



Pohjois-
Savon energia
masterplan -
hanke
1.5.2024 –
7.6.2026

AURINKOENERGIAPOTENTIAALIN JATKOSELVITYS

Aurinkovoima Pohjois-Savon ja Pieksämäen alueilla



Euroopan unionin
osarahoittama



Pohjois-Savon liitto

warkaus
ihän omentainen

NAVITAS
YRITYSPALVELUT
Navitas Kehitys Oy

Sisällys

1 Johdanto.....	3
1.1 Mitä aurinkovoima on ja miten aurinkovoimala toimii	4
1.2 Selvityksen tavoite	4
1.3 Tarkastelualue: Pohjois-Savo ja Pieksämäki	5
1.4 Aineistot, lähteet ja menetelmällinen lähestymistapa.....	6
2 Aurinkovoiman yleinen kehitys ja tekninen perusta.....	6
2.1 Aurinkovoimaloiden kokoluokat ja tekniset ominaisuudet	6
2.2 Tuotanto, kapasiteettikerroin, käyttöikä ja liitettävyyss sähköjärjestelmään .	9
2.3 Hankekehityksen, luvituksen ja rakentamisen päävaiheet.....	10
3 Alueellinen lähtötilanne.....	10
3.1 Aurinkovoiman nykytila Pohjois-Savossa ja Pieksämäellä	10
3.2 Sähköverkko ja siirtokapasiteetin merkitys.....	13
3.3 Alueidenkäytölliset, ympäristölliset ja maanpuolustukseen liittyvät reunaehdot	16
3.4 Keskeiset alueelliset pullonkaulat ja epävarmuudet.....	16
4 Aurinkovoiman potentiaali tarkastelualueella	17
4.1 Auringonsäteilyn alueelliset lähtökohdat ja tuotantoedellytykset.....	17
4.2 Maa-alueet, sijainti ja verkkoliityntä	18
4.2.1 Aurinkovoimahankkeen kustannusrakenne	19
4.3 Teknistaloudellinen toteutettavuus Pohjois-Savossa ja Pieksämäellä	20
5 Vaikutukset	21
5.1 Vaikutukset alue- ja kuntatalouteen	21
5.2 Työllisyysvaikutukset.....	22
5.3 Vaikutusten kokonaiskuva ja suunnittelun reunaehdot	23
5.3 Vaikutukset energiaomavaraisuuteen, huoltovarmuuteen ja kilpailukykyyn	24
5.4 Ympäristö-, maisema- ja hyväksyttävyyssvaikutukset.....	24
6 Johtopäätökset.....	25
6.1 Keskeiset havainnot	25
6.2 Realistisimmat kehityssuunnat.....	26
6.3 Keskeiset riskit ja epävarmuudet	26
Lähdeluettelo.....	28

Taulukko 1. Aurinkovoiman keskeiset tekniset käsitteet ja niiden selitykset

Käsite	Selitys	Merkitys Pohjois-Savon ja Pieksämäen tarkastelussa
Aurinkovoima	Aurinkosäteilystä tuotettava sähkö.	Tarkastelun pääkohde; ei sama asia kuin aurinkolämpö tai aurinkoenergia yleiskäsitteenä.
Aurinkopaneeli	Sähköä tuottava moduuli, jossa kennot muuttavat säteilyn tasavirraksi.	Tuotanto riippuu säteilystä, paneelin suuntauksesta, varjostuksista ja lumesta.
Invertteri	Laite, joka muuttaa paneelien tasavirran sähköverkkoon sopivaksi vaihtovirraksi.	Invertteriteho vaikuttaa verkkoon ilmoitettavaan tehoon ja liittymän mitoittamiseen.
MW / MWp	Tehon yksiköitä. MW voi viitata vaihtovirtatehoon, MWp paneelikentän huipputehoon.	Lähteissä tehot voivat olla AC- tai DC-tehoja; alueellisia lukuja ei tule vertailla ilman määritelmän tarkistamista.
Vuosituotanto, MWh/GWh	Vuoden aikana tuotettu sähköenergia.	Ratkaisevampi kuin nimellisteho, koska tuotanto vaihtelee voimakkaasti vuodenajan mukaan.
Kapasiteettikerroin	Todellisen vuosituotannon suhde teoreettiseen tuotantoon täydellä teholla koko vuoden ajan.	Pohjois-Savossa ja Pieksämäellä kausivaihtelu painaa kapasiteettikertoimen selvästi alle tasaisen tuotannon.
Verkkoliittymä	Tekninen ja sopimuksellinen yhteys jakeluverkkoon tai kantaverkkoon.	Keskeinen pullonkaula; lähin voimajohto ei automaattisesti tarkoita liittymäkelpoisuutta.
Liittymisjohto	Johto tuotantoalueelta liittymispisteeseen.	Pitkä liittymisjohto nostaa kustannuksia, lupatarpeita ja maisema- sekä maanomistusvaikutuksia.
Turvetuotantoalueen jälkikäyttö	Käytöstä poistuneen turvetuotantoalueen uusi käyttömuoto.	Pohjois-Savossa keskeinen aurinkovoiman sijoittumismahdollisuus, mutta edellyttää vesitalouden ja maaperän selvittämistä.
Toteuttamiskelpoinen potentiaali	Alueet, joilla tekninen, maankäytöllinen, verkkotaloudellinen ja taloudellinen toteutus voivat täyttyä samanaikaisesti.	Suppeampi kuin tekninen tai paikkatietoanalyysissä tunnistettu potentiaali.

1 Johdanto

Aurinkovoima tarkoittaa tässä selvityksessä aurinkosäteilystä tuotettavaa sähköä. Rajaus on tärkeä, koska aurinkoenergia voi tarkoittaa myös aurinkolämpöä, mutta tarkastelun pääkohteena ovat sähköä tuottavat aurinkovoimalat, erityisesti teollisen mittakaavan maahan asennettavat aurinkovoimalat. Kuvassa 1 on teollisen mittaluokan aurinkopaneelirivi. Kattosähköä ja muuta hajautettua tuotantoa käsitellään vain täydentävänä osana alueellista energiajärjestelmää.

Pohjois-Savon ja Pieksämäen aurinkovoimapotentialiaali määräytyy neljän erillisen tekijäkokonaisuuden kautta: säteilyolosuhteet, käytettävissä oleva ja hyväksyttävä maa-ala, sähköverkon liityntämahdollisuudet sekä hankkeiden teknistaloudellinen toteutettavuus. Laaja maa-alue tai hyvä säteilytaso ei vielä tarkoita toteuttamiskelpoista aurinkovoimalaa, jos alueella on maankäytöllisiä rajoitteita, heikko verkkoliityntä, merkittäviä luonto- tai vesistövaikutuksia tai paikallisen hyväksyttävyyden ongelmia.

Suomessa aurinkosähkön tuotanto painottuu vahvasti valoisaan vuodenaikaan. Motivan mukaan Suomessa säteily keskittyy eteläisempää Eurooppaa enemmän kesäkuukausille, minkä vuoksi tuotannon kausivaihtelu on suuri. Keski-Suomen vaakatasolle tulevaisuuteen kokonaissäteilyksi Motiva esittää noin 890 kWh/m², ja paneelien suuntaus ja kallistus voivat lisätä hyödynnettävää säteilymäärää vuositasolla 20–30 prosenttia vaakatasoon verrattuna. Pohjois-Savon aurinkovoimapotentialin selvityksessä alueen vuotuista säteilymäärää on kuvattu aurinkovoiman kannalta käyttökelpoiseksi, noin 1 000 kWh/m² vuodessa suuntaus- ja käyttöoletukset huomioon ottaen.



Kuva 1. Paneelirivi teollisen mittaluokan aurinkovoimalassa. (Kuva: Suomen uusiutuvat ry.)

1.1 Mitä aurinkovoima on ja miten aurinkovoimala toimii

Aurinkovoimala perustuu aurinkopaneelien puolijohdekennoihin, joissa auringon säteilyenergia muuttuu tasavirraksi. Tasavirta johdetaan inverttereihin, jotka muuttavat sen sähköverkkoon soveltuvaksi vaihtovirraksi. Teollisen mittakaavan aurinkovoimalassa paneelit ryhmitellään kentiksi, joihin sisältyy paneelirivejä, teline- ja perustusrakenteita, inverttereitä, muuntamoita, sisäisiä maakaapeleita, huoltotiet, mahdollinen aitaus sekä liityntäjohto sähköverkkoon.

Aurinkovoimala ei tarvitse polttoainetta eikä aiheuta käytön aikana savukaasupäästöjä tai merkittävää melua. Sähköntuotanto vaihtelee kuitenkin säätilan, päivän pituuden, vuodenaikojen, paneelien suuntauksen, varjostusten, lumen ja laitteiston käytettävyyden mukaan. Ilmatieteen laitoksen mukaan aurinkoenergian tuotanto riippuu säteilymäärästä, pilvisyydestä ja vuodenajasta, ja myös lämpötila vaikuttaa paneelien tuotantotehoon. Lumipeite talvella estää tai pienentää tuotantoa, vaikka kylmä ilma sinänsä parantaa paneelien hyötysuhdetta.

Teollisen mittakaavan aurinkovoimala eroaa kattosähköstä ennen kaikkea koon, maan käytön, verkkoliittymän ja vaikutusten arvioinnin osalta. Kattosähkö sijoittuu yleensä olemassa olevaan rakennettuun ympäristöön ja mitoitetaan usein kiinteistön omaan kulutukseen. Teollisen mittakaavan aurinkovoimala on sähköntuotantolaitos, joka vaatii oman tuotantoalueen ja jonka toteuttaminen edellyttää maankäytön, rakentamisen, sähköverkon, ympäristövaikutusten ja maanomistuksen yhteensovittamista.

1.2 Selvityksen tavoite

Tämän selvityksen tavoitteena on muodostaa kokonaiskuva siitä, millä edellytyksillä teollisen mittakaavan aurinkovoimaa voidaan kehittää Pohjois-Savossa ja Pieksämäellä. Tarkastelu ei tuota yksittäisille alueille toteutus päätöstä eikä korvaa hankekohtaisia luonto-, maisema-, vesistö-, maaperä-, kaavoitus- tai verkkoselvityksiä.

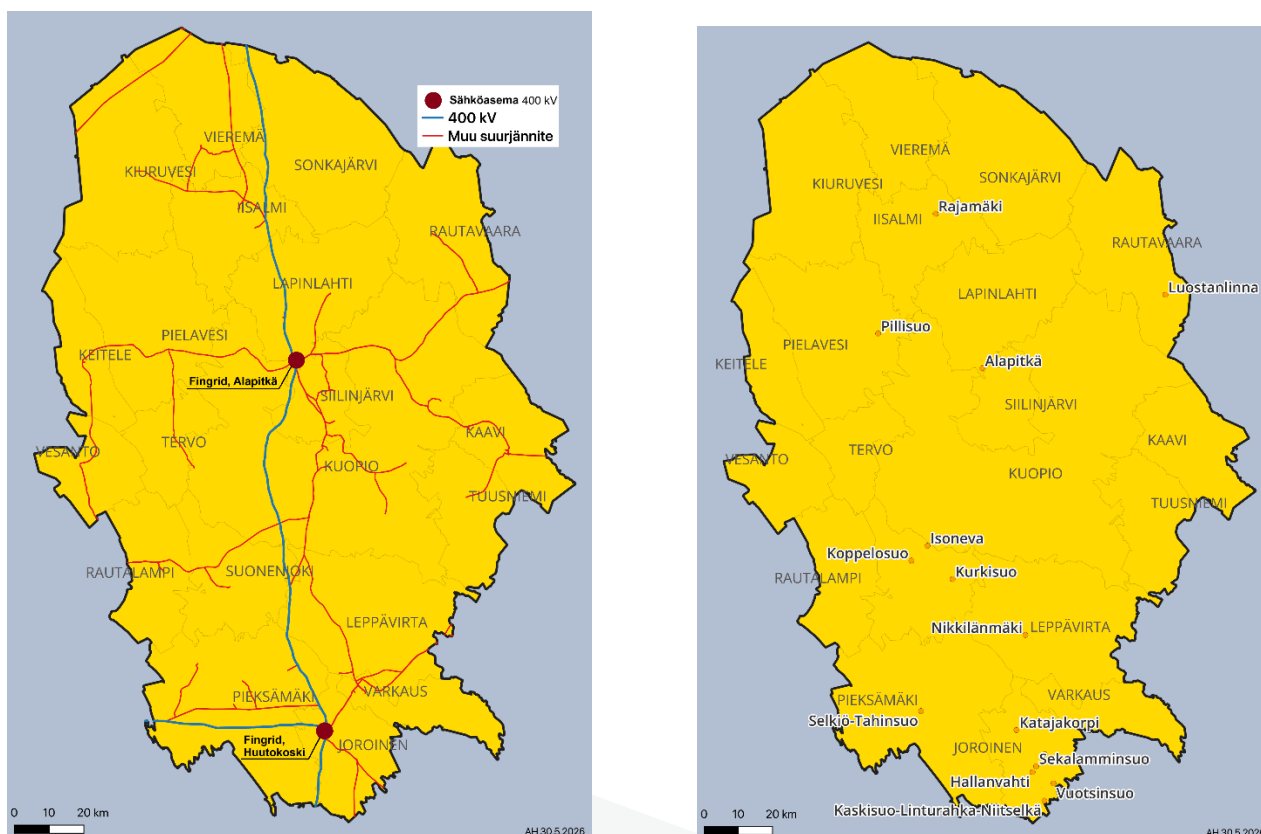
Päätöksenteon kannalta keskeinen erottelu on seuraava:

1. Tekninen potentiaali kuvaa sitä, missä aurinkosäteilyä ja teknisesti rakennettavaa pinta-alaa on.
2. Maankäyttölinen potentiaali kuvaa alueita, joilla aurinkovoima voidaan sovittaa yhteen nykyisen ja suunnitellun maankäytön, elinkeinojen, luontoarvojen ja maiseman kanssa.
3. Verkkoliittymän mahdollistama potentiaali kuvaa niitä alueita, joilla sähkö voidaan siirtää verkkoon hyväksyttävällä kustannuksella ja verkon kapasiteetin puitteissa.
4. Lähivuosina toteuttamiskelpoinen potentiaali on näitä suppeampi joukko alueita, joissa maanomistus, kaavoitus, ympäristöselvitykset, verkkoliittymä, rahoitus, sähköön myynti ja paikallinen hyväksyttävyys voivat edetä samanaikaisesti.

Pohjois-Savon aurinkovoimapotentiaalin selvitys tunnisti maakunnassa teollisen kokoluokan aurinkovoimalle soveltuvia alueita paikkatietoanalyysin, suojaetäisyyksien, teknistaloudellisen tarkastelun ja kuntien kanssa käydyn vuorovaikutuksen perusteella. Selvityksen painotus oli käytöstä poistuviin tai muutoksessa oleviin turvetuotantoalueisiin sekä jo ennestään avoimiin tai muuntuneisiin maa-alueisiin.

1.3 Tarkastelualue: Pohjois-Savo ja Pieksämäki

Tarkastelualue käsittää Pohjois-Savon maakunnan sekä Pieksämäen kaupungin Etelä-Savon maakunnasta erillisenä tarkastelukuntana. Pohjois-Savon aurinkovoimapotentialin selvitys kattaa Pohjois-Savon maakunnan ja sen 19 kuntaa, mutta Pieksämäki ei sisälly kyseiseen paikkatietoanalyyysiin. Kuvassa 2 on tarkastelualuekartat sähkönsiirrosta ja aurinkovoimahankkeista Pohjois-Savon ja Pieksämäen alueilla.



Kuva 2. Tarkastelualuekartat, joissa vasemmalla näkyvät Pohjois-Savo, Pieksämäki, päätaajamat, 110 kV ja 400 kV sähkönsiirron runko. Oikealla ovat tunnistetut aurinkovoiman tarkastelualueet.

Pieksämäen kaupungin aineiston mukaan Selkiö–Tahinsuon alueelle tavoitellaan noin 60 MW aurinkovoimatehoa, ja suunniteltu liityntä perustuisi alueella olevaan Savon Voima Verkko Oy:n tai Fingrid Oyj:n 110 kV linjaan. Pieksämäen osalta tarvitaan erillinen kuntakohtainen jatkotarkastelu, jos tavoitteena on arvioida toteuttamiskelpoista kokonaispotentialia eikä vain yksittäistä tunnistettua aluetta. Pohjois-Savon osalta voidaan hyödyntää maakunnallista paikkatietopohjaista aineistoa, kohdekortteja ja valmisteltavana olevan maakuntakaavan aurinkovoimaa koskevia määräyksiä.

1.4 Aineistot, lähteet ja menetelmällinen lähestymistapa

Lähdeaineisto muodostuu viidestä kokonaisuudesta.

1. Pohjois-Savon alueellinen aineisto: Pohjois-Savon aurinkovoimapotentialin selvitys ja sen kohdekortit sekä Pohjois-Savon maakuntakaavan 2040 3. vaiheen ajantasaiset kaava-aineistot.
2. Pieksämäen julkinen kaavoitusaineisto Selkiö–Tahinsuon aurinkovoimalasta.
3. Valtakunnallinen ja tekninen aineisto: Motiva, Ilmatieteen laitos, Energiavirasto, Fingrid, ympäristöministeriö sekä uusiutuvan energian menettelykäsikirja.
4. Teollisen mittakaavan investointiympäristöä koskeva tausta-aineisto, jota on käytetty lähinnä sähköverkon, rahoituksen ja hankekehityksen reunaehtojen tulkintaan.
5. Fraunhofer ISE 2025. *Photovoltaics Report*. Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE

Selvitys perustuu olemassa olevan lähdeaineiston synteisiin, jossa eri lähteistä koottua tietoa on yhdistetty, vertailtu ja analysoitu kokonaiskuvan muodostamiseksi. Selvityksessä ei ole tehty uutta paikkatietoanalyysiä, uutta verkkolaskentaa, tuotantosimulaatiota, luontokartoitusta, maaperätutkimusta eikä kannattavuuslaskentaa. Johtopäätökset on rajattu sen mukaisesti. Erityisesti verkkoliityntämahdollisuuksista ei tehdä oletuksia ilman verkonhaltijan hankekohtaista selvitystä.

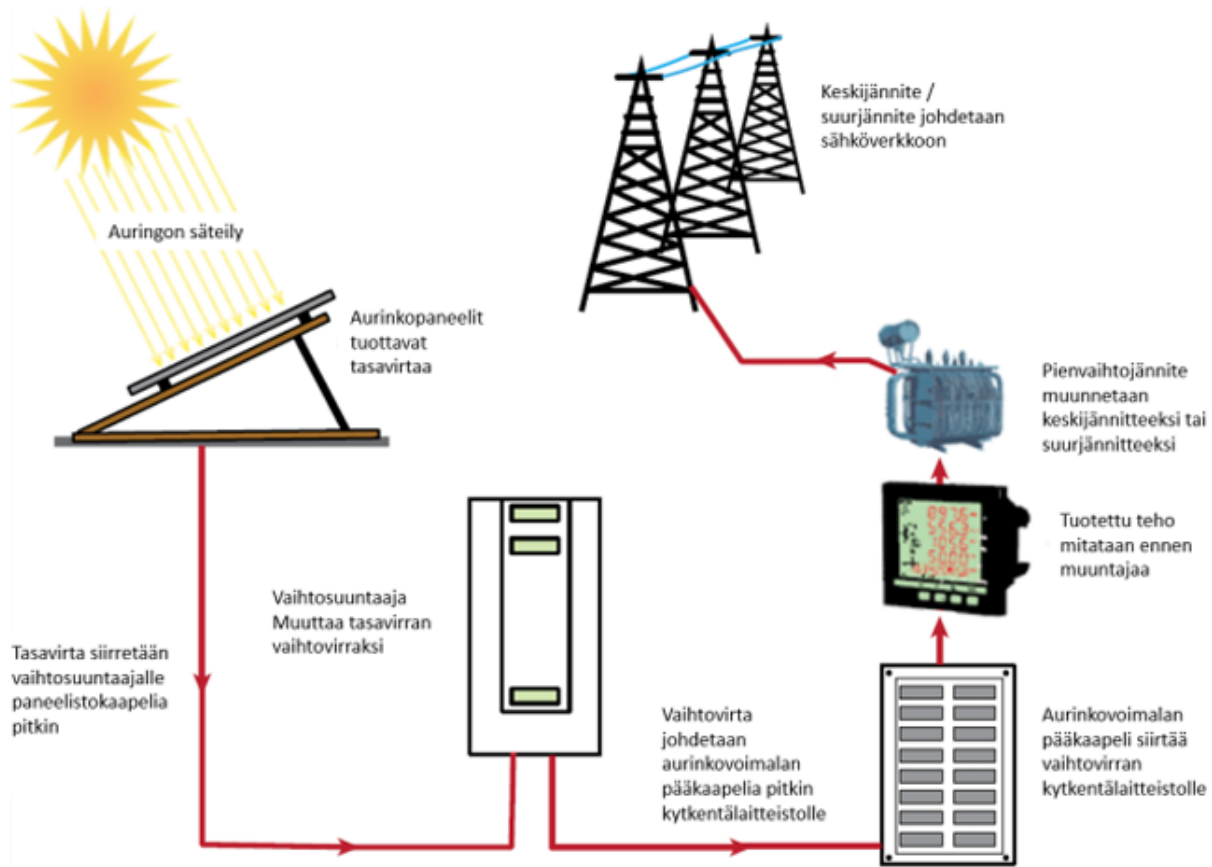
2 Aurinkovoiman yleinen kehitys ja tekninen perusta

2.1 Aurinkovoimaloiden kokoluokat ja tekniset ominaisuudet

Teollisen kokoluokan aurinkovoimalana pidetään Suomessa yleisesti yli 1 MWp:n aurinkosähköjärjestelmää. ELY-keskuksen uusiutuvan energian menettelykäsikirjassa teollisen kokoluokan aurinkovoimalana käsitellään yli 1 MWp:n järjestelmiä, ja Energiavirasto erottaa pientuotannon alle 1 MWp:n tuotantolaitteistoihin.

Pohjois-Savon aurinkovoimapotentialin selvityksessä potentiaalisten teollisen kokoluokan alueiden tarkastelussa käytettiin vähintään 10 hehtaarin pinta-alarajausta. Tämä on analyysirajaus, ei yleinen oikeudellinen määritelmä. Selvityksessä korostetaan myös, ettei seudullisen kokoluokan aurinkovoimalalle ole yksiselitteistä valtakunnallista määritelmää.

Maahan asennettavan aurinkovoimalan tekniset perusosat ovat paneelit, telineet, perustukset, kaapelointi, invertterit, muuntamot, sähköasema tai liittymispiste, huoltotiet sekä valvonta- ja suojausjärjestelmät. Paneelit asennetaan tyypillisesti metallirakenteisiin telineisiin, jotka mitoitetaan lumi- ja tuulikuormille. Alueelle tarvitaan huoltotiet, ja alue voidaan tarvittaessa aidata. Pohjois-Savon selvityksessä aurinkovoimalan tekniseksi käyttöikäsi esitetään noin 30–40 vuotta.



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

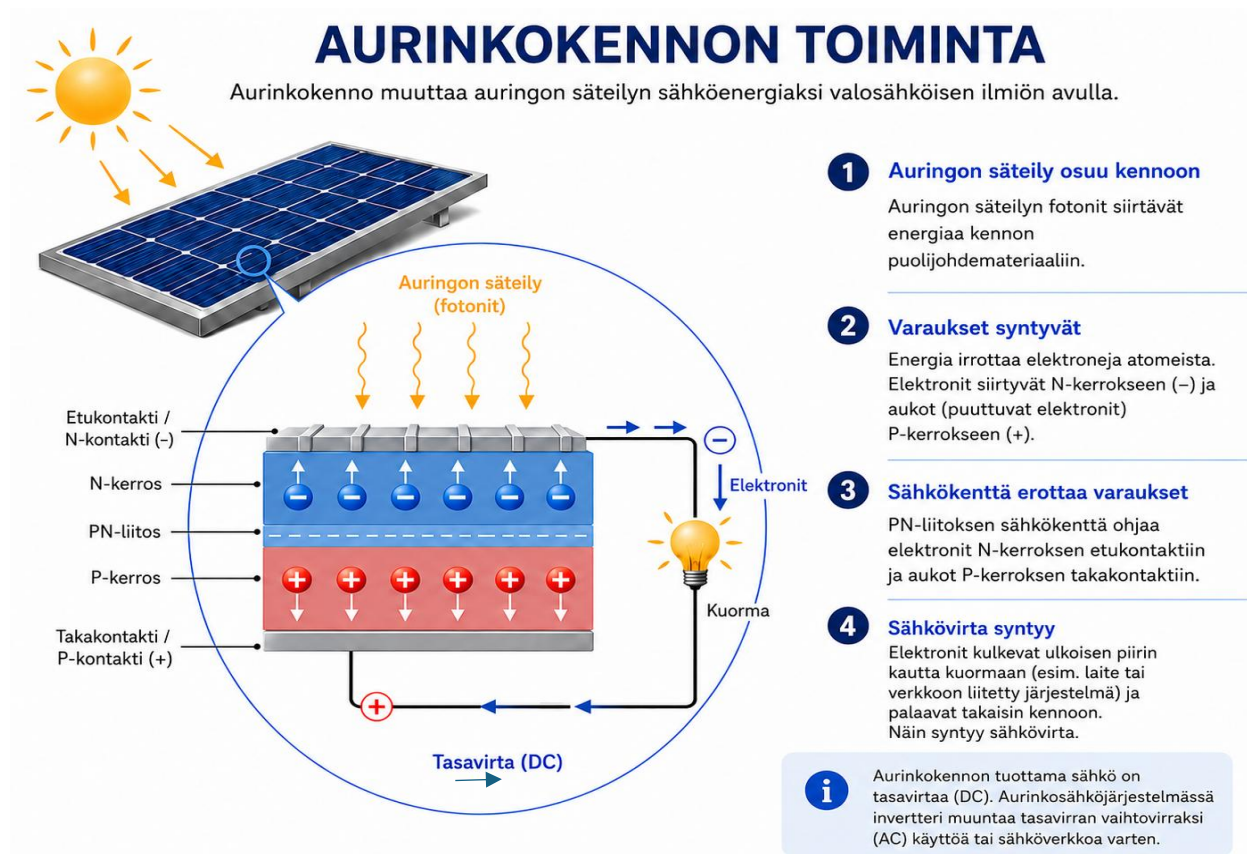
Taulukko 2. Teollisen kokoluokan aurinkovoimaloissa paneelit voidaan asentaa kiinteisiin telineisiin tai seurantajärjestelmiin. Valinta vaikuttaa tuotantoprofiiliin, perustamistapaan, riviväleihin, huoltotarpeeseen, kustannuksiin ja maisemavaikutuksiin.

Ratkaisu	Kuvaus	Suunnittelullinen merkitys
Kiinteä telineasennus	Paneelit asennetaan vakioituun kulmaan	Yksinkertainen rakenne, pienempi huoltotarve
Yksiakselinen seuranta	Paneelit seuraavat aurinkoa päivän aikana	Voi lisätä tuotantoa, mutta kasvattaa teknistä monimutkaisuutta, tilantarvetta ja kunnossapidon tarvetta

Tekninen toteutettavuus ei yksin ratkaise hankkeen kokonaiskelpoisuutta. Pohjois-Savossa maaperä, turvemaat, vesienhallinta, metsäpeitteisyys, suurjänniteverkon etäisyys sekä luonto- ja maisema-arvot vaikuttavat siihen, voiko teknisesti mahdollinen alue kehittyä toteuttamiskelpoiseksi tuotantoalueeksi. Pieksämäen Selkiö–Tahinsuon aineistossa näkyy vastaava asetelma: alueella on verkkolähtökohtia, mutta suunnittelualue on pääosin metsä- ja suoaluetta ja lähellä on asutusta, mikä korostaa maankäytön ja hyväksyttävyyden merkitystä.

Aurinkopaneelimarkkina perustuu edelleen lähes kokonaan piipohjaisiin teknologioihin. Fraunhofer ISE:n mukaan kiteisen piin osuus maailman aurinkokennotuotannosta oli noin 98 prosenttia vuonna 2024, ja monokiteisestä piistä on tullut hallitseva teknologia. Siksi teollisen kokoluokan hankkeiden teknistaloudellisessa arvioinnissa lähtöoletuksena tulee

pitää kaupallisesti kypsiä piipohjaisia moduuleja. Perovskiitti-, tandem- ja muut kehittyvät teknologiat ovat merkittäviä kehityssuuntia, mutta niitä ei tule käyttää nykyisten hankkeiden perusoletuksena ilman hankekohtaista näyttöä teknisestä kypsyudesta, saatavuudesta ja käyttäisistä. Kuvassa 4 on esitetty pn-liitokseen perustuvan aurinkokennon toimintaperiaate.



Kuva 4. Aurinkokennon toiminta. (Havainnekuva on laadittu Motivan, LUT-yliopiston ja Pohjois-Savon aurinkovoimapotentiaalin selvityksen tietojen pohjalta.)

Kaupallisten monokiteisten piimoduulien hyötysuhde on noussut selvästi viime vuosikymmenen aikana. Parempi hyötysuhde tarkoittaa, että paneeli voi tuottaa enemmän sähköä samalta pinta-alalta, mutta se ei yksin riitä hankkeen tuotannon arviointiin. Toteutuva sähköntuotanto riippuu muun muassa paneelien suuntauksesta, kallistuskulmasta, varjostuksista, lämpötilasta, lumipeitteestä, likaantumisesta, inverttereistä, sähköisistä häviöistä ja käytettävissä olevasta verkkokapasiteetista. Laboratorioennätykset kuvaavat teknologian kehityssuuntaa, mutta niitä ei tule käyttää sellaisenaan tuotanto-oletuksina alueellisessa potentiaaliselvityksessä.

2.2 Tuotanto, kapasiteettikerroin, käyttöikä ja liitettävyyssähköjärjestelmään

Aurinkovoiman nimellisteho ilmoitetaan usein megawatteina (MW) tai megawattiipikkeinä (MWp). Nimellisteho ei kuitenkaan yksin kuvaa vuosituotantoa. Tuotantoon vaikuttavat säteilyolosuhteet, paneelien suuntaus ja kallistus, invertterien mitoitus, sähköiset häviöt, varjostukset, lumi, kunnossapito sekä mahdolliset verkon tai markkinan aiheuttamat tuotannon rajoitukset.

Kapasiteettikerroin kertoo, kuinka paljon sähköä voimala tuottaa vuodessa suhteessa siihen, että se kävisi täydellä teholla vuoden jokaisena tuntina. Se auttaa vertailemaan nimellistehoa ja todellista vuosituotantoa. Esimerkiksi 10 MW:n aurinkovoimala tuottaisi täydellä teholla koko vuoden ajan 87 600 MWh sähköä. Jos sen todellinen vuosituotanto on 9 600 MWh, kapasiteettikerroin on noin 11 prosenttia. Tämä tarkoittaa, että voimala tuottaa vuodessa sähköä määrän, joka vastaa noin 11 prosenttia täydellä teholla jatkuvasti toimivan voimalan tuotannosta. Kapasiteettikerroin ei yksin kerro hankkeen kannattavuudesta, siihen vaikuttavat myös tuotannon ajoittuminen, sähkön hinta, verkkoliityntä ja mahdolliset tuotannon rajoitukset.

Aurinkovoimalan tekninen käyttöikä on tyypillisesti pitkä; Pohjois-Savon aurinkovoimapotentialin selvityksessä käyttöiäksi esitetään noin 30–40 vuotta. Käyttöikä ei kuitenkaan tarkoita tasaista tuotantoa koko ajanjaksolla, vaan tuotanto ja kunnossapitotarpeet tulee arvioida elinkaaren aikana.

Aurinkovoiman tuotanto on sää- ja vuodenaikariippuvaista. Suomessa tuotanto painottuu kevääseen, kesään ja alkusyksyyn, kun taas talvikauden tuotanto jää lyhyen päivän ja matalan auringon vuoksi vähäiseksi. Ilmatieteen laitoksen mukaan vuoden pimeimpinä kuukausina aurinkosähkön tuotanto pysyy Suomessa lähes olemattomana myös tulevaisuudessa, vaikka lumipeitteen väheneminen voi parantaa etenkin kevään tuotantoedellytyksiä. Tämä on keskeistä Pohjois-Savon ja Pieksämäen alueiden tarkastelussa, koska aurinkovoima ei yksin korvaa talvikauden sähköntuotanto- tai huipputehotarvetta.

Vuosituotanto ei myöskään yksin riitä kuvaamaan hankkeen sähköjärjestelmävaikutuksia. Arvioinnissa tulee tarkastella tuotannon ajallista profiilia, liittymiskapasiteettia, mahdollisia tuotannon rajoituksia, varastointia ja kulutusjoustoja. Tämä korostuu alueilla, joilla uutta tuotantoa, teollista sähkönkulutusta ja siirtokapasiteetin kehittämistarpeita syntyy samanaikaisesti.

Sähköjärjestelmään liitettävyyss on teollisen mittakaavan aurinkovoiman keskeinen reunaehto. Pohjois-Savon aurinkovoimapotentialin selvityksen mukaan suuret teollisuuskokoluokan aurinkovoimalat voivat vaikuttaa koko sähköverkon rakenteeseen, ja liittymistehokapasiteetit tulee aina varmistaa tapauskohtaisesti verkonhaltijalta. Selvityksen suuntaa antavien periaatteiden mukaan 15–50 MW:n aurinkovoimalat kytkeytyvät tyypillisesti 110 kV:n verkkoon, ja suuremmissa kokoluokissa liittymisjohdon etäisyys liittymispisteeseen muodostuu teknistaloudellisesti ratkaisevaksi.

Fingridin ajantasainen kantaverkon kehittämissuunnitelma korostaa, että investointisuunnitelmaa päivitetään toimintaympäristön tarpeiden mukaan. Suunnitelma perustuu asiakastarpeisiin, sähkömarkkinoihin, kantaverkon kuntoon ja siirtotarpeisiin. Itä-Suomen aineistossa Fingrid toteaa seuraavansa alueen hankkeiden kehittymistä ja varautuvansa tarvittaviin 400 kV:n verkkovahvistuksiin asiakashankkeiden edetessä.

2.3 Hankekehityksen, luvituksen ja rakentamisen päävaiheet

Teollisen mittakaavan aurinkovoiman kehittäminen etenee yleensä vaiheittain: alustava alue- ja verkkotarkastelu, maanomistuksen tai vuokrauksen varmistaminen, esisuunnittelu, verkonhaltijan liityntäselvitys, kaavoituksen tai muun alueidenkäytön menettelyn arviointi, ympäristö- ja luontoselvitykset, rakentamisluvat, sähkön myynti- tai markkinamalli, rahoitus, hankinta, rakentaminen, käyttöönotto ja käytönaikainen valvonta.

Lupien osalta ajantasainen lähtökohta on, että aurinkoenergiarakentamiseen sovelletaan pääsääntöisesti samoja säännöksiä kuin muuhunkin rakentamiseen, ja hankkeen koko, vaikutukset, sijainti, kaavatilanne sekä alueidenkäytön yhteensovittamistarve ratkaisevat tarvittavat kaavat ja luvat. Ympäristöministeriön mukaan aurinkovoimarakentamista ohjataan maankäytön kannalta sopiville paikoille, kuten rakennettuun ympäristöön, turvetuotannosta vapautuneille alueille ja joutomaille, ja peltojen sekä metsämaan merkittävää käyttöä pyritään välttämään.

Voimassa olevan alueidenkäyttölain perusteella aurinkosähköhankkeille ei ole valtakunnallista 50 hehtaarin lakisääteistä kaavarajaa. Nykytilassa kaavoitus- ja lupatarve ratkaistaan tapauskohtaisesti hankkeen koon, vaikutusten, sijainnin, alueen kaavatilanteen sekä alueidenkäytön yhteensovittamistarpeen perusteella. Hallituksen esityksessä HE 70/2026 vp on kuitenkin ehdotettu sääntelyä, jonka mukaan vähintään 50 hehtaarin kokoisen aurinkovoimalan rakentaminen edellyttäisi jatkossa asemakaavaa tai aurinkovoimarakentamista ohjaavaa yleiskaavaa. Ehdotettu sääntely ei ole nykytilan kuvaus, vaan lakimuutosehdotus, jonka suunniteltu voimaantulo on 1.1.2027.

Vuoden 2025 alusta voimaan tullut rakentamislaki muutti rakentamisen lupajärjestelmää siten, että rakennuslupa, toimenpidelupa ja toimenpideilmoitus korvautuivat yhdellä lupamuodolla, rakentamisluvalla. Rakentamislupaa edellyttää muun muassa erityistä toimintaa varten rakennettava alue, josta aiheutuu vaikutuksia ympäröivien alueiden käytölle. Tämä on olennaista teollisen mittakaavan aurinkovoimaloille.

Uusiutuvan energian menettelykäsikirja antaa ohjeita uusiutuvan energian hankkeiden lupa- ja hallinnollisista menettelyistä, mutta se ei ole oikeudellisesti velvoittava. Toimivaltaiset viranomaiset arvioivat kunkin hankkeen lupatarpeet tapauskohtaisesti. Tämä on tärkeä raja Pohjois-Savossa ja Pieksämäellä, koska alueet voivat erota toisistaan kaavatilanteen, luonnonarvojen, vesistövaikutusten, muinaisjäännösten, maanomistuksen ja verkkoliittynän osalta.

3 Alueellinen lähtötilanne

3.1 Aurinkovoiman nykytila Pohjois-Savossa ja Pieksämäellä

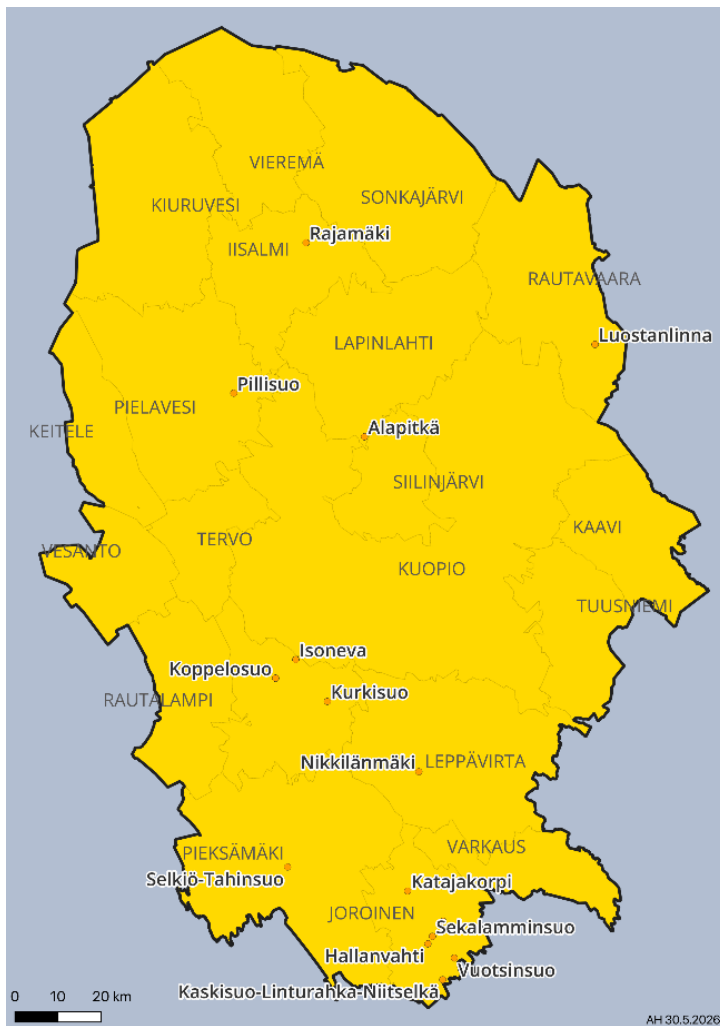
Aurinkovoima kasvaa Suomessa nopeasti, mutta valtakunnalliset kapasiteettiluvut kuvaavat ensisijaisesti markkinakehityksen suuntaa. Energiaviraston mukaan Suomessa oli vuoden 2024 lopussa noin 1 247 MW asennettua aurinkosähkökapasiteettia, josta pientuotantoa oli 1 124 MW ja yli 1 MW:n teollisen kokoluokan laitoksia noin 100 MW. Aurinkosähkö kattoi noin 1,4 prosenttia Suomen sähkön kokonaistuotannosta vuonna 2024. Energiavirasto huomauttaa, että yli 1 MW:n laitosten kapasiteetti ilmoitetaan voimalaitosrekisterissä

invertteri- eli AC-tehona, minkä vuoksi se voi poiketa hanketoimijoiden ja toimialajärjestöjen käyttämistä MWp-luvuista.

Suomen uusiutuvat ry:n mukaan teollisen kokoluokan aurinkovoimakapasiteetti oli vuoden 2025 lopussa yhteensä 352 MW. Tätä tietoa voidaan käyttää valtakunnallisen kehityksen indikaattorina, mutta se ei sellaisenaan kuvaa Pohjois-Savon tai Pieksämäen toteutunutta kapasiteettia.

Pohjois-Savossa aurinkovoima on siirtynyt potentiaalitarkasteluista konkreettisiin hanke- ja rakennusvaiheisiin. Vuoden 2023 Pohjois-Savon aurinkovoimapotentiaaliselvityksessä tunnistettiin julkisesti tiedossa olevia hankkeita muun muassa Joroisissa ja Suonenjoella: Joroisten lentoasema, Huutokoski, Vuotsinsuo, Suonenjoen Isoneva, Kurkisuo ja Viitaselänsuo. Selvitys on hyödyllinen lähtötilannekuva, mutta sitä ei tule käyttää ajantasaisena hankerekisterinä ilman päivitystä.

Tarkastelualueen aurinkovoimahankkeet sijoittuvat erityisesti Joroisten, Suonenjoen, Lapinlahden ja Pieksämäen alueille sekä sähköverkon ja olemassa olevan energia- ja liikenneinfrastruktuurin kannalta merkittäviin sijainteihin. Hankkeiden alueellinen sijoittuminen on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Tarkastelualueen tiedossa olevien aurinkovoimahankkeiden sijoittuminen Pohjois-Savossa ja Pieksämäellä. (Huom. Kuva perustuu julkisesti tunnistettuihin hanketietoihin ja selvityksessä koottuun aineistoon. Se ei ole virallinen eikä kattava hankerekisteri.)

Kuvassa 5 esitettyä alueellista kokonaiskuvaa täsmentää taulukko 3, jossa tarkastelualueen keskeiset tiedossa olevat aurinkovoimakohteet on koottu kohteittain ja luokiteltu niiden tiedossa olevan suunnittelu- tai toteutustilanteen perusteella. Taulukko erottaa toteutuneet tuotantokohteet, rakenteilla tai käyttöönottovaiheessa olevat hankkeet sekä kaavoitus-, luvitus- ja hankekehitysvaiheessa olevat kohteet. Tulokinnassa on huomioitava, että hankkeiden tila voi muuttua nopeasti, eikä taulukkoa tule pitää virallisena hankerekisterinä.

Taulukko 3. Tarkastelualueen keskeiset tiedossa olevat aurinkovoimakohteet ja niiden suunnittelutilanne 6/2026.

Kohde	Kunta / alue	Ajantasainen tieto raporttiin
Joroisten lentokentän aurinkovoimapuisto	Joroinen	Ilmattaren mukaan voimala on toiminnassa vuodesta 2023, kokonaisteho 5 MWp ja alueen koko 6 ha. (Ilmatar)
Hallanvahti	Joroinen	Taalerin mukaan Hallanvahti on 129 MWp:n aurinkoenergianhanke, jolla on luvat ja jonka rakentaminen on alkanut. Arvioitu vuosituotanto on noin 140 GWh ja arvioitu valmistuminen Q2/2026. (Taaleri)
Huutokoski	Joroinen	Huutokosken sähköaseman ympäristöön on käynnistetty noin 440 ha:n yleiskaavatyö, jossa tarkastellaan aurinkovoimaa, datakeskusta, biokaasulaitosta ja akkuvarastoja. OAS oli nähtävillä 9.4.–10.5.2026.
Isoneva	Suonenjoki	Neovan mukaan Isonevan hankealue on noin 110 ha käytöstä poistunutta turvetuotantoaluetta, ja verkkoon liitettävä teho on arviolta noin 50–60 MW. Suonenjoen kaupungin mukaan Solar Isoneva Oy:n suunnittelutarveratkaisuhakemus koski noin 117 ha:n aluetta. (Neova Group) (Suonenjoki)
Kurkisuo	Suonenjoki	Neova suunnittelee Kurkisuoille noin 120 ha:n hanketta, jonka verkkoon liitettävä teho on arviolta noin 60 MW. Suonenjoen kaupungin mukaan Vapo Terra Oy:n suunnittelutarveratkaisu- ja poikkeamishakemus koski noin 126 ha:n aluetta. (Neova Group) (Suonenjoki)
Viitaselänsuo	Suonenjoki	Suonenjoen kaupungin mukaan Viitaselänsuon aurinkovoimalaitoksen hakemusasikirjat olivat nähtävillä alkuvuonna 2024. Suunniteltu rakennuspaikka sijaitsee noin 7 km Suonenjoen keskustasta Kuopioon päin, valtatie 9:n pohjoispuolella. (Suonenjoki)
Alapitkä	Lapinlahti	Helios Nordic Energy suunnittelee Lapinlahden Alapitkälle aurinkovoima-aluetta. Ylen mukaan Lapinlahden valtuusto on hyväksynyt osayleiskaavan, seuraavana vaiheena on rakennusluvan valmistelu, ja kaava-alueen koko on noin 225 ha. Alue sijoittuu Alapitkän taajaman lounaispuolelle, valtatie 5:n ja Savonradan länsipuolelle, lähelle Fingridin Alapitkän sähköasemaa. (Yle.fi)
Lantonsuo	Lapinlahti	UB Uusiutuva Energia suunnittelee Lapinlahdelle Lantonsuon käytöstä poistumassa olevalle turvetuotantoalueelle noin 58 MWp:n aurinkovoimapuistoa ja 30 MW:n akkujärjestelmää. Rakentamislupaa on tarkoitus käsitellä kunnassa vuoden 2026 aikana. (UB Uusiutuva Energia)
Selkiö–Tahinsuo	Pieksämäki	Pieksämäen kaupungin mukaan Selkiö–Tahinsuon kaavamuutoksen tavoitteena on mahdollistaa aurinkovoimalan sijoittaminen alueelle. Tuotantoalueelle tavoitellaan noin 60 MW tehoa, ja liityntää tarkastellaan Savon Voima Verkko Oy:n tai Fingridin 110 kV linjaan. (Pieksämäen kaupunki –)

Aurinkovoiman alueellinen merkitys ei rajoitu pelkkään sähköntuotantoon. Huutokosken, Alapitkän, Joroisten, Suonenjoen ja Pieksämäen kohteet liittyvät myös sähköverkon kapasiteettiin, maankäyttöön sekä mahdollisiin sektori-integraation ratkaisuihin, kuten akkuvarastoihin, datakeskuksiin tai myöhempään vedyntuotantoon. Näitä kytkentöjä tulee kuitenkin tarkastella erillisinä toteutettavuuskysymyksinä, sillä aurinkovoiman tekninen tai nimellinen kapasiteetti ei sellaisenaan tarkoita toteutuvaa investointia tai jatkojalostuksen kannattavuutta.

Pohjois-Savossa on jo toteutunutta aurinkovoimaa Joroisissa ja useita merkittäviä hankkeita luvitus-, kaavoitus-, rakentamis- tai käyttöönottovaiheessa. Pieksämäellä aurinkovoiman nykytila painottuu Selkiö-Tahinsuon kaavalliseen valmisteluun. Alueen aurinkovoimakanta on siten vielä vahvasti kehittyvä, eikä teknistä potentiaalia tule tulkita toteutuneeksi tai varmaksi tuotantokapasiteetiksi.

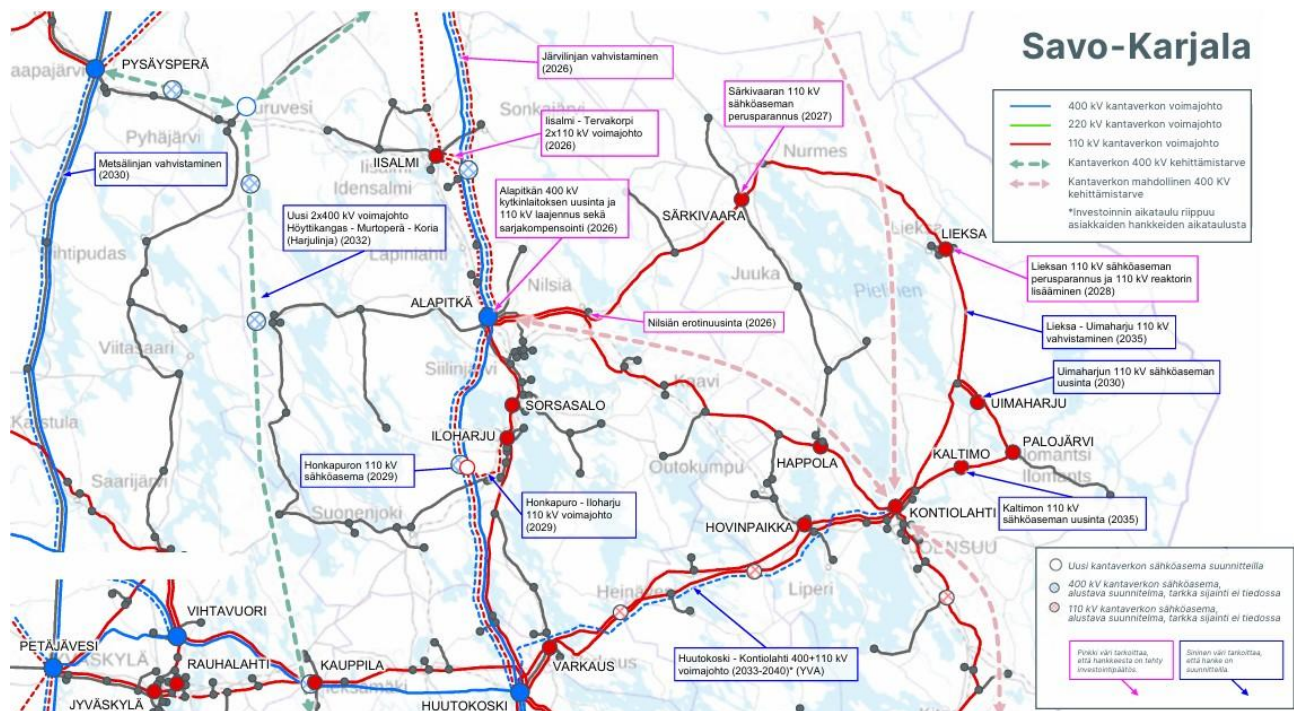
3.2 Sähköverkko ja siirtokapasiteetin merkitys

Pohjois-Savon ja Pieksämäen aurinkovoimapotentialin käytännön toteutettavuus riippuu olennaisesti sähköverkon vastaanottokyvystä, liittymispisteiden etäisyydestä ja mahdollisista verkkoinvestoinneista. Teknisesti soveltuva maa-alue ei vielä tarkoita toteuttamiskelpoista hanketta, jos verkkoliityntä ei ole kapasiteetiltaan, kustannuksiltaan ja aikataulultaan realistinen.

Teollisen kokoluokan aurinkovoimahanke edellyttää paneelikentän lisäksi sisäistä sähköverkkoa, inverttereitä, muuntamoita, mahdollisesti omaa sähköasemaa sekä liittymisjohtoa. Toteutus voi jäädä kannattamattomaksi, jos lähin käyttökelpoinen liittymispiste sijaitsee kaukana, liittymisjohdon kustannukset ovat korkeat, alueellinen siirtokapasiteetti on rajallinen tai verkon vahvistaminen edellyttää pitkää investointiaikataulua.

Pohjois-Savon aurinkovoimapotentialin selvityksessä voimajohdon, muuntoaseman ja tiestön läheisyys ovat keskeisiä teknistaloudellisia sijaintikriteerejä. Voimajohdon läheisyys ei kuitenkaan tarkoita automaattista liittymäkelpoisuutta. Aurinkovoimala voidaan liittää verkkoon vain, jos liittymispiste, jännitetaso, suojausratkaisut, kapasiteetti ja verkonhaltijan tekniset ehdot sen mahdollistavat. Käytännössä suuri aurinkovoimahanke edellyttää yleensä sähköasema- tai alueverkkotasoista ratkaisua, ei pelkkää sijaintia voimajohtokäytävän vieressä.

Tarkastelualueen kannalta keskeisiä kantaverkon solmukohtia ovat erityisesti Alapitkän ja Huutokosken sähköasemat. Huutokosken merkitystä korostaa sen asema Järvilinjan eteläisenä solmukohtana sekä suunnitellun Huutokoski-Kontiolahti-yhteyden lähtöpisteenä. Alapitkän sähköasema on puolestaan keskeinen Pohjois-Savon pohjoisosan ja Savon suunnan verkkorakenteessa. Näiden solmukohtien sijoittuminen suhteessa Savo-Karjalan ja Pieksämäen alueeseen on esitetty kuvassa 6.

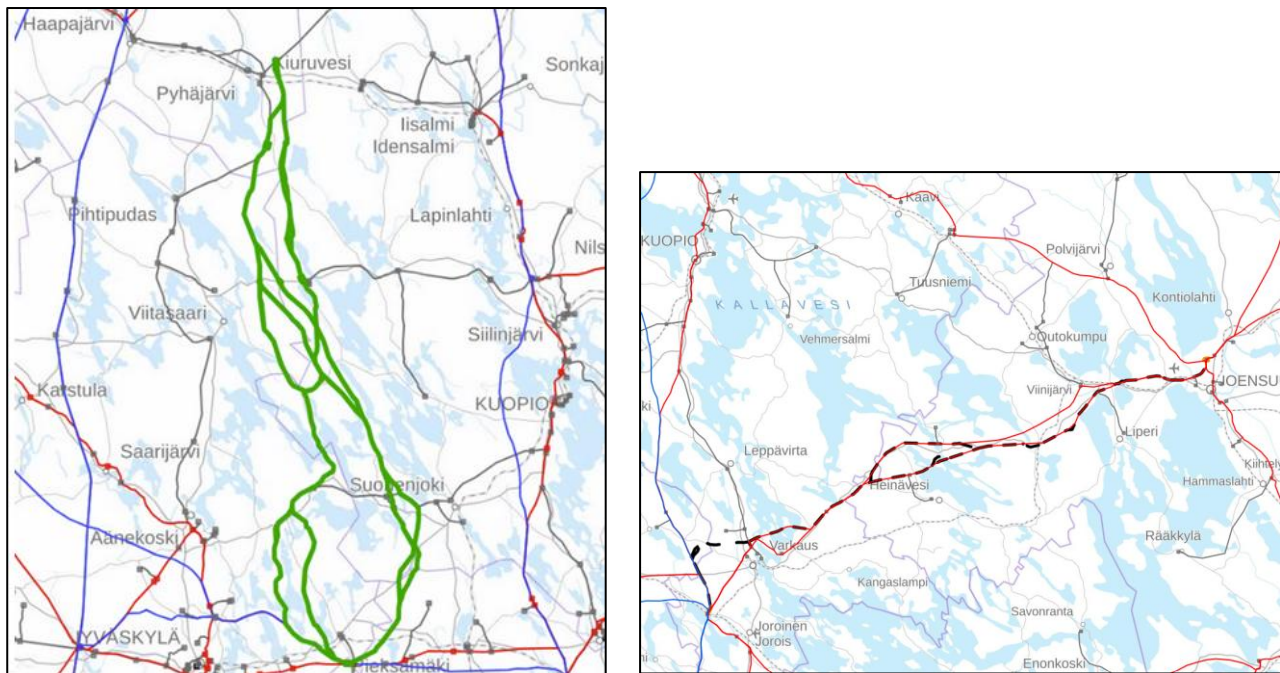


Kuva 6. Savo-Karjalan ja Pieksämäen kannalta keskeiset kantaverkon solmukohtat, päävoimajohdot ja tarkastelualueen suhde Alapitkän ja Huutokosken sähköasemiin. (Fingrid Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2026 – 2035)

Fingridin Järvinlinjan vahvistaminen on alueen aurinkovoima- ja muun sähköintensiivisen hankekehityksen kannalta keskeinen kantaverkkohanke. Kyseessä on Vaalan ja Joroisten välinen uusi 400 + 110 kilovoltin voimajohto, jonka pituus on noin 291 kilometriä. Reitti sijoittuu muun muassa Sonkajärven, Vieremän, Iisalmen, Lapinlahden, Siilinjärven, Kuopion, Suonenjoen, Leppävirran, Pieksämäen ja Joroisten alueille. Fingridin hanketiedon mukaan hanke on rakentamismatkalla. Järvinlinja vahvistaa pohjois-eteläsuuntaista siirtokykyä ja parantaa pitkällä aikavälillä edellytyksiä uuden sähköntuotannon ja sähkönkulutuksen sijoittumiselle Savon suunnalle.

Harjulinja täydentää tarkastelualueen kannalta merkityksellistä kantaverkon kehityskuvaa. Fingrid suunnittelee Harjulinjaksi nimettyä 2 x 400 + 110 kilovoltin voimajohtoyhteyttä Pyhäjärven Murtoperälle rakennettavan uuden sähköaseman ja Kangasniemen Kauppilaan rakennettavan uuden sähköaseman välille. Hanke sijoittuu Fingridin mukaan Pohjois-Pohjanmaan, Pohjois-Savon, Keski-Suomen ja Etelä-Savon alueille, ja sen tila on YVA-menettely. Harjulinja ei ratkaise yksittäisen aurinkovoimahankkeen liittymistä, mutta se osoittaa, että Savo-Karjalan, Keski-Suomen ja Etelä-Savon suunnan kantaverkkorakenne on muuttumassa osana laajempaa pohjois-eteläsuuntaisen siirtokapasiteetin vahvistamista.

Fingridin Huutokoski-Kontiolahti-yhteyden suunnittelu on Itä-Suomen sähköverkon kehityksen kannalta erityisen merkittävä kysymys. Suunnitteilla oleva 400 kilovoltin voimajohto vahvistaisi Huutokosken ja Kontiolahden välistä kantaverkkorakennetta ja tukisi sähkön kulutuksen ja tuotannon lisäämistä Itä-Suomessa. Fingridin mukaan hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettely on käynnissä ja sen arvioidaan valmistuvan vuoden 2027 lopulla. Tavoitteena on, että voimajohtoyhteys voisi olla valmis vuonna 2033. Harjulinjan reittivaihtoehdot ja Huutokoski-Kontiolahti -yhteyden sijainti on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Harjulinjan reittivaihtoehdot ja Huutokoski–Kontiolahti-voimajohtohankkeen sijainti. (Fingrid, Harjulinja-hanke ja Huutokoski–Kontiolahti-voimajohtohanke)

Järvinlinjan, Harjulinjan ja Huutokoski–Kontiolahti-yhteyden merkitys aurinkovoimalle on kaksijakoinen. Ne parantavat pitkällä aikavälillä alueellista siirtokykyä ja voivat vahvistaa uusiutuvan sähköntuotannon yleisiä liittytiedellytyksiä. Samalla ne eivät tarkoita automaattista liittymäkapasiteettia yksittäisille aurinkovoimahankkeille. Hankekohtainen toteutettavuus riippuu edelleen liittymispisteestä, verkonhaltijan kapasiteettiarvioista, mahdollisista verkon vahvistustarpeista, kustannusten jaosta sekä hankkeen aikataulun yhteensopivuudesta kantaverkon ja alueverkon investointien kanssa.

Aurinkovoiman näkökulmasta sähköverkon kehitys vaikuttaa myös alueelliseen priorisointiin. Parhaita lähtökohtia on alueilla, jotka sijoittuvat kohtuulliselle etäisyydelle olemassa olevista tai suunnitelluista sähköasemista, suurjännitteisistä voimajohtokäytävistä ja huollettavasta tieverkosta. Tämä korostuu erityisesti käytöstä poistuvilla turvetuotantoalueilla ja muilla laajoilla muuntuneilla maa-alueilla, joilla pinta-ala voi olla aurinkovoimalle soveltuva mutta verkkoliityntä voi muodostua ratkaisevaksi kustannus- ja aikataulutekijäksi.

Sähköverkon näkökulmasta aurinkovoiman toteuttamiskelpoisimpia kohteita ovat lähtökohtaisesti alueet, jotka sijoittuvat kohtuulliselle etäisyydelle kantaverkon tai alueverkon sähköasemista, olemassa olevista voimajohtokäytävistä ja suunnitteilla olevista verkon vahvistuksista. Erityisesti Alapitkän ja Huutokosken sähköasemien, Järvinlinjan, Harjulinjan sekä Huutokoski–Kontiolahti-yhteyden kehitys muodostavat keskeisen taustatekijän, kun arvioidaan Pohjois-Savon ja Pieksämäen aurinkovoimahankkeiden realistista etenemistä. Näiden rinnalla tarvitaan kuitenkin aina hankekohtainen verkkoselvitys, jossa tarkennetaan liittymispiste, käytettävissä oleva kapasiteetti, mahdollinen tuotannon rajoittaminen, liittymisjohdon tarve, kustannusjako ja toteutusaikataulu.

3.3 Alueidenkäytölliset, ympäristölliset ja maanpuolustukseen liittyvät reunaehdot

Pohjois-Savon maakuntakaavan 2040 3. vaiheen kaavaehdotuksen koko maakuntakaava-alueella koskevassa aurinkoenergiamääräyksessä todetaan, että aurinkoenergian tuotantoalueet tulee sijoittaa ensisijaisesti muualle kuin metsäpeitteisille alueille eikä lainkaan ojittamattomille luonnontilaisille suoalueille. Samassa määräyksessä korostetaan vesistövaikutusten ehkäisemistä, luonnon ydinalueiden ja ekologisten yhteyksien pirstomisen välttämistä, luonto-, kulttuuriympäristö-, maisema- ja virkistysarvojen huomioon ottamista sekä ruuantuotannon huoltovarmuuteen ja asutukseen kohdistuvien vaikutusten arviointia.

Sama kaavaehdotus edellyttää, että aurinkoenergian tuotantoalueiden suunnittelussa varmistutaan siitä, etteivät alueet aiheuta häiriöitä tutka- ja tietoliikennejärjestelmille eivätkä haittaa Puolustusvoimien aluevalvontatehtävää. Tämä on erityisen tärkeää Pohjois-Savossa, jossa tuulivoiman toteuttamisedellytyksiin liittyy maanpuolustuksellisia rajoitteita ja jossa myös aurinkovoiman aluevarauksissa on huomioitava maanpuolustuksen toimintaedellytykset.

Pohjois-Savon selvityksen perusteella käytöstä poistuvat tai muuttuvassa käytössä olevat turvetuotantoalueet muodostavat keskeisen tarkasteluluokan. Maakuntakaavassa turvetuotantoalueiden jälkikäyttövaihtoehtoina mainitaan muun muassa metsittäminen, energiakasvien viljely, kosteikkoalueeksi palauttaminen ja aurinkovoiman tuotanto. Tämä tarkoittaa, että aurinkovoima on yksi mahdollinen jälkikäyttömuoto, ei oletusarvoinen ratkaisu kaikille turvetuotantoalueille.

Pieksämäellä Selkiö–Tahinsuon alueen lähtökohdat poikkeavat monista Pohjois-Savon turvetuotantoalueista. Alue on pääosin metsä- ja suoaluetta, lähellä on asutusta, ja voimala-alueen lopullinen laajuus tarkentuu kaavaprosessissa. Siksi Pieksämäen osalta painottuvat erityisesti taajamarakenteeseen, maisemaan, lähiasutukseen, luontoarvoihin ja vaihtoehtoiseen maankäyttöön liittyvät kysymykset.

3.4 Keskeiset alueelliset pullonkaulat ja epävarmuudet

Pohjois-Savon ja Pieksämäen keskeisin pullonkaula ei ole yksin säteilyolosuhde. Säteilytaso riittää teknisesti aurinkosähkön tuotantoon, mutta toteutuskelpoisuus ratkaistaan maankäytön ja verkkoliittymän perusteella. Pohjois-Savossa erityinen kysymys on se, kuinka suuri osa turvetuotantoalueista tai muista muuttuneista alueista on samanaikaisesti riittävän lähellä sähköverkkoa, ympäristövaikutuksiltaan hyväksyttävissä, maanomistuksellisesti hallittavissa ja taloudellisesti toteutettavissa.

Toinen epävarmuus liittyy peltoihin ja metsämaihin. Pohjois-Savon selvityksessä pellot poistettiin teknistaloudellisen analyysin maanpeiteluokista työpajapalautteen perusteella, koska peltoja pidettiin ruuantuotannon huoltovarmuuden kannalta tärkeinä. Myös metsäpeitteisten alueiden käyttöä rajoittaa sekä maakuntakaavaehdotuksen ohjaus että ilmasto- ja luontovaikutusten kokonaisarviointi.

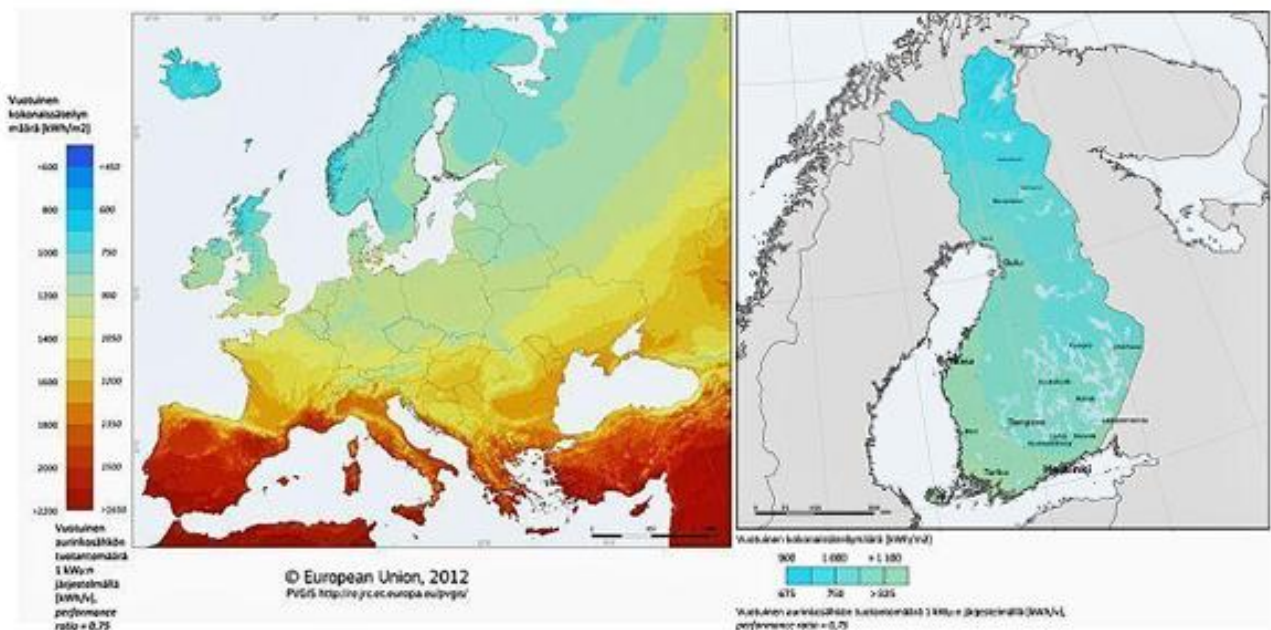
Kolmas epävarmuus on verkkokapasiteetin ajallinen yhteys hankekehitykseen. Fingridin ja alueellisten verkonhaltijoiden suunnitelmat voivat muuttua asiakashankkeiden edetessä, mutta yksittäinen aurinkovoimala ei voi perustaa toteutettavuuttaan yleiseen oletukseen tulevasta verkon vahvistumisesta. Tämä koskee sekä Pohjois-Savon turvetuotantoalueita että Pieksämäen Selkiö–Tahinsuon kaltaisia verkon läheisiä alueita.

4 Aurinkovoiman potentiaali tarkastelualueella

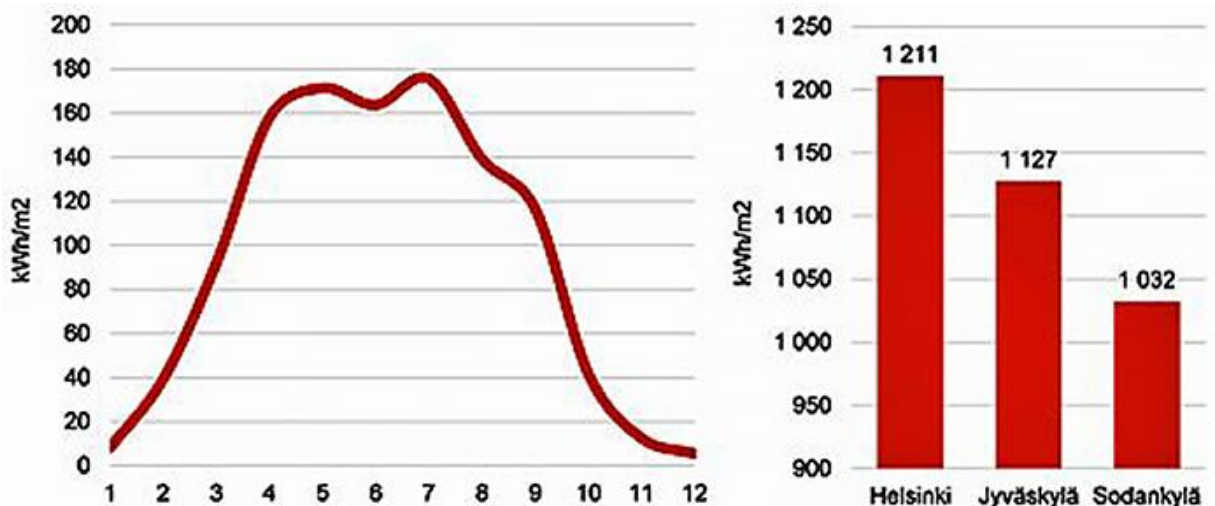
4.1 Auringonsäteilyn alueelliset lähtökohdat ja tuotantoedellytykset

Pohjois-Savo ja Pieksämäki sijaitsevat aurinkovoiman näkökulmasta Suomen keskiosan olosuhteissa. Vuotuinen säteily on teknisesti riittävä aurinkosähkön tuotantoon, mutta selvästi kausiluonteinen. Kuvassa 8 nähdään vuotuinen säteily määrä Euroopassa ja Suomessa. Tuotanto painottuu kevääseen, kesään ja alkusyksyyn. Talvella tuotanto jää vähäiseksi, ja lumi voi pienentää tuotantoa erityisesti silloin, kun paneelit ovat matalassa kulmassa tai lumikuorma jää paneelien päälle. Auringon kokonaissäteilyenergian summaa Suomessa on esitetty kuvassa 9.

Pohjois-Savo ja Pieksämäki eivät erotu aurinkosäteilyn perusteella ensisijaisesti Suomen parhaimpina alueina, mutta säteily ei yksin estä teollisen mittakaavan aurinkovoimaa. Suurempi erottava tekijä on alueiden käytettävyys. Turvetuotannosta vapautuneet alueet, jo olemassa olevat avonaiset tai muuttuneet maa-alueet, sähköverkon läheisyys ja hyväksyttävä ympäristövaikutusten taso ovat tärkeämpiä alueellisen priorisoinnin perusteita kuin pienet erot säteilymäärässä.



Kuva 8. Vuotuinen säteily määrä Euroopassa ja Suomessa. (Kuva: Motiva)



Kuva 9. Auringon kokonaissäteilyenergian summa 45 asteen kulmassa etelään päin suunnatulle pinnalle Suomessa sekä erot vuotuisissa säteilymäärissä eri kaupungeissa. Kuvan data: Ilmatieteen laitos. Energialaskennan testivuodet nykyilmastossa.

4.2 Maa-alueet, sijainti ja verkkoliittyntä

Pohjois-Savon aurinkovoimapotentiaalin selvityksessä korostuu turvetuotantoalueiden ja muiden jo muuntuneiden alueiden merkitys. Selvityksen mukaan maakuntakaavoissa oli osoitettu turvetuotantoon soveltuvia alueita noin 14 000 hehtaaria, joista varsinaisia turvetuotantoalueita oli noin 5 400 hehtaaria. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että koko pinta-ala olisi aurinkovoiman toteuttamiskelpoista potentiaalia. Toteuttamiskelpoisuus riippuu muun muassa alueen koosta, yhtenäisyydestä, vesitaloudesta, luonnonarvoista, sähköverkon etäisyydestä, maanomistuksesta ja vaihtoehtoisesta jälkikäytöstä.

Pohjois-Savon selvityksen teknistaloudellisissa analyysissä rajattiin pois muun muassa asuinalueet, palveluiden ja teollisuuden alueet, liikennealueet, maa-ainesten ottoalueet ja kaivokset, vapaa-ajan asunnot, pellot ja laidunmaat, kalliomaat, sisämaan kosteikot, avosuot, ojittamattomat paksuturpeiset suot sekä joet ja järvet. Lisäksi potentiaalista poistettiin vaikutuksille herkät kohteet suojavyöhykkeineen.

Paneelien nimellistehon kasvu voi vähentää tarvittavien paneelien määrää suhteessa asennettuun tehoon, mutta se ei poista maankäytön reunaehdoja. Pinta-alatarpeeseen vaikuttavat edelleen rivivälit, huoltotiet, lumitila, varjostukset, maastonmuodot, vesienhallinta, aidat, kasvillisuusvyöhykkeet ja verkkoliittynän rakenteet. Siksi paneelitehon kasvu ei tarkoita, että maankäyttötarve pienenisä samassa suhteessa.

Alueellinen potentiaali ei jakaudu tasaisesti. Pohjois-Savon selvityksen mukaan alustavaa aurinkovoimapotentiaalia sijoittui koko maakuntaan, mutta vähiten Varkauteen, Leppävirralle, Tuusniemelle, Kaaville, Iisalmeen ja Tervoon, koska näissä kunnissa on vähän tai ei lainkaan turvetuotantoalueita. Eniten turvesoita sijaitsee Rautavaaralla, Sonkajärvellä, Vieremällä, Kiuruvedellä ja Pielavedellä. Havainto koskee erityisesti turvetuotantoalueisiin painottuvaa potentiaalia, ei kaikkia mahdollisia aurinkovoiman sijoittumismuotoja. Joroisten Hallanvahti/Tervajoensuu havainnollistaa tätä eroa: hanke sijoittuu turvepohjaiselle ja pääosin ojitetulle suoalueelle, jota on aiemmin selvitetty turvetuotantoon, mutta julkisen kaava-aineiston mukaan alueella ei ole aloitettu turvetuotantoa. Hallanvahtia ei siten tule esittää käytöstä poistuneen turvetuotantoalueen jälkikäyttönä, vaan esimerkkinä siitä, että

aurinkovoimahankkeita voi sijoittua myös muille ojitetuille ja maankäytöltään muuttuneille suoalueille, jos maaperä, vesienhallinta, luontoarvot, maanomistus ja verkkoliityntä sen mahdollistavat.

4.2.1 Aurinkovoimahankkeen kustannusrakenne

Aurinkovoimahankkeen kustannukset muodostuvat teknisistä, hallinnollisista ja rahoituksellisista eristä. Keskeisiä kustannuksia ovat maa-alueen hankinta tai vuokraus, suunnittelu ja selvitykset, kaavoitus ja luvitus, paneelit, telineet ja perustukset, invertterit, muuntamot, kaapelointi, sisäiset tiet, vesienhallintaratkaisut, sähköasema, verkkoliityntä, rakentamisen työvoima ja projektinjohto, rahoitus, vakuutukset, käytönaikainen huolto sekä purku- ja ennallistamisvastuut.

Aurinkovoimahankkeen kokonaisinvestointia voidaan arvioida esimerkinomaisesti Pohjois-Savon aurinkovoimapotentialin selvityksen kohdekorttien perusteella. Kohdekorteissa 39 hehtaarin kohteelle arvioitiin noin 26 GWh:n vuosituotanto ja noin 26 milj. euron kokonaisinvestointi, ja 241 hehtaarin kohteelle noin 159 GWh:n vuosituotanto ja noin 159 milj. euron kokonaisinvestointi. Näistä johdettuna karkea suuruusluokka on noin 0,66 milj. euroa hehtaaria kohti tai noin 1 milj. euroa arvioitua vuotuista GWh-tuotantoa kohti. Luvut ovat laskennallisia esimerkkejä eivätkä korvaa hankekohtaista kustannusarviota. Taulukossa 4 on lueteltu aurinkovoimahankkeen kokonaisinvestoinnin karkeita suuruusluokkia.

Kustannukset voivat poiketa tästä merkittävästi erityisesti verkkoliitynnän, maaperän ja ympäristöreuna-ehdojen vuoksi. Verkkoliitynnän kustannuksiin vaikuttavat liittymispisteen etäisyys, liittymisjohdon pituus, mahdollinen sähköasema, liittymän jännitetaso ja verkon vahvistustarpeet. Fingridin vuoden 2026 hinnaston mukaan liittyminen nykyiseen 110 kV:n kytkinlaitokseen tai kantaverkon 110 kV:n voimajohtoon maksaa 1,0 milj. euroa, 220 kV:n kytkinlaitokseen 1,6 milj. euroa ja 400 kV:n kytkinlaitokseen 2,5 milj. euroa. Nämä ovat liittymismaksuja eivätkä sisällä kaikkia hankkeen omia sähköverkon, sähköaseman, liittymisjohdon tai rakennuttamisen kustannuksia.

Taulukko 4. Aurinkovoimahankkeen kokonaisinvestoinnin karkea suuruusluokka. Laskelma perustuu Pohjois-Savon aurinkovoimapotentialin selvityksen kohdekorteista johdettuun oletukseen: noin 0,66 GWh vuosituotantoa hehtaaria kohti ja noin 1 milj. euroa investointia arvioitua vuotuista GWh-tuotantoa kohti. Luvut ovat esimerkinomaisia.

Alueen koko	Arvioitu vuosituotanto	Arvioitu kokonaisinvestointi	Huomio
30 ha	noin 20 GWh/v	noin 20 milj. €	Pienen teollisen kokoluokan esimerkkihanke
50 ha	noin 33 GWh/v	noin 33 milj. €	Riippuu voimakkaasti verkkoliitynnästä
100 ha	noin 66 GWh/v	noin 66 milj. €	Soveltuu karkean aluepotentialin hahmottamiseen
200 ha	noin 132 GWh/v	noin 132 milj. €	Suuruusluokka kasvaa nopeasti, jos liittymä- tai perustamiskustannukset ovat korkeat

Verkkoliityntä on käsiteltävä erillisenä kustannus- ja toteutettavuusriskinä. Fingridin liittymismaksut kuvaavat vain kantaverkkoliitynnän maksua, eivät koko liittymisratkaisun kustannusta. Fingridin mukaan liityntätapa määräytyy muun muassa kantaverkon käyttövarmuuden, siirtokyvyn, sähköturvallisuuden, ympäristövaikutusten ja kokonaiskustannusten perusteella. Liitettävyyden ja kapasiteetin varmistuminen tapahtuu sopimusvaiheessa, ja jos hanke edellyttää uusia johtoja, muuntajia tai katkaisijoita, toteutus voi kestää useita vuosia.

Pohjois-Savossa kustannusrakenteeseen vaikuttavat erityisesti verkkoliitynnän etäisyys ja maaperä. Turvetuotantoalue voi olla valmiiksi avoin, mutta sen kantavuus, vesitalous ja perustamistapa on varmistettava. Metsäalue voi sijaita lähellä sähköverkkoa, mutta puuston poisto, maanmuokkaus, hiilinieluvaikutukset, maisemavaikutukset ja hyväksyttävyyys voivat heikentää toteutettavuutta. Peltoalue voi olla teknisesti helppo rakentaa, mutta ruuantuotannon huoltovarmuus, maatalouden jatkuvuus ja maisemavaikutukset rajoittavat sen soveltuvuutta.

Edullinen paneelihinta tai suuri maa-alue ei yksin ratkaise hankkeen pankitettavuutta. Toteutettavuus edellyttää, että liittymä, luvitus, sähköön myyntimalli ja keskeiset kustannusriskit ovat riittävän hyvin varmistettavissa. Paneelien kansainvälistä hintakehitystä tulee siksi käyttää vain yhtenä kustannustekijänä, ei suoraan hankkeen kokonaiskannattavuuden mittarina.

4.3 Teknistaloudellinen toteutettavuus Pohjois-Savossa ja Pieksämäellä

Pohjois-Savossa ja Pieksämäellä teknistaloudellisesti kiinnostavimmat aurinkovoiman kehityssuunnat liittyvät ensisijaisesti jo muuntuneisiin maa-alueisiin, käytöstä poistuviin turvetuotantoalueisiin, olemassa olevien suurjännitejohtojen ja sähköasemien läheisyyteen sekä teollisuus- ja energiainfran yhteyteen. Näillä alueilla maankäytön vaihtoehtokustannus voi olla pienempi kuin viljelyksessä olevilla pelloilla tai yhtenäisillä metsäalueilla, ja verkkoliitynnän kustannus voi pysyä hallittavampana, jos käyttökelpoinen liityntäpiste sijaitsee lähellä.

Pohjois-Savon aurinkovoimapotentialin selvityksen kohdekorteissa useita alueita arvioitiin teknistaloudellisesti hyviksi tai erittäin hyviksi silloin, kun alue oli laaja, jo muuntunut ja voimajohdon tai muun verkkoinfrastruktuurin läheisyydessä. Esimerkiksi Kuopion Kaijanpäänsuo–Konttimäenalussuo arvioitiin erittäin hyväksi, koska voimajohto kulkee alueen eteläosien halki. Lapinlahden Lantonsuo–Kivisuolla lähin voimajohto kulkee noin 200 metrin etäisyydellä. Kohdekorttien luvut ovat kuitenkin kohdekohtaisia arvioita, eivätkä ne sellaisenaan muodosta koko maakunnan toteuttamiskelpoista kapasiteettia.

Toteutuneita ja pitkälle edenneitä hankkeita on erityisesti Joroisten alueella. Joroisten lentokentän aurinkovoimapuisto on toiminnassa, ja Hallanvahdin aurinkovoimala on rakentamis- tai käyttöönottovaiheessa. Suonenjoen Isoneva on puolestaan käytöstä poistuneelle turvetuotantoalueelle suunniteltu aurinkovoimahanke, jonka toteutuminen riippuu hankekohtaisesta luvituksesta, verkkoliitynnästä ja investointipäätöksistä.

Pohjois-Savossa on tunnistettavissa useita teollisen mittakaavan aurinkovoimalle alustavasti soveltuvia alueita erityisesti turvetuotantoalueilla ja muilla jo muuntuneilla maa-alueilla. Aurinkovoima on otettu maakuntakaavatyössä erilliseksi suunnittelukysymykseksi, ja alueellisen ohjauksen painopiste on siirtymässä pois metsäpeitteisiltä, luonnontilaisilta suoalueilta ja ruuantuotannon kannalta keskeisiltä pelloilta. Käytettävissä olevan aineiston

perusteella ei kuitenkaan voida luotettavasti esittää Pohjois-Savon ja Pieksämäen yhteenlaskettua toteuttamiskelpoista MW- tai GWh-potentiaalia.

5 Vaikutukset

Teollisen mittakaavan aurinkovoiman vaikutukset muodostuvat alue- ja kuntatalouden, työllisyyden, energiaomavaraisuuden, sähköjärjestelmän, ilmaston, luontoarvojen, vesienhallinnan, maiseman, asutuksen, hyväksyttävyyden ja luvituksen kokonaisuudesta. Vaikutusten merkittävyys riippuu erityisesti hankkeen koosta, sijainnista, nykyisestä maankäytöstä, verkkoliitännästä sekä alueen luonto-, maisema- ja vesistöarvoista. Tässä luvussa tarkastellaan ensin alue- ja kuntatalousvaikutuksia sekä työllisyysvaikutuksia. Luvun lopussa taulukko 6 kokoaa aurinkovoiman keskeiset vaikutukset ja suunnittelun reunaehdot.

5.1 Vaikutukset alue- ja kuntatalouteen

Teollisen mittakaavan aurinkovoima voi tuoda alue- ja kuntatalouteen maanvuokratuloja, kiinteistöverotuloja, rakentamisvaiheen kysyntää, suunnittelu- ja huoltopalveluja sekä mahdollisia välillisiä vaikutuksia sähköintensiivisen yritystoiminnan sijoittumiseen. Vaikutusten suuruus riippuu hankkeen koosta, omistusrakenteesta, paikallisesta hankintaketjusta, kiinteistöveron määräytymisestä, sähköverkon investoinneista ja siitä, jääkö alueelle pysyvää arvonlisää vai painottuvatko vaikutukset rakentamisvaiheeseen.

Teollisen kokoluokan aurinkovoimahankkeen keskeisin suora kuntataloudellinen vaikutus syntyy kiinteistöverosta. Pohjois-Savon aurinkovoimapotentiaalin selvityksessä käytetyssä esimerkkilaskennassa kiinteistöverotuotoksi arvioitiin noin 3 350 euroa hehtaarilta vuodessa, mikä vastaa noin 134 000 euroa hehtaarilta 40 vuoden elinkaaren aikana. Esimerkiksi 100 hehtaarin aurinkovoimapuisto voisi tällä oletuksella tuottaa kunnalle noin 0,34 milj. euroa kiinteistövero vuodessa ja noin 13,4 milj. euroa 40 vuoden elinkaaren aikana.

Arvio on suuntaa antava eikä korvaa hankekohtaista verolaskelmaa. Kiinteistöveron toteutunut määrä riippuu muun muassa voimalan verotettavasta arvosta, rakentamiskustannuksista, kunnan veroprosenteista, verotuskäytännöstä ja hankkeen teknisestä ratkaisusta. Verohallinnon mukaan tuuli- ja aurinkovoimaloista määrätty kiinteistövero oli vuonna 2024 yhteensä 46,7 milj. euroa, mutta Verohallinnon tilastoista ei voida eritellä, kuinka suuri osa tästä kertyi aurinkovoimaloista.

Kiinteistöveron lisäksi vaikutuksia voi syntyä maanvuokrasta, rakentamisvaiheen palveluostoista, kunnallisverotuloista ja paikallisten yritysten osallistumisesta urakoihin. Nämä vaikutukset ovat kuitenkin kiinteistövero epävarmempia, sillä ne riippuvat hankintaketjuista, työvoiman saatavuudesta, omistusrakenteesta ja siitä, missä määrin suunnittelu-, rakentamis-, huolto- ja kunnossapitotyöt toteutuvat paikallisesti.

Teollisen mittakaavan investointiaineistossa korostetaan yleisesti, ettei investoinnin kokonaisarvo ole sama asia kuin Suomeen tai paikallisesti jäävä arvonlisä. Tämä koskee myös aurinkovoimaa: paneelit, invertterit ja osa erikoisurakoinnista voivat tulla alueen ulkopuolelta, jolloin pysyvä paikallinen hyöty voi jäädä kiinteistöveroon, maanvuokraan ja

rajalliseen kunnossapitoon, ellei hankkeeseen liity laajempaa teollista sähkönkäyttöä tai paikallista arvoketjua.

Pohjois-Savon aurinkovoimapotentialin selvityksen kohdekorteissa on esitetty kohdekohtaisia arvioita investointikustannuksista, työllisyysvaikutuksista ja kiinteistöverokertymästä. Niitä tulee käyttää vain suuntaa antavina skenaariolukuina, koska ne perustuvat oletuksiin voimalan koosta, käyttöiästä ja investointikustannuksesta. Ne eivät osoita, että vastaavat talousvaikutukset toteutuisivat ilman hyväksyttyä kaavaa, rahoitusta, liittymissopimusta ja rakentamispäätöstä. Taulukossa 5 esitetään esimerkinomainen arvio aurinkovoimahankkeen alue- ja kuntatalous- sekä työllisyysvaikutuksista.

Taulukko 5. Esimerkinomainen arvio aurinkovoimahankkeen alue- ja kuntatalous- sekä työllisyysvaikutuksista. Laskelma perustuu Pohjois-Savon aurinkovoimapotentialin selvityksessä käytettyihin oletuksiin. Luvut ovat suuntaa antavia eivätkä korvaa hankekohtaista kannattavuus-, vero- tai aluetalouselaskelmaa.

Aurinkovoima-alueen koko	Arvioitu vuosituotanto	Arvioitu investointi	Kiinteistövero kunnalle / vuosi	Kiinteistövero kunnalle / 40 vuotta	Laskennallinen työllisyysvaikutus
30 ha	noin 20 GWh/v	noin 20 milj. €	noin 0,10 milj. €/v	noin 4,0 milj. €	noin 240 htv
50 ha	noin 33 GWh/v	noin 33 milj. €	noin 0,17 milj. €/v	noin 6,7 milj. €	noin 400 htv
100 ha	noin 66 GWh/v	noin 66 milj. €	noin 0,34 milj. €/v	noin 13,4 milj. €	noin 790 htv
200 ha	noin 132 GWh/v	noin 132 milj. €	noin 0,67 milj. €/v	noin 26,8 milj. €	noin 1 580 htv

Taulukon luvut kuvaavat laskennallista suuruusluokkaa. Niitä ei tule tulkita toteutuviksi paikallistaloudelliseksi vaikutukseksi ilman hankekohtaista arviointia. Erityisesti työllisyysvaikutus riippuu siitä, kuinka suuri osa suunnittelusta, maanrakennuksesta, sähköasennuksista, logistiikasta, huollosta ja kunnossapidosta hankitaan paikallisesti tai alueellisesti. Kiinteistövero on kunnalle suurin ja ennakoitavin hyöty, mutta senkin määrä riippuu verotettavasta arvosta ja kulloinkin voimassa olevasta verotuskäytännöstä. Sähkönmyynnin verovaikutukset, yhteisöverot ja arvonlisävero-vaikutukset kohdistuvat laajemmin valtiolle, kunnille ja yrityksille eivätkä välttämättä jää hankkeen sijaintikuntaan.

5.2 Työllisyysvaikutukset

Aurinkovoiman työllisyysvaikutukset painottuvat suunnittelu- ja rakentamisvaiheeseen. Rakentamisessa tarvitaan muun muassa maanrakennusta, perustusten ja telien asennusta, sähköasennuksia, muuntamo- ja sähköasematyötä, kuljetuksia, mittauksia, valvontaa ja projektinjohtoa. Käyttövaiheen työllisyys on yleensä selvästi pienempi ja koostuu valvonnasta, kunnossapidosta, vikakorjauksista, kasvillisuuden hallinnasta, lumitilanteen seurannasta, turvallisuudesta ja hallinnasta.

Pohjois-Savon aurinkovoimapotentialin selvityksessä työllisyysvaikutusta arvioitiin oletuksella, jonka mukaan 1 milj. euron investointi vastaa noin 12 henkilötyövuotta. Samassa

selvityksessä investointitarpeeksi arvioitiin noin 1 milj. euroa vuosituotannon GWh kohti. Tällä laskentatavalla esimerkiksi 100 hehtaarin aurinkovoimapuiston investointi olisi noin 66 milj. euroa ja laskennallinen työllisyysvaikutus noin 790 henkilötyövuotta hankkeen elinkaaren aikana.

Luku on suuntaa antava ja kuvaa suoria ja välillisiä vaikutuksia laskentaoletusten perusteella, ei varmaa paikallista työllisyyttä. Paikallinen työllisyysvaikutus voi jäädä tätä pienemmäksi, jos paneelit, invertterit, sähkötekniset komponentit, suunnittelu tai erikoisurakointi hankitaan alueen ulkopuolelta. Pohjois-Savossa paikallisen työllisyysvaikutuksen toteutuminen riippuu erityisesti osaamisen saatavuudesta ja hankintojen kilpailutustavasta.

Vertailukohtana Huittisiin suunnitellusta erittäin suuresta aurinkovoimahankkeesta laaditussa aluetalousselvityksessä arvioitiin yli 1 400 henkilötyövuoden työllisyysvaikutus 40 vuoden elinkaaren aikana, josta runsas 600 henkilötyövuotta kohdistui suunnittelu- ja rakentamisvaiheeseen ja loput tuotantovaiheeseen. Tätä arviota voidaan käyttää vain suuruusluokan vertailuun, koska hankkeen koko, investointitaso ja laskentamenetelmä poikkeavat tarkastelualueen mahdollisista yksittäisistä hankkeista.

5.3 Vaikutusten kokonaiskuva ja suunnittelun reunaehdot

Alue- ja kuntatalous- sekä työllisyysvaikutusten lisäksi teollisen kokoluokan aurinkovoimahankkeissa on arvioitava energiaomavaraisuuteen, sähköjärjestelmään, ilmastoon, hiilinieluihin, luontoarvoihin, vesistöihin, maisemaan, asutukseen, hyväksyttävyyteen ja luvitukseen liittyvät vaikutukset. Taulukko 6 kokoaa vaikutusten myönteiset näkökohdat sekä keskeiset rajoitteet ja suunnittelutarpeet. Taulukkoa tulee käyttää yleispiirteisenä tarkistuslistana, jota tarkennetaan kohdekohtaisesti kaavoituksessa, luvituksessa ja vaikutusten arvioinnissa.

Taulukko 6. Aurinkovoiman keskeiset vaikutukset ja suunnittelun reunaehdot. Taulukko kokoaa teollisen kokoluokan aurinkovoiman keskeiset vaikutukset, rajoitteet ja lieventämistoimet. Arviointi on yleispiirteinen ja sitä tulee tarkentaa kohdekohtaisesti kaavoituksessa, luvituksessa ja vaikutusten arvioinnissa. Vaikutusten merkittävyys riippuu erityisesti nykyisestä maankäytöstä, luonto- ja maisema-arvoista, vesienhallinnasta, verkkoliitynnästä ja hankkeen koosta.

Vaikutusalue	Myönteiset vaikutukset	Keskeiset rajoitteet ja suunnittelutarpeet
Alue- ja kuntatalous	Lisää investointeja sekä maanvuokra- ja kiinteistöverotuloja. Suurissa hankkeissa verotulot voivat olla merkittäviä.	Paikalliset hyödyt riippuvat omistuksesta, hankinnoista, työvoimasta ja kunnan kustannuksista.
Työllisyys	Rakentaminen lisää työvoiman tarvetta erityisesti maanrakennuksessa, sähköasennuksissa ja kuljetuksissa.	Käyttövaiheen työllisyys on vähäinen. Hyödyt kasvavat paikallisten yritysten osallistuessa.
Energiaomavaraisuus ja sähköjärjestelmä	Lisää uusiutuvan sähkön tuotantoa ja vahvistaa energiaomavaraisuutta.	Edellyttää riittävää verkkoliityntää, siirtokapasiteettia ja tarvittaessa energiavarastoja. Pohjois-Savossa kantaverkko ja Järvinlinja ovat keskeisiä reunaehtoja.

Ilmasto ja hiilinielut	Sähköntuotanto ei aiheuta suoria päästöjä ja vähentää sähköjärjestelmän päästöjä.	Metsä- ja turvemaakohteissa hiilinielujen ja hiilivarastojen muutokset on arvioitava hankekohtaisesti.
Luontoarvot ja ekologiset yhteydet	Jo muuttuneiden alueiden hyödyntäminen vähentää painetta luonnontilaisille alueille.	Vaikutuksia voi kohdistua elinympäristöihin, lajistoon ja ekologiin yhteyksiin. Luontoselvitykset ovat tarpeen.
Vesistöt ja hulevedet	Tuotantovaihe ei aiheuta savukaasupäästöjä eikä jatkuvaa vesikuormitusta.	Rakentaminen voi lisätä valuntaa ja kiintoainekuormitusta. Vesienhallinta on suunniteltava.
Maisema ja kulttuuriympäristö	Vaikutukset voivat jäädä paikallisiksi, ja niitä voidaan lieventää sijoittelulla ja kasvillisuudella.	Avoimilla maisema-alueilla vaikutukset voivat olla merkittäviä. Tarvitaan maisema- ja kulttuuriympäristöselvityksiä.
Asutus, virkistys ja hyväksyttävyys	Hyväksyttävyys paranee, kun hanke sijoittuu jo muuttuneelle alueelle ja tuottaa paikallista hyötyä.	Lähiasutuksen ja virkistysvaikutukset voivat lisätä vastustusta. Varhainen vuorovaikutus on tärkeää.
Luvitus ja toteutettavuus	Ennakoiva kaavoitus ja viranomaisyhteistyö sujuvoittavat hankekehitystä.	Luvat määräytyvät hankkeen koon, sijainnin, vaikutusten ja verkkoliittymän perusteella. Kaavoitus, rakennuslupa, ympäristöselvitykset, verkkoliittymä ja mahdollinen YVA on selvitettävä.

5.3 Vaikutukset energiaomavaraisuuteen, huoltovarmuuteen ja kilpailukykyyn

Aurinkovoima vahvistaa sähköntuotannon kotimaisuutta ja vähentää polttoaineisiin perustuvan tuotannon tarvetta silloin, kun tuotantoa on tarjolla. Pohjois-Savon ja Pieksämäen näkökulmasta aurinkovoima voi täydentää alueen energiaomavaraisuutta erityisesti kevät- ja kesäkaudella sekä tukea sähköistyvää teollisuutta, jos tuotanto ja kulutus voidaan yhdistää verkon, sopimusten, varastoinnin tai jouston avulla.

Huoltovarmuuden kannalta aurinkovoiman vaikutus on rajallinen talvikauden huipputehon näkökulmasta, koska tuotanto on pimeimpinä kuukausina vähäistä. Ilmatieteen laitoksen mukaan suurten energiamäärien varastointi vuodenaikojen välillä on ongelmallista ja valottomina kuukausina tarvitaan muita tuotantomenetelmiä. Aurinkovoima on osa monipuolista sähköjärjestelmää, ei yksinään riittävä huoltovarmuusratkaisu.

Kilpailukykyyn kannalta aurinkovoiman merkitys voi olla suurempi, jos se liittyy teolliseen sähkönkäyttöön, vihreän siirtymän tuotantolaitoksiin, varastointiin, kulutusjoustoon tai sähkömarkkinasopimuksiin. Teollisen mittakaavan investointien aineistossa energian saatavuus ja verkkokapasiteetti tunnistetaan keskeisiksi sijaintitekijöiksi. Pohjois-Savon ja Pieksämäen aurinkovoimaa ei tule tarkastella vain tuotantoalueina, vaan osana laajempaa sähköverkon ja teollisen kulutuksen kokonaisuutta.

5.4 Ympäristö-, maisema- ja hyväksyttävyysvaikutukset

Aurinkovoiman käytönaikaiset päästöt ovat vähäisiä, mutta maa-alueiden käytön vaikutukset voivat olla paikallisesti merkittäviä. Vaikutuksia voi syntyä puuston poistosta, maaperän muokkauksesta, ojituksesta ja vesienhallinnan muutoksista, elinympäristöjen

pirstoutumisesta, maisemakuvan muuttumisesta, virkistyskäytön rajoittumisesta, heijastus- ja häikäisyvaikutuksista sekä rakentamisvaiheen liikenteestä.

Aurinkovoiman ilmastohyötyä tulee tarkastella elinkaarisesti. Käyttövaiheessa aurinkosähkö on vähäpäästöistä, mutta kokonaisvaikutuksiin vaikuttavat myös paneelien valmistus, materiaalit, kuljetukset, perustamistapa, maankäytön muutos, puuston poisto, turvemaiden käsittely, kunnossapito, purku ja kierrätys. Paneelit ovat teknisesti kierrätettävissä, mutta arvokkaiden ja kriittisten materiaalien talteenotto sekä kierrätyksen taloudellinen kannattavuus edellyttävät edelleen järjestelmällistä kehittämistä.

Pohjois-Savon maakuntakaavaehdotuksen aurinkoenergiamääräykset ohjaavat tuotantoalueita pois ojittamattomilta luonnontilaisilta soilta ja ensisijaisesti muualle kuin metsäpeitteisille alueille. Tämä on linjassa valtakunnallisen ohjauksen kanssa, jossa aurinkovoimarakentamista pyritään suuntaamaan rakennettuun ympäristöön, turvetuotannosta vapautuneille alueille ja joutomaille sekä välttämään peltojen ja metsämaan merkittävää käyttöä.

Hyväksyttävyyys ei ratkea pelkästään teknisellä soveltuvuudella. Läheinen asutus, avoin maisemasijainti, virkistyskäyttö, maanomistajien asema, luonnonarvot ja vaihtoehtoinen maankäyttö vaikuttavat siihen, miten aurinkovoimaan suhtaudutaan. Pieksämäen Selkiö-Tahinsuo on esimerkki alueesta, jossa verkkoläheisyys voi tukea teknistä toteutettavuutta, mutta lähiasutus sekä metsä- ja suoalueiden käyttö edellyttävät tarkkaa kaavoituksellista ja vaikutusten arviointia.

6 Johtopäätökset

6.1 Keskeiset havainnot

Pohjois-Savossa on tunnistettu teollisen mittakaavan aurinkovoiman alueellista potentiaalia erityisesti turvetuotantoalueiden, käytöstä poistuvien tuotantoalueiden ja muiden jo muuntuneiden maa-alueiden yhteydessä. Tämä potentiaali on maankäytöllisesti kiinnostavaa, koska se voi vähentää painetta sijoittaa aurinkovoimaa viljelyskäytössä oleville pelloille tai yhtenäisille metsäalueille. Potentiaali ei kuitenkaan ole sama asia kuin toteutettavissa oleva hankekanta.

Pieksämäellä koko kunnan potentiaalista ei ole käytettävissä vastaavaa paikkatietopohjaista analyysiä kuin Pohjois-Savosta. Pieksämäen alueella on aurinkovoiman kehittämisedellytyksiä ainakin yksittäisen tunnistetun kohteen perusteella, mutta määrällinen kokonaisarvio vaatii erillisen selvityksen.

Sähköverkko on alueellisen priorisoinnin kriittisin yksittäinen tekijä. Säteil-yolosuhteet riittävät aurinkovoimaan, mutta verkkoliittymän kapasiteetti, etäisyys ja kustannus voivat ratkaista hankkeen toteutettavuuden. Fingridin ja alueellisten verkonhaltijoiden suunnitelmat osoittavat, että Itä-Suomen verkkoa kehitetään ja sen tarpeita seurataan, mutta tämä ei poista hankekohtaisen liittymäselvityksen tarvetta.

6.2 Realistisimmat kehityssuunnat

1. Pohjois-Savossa aurinkovoiman kohdentaminen ensisijaisesti alueille, joilla nykyinen maankäyttö on jo muuttunut ja joilla sähköverkon läheisyys tukee toteutettavuutta. Tällaisia voivat olla käytöstä poistuvat turvetuotantoalueet, olemassa olevien sähkölinjojen läheisyydessä sijaitsevat avoimet alueet, teollisuuden tai energiainfran yhteydessä olevat alueet sekä kohteet, joissa ympäristö- ja maisemavaikutukset jäävät hallittaviksi.
2. Aurinkovoiman yhdistäminen teolliseen sähkönkäyttöön, akkuvarastointiin tai kulutusjousto. Tämä voi parantaa tuotannon arvoa ja vähentää verkkovaikutuksia, mutta edellyttää erillistä sopimus-, teknologia- ja verkkosuunnittelua.
3. Kattosähkön ja hajautetun tuotannon täydentävä hyödyntäminen kuntien, yritysten ja kiinteistöjen omassa sähkökäytössä. Tämä ei korvaa teollisen mittakaavan aurinkovoiman alueellista tarkastelua, mutta se voi vähentää ostosähkön tarvetta ja tukea paikallista energijärjestelmää rakennetuilla alueilla. Motiva korostaa, että aurinkosähkö soveltuu erityisesti kohteisiin, joissa paneeleille on sopiva sijoituspaikka ja tuotettua sähköä voidaan käyttää riittävästi itse.

6.3 Keskeiset riskit ja epävarmuudet

Keskeinen riski on, että tekninen tai maankäytöllinen potentiaali tulkitaan virheellisesti toteutuvaksi kapasiteetiksi. Pohjois-Savon 14 000 hehtaarin turvetuotantoon soveltuvat alueet ja noin 5 400 hehtaarin varsinaiset turvetuotantoalueet ovat lähtöaineistoa, eivät toteutettavissa oleva aurinkovoimareservi. Jokainen alue edellyttää erillistä arviointia.

Keskeinen epävarmuus liittyy verkkokapasiteettiin. Aurinkovoimalaa ei voi pitää lähivuosina toteuttamiskelpoisena ilman verkonhaltijan vahvistamaa liittymämahdollisuutta, kustannusarviota ja aikataulua. Tämä koskee myös alueita, joiden lähellä on suurjännitelinja.

Riski liittyy myös maankäyttökonflikteihin. Pellot, metsäalueet, luonnontilaiset suot, ekologiset yhteydet, maisema-alueet, vesistövaikutukset, lähiasutus ja puolustusvoimien järjestelmät voivat rajata potentiaalia merkittävästi. Pohjois-Savon kaavaehdotus nostaa nämä kysymykset nimenomaisesti suunnittelumääräyksiin.

Taloudelliset riskit liittyvät paneelien ja laitteiden kustannuskehitykseen, korkotasoon, sähkön markkinahintaan, mahdollisiin tukijärjestelmiin, PPA-sopimusten saatavuuteen, taseriskeihin ja verkkoon liittymisen kustannuksiin. Teollisen mittakaavan investointiaineisto korostaa, että hankekehitykseen liittyy pitkiä aikajäniteitä, rahoitusriskiä ja luvitukseen liittyviä epävarmuuksia.

Aurinkopaneelien toimitusketju on vahvasti kansainvälinen ja keskittynyt. Tämä ei estä aurinkovoimahankkeiden toteuttamista, mutta se on huomioitava hankintariskinä, kustannusepävarmuutena, huoltovarmuuskysymyksenä ja julkisen rahoituksen arvioinnissa. Erityisesti suurissa hankkeissa paneelien, invertterien, muuntajien ja sähköasemakomponenttien saatavuus, toimitusajat ja sopimusehdot voivat vaikuttaa toteutusaikatauluun ja kustannuksiin.

Aurinkovoiman alue- ja kuntataloudellisia vaikutuksia voidaan arvioida karkealla tasolla, mutta nykyisessä selvitysvaiheessa niitä tulee käsitellä skenaarioluonteisina. Kunnan kannalta varmin hyöty syntyy kiinteistöverosta, kun taas työllisyys-, kunnallisvero- ja yritysvaikutukset riippuvat hankkeen toteutusmallista ja paikallisten toimijoiden osallistumisesta. Taulukkoon 7 on koottu keskeiset riskit, vaikutukset ja jatkoselvitystarpeet.

Taulukko 7. Keskeiset riskit, vaikutukset ja jatkoselvitystarpeet

Riski tai epävarmuus	Mahdollinen vaikutus	Jatkoselvitystarve
Verkkoliityntä ei toteudu suunnitellusti	Hanke viivästyy, pienenee tai jää toteutumatta.	Verkonhaltijan alustava liityntäselvitys, kustannusarvio ja aikataulu jokaiselle priorisoidulle alueelle.
Turvemaan kantavuus ja vesitalous osoittautuvat ongelmallisiksi	Perustamiskustannukset ja vesistövaikutukset kasvavat.	Maaperä-, kuivatus-, hulevesi- ja vesistövaikutusten selvitys.
Pelto- tai metsäalueisiin kohdistuu hyväksyttävyysongelmia	Kaavoitus vaikeutuu ja valitusriski kasvaa.	Aluekohtainen vaihtoehtoiskäyttö- ja hyväksyttävyysoanalyysi.
Luonto- ja ekologiset yhteydet pirstoutuvat	Luontoarvot heikkenevät ja lupaprosessit vaikeutuvat.	Luontoselvitykset, ekologisten yhteyksien tarkastelu ja lieventämistoimet.
Maisema- ja kulttuuriympäristövaikutukset aliarvioidaan	Paikallinen vastustus ja kaavallinen epävarmuus kasvavat.	Maisema-analyysi, näkymäalueet, suojavyöhykkeet ja havainnekuvat.
Taloudellinen malli perustuu liian optimistisiin sähkön hintaoletuksiin	Kannattavuus heikkenee ja rahoitus voi estyä.	Herkkyysanalyysi sähkön hinnasta, PPA-sopimuksista, korkotasosta ja taseriskistä.
Tuotannon kausivaihtelua ei huomioida	Energiaomavaraisuuden ja huoltovarmuuden vaikutukset yliarvioidaan.	Tuotantoprofiilin, kulutuksen, varastoinnin ja jouston yhteistarkastelu.
Pieksämäen tietopohja jää yksittäisen kohteen varaan	Kuntakohtainen priorisointi vääristyy.	Pieksämäen koko kunnan kattava aurinkovoimapotentialin paikkatietoanalyysi.
Puolustusvoimien, tutka- tai tietoliikennejärjestelmien vaikutukset jäävät myöhäiseen vaiheeseen	Suunnitteluun voi tulla merkittäviä muutoksia.	Varhainen viranomaisvuoropuhelu ja lausuntotarpeiden tunnistaminen.

Sisältöä on tuotettu AI-avusteisesti.

Lähdeluettelo

Energiavirasto. 2025. Aurinkosähkön tuotantokapasiteetti kasvoi 24 % vuonna 2024. Linkki: <https://energiavirasto.fi/-/aurinkosahkon-tuotantokapasiteetti-kasvoi-24-vuonna-2024>

Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus / Uusiutuvan energian lupaneuvonta ja yhteyspisteviranomainen. 2024. Uusiutuvan energian tuotantolaitosten lupa- ja muut hallinnolliset menettelyt. Menettelykäsikirja. Linkki: <https://lvv.fi/documents/242146171/251306214/Uusiutuvan%20energian%20tuotantolaitosten%20lupamenettelyt%20ja%20muut%20hallinnolliset%20menettelyt%20menettelykasikirja2024.pdf/18fa1ac5-f692-657f-99aa-10fdb9752ede/Uusiutuvan%20energian%20tuotantolaitosten%20lupamenettelyt%20ja%20muut%20hallinnolliset%20menettelyt%20menettelykasikirja2024.pdf?t=1764244138811>

Euroopan komissio, Joint Research Centre. Photovoltaic Geographical Information System, PVGIS. Linkki: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic-geographical-information-system-pvgis_en

FCG Finnish Consulting Group Oy / Pohjois-Savon liitto. 2023. Pohjois-Savon aurinkovoimapotentialin selvitys. Linkki: <https://www.pohjois-savo.fi/media/4-maakuntakaavat-ja-liikenne/valmisteilla-olevat-maakuntakaavat/kaavaselvitykset/psmk2040-aurinkovoima.pdf>

FCG Finnish Consulting Group Oy / Pohjois-Savon liitto. 2023. Pohjois-Savon aurinkovoimapotentialin selvitys, Liite 1: Kohdekortit. Linkki: <https://www.pohjois-savo.fi/media/4-maakuntakaavat-ja-liikenne/valmisteilla-olevat-maakuntakaavat/kaavaselvitykset/psmk2040-aurinkovoima-liite1.pdf>

Fingrid Oyj. 2025. Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2026–2035. Linkki: https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/kantaverkko/kantaverkon-kehittaminen/kantaverkon-kehittämissuunnitelma-2026-2035/fingrid_kehittämissuunnitelma_loppuraportti_25-22-12-2025-paivitetty.pdf

Fingrid Oyj. 2025. Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2026–2035: Joensuun aluetilaisuuden aineisto. Linkki: https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/kantaverkko/kantaverkon-kehittaminen/joensuu_materiaali_fingrid-kantaverkon-kehittämissuunnitelma-2026--2035.pdf

Fingrid. Harjulinja, Murtoperä–Kauppila. Linkki: <https://www.fingrid.fi/kantaverkko/rakentaminen/hankkeet/harjulinja/>

Fingrid Oyj. Huutokoski–Kontiolahti-voimajohtohanke. Linkki: <https://www.fingrid.fi/kantaverkko/rakentaminen/hankkeet/huutokoski-kontiolahti/>

Fingrid Oyj. 2018. Huutokosken sähköaseman uudistaminen. Linkki: <https://www.fingrid.fi/kantaverkko/rakentaminen/arkisto/huutokoski>

Fingrid Oyj. 2023. Fingridin suunnittelema sähköasemalaajennus mahdollistaa uusiutuvaa energiaa Itä-Suomeen. Linkki: <https://www.fingrid.fi/ajankohtaista/tiedotteet/2023/fingridin-suunnittelema-sahkoasemalaajennus-mahdollistaa-uusiutuvaa-energiaa-ita-suomeen>

Fingrid Oyj. 2026. Järvilinjan vahvistaminen. Linkki: <https://www.fingrid.fi/kantaverkko/rakentaminen/hankkeet/jarvilinjan-vahvistaminen>

Fingrid Oyj. 2026. Kantaverkon liittymismaksut 2026. Linkki:

<https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/palvelut/kulutuksen-ja-tuotannon-liittaminen-kantaverkkoon/liittymismaksut-2026.pdf>

Fingrid Oyj. Liittyminen kantaverkkoon. Linkki: <https://www.fingrid.fi/kantaverkko/liitynta-kantaverkkoon/>

Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE. 2025. Photovoltaics Report. Linkki:

<https://www.ise.fraunhofer.de/en/publications/studies/photovoltaics-report.html>

Ilmatieteen laitos. Sää ja energia – kysymyksiä ja vastauksia. Linkki:

<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/saa-ja-energia-kysymyksiä-ja-vastauksia>

Ilmatieteen laitos. 2025. Lumen väheneminen parantaa aurinkoenergian tuotantoedellytyksiä Suomessa. Linkki: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/tiedote/3Uleuc9s5NHBU5Gwz0rOJZ>

Joroisten kunta. 2023. Tervajoensuon aurinkovoimalan osayleiskaava, kaavaselostus.

Kunnanvaltuuston hyväksymä 29.5.2023 § 17. Linkki: https://www.joroinen.fi/wp-content/uploads/pdf/Kaavat/Joroinen_Tervajoensuon-oyk_Kaavaselostus_Kv-hyv-29.5.2023-%C2%A7-17.pdf

Hallanvahdin aurinkovoimala. 2026. Hallanvahdin aurinkovoimala. Linkki:

<https://www.hallanvahdinaurinkovoimala.fi/>

Lupa- ja valvontavirasto. Uusiutuvan energian menettelykäsikirja. Linkki:

<https://lvv.fi/ymparisto/uusiutuvan-energian-menettelykasikirja>

Motiva. Auringonsäteilyn määrä Suomessa. Linkki:

<https://www.motiva.fi/tietopankki/auringonsateilyn-maara-suomessa/>

Motiva. Aurinkosähkö. Linkki: <https://www.motiva.fi/aurinkosahko/>

Pieksämäen kaupunki. Selkiö–Tahinsuon aurinkovoimalan asemakaavamuutos. Linkki:

<https://www.pieksamaki.fi/asemakaava-selkio-tahinsuon-aurinkovoimalan-asemakaavamuutos/>

Pieksämäen kaupunki. 2024. Selkiö–Tahinsuon aurinkovoimalan osayleiskaava, osallistumis-

ja arviointisuunnitelma. Linkki: https://www.pieksamaki.fi/wp-content/uploads/Liite-1_Osallistumis-ja-arviointisuunnitelma.pdf

Pohjois-Savon liitto. 2026. Pohjois-Savon maakuntakaava 2040, 3. vaihe: aurinkovoima,

vetytalous ja kauppa. Linkki: <https://www.pohjois-savo.fi/maakuntakaavat-ja-liikenne/valmisteilla-olevat-maakuntakaavat.html>

Suomen uusiutuvat ry. Toiminnassa olevat aurinkovoimalat. Linkki:

<https://suomenuusiutuvat.fi/aurinkovoima/aurinkovoimahankkeet-ja-voimalat-suomessa/toiminnassa-olevat-aurinkovoimalat/>

Suomen Teollisuussijoitus Oy. 2025. Teollisen mittakaavan hankkeet 2025. Linkki:

<https://tesi.fi/wp-content/uploads/2025/10/Teollisen-mittakaavan-hankkeet-2025-final.pdf>

Taaleri Oyj. 2025. Hallanvahti. Linkki: <https://taaleri.com/fi/sijoitus/hallanvahti/>

Verohallinto. 2024. Tuuli- ja aurinkovoimaloiden tuomat kiinteistöverotuotot eivät jakaudu tasaisesti: osalle kunnista merkittävä tulonlähde, osa jää nollille. Linkki:

<https://www.vero.fi/tietoa-verohallinnosta/uutishuone/lehdist%C3%B6tiedotteet/2024/tuuli-ja-aurinkovoimaloiden-tuomat-kiinteistoverotuotot-eivat-jakaudu-tasaisesti-osalle-kunnista-merkittava-tulonlahde-osa-jaa-nollille/>

Yle. 2025. Harvinainen selvitys: Iso aurinkovoimala jättää satojen miljoonien eurojen tulot Suomeen. Linkki: <https://yle.fi/a/74-20143737>

Energia Masterplan

Ympäristöministeriö. Aurinkovoimarakentaminen. Linkki:

<https://ym.fi/aurinkovoimarakentaminen>

Ympäristöministeriö. 2025. Rakentamislaki. Linkki: <https://ym.fi/rakentamislaki>

