen kotimaiseen sähköntuotantoon, joka on jo 92% fossiilitonta. Edistyneintä on arviointi tulevaisuusprojektiona voimalan valmistumisen ja käytön aikajännteillä. Vesistövaikutuksia on arvioitu osassa hankkeita. Teolliset aurinkovoimalat muuttavat valumavesien kulkeutumista ja laatua, ja Saaristomeren herkällä valuma-alueella Varsinais-Suomessa vesistövaikutuksiin tulisi kiinnittää tarkkaa huomiota. Luontoselvitykset on tehty keskimäärin hyvin. Ennallistamisen potentiaalın arviot, vaikutusten lieventämisen hierarkia ja ekologisten kompensatioiden mahdollisuudet eivät vielä näy suunnitelmissa.
- Taloudellisia vaikutuksia arvioitaessa olisi hyvä huomioida suorien vaikutusten eli keskeisesti yhteisö- ja kiinteistöverojen sekä maanvuokratulojen lisäksi myös välilliset vaikutukset eli mahdolliset vaikutukset muiden muassa naapurikiinteistöjen arvoihin sekä retkeilyyn, virkistykseen ja matkailuun.
- Yhteisvaikutusten arviointi muiden lähistöllä vireillä olevien energiahankkeiden kanssa olisi olennaista maankäytön pitkän tähtäimen suunnittelun kannalta.

# Lähdeluettelo

# Lähdeluettelo

## Kaava-asiakirjat

Varsinais-Suomen maakuntakaavayhdistelmä, etenkin kaavamerkinnot ja –määräykset (2022), <https://varsinais-suomi.fi/suunnittelu/maakuntakaava/voimassa-oleva-maakuntakaava/varsinais-suomen-maakuntakaavayhdistelma/>, [VS kaavamerkinnot-ja-maaraykset kaavayhdistelma2022.pdf](#) (varsinais-suomi.fi)

Varsinais-Suomen luonnonarvojen ja -varojen vaihemaakuntakaava (2021), <https://varsinais-suomi.fi/suunnittelu/maakuntakaava/voimassa-oleva-maakuntakaava/luonnonarvojen-ja-varojen-vaihemaakuntakaava/>

Varsinais-Suomen tuulivoimavaihemaakuntakaava (2014), <https://varsinais-suomi.fi/suunnittelu/maakuntakaava/voimassa-oleva-maakuntakaava/tuulivoimavaihemaakuntakaava/>

## Maakuntakaavoituksen taustaselvitykset

Energiamurros ja maankäytön ilmastovaikutusten arviointi Pohjois-Pohjanmaalla, EMMI-hanke TP2, helmikuu 2024, <https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/wp-content/uploads/2024/02/EMMI-TP2-selvitys-022024.pdf>

Esiselvitys aurinkoenergian tuotantoalueista, 2016, Satakunnan liitto, [https://satakunta.fi/wp-content/uploads/2021/05/101001204\\_Satakuntaliitto\\_Esiselvitys\\_aurinkoenergian\\_tuotantoalueista\\_20160428\\_LOPPURAPORTTI.pdf](https://satakunta.fi/wp-content/uploads/2021/05/101001204_Satakuntaliitto_Esiselvitys_aurinkoenergian_tuotantoalueista_20160428_LOPPURAPORTTI.pdf)

Etelä-Pohjanmaan aurinkoenergieselvitys, 2023, [https://epliitto.fi/wp-content/uploads/2023/03/B\\_111\\_Etela-Pohjanmaan\\_aurinkoenergieselvitys\\_2023\\_web.pdf](https://epliitto.fi/wp-content/uploads/2023/03/B_111_Etela-Pohjanmaan_aurinkoenergieselvitys_2023_web.pdf)

Valmisteluaineisto aurinkoenergian potentiaalisista tuotantoalueista, 2017, Satakunnan liitto, [https://satakunta.fi/wp-content/uploads/2021/05/Vmk2\\_valmisteluaineisto\\_aurinkoenergia\\_potentiaaliset-alueet\\_20170131.pdf](https://satakunta.fi/wp-content/uploads/2021/05/Vmk2_valmisteluaineisto_aurinkoenergia_potentiaaliset-alueet_20170131.pdf)

Varsinais-Suomen luonnon monimuotoisuus, Varsinais-Suomen liitto 2023, [https://varsinais-suomi.fi/wp-content/uploads/2023/11/viherrakenneselvitys\\_nykytilakartoitus-2.pdf](https://varsinais-suomi.fi/wp-content/uploads/2023/11/viherrakenneselvitys_nykytilakartoitus-2.pdf)

Vihreän siirtymän hankkeet Satakunnan maakuntakaavassa 2050 -raportissa, 2023, Luku 5 aurinkoenergiasta s. 71-86, [https://satakunta.fi/wp-content/uploads/2023/10/Vihrean-siirtymän-hankkeet-Satakunnan-maakuntakaavassa-2050\\_Satli\\_julk\\_.pdf](https://satakunta.fi/wp-content/uploads/2023/10/Vihrean-siirtymän-hankkeet-Satakunnan-maakuntakaavassa-2050_Satli_julk_.pdf)

## Lainsäädäntö ja muu normiohjaus

Energiatehokkuusdirektiivi EED <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/1791/oj>

Eurooppalainen maisemayleissopimus <https://www.finlex.fi/fi/sopimukset/sopsteksti/2006/20060014>

Ilmastolaki <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2022/20220423>

Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2017/20170252>

Maankäyttö- ja rakennuslaki / Alueidenkäyttölaki, <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi EPBD [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en)

Uusiutuvan energian RED III -direktiivi <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj>

Valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet <https://www.ymparisto.fi/fi/luonto-vesistot-ja-meri/maisemat/arvokkaat-maisema-alueet>



# Lähdeluettelo

## Strategiset ohjausasiakirjat, linjaukset, visiot

Energia- ja ilmastostrategia, kansallinen, <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/164321>

Euroopan vihreän kehityksen ohjelma, European Green Deal, [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_fi](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_fi)

Fingridin sähköjärjestelmävisio 2023 <https://www.fingrid.fi/kantaverkko/kehittaminen/sahkojarjestelmavisio/>

Fingridin kantaverkon kehittämissuunnitelma 2024-2033 <https://www.fingrid.fi/kantaverkko/kehittaminen/kehittamissuunnitelma/>

Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma, KAISU, <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/164186>

Pääministeri Petteri Orpon hallitusohjelma, <https://valtioneuvosto.fi/hallitukset/hallitusohjelma#/>

RePowerEU, [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe\\_fi](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_fi)

Valtakunnalliset alueidenkäytön tavoitteet <https://www.ymparisto.fi/fi/rakennettu-ymparisto/kaavoitus-ja-alueidenkaytto/valtakunnalliset-alueidenkayttotavoitteet>

Valtioneuvoston selonteko kansallisesta ilmastomuutokseen sopeutumissuunnitelmasta vuoteen 2030, <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/165337>

Varsinais-Suomen ilmastotiekartta 2030, energian teema <https://ymparistonyt.fi/teemat/hiilineutraalilounaissaomi/varsinais-suomen-ilmastotiekartta-2030/energia/>

YK:n Dubain ilmastokokouksen tärkeimmistä kirjauksista, ympäristöministeriön tiedote 13.12.2023, <https://ym.fi/-/dubain-ilmastokokouksessa-sopu-fossiilisista-polttoaineista-irtaantumisesta>

## Suunnitteluohjeet

Aurinkosähköjärjestelmien paloturvallisuusohje, pelastuslaitokset, tammikuu 2023, <https://pelastuslaitokset.fi/julkaisu/aurinkosahkojarjestelmat> . Huomaa, että tätä ohjetta päivitetään erityisesti teollisten aurinkovoimaloiden osalta kuluvana vuonna 2024.

Fingrid: <https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/julkaisut/voimajohtojen-huomioon-ottaminen-yleis--ja-asemakaavoituksessa-seka-maankayton-suunnittelussa.pdf>

ELY-keskukset: <https://www.ELY-keskus.fi/suoja-ja-nakemaaluelle-rakentaminen>

Tukes: <https://tukes.fi/documents/5470659/6406815/Tuotantolaitosten+sijoittaminen/ab664564-66f7-49b7-96bb-316dfefe4517/Tuotantolaitosten+sijoittaminen.pdf>

Väylävirastot: <https://vayla.fi/vaylista/rataverkko/rautatien-suoja-alue>

## Muut ohjeet

Ei merkittävää haittaa -periaatteen (DNSH) soveltaminen Suomen elpymis- ja palautumissuunnitelman hankkeissa, Suomen ympäristökeskus 2022, <https://helda.helsinki.fi/items/5d708393-3ef0-4862-923e-7cf7d7a55bc0>

Ei merkittävää haittaa –periaatteesta yleisemmin, Suomen ympäristökeskus 2023, <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ei-merkittavaa-haittaa-periaate>

Ympäristöministeriön aurinkovoiman opastyön kuvaus <https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=YM014:00/2023>



# Lähdeluettelo

## Verkkopalvelut energiajärjestelmän ja vihreiden investointien seurannasta

Elinkeinoelämän keskusliiton dataikkuna vihreistä investoinneista <https://ek.fi/tutkittua-tietoa/vihreat-investoinnit/>

Energiateollisuus ry:n energiaseuranta, mm Energiavuosi 2023, sähkö <https://energia.fi/wp-content/uploads/2024/01/Sahkovuosi-2023.pdf>

Energiaviraston tiedotteet, mm : <https://energiavirasto.fi/-/aurinkosahkon-pientuotanto-kasvoi-voimakkaasti-vuonna-2022>

Fingridin karttapalvelut <https://www.fingrid.fi/kantaverkko/karttapalvelut/>

Fingridin sähkön tuotannon ja kulutuksen päästöarviot sekä lyhyellä aikajänteellä että vuositasolla <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinainformaatio/co2/>

Motivan ylläpitämä karttapalvelu teollisista aurinkosähköhankkeista <https://aurinkosahkovoimalat.fi/>

Tilastokeskuksen energiaseuranta <https://www.stat.fi/tilasto/ehk>

## Tutkimusraportit ja selvitykset

Aurinkovoimaloiden kaavoitus ja lupamenettelyjen opasaineiston taustaselvitys, Ramboll ympäristöministeriön toimeksiannosta, tammikuu 2024, [https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/8cd9eaa5-a3cd-46a9-87a8-e86990ece186/34712720-ddd8-44e7-8fb4-8edcfc0ab046/JULKAISU\\_20240130115646.pdf](https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/8cd9eaa5-a3cd-46a9-87a8-e86990ece186/34712720-ddd8-44e7-8fb4-8edcfc0ab046/JULKAISU_20240130115646.pdf)

Carbon Neutrality in the UNECE Region: Integrated Life-cycle Assessment of Electricity Sources, UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE, Geneve 2022, [https://unece.org/sites/default/files/2022-04/LCA\\_3\\_FINAL%20March%202022.pdf](https://unece.org/sites/default/files/2022-04/LCA_3_FINAL%20March%202022.pdf)

Kohti kattavaa suojelualueverkostoa -loppuraportti, Suomen ympäristökeskuksen julkaisuja 18/2022, [Kohti kattavaa suojelualueverkostoa - Luonnon monimuotoisuuden turvaamisen painopisteet Suomessa \(helsinki.fi\)](https://www.ymparisto.fi/julkaisut/kohti-kattavaa-suojelualueverkostoa-luonnon-monimuotoisuuden-turvaamisen-painopisteet-suomessa-helsinki)

Life Cycle assessments for Vattenfalls electricity generation, Vattenfall, Sverige 2023, <https://group.vattenfall.com/globalassets/corporate/who-we-are/sustainability/doc/life-cycle-assessments-for-vattenfalls-electricity-generation-2023.pdf>

Rantaruoko, Taru: Aurinkopaneelien kierrättämisen mahdollisuudet Suomessa, Hämeen ammattikorkeakoulu 2022, [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/747336/Rantaruoko\\_Taru.pdf?sequence=2](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/747336/Rantaruoko_Taru.pdf?sequence=2)

Reaktoreiden käyttö kaupunkialueella, Jaakko Leppänen, VTT, Rakennetun ympäristön energiakysymysten neuvottelupäivät, ympäristöministeriö 22.11.2023. Lainatun Leppäsen graafin data IPCC:n raportista Technology-specific Cost and Performance Parameters, 2018. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_annex-iii.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf)

Vaden, T. ja Majava, A: Energiamurros ja metsäpinta-alan rooli suomalaisen yhteiskunnan aineenvaihdunnassa. Alue ja ympäristö 51:2 (2022). <https://aluejajymparisto.journal.fi/article/view/121616/75967>

# Lähdeluettelo

## Muut lähteet

Agro PV / Agrivoltaic –yhdistelmäratkaisusta, esim. [https://ec.europa.eu/enrd/sites/default/files/tg3\\_egd\\_presentation\\_herrero\\_agripv.pdf](https://ec.europa.eu/enrd/sites/default/files/tg3_egd_presentation_herrero_agripv.pdf) tai Yhdysvaltojen uusiutuvan energian ja energiatehokkuuden viraston sivut <https://www.energy.gov/eere/solar/agrivoltaics-solar-and-agriculture-co-location>

Medioista etenkin Ylen ja Helsingin Sanomien lukuisat aurinkovoimaa koskevat jutut. Suoraan kuvalainattu ja linkitetty ”Oman katon aurinkopaneelit tuovat iloa ja ylpeyttä, mutta iso aurinkovoimala huolta – selvitimme, miksi näin”, yle 17.8.2023 <https://yle.fi/a/74-20045530>

## Lisäksi

Kiitos paljon monille asiantuntijoille kommentteista selvitysluonnokseen sekä kokouksista, puheluista ja sähköposteista selvitystä valmisteltaessa!

