

FCG.

Finnish  
Consulting  
Group



**Etelä-Savon  
maakuntaliitto**

# Etelä-Savon aurinkoenergiaselvitys

---

**AURINKOENERGIAN TUOTANTOON  
SOVELTUVAT ALUEET**

FCG Finnish Consulting Group Oy

21.12.2023

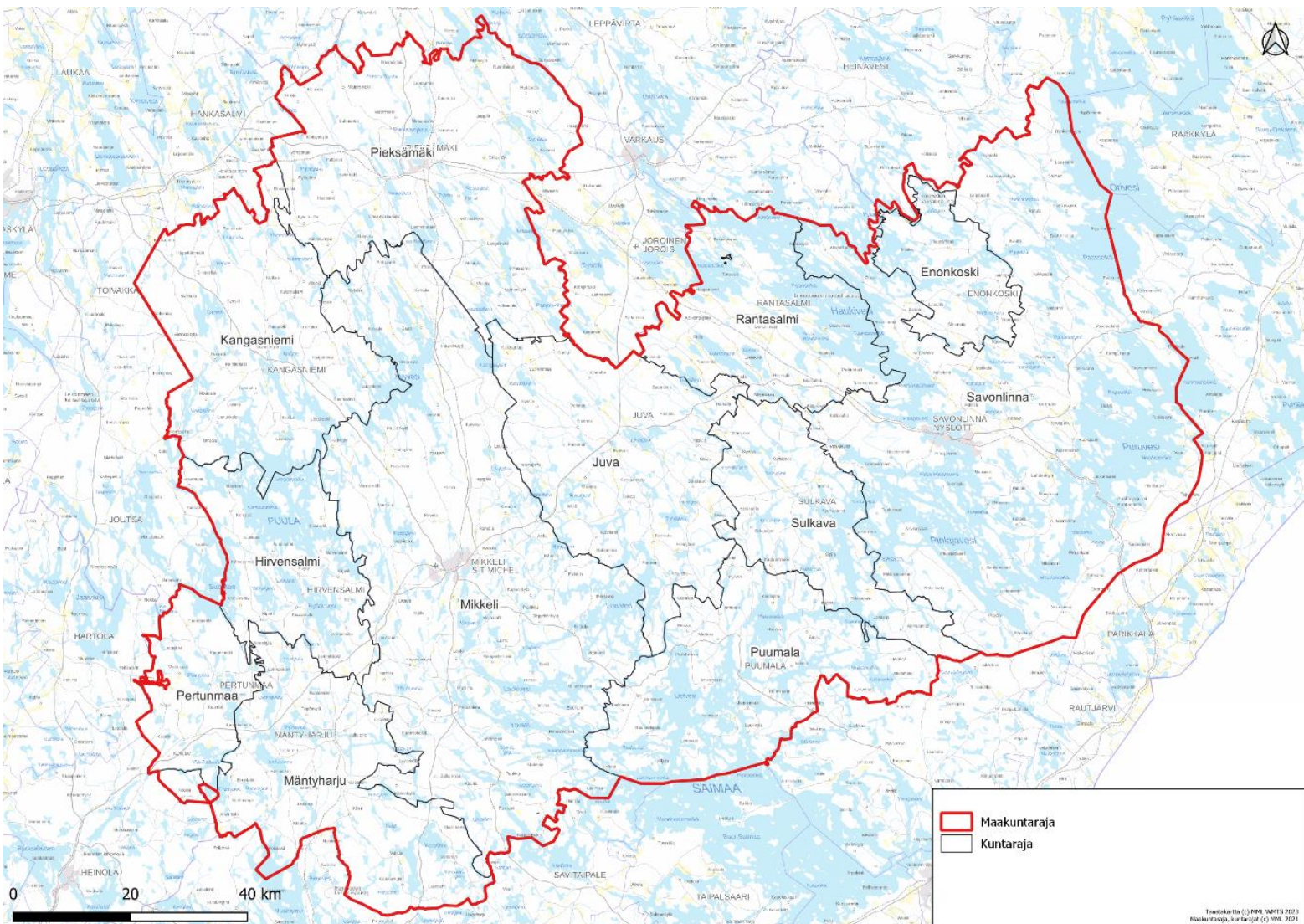
## Sisälllys

1	Johdanto.....	2
2	Selvityksen tavoitteet.....	3
3	Aineisto ja menetelmät.....	3
3.1	Vuorovaikutus.....	3
3.2	Paikkatietoanalyysit.....	4
4	Nykytilanne.....	5
4.1	Aurinkoenergiasta yleisesti.....	5
4.2	Aurinkovoiman edellytykset Etelä-Savossa.....	8
4.3	Miksei Oy:n selvitys aurinkoenergiapotentiaalista Mikkelissä.....	11
4.4	Aurinkovoimahankkeet Etelä-Savossa.....	12
4.5	Sidosryhmien näkemyksiä.....	13
5	Analyysi soveltuvista alueista.....	16
5.1	Aurinkovoima-alueen kriteerit ja raja-arvot.....	16
5.2	Uusien soveltuvien aurinkovoima-alueiden valinta.....	17
5.3	Aurinkovoiman potentiaalialueet suhteessa siniviherrakenteeseen.....	21
6	Potentiaalisten aurinkovoima-alueiden yksittäiset kohdekuvaukset.....	23
6.1	Perustietojen kuvaus.....	23
6.2	Vaikutusten arviointi.....	23
7	Luvituskäytännöt.....	24
8	Aurinkoenergia ja maakuntakaavoitus.....	26
9	Yhteenveto ja jatkosuositukset.....	27
10	Selvityksen luotettavuus ja epävarmuustekijät.....	28
11	Lähteet.....	29
12	Liitteet.....	31

## 1 Johdanto

Tässä selvityksessä tarkastellaan Etelä-Savon maakunnassa sijaitsevia aurinkovoimaan soveltuvia alueita. Selvitys on tehty Etelä-Savon liiton toimeksiannosta.

Selvitysalue käsittää koko Etelä-Savon maakunnan. Selvitysalueella on yhteensä 12 kuntaa tai kaupunkia (kuva 1).



Kuva 1. Aurinkovoimapotentialin selvitysalue.

## 2 Selvityksen tavoitteet

Etelä-Savossa on käynnissä 3. vaihemaakuntakaavan laatiminen, jonka yhtenä keskeisenä teemana on energian tuotanto. Lisäksi maakuntaan laaditaan energiastrategiaa. Aurinkoenergiaselvityksen tavoitteena on tuottaa maakuntakaavan ja energiastrategian valmistelua varten tarvittavat tiedot Etelä-Savon maakunnallisen ja paikallisen aurinkoenergiatuotannon edellytyksistä ja edistämiskeinoista sekä arvioida aurinkoenergian vaikutuksia maakunnan alueella.

Työn keskeisimpiä teemoja ovat aurinkoenergian tuotantolaitosten maakunnallisesti merkittävän kokoluokan määrittely, sijoittelukriteeristön kokoaminen sekä suositus aurinkoenergian tuotantoon soveltuvien alueiden osoittamisesta maakuntakaavassa. Työn aikana saadaan kokonaiskäsitys aurinkoenergiatuotannon potentiaalista Etelä-Savossa, sen teknisistä ja taloudellisista lähtökohdista sekä ympäristövaikutuksista.

Selvityksessä kartoitetaan mahdolliset hybridienergiajärjestelmien alueet maakunnassa ja selvitetään mahdolliset yhteisvaikutukset. Lisäksi pohditaan aurinkoenergian liitettävyyttä sähköverkkoon ja sen varastointia. Selvityksen johtopäätöksissä esitetään näkemyksiä siitä, millä tavalla aurinkoenergiaa voisi maakunnan aluesuunnittelussa ja alueiden kehittämisessä käsitellä ja edistää.

## 3 Aineisto ja menetelmät

Aurinkovoimapotentialin selvitys aloitettiin teknistaloudellisella analyysillä. Tässä analyysivaiheessa tarkasteltiin koko maakuntaa, ja tuloksena saatiin kartta, joka kuvaa tietyn sijainnin alustavaa aurinkovoimapotentialia. Analyysin kriteerit pohjautuvat asiantuntija-arvioon ja aurinkovoimatoimijoiden haastatteluihin.

Kun teknistaloudellinen analyysi oli tehty, järjestettiin työpaja alueen kunnille. Työpajassa esiteltiin analyysiä sekä kerättiin tietoa yksittäisistä hankkeista ja aurinkovoimasta yleisesti.

Työpajasta saadun tiedon sekä tilaajan kanssa käytyjen keskustelujen perusteella valittiin 16 yksittäistä kohdetta jatkotarkasteluun. Kohteista tehtiin erilliset kohdekortit, joissa ominaisuuksia ja vaikutuksia on kuvattu tarkemmin. Kohdekortit ovat tämän raportin liitteenä.

### 3.1 Vuorovaikutus

Selvitystä ovat ohjanneet Jenni Oksanen, Päivi Rahikainen ja Sanna Poutamo Etelä-Savon liitosta. FCG:ltä työhön ovat osallistuneet Jan Tvrdý, Inka Uutela, Olli Poutanen ja Mikko Salminen. Työn aikana on pidetty yhteensä kolme tilaajan ja konsultin välistä työkokousta.

#### Haastattelut

Työssä haastateltiin kolmea aurinkovoimatoimijaa: Ilmatar, OX2 ja Neova. Haastatteluissa tutustuttiin selvityksessä laadittuun potentiaalisten aurinkovoima-alueiden karttaan ja arvioitiin alueiden toteuttamiskelpoisuutta. Aluekohtaisen arvioinnin lisäksi haastatteluissa käytiin läpi

yleisellä tasolla aurinkovoimahankkeiden luvittamista ja maankäytön suunnitteluun liittyvää ohjausta seuraavien kysymysten avulla:

1. Miten arvioitte alle aurinkovoima-alueiden toteutettavuutta?
2. Mitä tarvitaan, että alueita olisi mahdollista toteuttaa?
3. Onko muita alueita, jotka tulisi kehittää?
4. Syntyykö aurinkovoimahankkeiden välillä synergioita?
5. Miten aurinkovoimahankkeiden potentiaalia tulisi osoittaa maakuntakaavassa?

## Työpaja

Maakunnan kunnille ja sidosryhmille järjestettiin työpaja 19.10.2023. Työpajan alussa esiteltiin teknistaloudellinen ja poissulkeva analyysi kartoilla. Varsinainen työskentely toteutettiin pienryhmissä. Työskentelyn ensimmäisessä vaiheessa kunkin kunnan edustaja lisäsi kartalle havaintojaan kunnan aurinkovoimapotentialista, lisäksi käytiin keskustelua sähkönsiirrosta ja rajoittavista tekijöistä.

## 3.2 Paikkatietoanalyysit

Paikkatietoanalyysit on tehty avoimen lähdekoodin QGIS-ohjelmistolla. Analyysit on tehty pinta-alaltaan 12 651 km<sup>2</sup> kokoiselle maa-alueelle. Aineisto on tuotettu koordinaatistoon EUREF\_FIN\_TM35FIN.

Paikkatietoaineistojen osalta on käytetty seuraavia lähteitä:

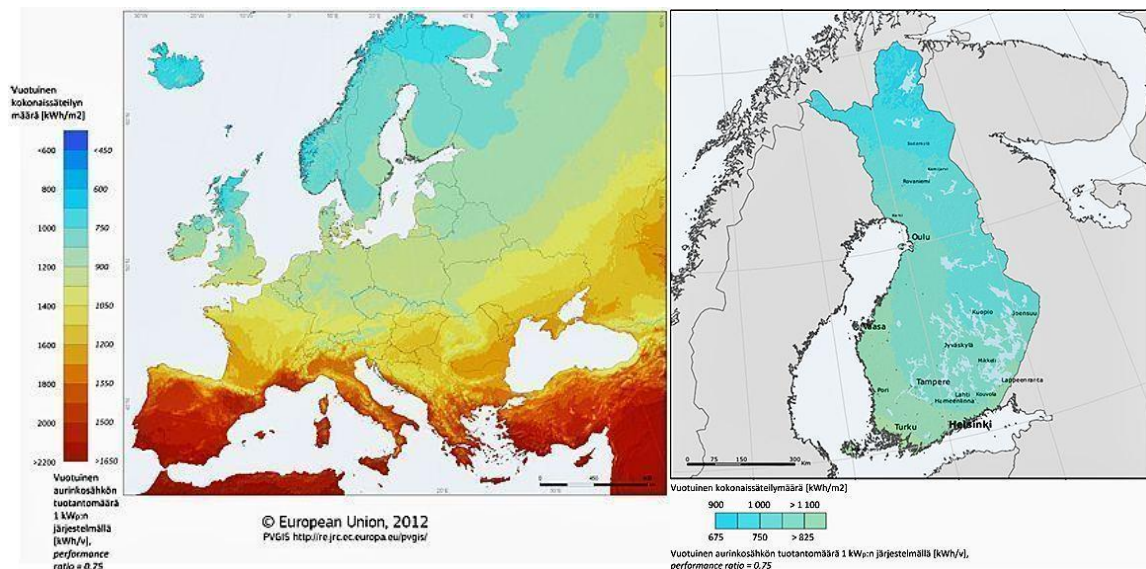
- Maanmittauslaitos, avoin rajapinta (2023): taustakartta, maastokartta, kiinteistörajat- ja tunnuksat,
- Maanmittauslaitoksen latauspalvelu (2023): kuntarajat, maakuntaraja,
- Maanmittauslaitos Maastotietokanta (2023): sähkölinjat, muuntoasemat, rakennuskanta, tiestö
- Suomen ympäristökeskuksen Avoin data -palvelu (2023): Natura 2000-alueet, luonnonsuojelualueet, pohjavesialueet, Corine 2018 FI20m -maanpeiteaineisto, arvokkaat geologiset muodostumat
- Museovirasto (2023): muinaisjäännekohteet, suojeltavat rakennukset, rky-alueet ja -kohteet
- Etelä-Savon liitto (2023): maakuntakaavan tuulivoima-alueet, siniviherrakenne- ja ekosysteemipalveluselvitys

## 4 Nykytilanne

### 4.1 Aurinkoenergiasta yleisesti

Huolimatta pohjoisesta sijainnista, aurinkoenergialle on hyvät edellytykset Suomessa. Auringon kokonaissäteily on eteläisessä Suomessa samaa tasoa Keski-Euroopan kanssa. Vuotuinen säteily määrä on hyvällä tasolla myös Etelä-Savossa, noin 1 000–1 100 kWh/m<sup>2</sup> vuodessa (kuva 2 (Motiva n.d.)

Suomessa ympäristön matala lämpötila parantaa aurinkokennojen hyötysuhdetta, sillä ne toimivat sitä paremmin, mitä kylmempää on. Lisäksi talvella lumen heijastus lisää valon säteilyä paneeliin, jolloin ne tuottavat enemmän. Lumisuuden vaikutus sähkön tuotantomäärään esitetään tässä raportissa kappaleessa 4.5.



Kuva 2. Vuotuinen säteily määrä Euroopassa ja Suomessa. Eteläisen Suomen säteily määrä on samaa tasoa Pohjois-Saksan kanssa. (Kuva: Motiva)

Aurinkovoiman osuus Suomen sähköntuotannosta on nykyisellään noin prosentin luokkaa, ja määrä kasvaa jatkuvasti uusien aurinkovoimapuistojen myötä. Suomeen on tulossa useita yksittäisiä satojen megawattien aurinkovoimapuistoja. Fingridin arvion mukaan Suomessa voi vuoteen 2030 mennessä toimia aurinkovoimaloita seitsemän gigawatin tehon verran.

Vuodesta 2019 lähtien aurinkosähkön verkkoon kytketty kapasiteetti on kasvanut noin 100 MW vuosittain. Energiaviraston mukaan vuonna 2022 aurinkoenergiaa tuotettiin Suomessa noin 635 MW. Mitä enemmän kapasiteettia tulee, sitä halvemmaksi aurinkosähkölaitteiden hinta muuttuu. Kun kapasiteetti tuplaantuu, niin hinta laskee viidenneksen. Aurinkosähköstä on tullut edullisin uusi sähköntuotantomuoto lähes kaikkialla maailmassa. (LUT, 2019)

Aurinkopaneelien hankkimisen ja asentamisen jälkeen aurinkoenergian tuottaminen on ilmaista, eikä se saastuta tai aiheuta melua. Etelä-Suomessa yhden hehtaarin suuruinen

aurinkopaneelikenttä vastaa sähköenergian tuotantopotentiaaliltaan noin 330 hehtaaria metsää, joka tuottaa kymmenen kuutiota hehtaarilta (LUT, 2019).

Teollisen kokoluokan aurinkovoimalassa on huomioitava sen vaikutukset ympäristöön. Taulukossa 1 on esitettyä suojaetäisyydet, jotka on jätettävä teollisen kokoluokan aurinkovoimalan ja erilaisten kohteiden välille. Suojaetäisyydet perustuvat asiantuntija-arvioon ja aurinkovoimatoimijoiden haastatteluihin. Suomessa ei ole vielä tämän selvityksen tekohetkellä yhtenäistä käytäntöä näiden etäisyyksien suhteen, vaan ne määräytyvät pitkälti maakuntien/kuntien tavoitteiden, viranomaislausuntojen ja tapauskohtaisen harkinnan perusteella.

Taulukko 1. Eri kohteisiin esitetyt suojaetäisyydet tässä selvityksessä.

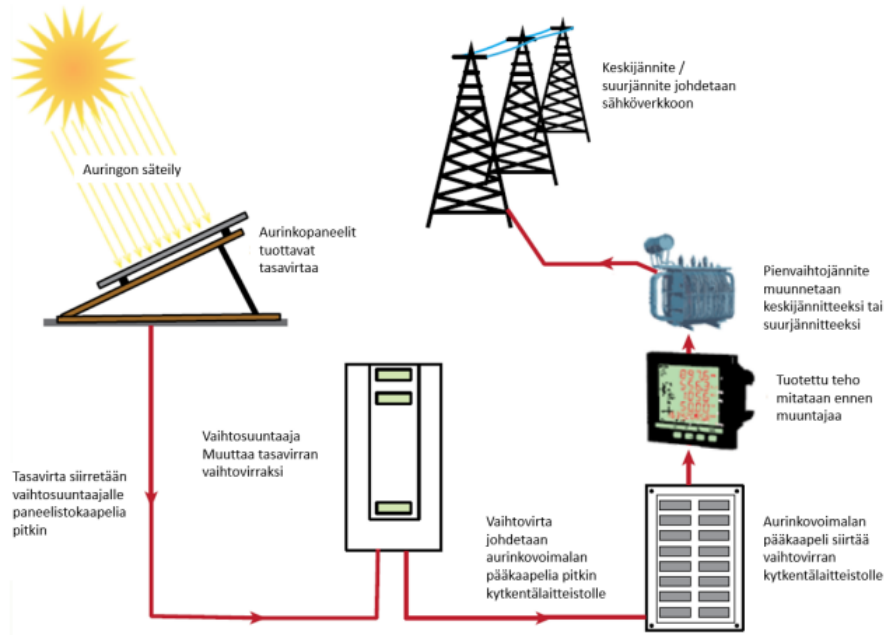
Kohde	Suojaetäisyys alueen/kohteen rajoista (m)
Asuin- ja lomarakennukset	250
Taajama-alueet	100
Suurjännitejohdot	50
Rautatiet	50
Tieluokat I-II	50
Liikennealueet/lentokentät	50
Luonnonsuojelualueet	100
Natura 2000 -alueet	100
Valtakunnallisesti ja maakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet	100
Kulttuurihistoriallisesti merkittävät rakennetut ympäristöt (RKY 1993, 2009)	100
Suojellut (asumattomat) rakennukset	50
Muinaisjäännökset	25
Pintavedet	50

Seuraaville kohteille ei ole esitetty erillistä suojavyöhykettä, mutta ne tulee jättää aurinkovoimarakentamisen ulkopuolelle:

- Pohjavesialueet
- FINIBA-, IBA- ja MAALI-alueet
- Suojeluohjelmien alueet

Aurinkovoimarakentamista ei tulisi sijoittaa myöskään arvokkaiden geologisten muodostumien alueelle.

Kun sähköä tuottava aurinkovoimalaitos täyttää tekniset vaatimukset, se voidaan liittää alueen sähköverkkoon. Liittämismallisuus on sähköverkon haltijalla toiminta-alueellaan. Liityntätapa riippuu pitkälti järjestelmän tehosta. Suuret teollisuuskokoluokan aurinkovoimalat voivat vaikuttaa koko sähköverkon rakenteeseen (Uudenmaan liitto 2017.) Kuvassa 3 on esitettyä megawattikokoluokan aurinkovoimalan toiminta.



Kuva 3. MW-kokoluokan aurinkovoimalan toiminta, periaatekuva. (IFC 2015)

Energiateollisuus ry on julkaissut ohjeet sähköntuotantolaitoksen liittämisestä jakeluverkkoon. Liittymistehokapasiteetit tulee aina varmistaa tapauskohtaisesti verkonhaltijalta. Seuraavassa taulukossa 2 on esitettyä aurinkovoimalaitosten verkkoliittymän suuntaa antavat periaatteet.

Taulukko 2. Aurinkovoimalaitosten verkkoliittymän periaatteet. (muokattu, Satakuntaliitto & Pöyry 2016)

Tuotantolaitoksen koko	Liityntätapa	Liitynnässä huomioitavaa
0,1–2 MW	20 kV:n verkko tai haarajohdot	
2–15 MW	20 kV:n sähköasema (tapauskohtaisesti)	
10–15 MW	20 kV:n sähköasema tai 110 kV:n suurjänniteverkko	110 kV:n verkkoon liittyminen tulee kalliimmaksi johtuen mm. korkeammasta liittymismaksusta ja liityntään tarvittavista 110 kV:n kytkinlaitteistoista. Keskijänniteverkkoon liitettäessä on tuotantolaitoksen teknistaloudellisesti järkevä maksimietäisyys liityntäpisteeseen noin 10-15 km.
15–50 MW	110 kV:n verkko	Noin 15-25 MW:n laitokset kannattaa rakennuttaa mahdollisimman lähelle liittymispistettä, jotta ei tarvita erillistä liittymisilmajohtoa.
50 MW	110 kV:n verkko + liittymisjohto	Teknistaloudellisesti kohtuullinen maksimietäisyys liittymispisteeseen on noin 3 km.
100 MW	110 kV:n verkko + liittymisjohto	Teknistaloudellisesti kohtuullinen maksimietäisyys liittymispisteeseen on noin 5 km.



Aurinkoenergian tuotanto on vaihtelevaa eikä vastaa aina ajallisesti kulutukseen. Suomessa aurinko paistaa eniten silloin, kun sähkönkulutus on pienintä, eli kesäkuukausina. Tämän takia aurinkoenergianjärjestelmän tuottamaa energiaa pitää voida varastoida niihin ajankohtiin, kun sähköä tarvitaan enemmän. Varastointiteknologiana voidaan käyttää sähköakkuja, sähköstä kaasuksi -tekniikkaa, pumppuvoimalaitoksia ja paineilmavarastoja.

Aurinkovoimalan kannattavuus riippuu auringonsäteilyn määrästä, säteilyn hyödyntämisteesta, sähkön hinnasta ja investointikustannuksista. Viime vuosina kannattavuutta on parantanut paneelien hintojen laskeminen, mutta sitä on toisaalta heikentänyt sähkön matala hinta. Vähimmäisvaatimuksena perinteisen sähköntuotannon investoinnille pidetään yleisesti 50–60 €/MWh sähköhintaa.

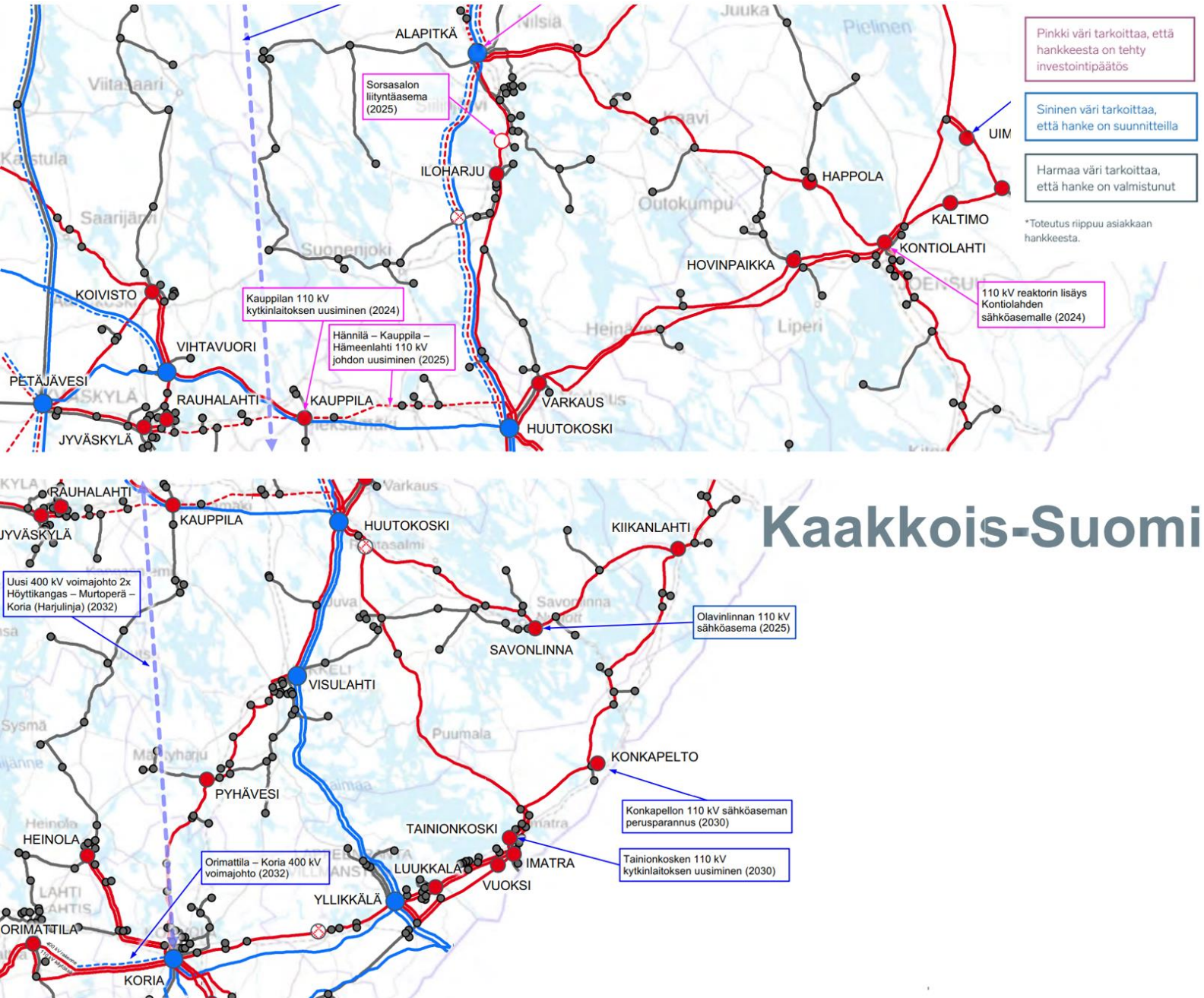
Investoitaessa maakuntakokoluokan aurinkovoimalaan, vaikuttaa kannattavuuteen myös asennuksen, verkkoon liittymisen ja muiden rakennustöiden sekä hankekehityksen kustannukset. Poliittisista ohjaukeinoista kannattavuuteen vaikuttavat mm. eri energiamuotojen verotus, energiatuet, syöttötariffi ja päästökauppa. (Uudenmaan liitto 2017.)

## 4.2 Aurinkovoiman edellytykset Etelä-Savossa

### Sähköverkko

Aurinkovoimala tarvitsee soveltuvan sijainnin lisäksi yhteyden valtakunnalliseen sähköverkkoon. Etelä-Savon sähkönsiirtoa on selvitetty Fingridin kantaverkon kehittämissuunnitelmasta 2024–2033 ja tiedot sähköverkon nykyisestä kapasiteetista perustuu Fingridin Verkkokiikari-karttanäkymään.

Fingridin kehittämissuunnitelmassa Etelä-Savon maakunnan kuntien sähkönsiirtoa käsitellään Fingridin kehittämissuunnitelmassa Savo-Karjalan ja Kaakkois-Suomen osa-alueiden yhteydessä. Kantaverkon kehittämissuunnitelman keskeisenä sisältönä on kuvaus siitä, miten ja minkälaisin investoinnein kantaverkon kehittämisvelvollisuus ja kantaverkkotoiminnan laatuvaatimukset täytetään. (Fingrid, 2023)



Kuva 4. Fingridin kehittämssuunnitelma Etelä-Savon maakunnan osalta (Fingrid 2023).

Etelä-Savo koskevat merkittävimmät sähköverkon kehittämishankkeet liittyvät Järvilinjan tuplaukseen, Huutokosken 400 kV kytkinlaitoksen laajennukseen, Savonlinnan sähköaseman uusimiseen, Imatra – Juva – Huutokoski 110 kV voimajohdon uusimiseen ja Huutokoski – Kontiolahti 400 kV voimajohtoon. Pitkän aikavälin kehittämisen ja maakuntakaavan näkökulmasta Harjulinja tuo merkittävää muutosta.

Fingridillä on Etelä-Savossa sähköasemat Mikkelissä, Rantasalmella, Varkaudessa ja Savonlinnassa. Alla Verkkokiikari-sovelluksesta tarkistetut tiedot (1.12.2023 tilanne):

- Mikkelissä on 400 kV sähköasema, jossa tuotannon liittymiskapasiteetti 110 kV on 250 MW ja 400 kV liittymiskapasiteetti on 250 MW,
- Rantasalmella on 400 kV sähköasema, jossa tuotannon liittymiskapasiteetti 110 kV on 500 MW ja 400 kV liittymiskapasiteetti 500 MW,
- Varkaudessa on 110 kV sähköasema, jossa tuotannon liittymiskapasiteetti 110 kV on 100 MW,
- Savonlinnassa on 110 kV sähköasema, jossa tuotannon liittymiskapasiteetti 110 kV on 100 MW.

## Turvetuotantoalueet

Etelä-Savo on Suomen vähäsoisimpia maakuntia. Valtakunnan metsien inventoinnin VMI 12 mukaan maakunnassa on suota yhteensä 214 000 hehtaaria eli 19,6 % metsätalousmaasta ja 16,9 % koko maapinta-alasta. (Etelä-Savon maakuntaliitto 2023.) Eniten soita Etelä-Savossa sijaitsee Pieksämäellä, Juvalla sekä Mikkelin pohjoispuolella, ja vähiten Hirvensalmen, Puumalan ja Enonkosken kunnissa. (Etelä-Savon maakuntaliitto 2016)

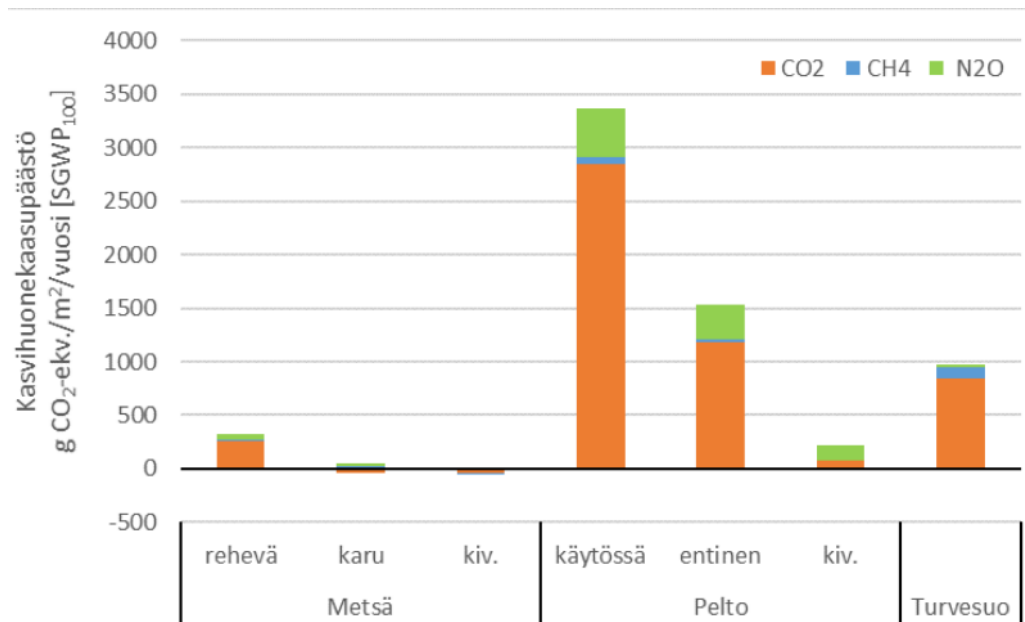
Turpeen energiakäyttö on Suomessa vähentynyt voimakkaasti viime vuosina, ja entisille turvetuotantoalueille etsitään jälkikäyttömahdollisuuksia. Aurinkovoiman perustaminen alueille on yksi mahdollisuus. Turvetuotantoalueet soveltuvat aurinkovoimakäyttöön, koska niillä on laaja ja avoin pinta-ala, johon aurinko pääsee paistamaan esteettä. Koska suot ovat jo olleet teollisessa käytössä, niillä on ympäristölupa. Alueelta ei tarvitse raivata metsää eikä poistaa kantoja. (Pentikäinen 2020.) Lisäksi voidaan hyödyntää alueella olevaa tiestöä.

Vanhalle turvetuotantoalueelle rakennettaessa on olennaista pohjamaan laatu, sillä se vaikuttaa aurinkopaneelien perustamistavan valintaan. Perustusten on kestettävä muuttuvia ja vaativia olosuhteita. Turvetuotantoalueet ovat ojitettuja alueita, ja ojitus on tärkeää myös aurinkovoimakäytössä, jotta alue pysyy kuivana. Ojia ei kuitenkaan tarvitse välttämättä kaivaa lisää. (Niemistö 2021.)

Suon ojittaminen pienentää metaanipäästöä mutta suurentaa hiilidioksidi- ja typpioksiduulipäästöjä. Turpeennostoalueiden CO<sub>2</sub>-päästöt ovat suuremmat kuin metsäojitettujen soiden, sillä alueet ovat tehokkaasti kuivattuja, eikä niillä kasva mitään mikä sitoisi uutta hiiltä maaperään. Päästöt ovat kuitenkin selvästi pienemmät kuin pelloilla, joita lannoitetaan ja muokataan toistuvasti. Turpeennostoalueiden N<sub>2</sub>O-päästö on samaa tasoa kuin ojitetuilla ja luonnontilaisilla soilla. ([www.suoseura.fi](http://www.suoseura.fi))

Kuvan 5 kuvaajassa on mukana vain paikan päällä saroilta ja ojista vapautuvat päästöt. Suolta korjattavan turpeen hajoamisesta aiheutuvat päästöt ovat noin kymmenkertaiset nostoalueen päästöihin verrattuna, ja siten turpeennosto aiheuttaa ojitetun suon eri maankäyttömuodoista

selvästi suurimmat päästöt. Kun suolla jatketaan kuivatusta ja turpeenottoa, niin kasvihuonekaasupäästöjen voidaan olettaa jatkuvan niin pitkään kuin turvetta riittää. Suon päästöt muuttuvat kivennäismaan kaltaisiksi, kun turvekerroksen sisältämä orgaaninen aines on kokonaan hajonnut. ([www.suoseura.fi](http://www.suoseura.fi))



Kuva 5. Turvesuon, pellon ja metsäoijitetun suon kasvihuonekaasupäästöt. ([www.suoseura.fi](http://www.suoseura.fi))

### 4.3 Miksei Oy:n selvitys aurinkoenergiapotentiaalista Mikkelissä

Mikkelin alueelle tehtiin vuonna 2022 aurinkoenergiaselvitys Mikkelin kehitysyhtiö, Miksei Oy:n, toimeksiannosta osana ”Kasvua ja kansainvälistymistä tukevien yritysinvestointien edistäminen Etelä-Savossa” -hanketta. Kaupungin alueelta löydettiin lähes 900 hehtaaria aurinkovoimapotentiaalisia alueita. Potentiaalisimmiksi alueiksi valikoitui kahdeksan kohdetta, joista kaupungin omistamilla maa-alueilla sijaitsee viisi, ja yksityisten maanomistajien alueella kolme.

Selvityksen tarkastelussa priorisoitiin ei-luonnontilaisia alueita, kuten turvetuotantoalueita, peltoalueita ja talousmetsää, joita ei nähdä talouskäytössä enää kannattavaksi. Kohteita valikoitiin erilaisista kokoluokista huomioiden etenkin alueen etäisyys sähköverkkoon. Alueet ovat 10–560 hehtaarin kokoisia.

#### 4.4 Aurinkovoimahankkeet Etelä-Savossa

Etelä-Savossa on kolme toiminnassa olevaa aurinkovoimalaa Mikkelissä, Juvalla ja Sulkavalla. Vireillä olevien hankkeiden määrä kasvaa koko ajan. Selvityksen teon aikana julkisesti tiedossa olevia hankkeita on kuusi. Aurinkovoimahankkeissa edustettuna on noin puolet kunnista. Lisäksi tuulivoimaa on suunnitteilla kolme hanketta ja rakenteilla yksi hanke, painottuen maakunnan luoteisosaan.

Seuraavassa taulukossa on listattuna Etelä-Savossa julkisesti tiedossa olevien hankkeiden perustietoja (tilanne 11/2023):

*Taulukko 3. Etelä-Savon julkisesti tiedossa olevien aurinkovoimahankkeiden perustietoja.*

Hankkeen sijainti	Voimalan koko (ha)	Voimatalo (MW)	Hankekehittäjä/rakentaja	Vaihe
<b>Mikkeli, Ropolansuo</b>	35	25	Helios Nordic Energy Finland Oy	Suunnitteilla
<b>Mikkeli, Pohjansuo</b>	94	80	OX2	Suunnitteilla
<b>Pertunmaa, Lammasvuori ja Ukonvuori</b>	20	-	Solarigo Systems Oy	Suunnitteilla
<b>Hirvensalmi, taajaman pohjoispuoli</b>	8,6	5	-	Rakenteilla
<b>Savonlinna, Itäväylän yrityspuisto</b>	17	10	Skarta Energy Oy	Suunnitteilla
<b>Savonlinna, Viihonmäki</b>	66	52	Winda Energy Oy	Suunnitteilla



Kuva 6. Hirvensalmen aurinkopuiston havainnekuva. ([www.solarigo.fi](http://www.solarigo.fi))

#### 4.5 Sidosryhmien näkemyksiä

Haastatteluissa nousi esiin seuraavia huomioita:

##### **Kommentteja potentiaalisista alueista**

Tälläkin hetkellä Etelä-Savossa on liittymispotentiaalia, mutta alueen lumisuus ja rannikkoon sekä Etelä-Suomeen verrattuna vähäisempi säteily määrä laskee hankkeiden houkuttelevuutta verrattuna esim. eteläisen tai läntisen Suomen vaihtoehtoihin kohdealueisiin. Säteilyltään heikommilla alueilla sijaitsevien potentiaalisten alueiden tulee olla rakennettavissa mahdollisimman alhaisin kustannuksin, jotta investointi aurinkovoimaan kiinnostaisi hankekehittäjiä. Huolimatta siitä, että Etelä-Savo häviää säteilyn määrässä monille alueille Suomessa, maakunta on kuitenkin jo sen verran etelässä, että hankkeiden toteuttamiskelpoisuus on säteilyn kannalta varsin hyvällä tasolla. Myös Etelä-Savossa sijaitsevat vesistöt vaikuttavat positiivisesti säteilyyn paikallisesti.

Puumala-Sulkava-Mikkeli-seudulla on hanketoimijoiden näkökulmasta löydettävissä enemmän alueita, kuin mitä selvityksen potentiaalikartoissa esitetään. Myös Juvalla on sekä reilusti tilaa aurinkovoimahankkeille että liittymiskapasiteettia sähköverkossa.

##### **Rakennettavuus**

Ihannelanteessa aurinkovoimatuotantoon kehitettävä alue on lähtökohtaisesti avoin ja varjostavat elementit on poistettu. Aurinkovoimalan rakentamiseen hyvin soveltuvia alueita ovat esimerkiksi peltoalueet. Rakennettavuuden kannalta hyvällä alueella ei tulisi olla paljoa kiviä, ja perustustöiden

tulisi onnistua mahdollisimman kevyesti. Esimerkiksi tulvariskialueita pyritään välttämään, koska potentiaalisesti tulvivilla alueilla paneeleita kannatteleville telineille tarvitaan jyrkemmät ja samalla kalliimmat perustukset.

## **Lumisuuden vaikutus sähkön tuotantomäärään**

Etelä-Savossa aurinkovoimaloiden tuotantoon ja siten myös kannattavuuteen vaikuttaa lumipeite. Jo Tampereen korkeudella menetetään lumen takia 10 % tuotannosta ja Etelä-Savossa lunta voi olla enemmän. Alueen investoinnit seuraavat isommassa mittakaavassa vasta, kun Etelä-Suomi ja rannikkoalueet ovat ”täynnä”. Yleistymässä olevat kaksipuoleiset paneelit paikkaavat lumisuudesta johtuvia tuotannonmenetyksiä jonkin verran, koska alapinnan paneelit pysyvät lumettomina ja säteilyn lisääntyessä ne lämpenevät. Alapaneeli lämmittää myös ylempää paneelia ja oletettavasti lumi valuu aikaisemmin pois. Asiasta on kuitenkin toistaiseksi hyvin vähän kokemusta.

## **Sähköverkko**

110 kV:n voimajohdot mahdollistavat maksimissaan 60 MW aurinkovoimalaitosten liittymisen suoraan voimalinjaan. Houkuttelevinta hankekehittäjälle on liittyä kuitenkin suoraan 110 kV:n sähköasemaan, koska liittymiskustannus on merkittävästi pienempi, ja liitettävä kapasiteetti voi olla suurempi, esim. satoja megawatteja, riippuen aseman vapaasta kapasiteetista.

Aurinkovoimalaa ei voi liittää 400 kV-linjaan johdonvarsiliitynnällä, vaan liittyminen edellyttää oman sähköaseman rakentamista, mikä on hyvin kallista. Vaihtoehtoisesti 400 kV:n voimajohtoon voi liittyä olemassa olevan sähköaseman kautta. 400 kV:n voimajohtoon liittymisen kustannusten takia hankkeen on oltava todella suuri; liittyminen vaatii vähintään n. 500 MW (400–500 ha) hankkeen ollakseen kannattavaa. Potentiaalia suuremmille hankkeille syntyy erityisesti silloin, kun sähköasema rakennetaan syrjäisemmälle alueelle. Lisäsalissa on esimerkiksi suunnitelma sähköasemasta, jossa voisi olla soveltuvia alueita laajoille aurinkovoimahankkeille.

## **Synergia aurinko- ja tuulivoimahankkeiden välillä**

Aurinko- ja tuulivoimahankkeissa voidaan hyödyntää samoja sähkönsiirtoreittejä. Sähkön yhteistuotanto aurinko- ja tuulivoimalla myös tasapainottaa sähköntuotantoa, sillä aurinkovoima tuottaa enemmän kesällä ja tuulivoima enemmän talvella. Hybridihankkeet yleistyvät siinä vaiheessa, kun ELY-keskukset ja Ympäristöministeriö muodostavat selkeän linjan siitä, miten aurinko- ja tuulivoiman yhteishankkeiden ympäristövaikutusten arviointi tulee viedä läpi.

## **Hanketoimijoiden eroihin liittyvä huomio**

Hankekehitykseen liittyvät kysymykset ovat monimutkaisia. Hankkeisiin vaikuttavat esimerkiksi eri toimijoiden erilaiset toimintamallit. Jokin alue saattaa näyttäytyä kiinnostavana yhdelle toimijalle ja toiselle taas ei.

## Maakuntakaava

Yleisenä kommenttina todettiin, että on hyvä, että maakuntakaavassa kartoitetaan aurinkovoimala-alueiden potentiaalia ja edistetään siten hankekehityksen mahdollisuuksia. Maakuntakaavan tasolla ydinasioita ovat kaavamerkintöjen ja -määräysten mahdollistavuus ja joustavuus. Rajoittavat määräykset tulisi jättää maakuntakaavasta pois. Maakuntakaavan tulisi huomioida vain suuret teollisen kokoluokan hankkeet, esimerkiksi pinta-alaltaan 100 hehtaarin hankkeet ja siitä ylöspäin. Investointien varmistamiseksi erityisesti lähtökohdiltaan vähemmän houkuttelevilla alueilla tulisi peltoalueilla tunnistaa aurinkovoiman rakentamispotentiaalia.

Haastatteluissa hankekehittäjät pohtivat, voisiko energiantuotantoalueen kaavamerkinnän kirjata maakuntakaavaan niin väljästi, että se mahdollistaisi muutakin maankäyttöä. Tällaisella menettelyllä saavutettaisiin parhaimmillaan sellainen etu, että merkintä voisi jouduttaa aurinkovoimahankkeiden kehittämistä, mutta ei kuitenkaan rajoittaisi muuta maankäyttöä. Osallistamismenettelyt ja asukkaiden kuuleminen vaikuttaisivat oletettavasti hankkeiden hyväksyttävyyteen asukkaiden keskuudessa, mikä puolestaan lisäisi hankkeiden houkuttelevuutta hanketoimijoiden näkökulmasta.

Aurinkovoiman yleispiirteisessä tarkastelussa on mahdotonta arvioida hankkeen toteuttamiskelpoisuutta, johon vaikuttavat esimerkiksi maaperä, luontoarvot ja monet muut tekijät, joita selvitetään hankekohtaisesti yksityiskohtaisissa selvityksissä. Tarkemmat vaikutukset arvioidaan kunnallisessa maankäytön suunnittelussa ja päätöksenteossa lainsäädännön ohjaamana.

Alueiden muu käyttö tulisi huomioida aurinkovoimala-alueita sijoitettaessa. Esimerkiksi maainesten otto tai turpeen otto lähellä aurinkovoimalaa voi tuottaa pölyä, joka pienentää aurinkovoimalan tuottoa.

## Työpaja

Työn aikana järjestettiin työpaja Etelä-Savon alueen kunnille ja sidosryhmille. Työpajan alussa kuultiin esitys aurinkoenergiaselvityksen taustoista ja tavoitteista sekä lyhyt tietoisku aurinkovoimahankkeisiin liittyvästä maankäytön suunnittelusta. Alustuksessa kuvattiin myös selvityksen paikkatietoanalyseissa käytetyt etäisyysvyöhykkeet ja paikkatietoanalyysien logiikka.

Työskentelyosiossa työpajan osallistajat lisäsivät kartalle potentiaalisia, aurinkoenergialle soveltuvia alueita ja kommentoivat tunnistettuja alueita. Osallistajat jaettiin pienryhmiin siten, että jokaisessa ryhmässä oli jatkettavat kommentoimaan oman kuntansa ja naapurikuntien tilannetta.

Työskentelyn keskeisenä tuloksena syntyi uusia potentiaalisten aurinkovoimala-alueiden aluerajauksia, jotka perustuvat kuntien ja sähköverkkoyhtiöiden edustajien asiantuntemukseen.



## 5 Analyysi soveltuvista alueista

### 5.1 Aurinkovoima-alueen kriteerit ja raja-arvot

Tässä selvityksessä aurinkovoiman soveltuvuutta tietyille alueelle on tarkasteltu seuraavista näkökohdista: riittävän lyhyt etäisyys suurjännitelinjaan ja muuntoasemaan, aluetta ympäröivä tiestö ja maanpeitteen laatu. Maanpeitteen osalta parhaana on pidettyjä laajoja, avoimia ja rakentamattomia alueita, kuten turvetuotantoalueita, ruuantuotannosta poistuneita peltoja ja harvapuustoisia alueita. Etenkin turvetuotantoalueet sijaitsevat usein tarpeeksi syrjässä taajamatoiminnoista, mutta kuitenkin päätiestön varrella. Syrjäisille alueille rakennettavat aurinkovoimakentät eivät häiritse merkittävästi maisemakuvassa. Toisinaan osa turvetuotantoalueista rajautuu avoimiin peltoalueisiin, jolloin täytyy tarkastella aurinkovoimaloiden rakentamisen vaikutusta näkymään peltojen toisella puolen.

Paikkatietoanalyysin ensimmäisessä vaiheessa selvitysalue rasteroitiin 15 x 15 metrin ruuduiksi ja laskettiin kullekin alueelle etäisyys lähimpään suurjännitejohtoon, muuntoasemaan ja päällystettyyn tiehen. Toisessa vaiheessa nämä etäisyydet pisteytettiin asteikolla 1–3. Lisäksi selvitettiin alueiden maanpeite Corine 2018 -aineiston perusteella, määritettiin aurinkovoimalle soveltumattomat alueet ja pisteytettiin jäljelle jäävät alueet myös asteikolla 1–3. Seuraavissa taulukoissa on esitetty etäisyysanalyysissä käytetyt minimi- ja maksimietäisyydet ja niiden saama pisteytys.

Taulukko 4. Teknitaloudellisessa analyysissä käytetty pisteytys.

Etäisyys voimalinjaan (110 tai 400 kV)	Etäisyys muuntoasemaan	Etäisyys tiehen (luokat I-III)	Pisteet
0–1 km	0–3 km	0–1 km	3
1–2 km	3–6 km	1–3 km	2
2–3 km	6–10 km	3-5 km	1
> 3 km	> 10 km	> 5 km	0

ALUE	Pisteet
Turvetuotantoalueet	3
Maataloustukijärjestelmän ulkopuoliset maatalousmaat	3
Satama-alueet	1
Lentokenttäalueet	1
Kaatopaikat	1
Harvapuustoiset alueet (pl. kalliomaat ja sähkölinjan alla olevat)	1
Niukkakasvustoiset kangasmaat	1

Maanpeitteen perusteella analyysistä ovat karsiutuneet pois seuraavat alueet:

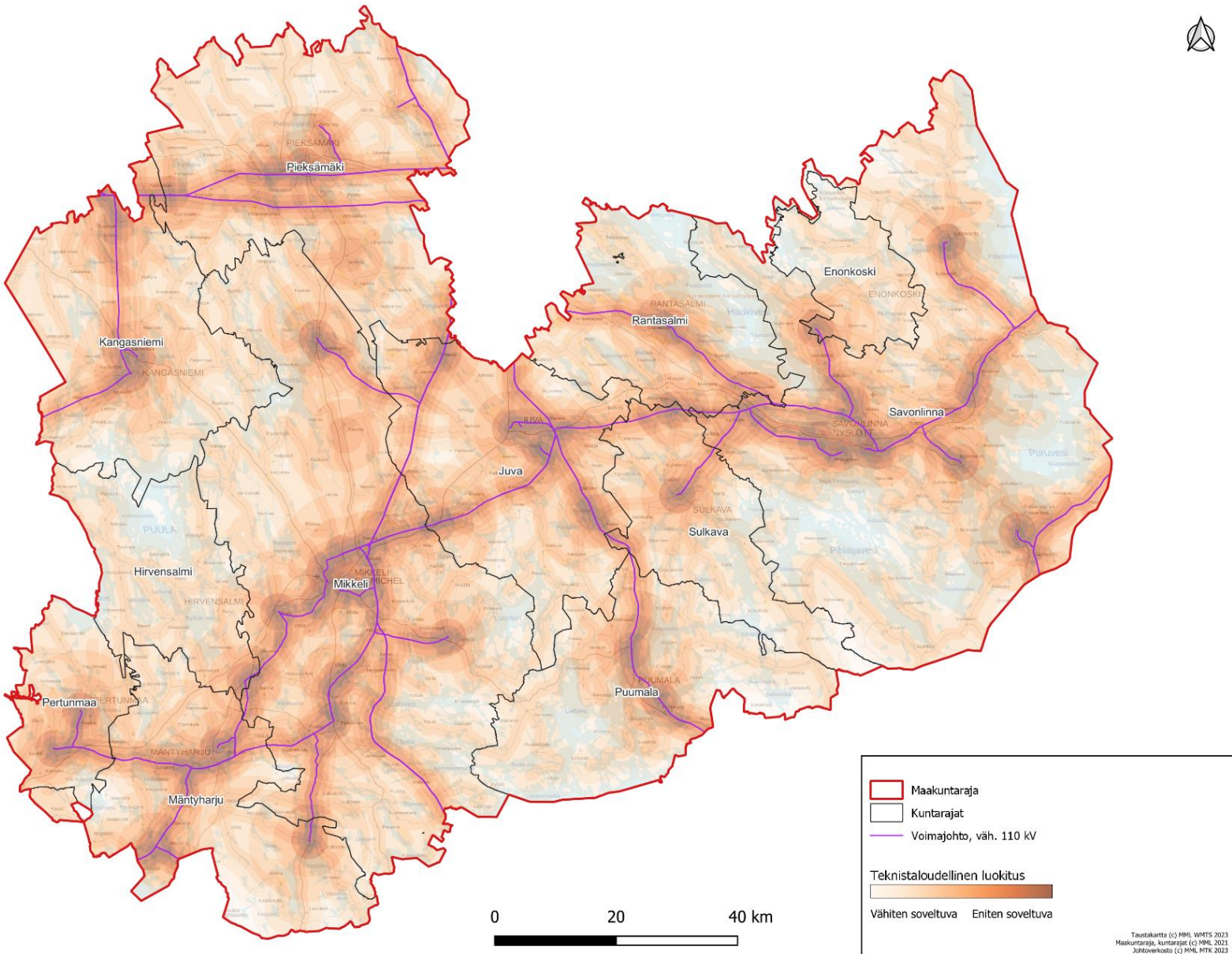
- Kerrostaloalueet
- Pientaloalueet
- Palveluiden alueet
- Teollisuuden alueet
- Liikennealueet
- Rakennustyöalueet
- Puistot
- Vapaa-ajan asunnot
- Sisämaan kosteikot maalla/vedessä
- Joet ja järvet
- Muut urheilu- ja vapaa-ajan toiminta-alueet
- Golfkentät
- Raviradat
- Pellot, laidunmaat ja luonnonniityt
- Hedelmäpuu- ja marjapensasviljelmät
- Harvapuustoiset alueet kalliomailla/sähkölinjan alla
- Rantahietikot ja dyynialueet
- Kalliomaat
- Avosuot

Selvityksessä on pidetty erityisen tärkeänä riittävän lyhyttä etäisyyttä voimalinjaan, minkä takia etäisyysanalyysi on tiukempi sen osalta. Vaikka voimalinjaan ei voisikaan suoraan liittyä, on voimalinjan läheisyydestä hyötyä valmiina johtoreittinä rakennettaessa yhteyttä tuotantoalueelta liittymäpisteeseen. Analyysissä eri alueiden saamat pisteet on laskettu yhteen ja sen tuloksena on kartalle saatu teknistaloudellisuutta kuvaavat värit. Tummempi väri kuvaa aurinkovoimalle paremmin soveltuvia alueita, kun taas vaalea väri kuvaa huonommin soveltuvia alueita. Maanpeitteen ei -alueet on jätetty analyysin ulkopuolelle ja kuvattu kartalla harmaalla värillä.

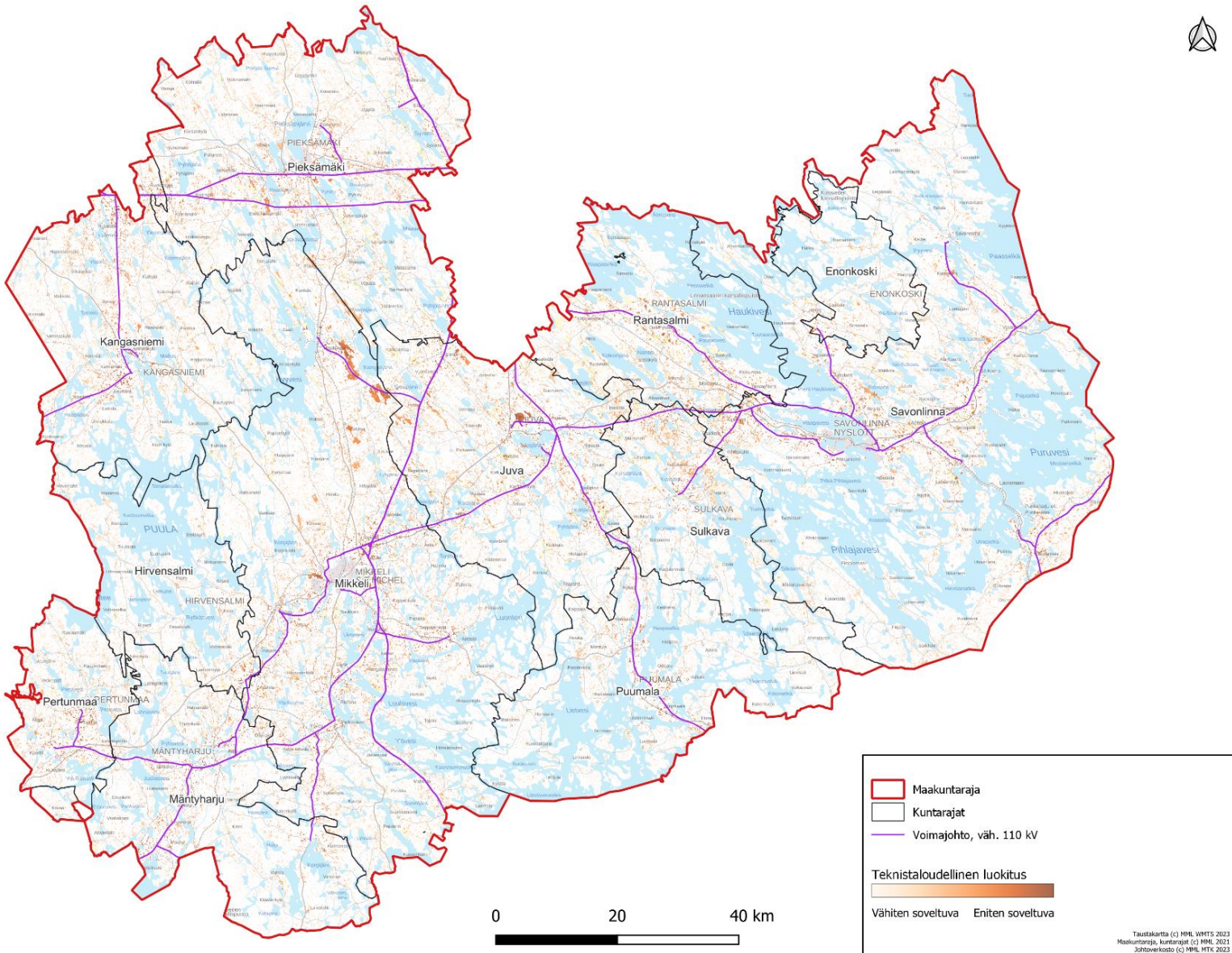
## 5.2 Uusien soveltuvien aurinkovoima-alueiden valinta

Teknistaloudellisen analyysin tulokset on esitetty alla olevilla kartoilla. Ensimmäisenä esitetyssä kartassa on näkyvillä maakunnan aurinkoenergiapotentiaali, kun maanpeitteen ei-alueita ei ole kokonaan poistettu potentiaalista vaan ne ovat ainoastaan vähentäneet alueiden pistemäärää. Alue on voinut saada etäisyydestä voimajohtoon esimerkiksi 3 pistettä, etäisyydestä muuntoasemaan 2 pistettä, etäisyydestä päätiehen 2 pistettä ja metsäisen maanpeitteensä vuoksi 0 pistettä, jolloin analyysi antaa tulokseksi  $3 + 2 + 2 + 0 = 7$  pistettä. Tämä tarkoittaisi, että alue on teknistaloudellisesti hyvä aurinkoenergiatuotannon kannalta, mutta maanpeitteen vuoksi se karsiutuu pois potentiaalista. Ensimmäisessä kartassa on haluttu visualisoida, miten paljon aurinkoenergiapotentiaalia olisi ilman maanpeitteen rajaavaa vaikutusta. Kyseinen kartta esitettiin myös työpajassa.

Toisessa kartassa maanpeitteen ei-alueet on syötetty analyysiin no data -alueiksi, jolloin ne saavat laskennassa 0 pistettä riippumatta siitä, paljonko pisteitä ne saavat muista kriteereistä. Tämä menetelmä rajaa potentiaalin selkeästi alueisiin, joille on myös maanpeitteen vuoksi mahdollista rakentaa aurinkovoimaa. Sopivan maanpeitteen alueita on maakunnassa loppujen lopuksi vain murto-osa kaikesta maapinta-alasta.



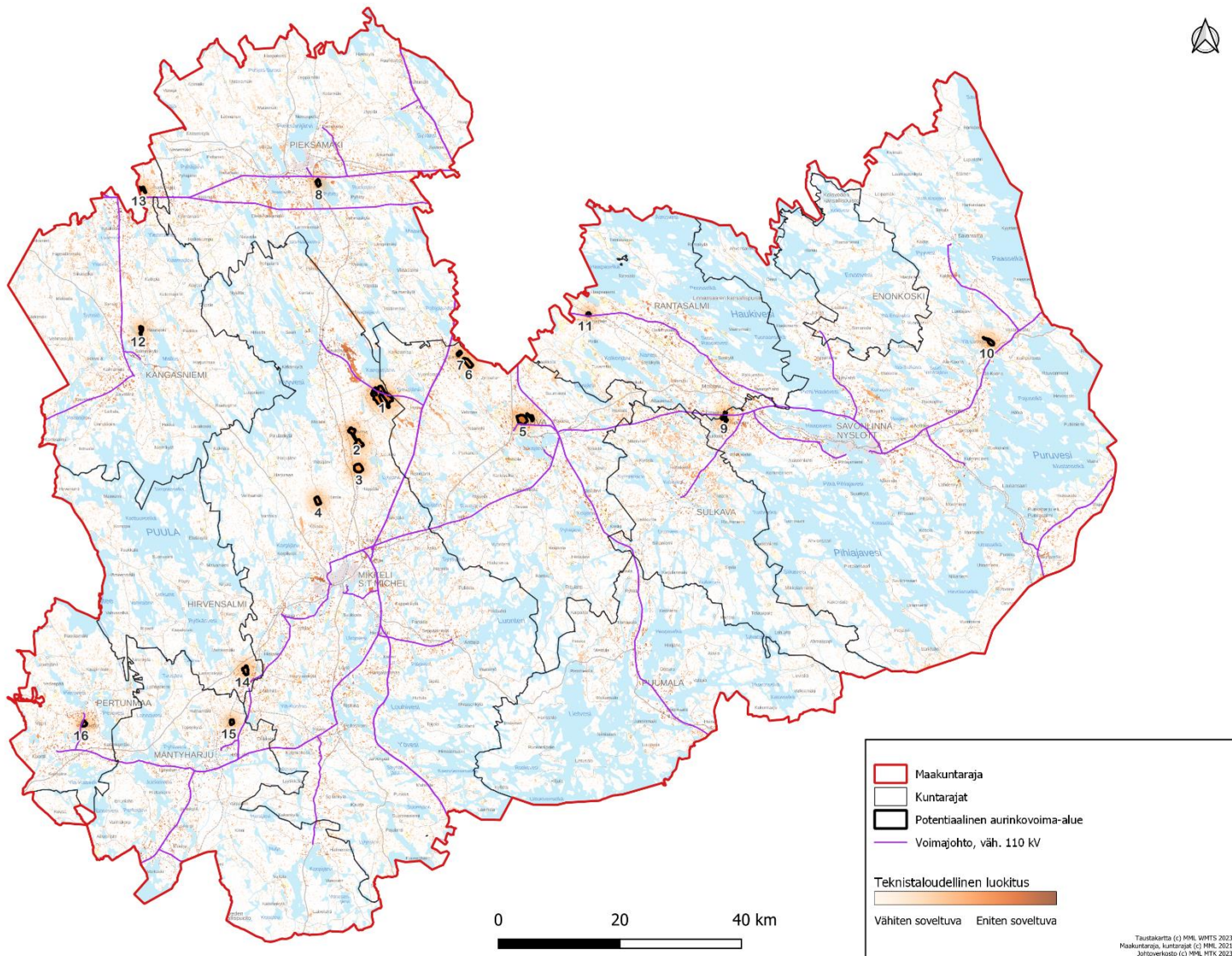
Kuva 7. Maakunnan aurinkoenergiapotentiaali ilman maanpeitteen rajaavaa vaikutusta.



Kuva 6. Teknitaloudellisen analyysin tulokset kartalla, kun maanpeitteen rajaava vaikutus on otettu huomioon.

Teknitaloudellisen analyysin tuloksia on käyty läpi kuntien kanssa pidetyssä työpajassa. Työpajakommenteissa nousi esille entisten turvetuotantoalueiden hyödyntäminen aurinkovoimatuotannossa sekä sähkönsiirron kehittämisen tarve. Peltojen hyödyntäminen aurinkovoimatuotantoon katsottiin tapauskohtaisesti sopivaksi.

Lähtökohtana oli valita yksi kohde per kunta, jotta selvitys kattaisi tasaisesti koko maakunnan. Joissain kunnissa on useita potentiaalisia alueita. Enonkosken, Sulkavan ja Puumalan kunnista ei löydetty yhtäkään selkeää potentiaalialuetta, vaan niissä potentiaali oli hyvin pirstaleista. Yhteensä tarkasteltavia alueita on 16 kpl (kuva 8).



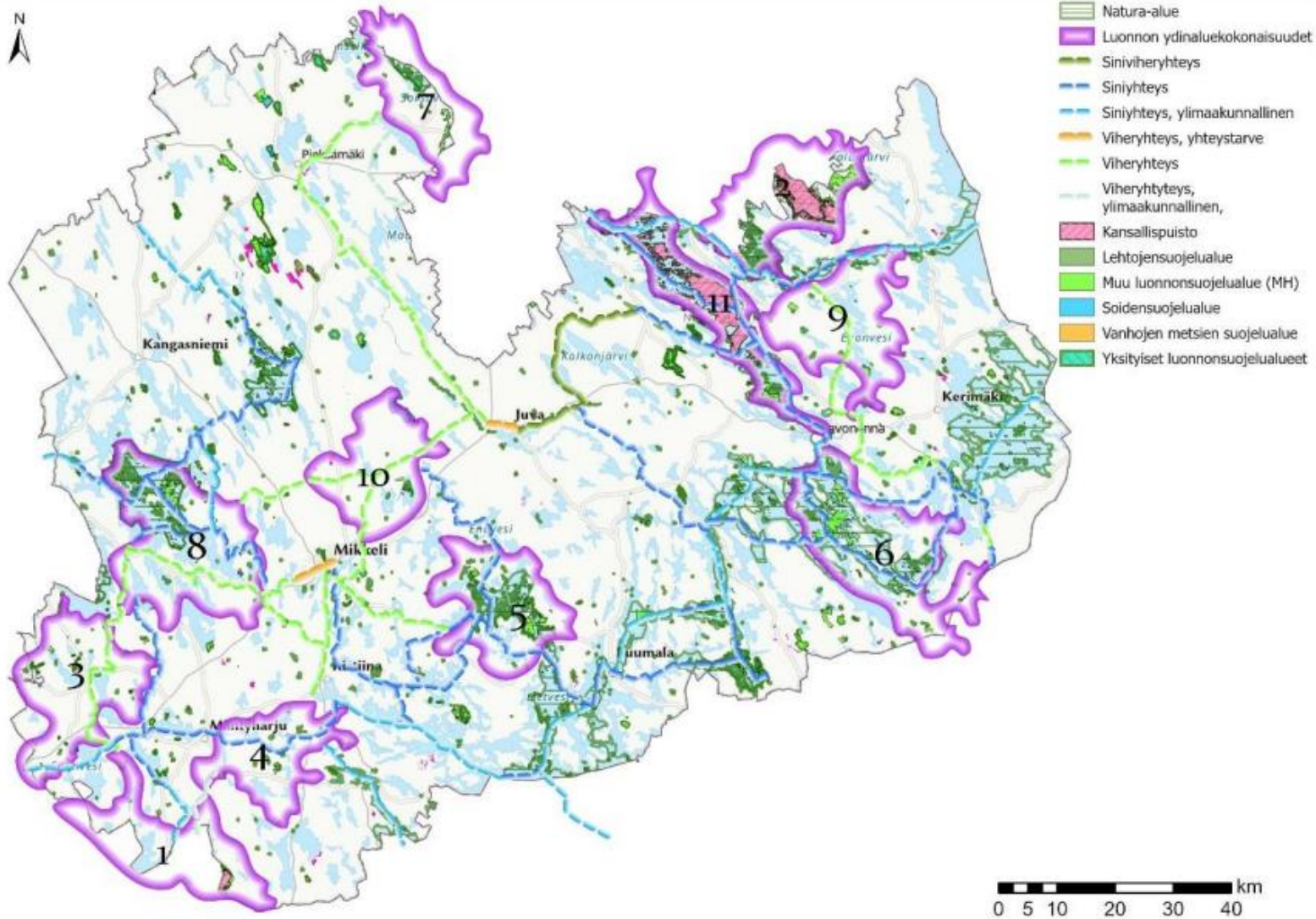
Kuva 8. Tarkasteluun valitut potentiaaliset aurinkovoima-alueet.

Kohteet luetteloituna:

- |                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| 1. Viransuo, Mikkeli     | 9. Hirvijärvi, Savonlinna    |
| 2. Lintusuo, Mikkeli     | 10. Savisuo, Savonlinna      |
| 3. Vankisuo, Mikkeli     | 11. Oravakallio, Rantasalmi  |
| 4. Pyöreäsuo, Mikkeli    | 12. Teerisuo, Kangasniemi    |
| 5. Suurisuo-Itäsuo, Juva | 13. Hirsisuo, Kangasniemi    |
| 6. Jylhäsuu, Juva        | 14. Hatisenhaka, Hirvensalmi |
| 7. Heinäsuu, Juva        | 15. Harakkaviita, Mäntyharju |
| 8. Riihisuo, Pieksämäki  | 16. Petäjätorpat, Pertunmaa  |

## 5.3 Aurinkovoiman potentiaali-alueet suhteessa siniviherrakenteeseen

Etelä-Savoon on laadittu siniviherrakenne- ja ekosysteemipalveluselvitys. Maankäytön suunnittelussa viherrakenteella tarkoitetaan ympäristön kasvullisia alueita ja niiden välisen viheryhteyksien muodostamaa verkostoa. Sinirakenteeksi kutsutaan vesistöjen ja erilaisten pienvesien muodostamaa vesistöjärjestelmää. Ekosysteemipalvelut ovat luonnon ihmiselle tuottamia erilaisia suoria tai välillisiä hyötyjä. (Ramboll 2022) Etelä-Savon luonnon ydinalueet, siniviheryhteydet ja yhteystarpeet on esitetty alla olevilla kartoilla.

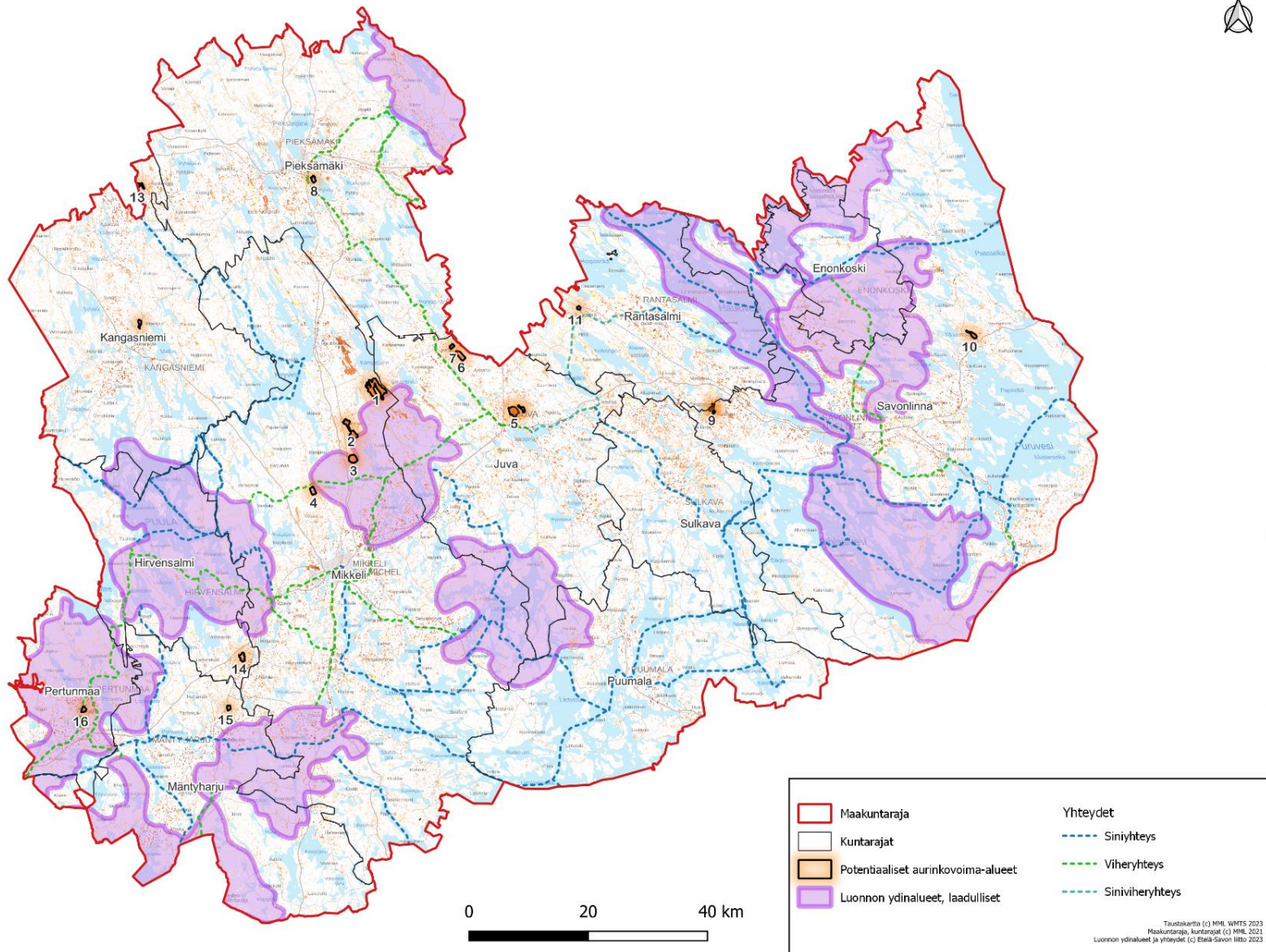


Kuva 9. Etelä-Savon siniviheryhteydet, yhteystarpeet ja luonnon ydinaluekokonaisuudet. (Ramboll 2022)

Aurinkovoiman potentiaali-alueet on pyritty valitsemaan niin, etteivät ne sijoitu päällekkäin luonnon ydinaluekokonaisuuksien, siniviheryhteyksien tai yhteystarpeiden kanssa, mutta kaikissa kunnissa tätä ei ole voitu välttää. Yleisesti ottaen maakunnan aurinkovoimapotentiaali sijoittuu alueille, joissa

luontoarvot ovat vähäisempiä, koska analyysi kohdistettiin turvetuotantoalueisiin ja muutoin ihmisen muokkaamiin alueisiin. Metsät rajautuivat pois analyysistä.

Alueiden 1-3 osia Mikkeliissä sijoittuu luonnon ydinaluekokonaisuuden nro 10 alueelle. Alue 16 Pertunmaalla sijoittuu ydinaluekokonaisuuden nro 3 alueelle ja sivuaa ylimaakunnallista viheryhteyttä Pertunmaa-Kuortti-Heinola. (Kuva 10)



Kuva 10. Aurinkovoiman potentiaalialueiden sijoittuminen suhteessa siniviherrakenteeseen.

## 6 Potentialisten aurinkovoima-alueiden yksittäiset kohdekuvaukset

### 6.1 Perustietojen kuvaus

Kohdekorteille on koottu yksityiskohtaiset tiedot kustakin potentiaalisesta aurinkovoima-alueesta. Kohdekortteihin sisältyy karttakuva, josta näkyy kohteen sijainti, kiinteistöjaotus ja kohteen läheisyydessä sijaitsevat suojelualueet ja muut vaikutuksille herkäät kohteet. Karttarajauksessa näkyy useimmat kohdekortilla lueteltavat kohteet. Arvo- ja suojelualueista on huomioitu ne, jotka ovat enimmillään 5 km päässä kohdealueesta.

Kohdekorteilla kerrotaan tarkasteltavan alueen sijainti kunnan/kaupungin keskustaajamaan nähden, alueen pinta-ala hehtaareina ja peruste alueen valikoitumiseen. Seuraavaksi esitetään arvio aurinkovoiman määrästä vuosituohtana. Vuosituohton arvona on käytetty 660 MWh/ha. Vuosituohtto perustuu aurinkopaneelien nimellistehoön, piikkiwattiin. Aurinkopaneeli voi tuottaa enimmillään yhden piikkiwatin tehon standardiolosuhteissa, joissa aurinkokennon lämpötila on 25 °C ja paneelille tuleva säteily määrä on 1 000 W/m<sup>2</sup>. Aurinkovoimalla tuottaa sähköä tällä teholla vain osan aikaa vuodesta, joten tuohtto jää muina aikoina nimellistehoa pienemmäksi.

Seuraavaksi kohdekortissa on kerrottu lyhyesti kohdealueen teknistaloudellisesta luokituksesta; voimajohdon ja muuntoaseman sijainti kohteeseen nähden, sekä etäisyys päätiehen.

### 6.2 Vaikutusten arviointi

Vaikutuksia on arvioitu yleispiirteisellä tasolla. Yksittäisen hankkeen suunnittelun yhteydessä on teetettävä tarvittavat selvitykset ja tutkittava yksityiskohtaisesti olosuhteet sekä hankkeen vaikutukset.

Maisema- ja kulttuuriperinnön osalta on kohdekorteilla luetteloituna maakuntakaavan maisema- ja kulttuurialueet, valtakunnallisesti merkittävät rakennetun kulttuuriympäristön alueet (RKY), valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet, muinaisjäänökset ja suojeltavat rakennukset. Samassa kappaleessa on myös mainittu, mikäli kohdealue on avointen peltoalueiden ympäröimää, mikä voi vaikuttaa sen näkymiseen maisemassa.

Luonnonympäristöt-kohdassa on kuvailtu kohdealueen läheisyydessä sijaitsevat yksityiset ja valtion luonnonsuojelualueet, luonnonsuojeluohjelmat, Natura 2000-verkoston alueet, luokitellut pohjavesialueet sekä geologiset arvokohteet. Lisäksi on mainittu kohdealueen läheisyyteen sijoittuvat arvokkaat lintualueet (FINIBA, IBA ja MAALI).

Yhdyskuntarakenne ja asutus -kohdassa on kuvailtu kohdealueen sijaintia suhteessa kunnan/kaupungin taajamiin sekä alueen läheisyydessä sijaitsevat asuin- ja lomarakennukset.

Ilmastovaikutukset -kohdassa on arvioitu, mitkä ovat tuotannossa olevan turvesuon vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt, mikäli kohdealue tai osa siitä sijoittuu turvesuolle. Tuotannossa oleva turvesuo tuottaa päästöjä noin 1 000 g CO<sub>2</sub>ekv/m<sup>2</sup> vuodessa (www.suoseura.fi). Tämä on yhtä kuin 10 t CO<sub>2</sub>ekv/ha vuodessa. Lähtöaineistossa on tarkasteltu soiden eri maankäyttömuotojen pinta-alaakohtaisia kasvihuonekaasupäästöjä pääasiassa Suomesta kerättyjen julkaistujen aineistojen



perusteella. Turvesuon päästöjä käytetään vertailukohtana sille, että alueella aletaan tuottaa aurinkoenergiaa ja sillä korvataan fossiilisia polttoaineita.

Taloudellisten vaikutusten osalta on arvioitu, kuinka paljon kunnalle/kaupungille kertyy kiinteistöverotuloja aurinkovoimapuiston elinkaaren (40 vuotta) ajalta. Luku on johdettu siitä, että yhden hehtaarin aurinkovoimalan pinta-alasta maksetaan noin 3 350 euroa kiinteistöveroa per vuosi. Kiinteistöverotuoton arvio perustuu olemassa oleviin esimerkkeihin ja asiantuntija-arvioon. Tuulivoima- ja aurinkovoimalaitokset verotuksessa (VH/4948/00.01.00/2021) -ohjeessa käsitellään tuulivoima- ja aurinkovoimalaitoksia ja niiden rakennuspaikkoja kiinteistöveron kohteena, niiden arvostamista ja kiinteistöveron määräämistä.

Lisäksi kappaleessa on arvioitu aurinkovoimapuistoon tarvittava investointi, kun yhden GWh:n tuottava aurinkovoimala vaatii noin 1 miljoonan euron investoinnin. Hankkeen rakentamisaikainen työllistävää vaikutusta on arvioitu henkilötyövuosina, kun Tilastokeskuksen mukaan 1 miljoonan euron investointi vastaa 12 henkilötyövuotta.

## 7 Luvituskäytännöt

Aurinkovoimahankkeita tulee arvioida suhteessa valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin. Ympäristövaikutukset ovat alue- ja kohdekohtaisia. Uusi aurinkoenergiatuotantoalue tutkitaan samoilla periaatteilla kuin tehdään millä tahansa muuttuvaa maankäyttöä edellyttävällä suunnittelualueella. Luvituksessa usein tarkastellaan aurinkoenergiahankkeiden ympäristövaikutuksia, ja arviointia tehdään suhteessa moniin erilaisiin teemoihin:

**Kaava- ja maankäyttötarkastelun** kautta arvioidaan aurinkovoimahankkeen sopivuutta alueelle suhteessa sen muihin mahdollisiin käyttötapoihin. Tuotantoalue ja sähkönsiirtolinjat varaavat maankäyttöä ja sulkevat pois muita toimintoja.

**Maisemamuutoksen** arviointi korostuu varsinkin silloin, kun aurinkovoimaloita rakennetaan kulttuurialueille, avoimiin peltoympäristöihin. Maisemavaikutusten havainnollistaminen ja arviointikriteeristö suhteessa maiseman herkkyyteen ja muutoksen suuruuteen nousee tapauskohtaisesti merkittäväksi arvioinnin osa-alueeksi.

**Tuuliolosuhteet** voivat muuttua aurinkovoimahankkeen vaikutuksesta merkittävästi ainakin siinä tapauksessa, että aurinkovoimahankkeen tieltä kaadetaan merkittävästi metsää.

**Vesien hallinta** on teema, jonka merkitys aurinkovoimahankkeissa korostuu jatkossa, varsinkin mikäli aurinkovoimaloita rakennetaan käytöstä poistuneille turvesoille. Turvealueiden ilmastopäästöt ovat suuret, ja vesienhallinnalla voidaan pienentää kasvihuonekaasupäästöjä. Toinen ulottuvuus vesien hallinnassa liittyy pintavaluntaan ja aurinkovoimahankkeen kuormituksen pienentämiseen. Hydrologisten muutosten arviointi, ojitus ja vesilain lupatarvearvio tulisi arvioida kaikissa aurinkovoimahankkeissa. Toteutettaessa hankkeita ojittamista tulisi välttää ja keinot ojitusten välttämiseksi selvittää. Hankkeiden tulisi tähdätä pieniin vesistövaikutuksiin, jolloin vesilain mukaista lupaa ei tarvita. Ojittaessa kyse on pitkäaikaisesta vesistövaikutuksesta eikä vain

rakentamisaikaisesta vaikutuksesta. Mikäli ojitukselle on välttämätön tarve, ojat tulisi kaivaa vain tarpeelliseen syvyyteen. Vesiensuojelurakenteiden riittävyteen tulee kiinnittää huomiota. Pintavalutuskentät, suot/kosteikot ovat parhaita vesienhallintaratkaisuja.

Vesien hyvän tilan tavoittelu ei saa vaarantua aurinkovoimahankkeissa. Paikallisesti voi muodostua tärkeäksi huomioida vaelluskalakantojen elinolosuhteiden säilyminen. Myös vaikutukset pienvesiin tulee arvioida, ne ovat vesilain mukaisesti suojeltuja.

Pohjavesialueella tulee huomioida mahdollinen pohjaveden muuttamisen vesiluvan tarve esim. laaja-alaisten metsähakkuiden seurauksena. Aurinkovoima-alueiden kohdentamisella voidaan edistää vesiensuojelua sijoittamalla aurinkovoimalat niin, että välttyään negatiivisilta vesistö- ja luontovaikutuksilta. Etisille turpeenottoosille rakennettavat aurinkovoimalat voivat vesienhallinnan suunnittelun kautta myös pienentää turpeen hajoamisen myötä syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä.

## **Yleiskaava (YK)**

Yleiskaava on käyttökelpoinen väline aurinkovoimahankkeiden luvitukseen. Yleiskaavaprosessissa vaikutukset arvioidaan perusteellisesti ja vuorovaikutuksen toteutuminen varmistetaan. Yleiskaavalla on vahva oikeudellinen perusta hankkeen toteutusta varten. Yleiskaava edellyttää suunnittelutarpeen ratkaisua toimenpide- tai rakennuslupaa varten. Yleiskaavoituksen sujuvoittamista aurinkovoimahankkeissa voisi edistää esimerkiksi muuttamalla nykyistä MRL 10 a lukua: Tuulivoimarakentamista koskevat erityiset säännökset (11.2.2011/134). Muutos liittyy olevan lainsäädännön ulottamista koskemaan myös aurinkovoimaa; 10 a luku. Tuuli- ja aurinkovoimarakentamista koskevat erityiset säännökset.

## **Asemakaava (AK)**

Asemakaava on käyttökelpoinen väline aurinkovoimahankkeiden luvitukseen. Asemakaavaprosessissa vaikutukset arvioidaan perusteellisesti ja vuorovaikutuksen toteutuminen varmistetaan. Asemakaavalla on vahva oikeudellinen perusta hankkeen toteutusta varten.

## **Suunnittelutarveratkaisu (STR)**

Suunnittelutarveratkaisua hyödynnetään tapauksissa, joihin liittyy laajennettu rakennuslupaharkinnan tarve. Suunnittelutarveratkaisussa arvioidaan hankkeen vaikutukset ja toteutetaan vuorovaikutusta. Arvioinnissa erityiset rakennusluvan edellytykset on otettava huomioon.

Suunnittelutarveratkaisussa tulee osoittaa, että hanke ei aiheuta haittaa asemakaavoitukselle, yleiskaavoitukselle tai alueiden käytön muulle järjestämiselle. Hankkeen on myös oltava sopiva yhdyskuntateknisten verkostojen ja liikenneväylien toteuttamisen sekä liikenneturvallisuuden ja palvelujen saavutettavuuden kannalta. Arvioinnissa varmistetaan myös, että hanke on sopiva maisemalliselta kannalta eikä vaikeuta erityisten luonnon- tai kulttuuriympäristön arvojen säilyttämistä eikä virkistystarpeiden turvaamista. Rakentaminen suunnittelutarvealueella ei saa johtaa vaikutuksiltaan merkittävään rakentamiseen tai aiheuttaa merkittäviä haitallisia ympäristö- tai muita vaikutuksia.

Suositus, jonka mukaan suunnittelutarveratkaisua ei tulisi suosia aurinkovoimahankkeiden lupamenettelyä perustuu siihen, että st-ratkaisut kaatuvat herkästi oikaisumenettelyissä. Suunnittelutarveratkaisu ei ole pysyvä maankäyttöratkaisu. Suunnittelutarve on ratkaistava erikseen jokaista rakennuslupaa varten. MRL 16 §, 137 §

## Suorat luvat

Suorat luvat ovat harkinnan arvoinen väline sovellettavaksi yleisemmin aurinkovoimahankkeiden luvituksessa myös yleiskaavattomalla alueella.

## 8 Aurinkoenergia ja maakuntakaavoitus

Maakuntakaavassa keskitytään seudullisesti merkittävän rakentamisen ohjaamiseen, kuntatasolla taas ohjataan paikallisesti merkittävää rakentamista. Toistaiseksi maakuntakaavan tasolla tapahtuvaa aurinkovoimahankkeiden ohjausta ei ole. Kuitenkin, jos aurinkovoimatuotantoa tiedetään olevan tulossa runsaasti, niin yhteensovittaminen muun maankäytön kanssa on perusteltua tutkia maakuntatasolla. Maakuntakaavan avulla aurinkovoimahankkeita voidaan ohjata kaavamerkintöjen ja -määräysten avulla. Aurinkovoimahankkeiden sijoittumista voidaan ohjata myös kaavamääräyksissä, esimerkiksi:

### - au **AURINKOENERGIAN TUOTANNON KEHITTÄMISEN KOHDEALUE**

Merkinnällä osoitetaan merkittävät aurinkoenergian tuotantoon soveltuvat kohdealueet.

#### **Suunnittelumääräys:**

Suunnittelussa on kiinnitettävä erityistä huomiota laajamittaisen aurinkoenergiatuotannon kehittämiseen ja ajoittamiseen suhteessa alueen muuhun maankäyttöön. Suunnittelussa on otettava huomioon toteutettavien toimenpiteiden yhteensovittaminen kulttuuri-, maisema- ja luontoarvoihin sekä olemassa oleviin elinkeinoihin ja asutukseen.

Rakentaminen edellyttää suunnittelutarveratkaisua, rakennuslupaa tai toimenpidelupaa. Hankkeen yhteydessä arvioidaan myös ympäristövaikutukset. Hankkeen koosta ja vaikutuksista riippuen voidaan edellyttää Ympäristövaikutusten arviointimenettelyä (YVA). (ELY-keskus 2022). Ennakointi, sujuvat lupaprosessit sekä asiantuntemus ovat keskeisiä edellytyksiä aurinkoenergiahankkeiden edistämisen kannalta.

Aurinkovoimahankkeisiin liittyvien rakenteiden osalta sähkösiirtoverkot muodostavat edullisuusvyöhykkeitä (min. 110 kV), jonka läheisyyteen aurinkovoimahankkeetkin sijoittuvat. Luonnon monimuotoisuuden näkökulmasta maakuntakaavatasolla ja ylimaakunnallisesti tunnistetut sini-viheryhteydet on myös syytä huomioida ja turvata keskeisten ekologisten yhteyksien säilyminen. Yksi tärkeä näkökulma on aurinkovoimahankkeiden yhteensovittaminen

maa- ja metsätalouden kanssa. Uutisissa esiin nousseista aurinkovoimahankkeissa on mukana lukuisia sellaisia, joissa aurinkovoimalan tieltä raivataan talousmetsää.

Aurinkoenergia on vasta ylittämässä kannattavuuskynnystä ja ala kehittyy nopeasti. Epävarmuus ja tulevaisuuden ennustamisen haasteet nousivat esiin työn aikana. Tällä hetkellä siirtokapasiteetti on keskeinen rajoittava pullonkaula aurinkoenergian osalta. Tulevaisuudessa energian varastointi ja jalostaminen voivat helpottaa sähkösiirtoon liittyviä haasteita. Aurinkovoiman päällekkäiskäyttö esimerkiksi viljelyn, laiduntamisen tai autopaikoituksen kanssa voi myös avata uusia mahdollisuuksia tulevaisuudessa. Alan nopea kehittyminen ja vaihtoehtoiset kehityspolut on hyvä huomioida maakuntakaavoituksessa.

Hanketoimijoiden näkökulmasta turvetuotantoalueiden muuttamisessa aurinkoenergiantuotantoon on taloudellisia epävarmuustekijöitä, liittyen voimalan perustuksiin ja vesiolosuhteisiin. Tarvittavia selvityksiä voi olla paljon, joka nostaa investointialueiden etsintäkustannuksia. Maankäyttöselvityksissä tulee ottaa huomioon myös käytönaikaiset. Tässä työssä painotettiin jo nykyisellään paljaita alueita ja erityisesti turvetuotantoalueita. Toimijoiden näkökulmasta nykyinen maankäyttö ei rajoita aurinkovoiman potentiaalia, vaan aurinkovoima nähdään mahdolliseksi myös muilla kuin turvetuotantoalueilla. Muille kuin turvetuotantoalueille sijoitettaville aurinkovoimaloille voisi mieltä yhtenäisiä periaatteita esimerkiksi maakuntakaavoituksen yhteydessä.

## 9 Yhteenveto ja jatkosuositukset

Maakuntakaavalla tulisi pyrkiä varmistamaan sähkönsiirtokapasiteetin kehittyminen sekä tukea teollisen mittakaavan aurinkovoimalaitosten kehittämisedellytyksiä osoittamalla teknistaloudelliset kriteerit täyttäviä riittävän suuria (yli 100 ha) aluevarauksia maakuntakaavassa. Aurinkoenergiantuotantoon soveltuvia yli 100 hehtaarin alueita olisi hyvä lisätä maakuntakaavaan mahdollistavana aluemerkinä siten, että kaavamerkintä ja -määräykset eivät rajoita alueen muita maankäyttömahdollisuuksia. Soveltuvia alueita tulisi ensisijaisesti etsiä 110 kV voimalinjan sähköasemien etäisyydestä, ja huomioida kantaverkon kehittämissuunnitelmat.

Joidenkin arvojen välillä on ristiriitoja, esimerkiksi ruoantuotantoon soveltuvien peltojen muuttaminen energiantuotantoalueiksi pienentää ruoan perustuotannon omavaraisuutta. Samaan aikaan peltoalueiden käyttöönotto energiantuotannossa parantaa energiaomavaraisuutta. Toimivan kokonaisuuden luominen edellyttää kokonaisharkintaa ja erilaisten intressien yhteensovittamista. Pellot ovatkin houkuttelevia kohteita aurinkovoimaa kehittäville hanketoimijoille alhaisempien aurinkovoimalan perustamiskustannusten takia. Erityisen houkuttelevia pellot ovat varsinkin, jos ne ovat pinta-alaltaan riittävän suuria ja sähköasema löytyy lähietäisyydeltä. Suosittelemme että maakuntakaavassa ei kaavamääräyksillä suljeta pois mahdollisuutta kehittää aurinkovoimaloita peltoalueille, vaan asia ratkaistaan tapauskohtaisessa harkinnassa.

Aurinkovoiman päällekkäiskäyttö esimerkiksi viljelyn tai laiduntamisen kanssa voi myös avata uusia mahdollisuuksia tulevaisuudessa. Alan nopea kehittyminen ja vaihtoehtoiset tulevaisuuspolut on hyvä huomioida maakuntakaavoituksessa.

## 10 Selvityksen luotettavuus ja epävarmuustekijät

Selvityksessä on esitetty 16 kohdetta potentiaalisina aurinkovoiman tuotantoalueina. Kohteet on valittu pääasiassa turvetuotantoalueilta, mutta myös maataloustukijärjestelmän ulkopuolisilta pelloilta ja harvapuustoisilta alueilta. Listatut kohteet ovat analyysin perusteella potentiaalisimpia aurinkovoimala-alueita. Kriteereitä muuttamalla voisi maakunnasta löytää lisääkin potentiaalisia alueita, jotka eivät käy ilmi tästä selvityksestä.

Selvityksessä on pyritty käyttämään ajantasaisinta saatavilla olevaa tietoa tarkasteltavana olevista alueista. Osa selvityksessä käytetystä paikkatiedosta voi kuitenkin olla päivittämätöntä, eikä siten vastaa täysin nykytilannetta. Esimerkiksi Corine-maanpeiteluokitus on vuodelta 2018, ja osa maanpeiteluokista on luultavasti muuttunut sen jälkeen. Osa pelloista on saattanut poistua maataloustuen piiristä, osa metsäisistä alueista voi olla kaadettu jne. Esitetyt aluerajaukset ja kohdekorteilla olevat tiedot ovat suuntaa antavia, ja kohteiden soveltuvuus tulee arvioida tarkemmin tapauskohtaisesti. Valittuja kohteita ei ole tarkasteltu suhteessa yleiskaavoihin.

Vaikutuksille herkät kohteet ja alueet on pyritty rajaamaan alue-ehdotusten ulkopuolelle. Joissain kohteissa rajausta tulee vielä tarkastella ja tarkentaa suhteessa asutukseen, koska asuin- ja lomarakennuksille ei tässä työssä määritelty suojavyöhykkeitä. Aluerajaukset muutetaan tarpeen vaatiessa niin, että vaadittavat suojaetäisyydet toteutuvat. Aluerajauksen muuttaminen vaikuttaa kohdekorteilla arvioituihin lukuihin aurinkovoiman määrästä, ilmastovaikutuksista ja taloudellisista vaikutuksista.

Selvityksessä listatut, olemassa olevat aurinkoenergiaprojektit on koostettu verkkohakujen sekä Etelä-Savon liiton tietojen perusteella. Aurinkoenergiaprojekteista ei ole koottua tietokantaa, joten täyttä varmuutta listan kattavuudesta ei ole. Hankkeita voidaan myös valmistella luottamuksellisena, jolloin niitä ei ole voitu huomioida tässä listauksessa.

Entisillä turvesoilla muita vaihtoehtoisia käyttömuotoja ovat ennallistaminen ja metsitys. Ennallistaminen mahdollistaa myös kohteesta riippuen alueen virkistyskäytön. Aurinkovoimalan ilmastovaikutuksia arvioitaessa voidaan myös huomioida vaihtoehtoiset käyttötarkoitukset. Tämän työn puitteissa vertailua ei ole tehty.

Kohdekorteilla esitetyt luvut mm. aurinkovoiman rakentamisen taloudellisista vaikutuksista ovat suuntaa antavia arvioita, jotka perustuvat vastaaviin toteutuneisiin hankkeisiin ja asiantuntija-arvioon.

## 11 Lähteet

Etelä-Savon maakuntaliitto. 2016, Päivitetty 8.11.2023

[https://www.esavo.fi/resources/public//Kehittaminen/Maakuntakaava/Tausta\\_aineistot/Tuove/esavo\\_turvetuotantoon\\_soveltuvat\\_suot\\_maakuntakaavassa211116.pdf](https://www.esavo.fi/resources/public//Kehittaminen/Maakuntakaava/Tausta_aineistot/Tuove/esavo_turvetuotantoon_soveltuvat_suot_maakuntakaavassa211116.pdf)

Etelä-Savon maakuntaliitto. 2023. Sähköpostitse (VMI aineiston perustuva tieto).

ELY-keskus. 2022, sivu päivitetty 23.2.2022. Uusiutuvan energian lupaneuvonta, Aurinkoenergia, Teollisen mittakaavan aurinkovoima: Luvat ja menettelyt. Viitattu 23.12.2022.

<https://www.ely-keskus.fi/web/uusiutuvan-energian-lupaneuvonta/aurinkoenergia>

Fingrid. 2023. Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2024–2033

[https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/kantaverkko/kantaverkon-kehittaminen/fingrid\\_kehittamissuunnitelma\\_luonnos\\_26.6.pdf](https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/kantaverkko/kantaverkon-kehittaminen/fingrid_kehittamissuunnitelma_luonnos_26.6.pdf)

Juva.fi. 20.6.2023. Juvan aurinkopuistohanke etenee – rakennuslupaa odotellessa.

<https://www.juva.fi/ajassa-nyt/juvan-aurinkopuistohanke-etenee-%E2%80%93-rakennuslupaa-odotellessa>

OX2. n.d. Hankkeet. Pohjasuo. <https://www.ox2.com/fi/suomi/hankkeet/pohjasuo>

Suoseura. Ojituksen vaikutus maaperän kasvihuonekaasupäästöihin. Julkaistu 24.11.2020.

<https://www.suoseura.fi/ojitettujen-soiden-kestava-kaytto/ojituksen-vaikutus-maaperan-kasvihuonekaasupaastoihin/>

LUT-yliopisto. 27.2.2019. Aurinkoenergia ja aurinkosähkö Suomessa. Päivitetty 27.2.2023.

<https://www.lut.fi/fi/artikkelit/aurinkoenergia-ja-aurinkosahko-suomessa>

Lähienergialiitto. n.d. Aurinkoenergia.

<https://lahienergia.org/lahienergia/aurinkoenergia/>

Mikseimikkeli.fi. 2023. Mikkelistä löytyi lähes 900 hehtaaria potentiaalisia aurinkovoima-alueita

<https://mikseimikkeli.fi/mikkelista-loytyi-lahes-900-hehtaaria-potentiaalisia-aurinkovoima-alueita/>

Mikseimikkeli.fi. 2022. Aurinkoenergiaan liittyvien investointimahdollisuuksien kartoitus

Mikkelissä. Diasarja. Luettu 8.11.2023 [https://mikseimikkeli.fi/wp-content/uploads/2023/04/aurinkoenergiaraportti\\_Mikkeli.pdf](https://mikseimikkeli.fi/wp-content/uploads/2023/04/aurinkoenergiaraportti_Mikkeli.pdf)

Motiva.fi. Auringosta sähköä. Päivitetty 2.8.2022.

[https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/aurinkosahko/aurinkosahkon\\_perustee\\_t/auringosta\\_sahkoa](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perustee_t/auringosta_sahkoa)

Motiva.fi. Auringonsäteilyn määrä Suomessa. Päivitetty 22.8.2022.

[https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/aurinkosahko/aurinkosahkon\\_perustee\\_t/auringonsateilyn\\_maara\\_suomessa](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perustee_t/auringonsateilyn_maara_suomessa)

Niemistö, Elina. 11.5.2021. Voisiko käytöstä poistuvat turvetuotantoalueet valjastaa aurinkoenergialle? Entiselle turvesuolle saattaa nousta Suomen suurin voimala. Yle.fi.

<https://yle.fi/a/3-11924486>

Pentikäinen, Petri. 2020. Turvesoille syntyy uutta elämää. Insinööri-lehti 6/2020. <https://insinööri-lehti.fi/digilehti/in0620/turvesoille-syntyy-uutta-elamaa>

Ramboll 2022. Etelä-Savon siniviherrakenne ja ekosysteemipalvelut -selvitys. S. 16, kuva 4-3 ja s. 28, kuva 4-4.

Ropo, Mikko. 2018. Suuren kokoluokan aurinkovoimalan sähkösuunnittelu. Kandidaatintyö. S. 7, kuva 1.

<https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/159002/Suuren%20kokoluokan%20aurinkovoimalan%20s%E4hk%F6suunnittelu.pdf?sequence=1>. Kuvan alkuperäinen lähde: IFC 2015, Utility-Scale Solar Photovoltaic Power Plants.

Satakuntaliitto & Pöyry Finland Oy. 2016. Esiselvitys aurinkoenergian tuotantoalueista.

[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)

Savonlinna.fi. 28.6.2023. Skarta Energy Oy:n aurinkopuistohanke Savonlinnaan.

<https://www.savonlinna.fi/skarta-energy-oy-n-aurinkopuistohanke-savonlinnaan/>

Savonlinna.fi. 4.7.2023. Winda Energy:n aurinkosähköpuistohanke etenee Savonlinnassa.

<https://www.savonlinna.fi/winda-energy-n-aurinkosahkopuistohanke-etenee-savonlinnassa/>

Solarigo Systems. 28.3.2023. Hirvensalmen aurinkopuistohanke etenee sujuvasti.

<https://www.solarigo.fi/post/hirvensalmen-aurinkopuistohanke-etenee-sujuvasti>

STT INFO. 1.9.2022. Pertunmaalle rakennetaan Suomen suurin aurinkovoimala – Voimalaa on tarkoitus käyttää myös tutkimukseen.

<https://www.sttinfo.fi/tiedote/69950243/pertunmaalle-rakennetaan-suomen-suurin-aurinkovoimala-voimalaa-on-tarkoituskayttaa-myos-tutkimukseen?publisherId=69817667>

Uudenmaan liitto ja Ramboll Finland Oy. 2017. Uudenmaan aurinkoenergieselvitys:

Aurinkoenergian tuotannon edistämisen mahdollisuudet Uudellamaalla.

<https://uudenmaanliitto.fi/wp-content/uploads/2021/11/Uudenmaan-aurinkoenergieselvitys.pdf>

Yle.fi. Mikkelin Haukivuorelle kaavillaan 35 hehtaarin aurinkopuistoa – tuotto riittäisi jopa tuhannelle omakotitalolle. Julkaistu 25.10.2023. <https://yle.fi/a/74-20056761>

## 12 Liitteet

Liite 1. Kohdekortit (erillinen tiedosto)



