

# Joensuun energiaselvitys

## LOPPURAPORTTI

Joensuun kaupunki

31.10.2024

P50644

FCG Finnish Consulting Group Oy

31.10.2024

## Sisällys

1	Johdanto .....	5
1.1	Selvityksen tausta ja tavoite .....	5
1.2	Vuorovaikutus .....	5
2	Joensuun seudun yhdyskuntarakenne ja yleiskaava 2040 tavoitteet .....	6
2.1	Aluerakenne .....	6
2.2	Ydinalueen yhdyskuntarakenne / Kaupunkiseudun kehittämisen kohdealue .....	6
2.3	Työpaikat ja palvelut .....	9
2.4	Asuminen.....	10
2.5	Yhteysverkot / liikenne.....	11
2.6	Elinkeinot.....	13
2.7	Pohjois-Karjalan maakuntakaava 2040 tavoitteet ja teemat.....	13
2.8	Tulevaisuudennäkymiä.....	14
3	Energiatuotannon ja kulutuksen nykytila .....	15
3.1	Energiantuotanto ja -kulutus Suomessa ja Pohjois-Karjalassa .....	15
3.2	Vihreän siirtymän investoinnit .....	17
4	Lainsäädäntö ja ohjaus .....	18
4.1	Tuulivoima .....	19
4.2	Aurinkovoima .....	20
4.3	Geoenergia .....	21
4.4	Pienydinvoima .....	22
5	Uusiutuvan ja muun energiantuotannon ja käytön potentiaali .....	23
5.1	Tuulivoima .....	24
5.2	Aurinkovoima .....	25
5.3	Geoenergia .....	28
5.4	Lämmön varastointimahdollisuudet .....	30
5.5	Bioenergia.....	32
5.6	Pienydinvoima .....	34
5.7	Vedyntuotanto .....	36
5.8	Sähköenergiavarastot.....	37

31.10.2024

6	Energiantuotannon ja -käytön maankäytölliset vaikutukset.....	38
6.1	Tuulivoima yhteisvaikutukset.....	41
6.2	Aurinkovoima yhteisvaikutukset.....	49
6.3	Geoenergia yhteisvaikutukset.....	50
6.4	Pienydinvoima yhteisvaikutukset.....	50
6.5	Vedyntuotannon yhteisvaikutukset .....	51
6.6	DNSH-arvio .....	52
7	Hajautettu energiantuotanto .....	59
7.1	Paikalliset ratkaisut teollisuudessa .....	62
7.2	Joensuun seudun kattopinta-alan aurinkovoimapotentiaali .....	64
7.3	Joensuun seudun teollisuus- ja liikekeskittymät.....	67
8	Sähkönsiirtoverkko .....	79
9	Ilmastonmuutoksen vaikutukset energiantuotantoon ja -jakeluun Joensuun seudulla.....	85
10	Huoltovarmuus .....	87
11	Yhteenveto ja loppupäätelmät .....	88
	Lähteet .....	91

31.10.2024

FCG Finnish Consulting Group Oy ("FCG") on laatinut tämän raportin FCG:n asiakkaan ("Joensuun kaupunki") toimeksiannon ja ohjeiden mukaisesti. Tämä raportti on laadittu FCG:n ja Asiakkaan välisen sopimuksen ehtojen mukaisesti. **FCG ei ole vastuussa tästä raportista tai sen käytöstä suhteessa mihinkään muuhun tahoon kuin Asiakkaaseen.**

Tämä raportti voi perustua kokonaan tai osaksi kolmansien osapuolten FCG:lle antamiin tietoihin tai julkisiin lähteisiin ja näin ollen tietoihin, joihin FCG:llä ei ole ollut vaikutusmahdollisuuksia. FCG toteaa nimenomaisesti, ettei sillä ole vastuuta sille annettujen virheellisten tai puutteellisten tietojen perusteella.

Kaikki oikeudet (mukaan lukien tekijänoikeudet) tähän raporttiin kuuluvat FCG:lle, tai Asiakkaalle, mikäli niin on sovittu FCG:n ja Asiakkaan välillä. Tätä raporttia tai sen osaa ei saa muokata tai käyttää uudelleen toiseen tarkoitukseen ilman FCG:n kirjallista lupaa.

Selvitystyön on laatinut FCG Finnish Consulting Group Oy: Jan Tvrdy, Inka Uutela, Mikko Salminen, Mirjam Hyvönen.

Tämä selvitys on Ympäristöministeriön rahoittama. Kyseessä on avustus vihreän siirtymän investointihankkeiden edistämiseksi, avustuspäätös VN/27880/2022.



Ympäristöministeriö  
Miljöministeriet

31.10.2024

# 1 Johdanto

## 1.1 Selvityksen tausta ja tavoite

Suomen energiajärjestelmän toimintavarmuus ja hajautuminen on olennaista toimintavarmuuden kannalta. Myös geopoliittinen tilanne on muuttanut energiahuollon riskien kysymyksiä nopeasti. Uusiutuvan energian teknologiat ja koko energiajärjestelmä kehittyvät samalla nopeasti. Kehityksen ennakoimiseksi tulee maankäytössä sovittaa yhteen toimintaympäristön näkökulmia laajasti ja monitasoisesti. Mahdollisia tilatarpeita on hyvä huomioida yleiskaava tasolla. Tässä työssä selvitetään potentiaalisia teollisen mittakaavan uusiutuvan energian tuotantoalueita ja siihen liittyviä infrastruktuurin tarpeita. Työssä huomioidaan tuotannon maankäytölliset reunaehdot ja lainsäädäntö.

Joensuun, Kontiolahden, Liperin, Outokummun ja Polvijärven kuntien alueelle laaditaan maankäyttö- ja rakennuslain 46 §:n mukainen kuntien yhteinen yleiskaava. Kaava korvaa samalla alueella voimassa olevan Joensuun seudun yleiskaava 2020:n. Yleiskaavassa esitetään suunnittelualueen tavoitteellinen yhdyskuntarakenne vuoteen 2040 mennessä. Kaavalla ohjataan muun muassa asumisen, liikenteen, työpaikka- ja teollisuus sekä viher- ja virkistysalueiden maankäyttöä tulevaisuudessa. Kaavassa osoitetaan tarpeelliset suojelukohteet ja -alueet sekä rakennetun kulttuuriympäristön ja maiseman arvot. Kaavan tavoitteena on suunnitella ja ohjata laajoja ylikunnallisia maankäyttöön liittyviä kokonaisuuksia. Yleiskaava ei suoraan mahdollista rakentamista MRL 77a § mukaisesti esim. tuuli- ja aurinkovoimaloille.



Kuva 1. Selvitystyön eteneminen.

## 1.2 Vuorovaikutus

Työ toteutettiin vuoden 2024 tammi-lokakuussa. Työn aloituskokous järjestettiin 12.1.2024, raporttiluonnos valmistui heinäkuussa ja lopullinen raportti lokakuussa 2024. Työssä järjestettiin 4 työkokousta sekä loppukokous ohjausryhmän kanssa.

Selvityksessä on huomioitu Pohjois-Karjalan maakuntaliiton koostama Pohjois-Karjalan energiainfrastruktuurin nykytilan selvitys (luonnos 13.9.2023, Rantanen), jonka yhteydessä on

31.10.2024

toteutettu asiantuntijakysely sekä kansalaiskysely, sekä FCG:n toteuttama Pohjois-Karjalan energiainfrastruktuurin kehitys ja maankäytölliset tarpeet vuoteen 2040 mennessä-selvitys.

## 2 Joensuun seudun yhdyskuntarakenne ja yleiskaava 2040 tavoitteet

### 2.1 Aluerakenne

Joensuun seutu on laaja asumisen, työssäkäynnin ja palveluiden alue, joka on hyvien liikenneyhteyksien vuoksi monin tavoin helposti saavutettavissa. Joensuun kaupunkikeskustan ja kaupunkiseudun kehitys pitää koko maakunnan elinvoimaisena ja kilpailukykyisenä. Kaupunkiseutuun kuuluvien lähikuntien kuntakeskukset ovat hyviä ympäristöjä asumiseen ja ne tarjoavat monipuolisia lähipalveluita ja työpaikkoja. Laajalla maaseutualueella on peruselinkeinojen ohella myös muuta elinkeinotoimintaa, ja se tarjoaa vaihtoehtoisia asumisen, vapaa-ajan ja elinkeinotoimintojen sijoittamisvaihtoehtoja.

Kaupunkiseutu poikkeaa merkittävästi ympäröivästä maakunnasta ja asettuu valtakunnallisesti tarkastellen maakuntakeskusten ryhmään. Hajanainen aluerakenne ja epätasapainoinen väestökehitys asettavat alueen suunnittelulle suurimmat haasteet, koska osassa kuntia väkiluku kasvaa, toisissa vähenee. Seutu jakautuu väestöltään kasvavaan ydinalueeseen ja taantuvaan reuna-alueeseen. Reuna-alueiden väestönkehitys noudattelee koko Pohjois-Karjalan väestönkehitystä. (Taajamien väestömäärä on kasvanut Pohjois-Karjalassa viimeisen noin kymmenen vuoden aikana lähes 10 000 asukkaalla. Vahva kasvu on keskittynyt Joensuun kaupunkiseudulle samaan aikaan kun Joensuun kaupunkiseudun ulkopuolella taajamien väestömäärä on laskenut myös kuntakeskuksissa / Maakuntakaava selostus) Kuntakeskukset ovat muodostaneet selkeitä yhdyskuntarakenteen solmukohtia, itsenäisiä alakeskuksia; asutus-, työpaikka- ja palvelukeskittyymiä, joiden ulkopuolella yhdyskuntarakenne on kuitenkin hajautunut.

### 2.2 Ydinalueen yhdyskuntarakenne / Kaupunkiseudun kehittämisen kohdealue

Joensuun kaupunkiseudulla tarkoitetaan maakuntakaavan yhteydessä Joensuun ydinkaupunkia ja siihen toiminnallisesti kiinteästi kuuluvia lähitaajamia, työpaikka-alueita ja muita alueita mukaan lukien virkistysalueet noin 25–30 kilometrin etäisyydellä Joensuun keskustasta (Maakuntakaava 2040 selostus). Alle 30 kilometrin etäisyydellä Joensuun keskustasta asui vuoden 2022 ruututietokannan (Tilastokeskus 2023) mukaan kaikkiaan noin 99 000 ihmistä ja työpaikkoja alueella oli kaikkiaan noin 37 000. Ydinalueen yhdyskuntarakenne muotoutuu keskustaajamasta pääteiden suuntiin kasvavaksi sormimaiseksi rakenteeksi. Yhdyskuntatalouden kannalta on edullista eheyttää taajamien rakenteita ja ohjata mahdollisimman suuri osa kasvusta nykyisen taajamarakenteen sisälle.

31.10.2024

Joensuun kaupungin rajan tuntumassa sijaitsevat Ylämyllyn, Lehmon ja Reijolan taajamat ovat tiiviissä yhteydessä keskustaaamaan. Näiden varaan on muodostunut kaupunkiseutua luonnehtiva kolmilehtimäinen rakenne, joka muodostaa yhdyskuntarakenteen perustan. Lehmon taajaman kasvupaine on kohdentumassa eritasoliittymän yli Jaamankankaan puolelle. Seudullisesti Lehmon alue on ja tulee olemaan Joensuun kaupunkiseudun pohjoisen suunnan vahvaa kasvualuetta. Kaupunkiseudun muut kasvualueet lähes samalla etäisyydellä Joensuun kaupunkikeskustasta ovat Multimäki – Kulho idässä, Karhunmäki – Reijola - Niittylahti etelässä ja Marjala – Ylämyllyn ympäristö lännessä. Kaupunkiseudun ydinalue on tiivistymässä yhtenäiseksi ylikunnalliseksi kaupunkimaiseksi taajamaksi kuntarajoista riippumatta. Yhdyskuntarakenteen laajeneminen maakuntakaavassa esitetyn taajamarajauksen ulkopuolelle kohti Onttolaa nähdään tulevan ajankohtaiseksi maakuntakaavan tavoitevuoden 2040 jälkeen.

Yhdyskuntarakenteen edelleen tiivistäminen pääteiden suuntaisesti on yhdyskuntatalouden kannalta edullista ja parantaa joukkoliikenteen toimintaedellytyksiä ja saavutettavuutta kevyellä liikenteellä. Yhtenäisellä luonto- ja virkistysalueverkostolla parannetaan kaupunkiseudun viihtyisyyttä sekä turvataan luonto- ja kulttuuriarvojen säilyminen. Alueella on huomattava vaikutus kaupunkiseudun työssäkäynnin, kaupan palvelujen saatavuuden ja elinkeinon sijoittumisen kannalta. Alue on osittain vahvaa maaseutua ja tarjoaa vaihtoehtoisia asumisen mahdollisuuksia maaseutu-ympäristössä. Maakuntakaavamääräysten tarkoituksena on edistää yhdyskuntarakenteen eheyttämistä ja tukea maaseutualueiden palvelurakenteen säilymistä ohjaamalla rakentamista kunta- ja kyläkeskuksiin sekä turvata maaseutu-elinkeinojen kehittämismahdollisuudet siihen hyvin soveltuvilla alueilla. Tietoliikenneyhteyksien kehittäminen mahdollistaa etätyöskentelyyn soveltuvan asumisen ja vapaa-ajantoiminnan kehittämisen sekä maaseutu-asutuksen ja -elinkeinojen tietoliikennetarpeiden säilymisen ajan tasalla. (Maakuntakaava 2040, selostus)

Vetovoimaisen Joensuun kaupunkikeskustan vaikutus heijastuu vahvasti ko. kaupunkiseudun kehittämisen kohdealueelle. Asuminen, työssäkäynti ja päivittäiset palvelut ovat alueella hyvien liikenneyhteyksien vuoksi henkilöautolla alle puolen tunnin sisällä saavutettavissa. Myös julkisen liikenteen toimintamahdollisuudet työssäkäyntiin ja muihin päivittäisiin liikkumistarpeisiin ovat vielä kohtuullisen hyvät. Kaupunkiseutuun kuuluvien lähikuntien kuntakeskukset ovat hyviä asuin-ympäristöjä ja tarjoavat monipuolisia lähipalveluita ja työpaikkoja. Laajalla maaseutualueella on peruselinkeinojen ohella myös muuta elinkeinotoimintaa, ja se tarjoaa vaihtoehtoisia asumisen, vapaa-ajan ja elinkeinotoimintojen sijoittamisvaihtoehtoja.

### *Kontiolahti*

Kontiolahden alakeskus: Kontiolahden kirkonkylän hallinnon ja palvelut käsittävä keskusta-alue Keskuskadun molemmin puolin. (Maakuntakaava 2040, selostus) Kontiolahden strategisen yleiskaavan lähtökohtana oletetaan Kontiolahden väestön ja myös työpaikkojen määrän kasvavan tulevaisuudessa hyötyen Joensuun seudun kehityksestä. Tätä lähtökohtaa tukee Tilastokeskuksen väestöennuste, jonka mukaan Kontiolahden väestömäärä kasvaa noin 2 500 henkilöllä vuoteen 2040

31.10.2024

mennessä. Muuttotilastojen mukaan Kontiolahdelle muutetaan pääosin Joensuusta. Rakentamisen odotetaan suuntautuvan erityisesti kirkonkylä-Lehmo-akselille valtatie läheisyyteen sekä Onttolaan, jonne kaavassa on osoitettu sekä nykyisten alueiden tiivistämistä että uusia aluevarauksia. Vaikka Joensuun läheisyys ja keskustaaajaman merkitys kehitettävänä ympäristönä painottuu, myös maaseutuasumisen uskotaan kiinnostavan osaa muuttajista. Kunnan sisäistä muuttoa on jonkin verran odotettavissa sekä maaseudulta taajamaan että päinvastoin taajamasta kylien maaseutumaisemiin ja -rannoille. Keskeisinä teknologia- ja teollisuustoiminnan kehittämisspaikkoina kaavassa nousevat esille Raatekankaan/ Raatesuon alue sekä Lehmon sekä Uuron eritasoristeysten alueet. Kahden jälkimmäisen osalta kehittämismahdollisuudet ovat otollisia hyvien yhteyksien johdosta. (Kontiolahden strateginen yleiskaava 2040, selostus).

Kontiolahden energiankulutus tulee kasvamaan asukasluvun kasvun ja investointien myötä. Energiantuotantoalueiden ja siirtoverkkojen investoinnit tulee ottaa huomioon suunnittelussa.

### *Liperi*

Liperi sijaitsee aivan Joensuun kaupungin vieressä ja kasvaa Joensuun imussa. Valtatie 9 (Turku-Niirala) ja valtatie 23 (Pori-Joensuu) kulkevat Liperin kautta. Joensuun lentoasema sijaitsee Liperin puolella. Lähimpänä Joensuuta sijaitsevat Ylämylly, Honkalampi ja Jyrinkylä ovat suosittuja asuinalueita. Liperin asemakaava-alueet sijoittuvat kolmeen taajamaan kirkonkylän, Viinijärven ja Ylämyllyn alueille. Ylämylly, Jyrinkylä ja Honkalampi eivät muodosta omaa taajamaansa, vaan ne ovat osa Joensuun keskustaaajamaa, joka ulottuu Joensuun kaupungin ja Liperin lisäksi myös Kontiolahden kunnan alueelle. Liperin alakeskus: Liperin kirkonkylän hallinnon ja palvelut käsittävä keskusta-alue Keskustien molemmin puolin mukaan lukien keskustan kiertoliittymän lähialue - Ylämyllyn alakeskus: Liperin Ylämyllyn ostoskeskus lähialueineen mukaan lukien Ylämyllyn kiertoliittymän lähialue. Honkalammen ja Välikankaan alueella on maakuntakaavassa osoitettuja työpaikka-alueita (TP) Palvelun ja hallinnon alueita sijaitsee Luovin alueella Käsämässä sekä Honkalammen alueella. Liperin Ylämyllyn puunkuormauspaikka on tavoitteena poistaa yhdyskuntarakenteen muun kehittämisen tieltä. (Maakuntakaava 2040, selostus) Liperissä on runsaasti loma-asutusta sekä lukuisia kyliä.

Liperin energiankulutus tulee kasvamaan asukasluvun kasvun ja investointien myötä. Energiantuotantoalueiden ja siirtoverkkojen investoinnit tulee ottaa huomioon suunnittelussa.

### *Outokumpu*

Maakuntakaavassa on osoitettu seudullista merkitystä omaavien taajamien ympärille taajamaseudun kehittämisen kohdealue Outokumpuun. Outokumpu on myös osittain seudullisia palveluja tarjoava keskus lähellä 9-tietä. Outokummussa lähes kaikki merkittävät ranta-alueet ovat oikeusvaihteisten yleiskaavojen piirissä. Outokummussa sijaitsee merkittäviä työpaikka-alueita esim. Turulassa (TP) ja Sysmäjärven teollisuusalueella (t), jotka on osoitettu maakuntakaavassa. Pohjois-Karjalassa nykyinen kaivosteollisuus sijoittuu suurimmaksi osaksi Outokumpuun, Polvijärvelle ja

31.10.2024

Juukaan. Outokummussa sijaitsee maakuntakaava 2040 osoitettu Jyrin ongelmajätteenkäsittelyalue. (Maakuntakaava 2040, selostus).

Outokummun energiankulutus tulee kasvamaan hieman tai pysymään samana. Uusiutuvan energian investointeja on tiedossa muutamia. Energiantuotantoalueiden ja siirtoverkkojen investoinnit tulee ottaa huomioon suunnittelussa.

### *Polvijärvi*

Höytiäisen ja Viinijärven väliin jäävä Polvijärvi sijaitsee etäämmällä Joensuun kaupunkiseudulta, noin 40 km päässä Joensuusta. Polvijärvi on maaseutumainen kunta, joka muodostuu kuntakeskuksen (Kirkonkylä) lisäksi kylistä, joista suurimmat ovat Sotkuma ja Kinahmo. Polvijärven keskustaajama on asemakaavoitettua ja Sotkumassa on voimassa osayleiskaava. Maaseutumaiselle alueelle jää Polvijärven keskustaajama tyypillisine kuntakeskuspalveluineen. Maaseutumaisella alueella taajamiin suuntautuvan rakentamisen odotetaan olevan vähäistä. Vyöhykkeen haasteena on palveluverkon säilyttäminen kilpailukykyisenä väestön vähentyessä ja ikääntyessä. Polvijärven kirkonkylää tuetaan muun muassa kesäasukkaiden palvelupisteenä. (Joensuun seudun yleiskaava 2020, s. 79) Polvijärvellä sijaitsee Kylylahden kaivos (t-kem).

Polvijärven energiankulutus tulee vähenemään tai pysymään samana, koska suuria investointeja ei ole tiedossa.

## 2.3 Työpaikat ja palvelut

Joensuu on paitsi seudun myös koko Pohjois-Karjalan julkisten ja yksityisten palveluiden keskus. Joensuun palvelut ovat kohtuullisesti saavutettavissa naapurikuntien lähitaajamista ja kuntakeskuksistakin myös joukkoliikenteellä. Kaupungin alueelle sijoittuvia palveluita käyttävät laajasti myös ympäryskuntien asukkaat. Kaupunkiseutuun kuuluvien lähikuntien kuntakeskukset tarjoavat monipuolisia lähipalveluita ja työpaikkoja. Kuntakeskukset ovat edelleen merkittäviä palvelukeskitymiä alueillaan. Kaupungistumis- ja keskittymiskehityksen suurimpia menettäjiä palveluiden osalta ovat olleet kylämäiset alueet ja haja-asutusalueet, joiden autoriippuvuus on kasvanut. (Joensuun seudun yleiskaava 2020, s. 27–28)

Pohjois-Karjalan keskusverkko on tietyllä tavalla hyvin selkeä. Joensuu toimii sekä maakuntakeskuksena että valtakunnan osakeskuksena ja samalla selkeänä maakunnan keskusverkon ytimenä. Joensuun kaupungin keskusta ja siihen liittyvä lähialue muodostavat maakuntakaavassa kaupunkikeskustan kehittämisen kohdealueen, johon pääosa maakunnallisista ja ylimaakunnallisista palveluista sijoittuu.

Julkisten palvelujen ohella keskustan ja sen lähialueen merkitys korostuu monipuolisena erikoiskaupan palvelujen tarjoajana ja maakunnan työpaikkakeskittymänä. Maakuntakaava 2040 alueen rajaus huomioi myös vahvan yritys- ja palvelukeskittymän kaupunkikeskustan pohjoispuolella.

31.10.2024

Maakunnallisten ja osin valtakunnallistakin merkitystä omaavien keskustahakuisten palvelujen ydinvyöhykkeen Joensuussa muodostavat Pielisjoen molemmiin puolin etelästä lukien Keskussairaalan alue, Joensuun asemanseutu merkittävine kehittämisinvestointeineen, tori ympäristöineen, yliopisto kampusalueineen sekä Mehtimäen vapaa-aika- ja urheilukeskittymä. Esimerkkeinä alueella sijaitsee useita korkean tason kansallisia ja kansainvälisiä tutkimuslaitoksia, monialainen ammattikorkeakoulu, koulutuskuntayhtymä sekä lukuisat maakunnallisesti merkittävät kehittämisorganisaatiot, merkittävä työpaikkakeskittymä, syväsatama sekä erikoiskaupan palvelut. Palvelujen ohella kaupunkikeskusta on myös merkittävä asuntoalue. (Maakuntakaava 2040, selostus)

Joensuun ratapiha kuuluu yhtenä valtakunnallisesti merkittäviin VAK-ratapihoihin, eli se on kuljetuskeskittymä, jonka kautta kuljetetaan merkittävä määrä vaarallisia aineita vuosittain. Joensuun ratapiha laajenee kohti etelää osana ratapihan uusia järjestelyjä. Maakuntakaavassa Joensuun ratapihan Sulkulahteen laajentumisen lisäksi puunkuormauspaikka Joensuun Peltolasta poistuu ja puunkuormaus keskittyy entistä enemmän Joensuun Hammaslahteen. (Maakuntakaava 2040, selostus)

## 2.4 Asuminen

Lämmityksessä tarvittava energiantarve on keskittynyt Joensuun seutualueella taajamiin. Seutualue voidaan jakaa asumistavan suhteen kolmeen osaan: keskimmäisenä on tiiviin kaupunkimaisen asumisen alue. Sitä ympäröi vaihtumisyvyöhyke, jossa on piirteitä sekä kaupunkimaisesta että maaseutumaisesta asumismuodosta. Uloimpana on maaseutumaisen asumisen alue. Joensuun kantakaupunki poikkeaa ympäröivästä alueesta selvimmin kaupunkimaisuudellaan. Joensuun asutokannasta suuri osa on kerrostaloasuntoja. Valtaosa asunnoista sijaitsee asemakaavoitetuilla alueilla. Joensuuhun rajautuvien kuntien asutokannasta valtaosa on pientaloissa. Huomattavalta osaltaan myös taajamien ja erityisesti Joensuun keskustaaajaman lievealueelle hajakentämisenä. Tätä taajaman läheisyyteen hakeutunutta pientaloasumista voi pitää kaupunkimaisen elämäntavan ja maaseutumaisen asumisen yhdistelmänä. Joensuuhun rajautuvien kuntien kuntakeskukset ja reuna-alueet muistuttavat asumistavaltaan kolmatta ryhmää, maaseutumaista asumisen tapaa. (Joensuun seudun yleiskaava 2020, s. 28–30).

Maaseudun luonne alkutuotannon alueena, jossa työpaikka kiinnittyy asuinpaikkaan, on muuttunut. Maaseudulla uusi rakentaminen hakeutuu luonnonmaisemaltaan vetovoimaisille alueille ennen kaikkea rantojen tuntumaan. Työssäkäynti suuntautuu usein taajamaan ja kaupunkiin, joten myös liikenneväylien suunnat korostuvat uudessa maaseutuasumisessa. Useinkaan uusi maaseuturakentaminen ei tue vanhaa kylämaista asutusrakennetta, vaan hajautuu keskuskaupungin ympärille. (s. Joensuun seudun yleiskaava 2020) Maakuntakaavamääräysten tarkoituksena on edistää yhdyskuntarakenteen eheyttämistä ja tukea maaseutualueiden palvelurakenteen säilymistä ohjaimalla rakentamista kunta- ja kyläkeskuksiin sekä turvata maaseutuelinkeinojen kehittämismahdollisuudet siihen hyvin soveltuvilla alueilla. Tietoliikenneyhteyksien kehittäminen mahdollistaa

31.10.2024

etätyöskentelyyn soveltuvan asumisen ja vapaa-ajantoiminnan kehittämisen sekä maaseutuasu-  
tuksen ja -elinkeinojen tietoliikennetarpeiden säilymisen ajan tasalla. (Maakuntakaava 2040 selos-  
tus)

Maakuntakaavassa kyläalueverkostoa ei ole enää osoitettu, samoin on esitetty vain merkittävim-  
mät taajamat. Pohjois-Karjalassa on iso joukko elinvoimaisia kyliä aktiivisine toimijoineen. Suomen  
ympäristökeskuksen kyläalueiden valtakunnallisessa määrittelyssä nk. YKR-kyliä löytyy Pohjois-Kar-  
jalassa noin sata kappaletta ja niissä asuu noin 13 350 ihmistä. Vaikka keskimäärin kyläalueilla vä-  
estömäärä on pienentynyt vuoden 2005 jälkeen noin 8 %, niin kylien välillä on suuria eroavaisuuksia.  
Joensuun kaupunkiseudulla on vahvasti kasvaneita kyliä samansuuntaisesti kuin taajamienkin  
kohdalla. (Maakuntakaava 2040 selostus). (Joensuun seudun yleiskaava 2020) Matkailu ja kulttuuri-  
kehitysteeman yhtenä tavoitteena on yhteistölliset kylät. Maakuntakaavamääräysten tarkoituk-  
sena on edistää yhdyskuntarakenteen eheyttämistä ja tukea maaseutualueiden palvelurakenteen  
säilymistä ohjaamalla rakentamista kunta- ja kyläkeskuksiin sekä turvata maaseutuelinkeinojen ke-  
hittämismahdollisuudet siihen hyvin soveltuvilla alueilla. (Maakuntakaava 2040 selostus)

## 2.5 Yhteysverkot / liikenne

Toimivat yhteydet maakuntaan muualta Suomesta ja maailmalta ovat oleellisia investointien hou-  
kuttelemiseksi. Pohjois-Karjalan ja Joensuun seudun sijainti maan itärajalalla, kansainvälinen tie-,  
vesi-, lento- ja rautatieliikenne solmukohtineen tekevät maakunnasta kansainvälisen liikenteen  
kohde- ja välittäjäalueen. Maakuntakaavassa huomioidaan neljän eri kulkumuodon maakunnan  
läpi kulkeva ”Kuutoskäytävä” sisältäen Karjalan rata nopeana kehitettävänä junayhteytenä Joen-  
suusta pääkaupunkiseudulle sekä merkittävä kahden kulkumuodon poikittaisyhteys Keski-Suo-  
meen ja Venäjälle eli ”Ysikäytävä”. (Maakuntakaava 2040, selostus)

### *Kuutoskäytävä*

Kuutoskäytävä on Pohjois-Karjalan keskeisin kansainvälisen liikenteen kehittämiskäytävä. Kuutos-  
käytävä on neljän kulkumuodon (tie-, raide-, vesi- ja lentoliikenne) kuljetuskäytävä Pohjois-Karja-  
lan läpi jatkuen pohjoisen suuntaan Kainuun kautta ja etelän suuntaan Etelä-Karjalan kautta. Kuu-  
toskäytävä muodostuu Pohjois-Karjalan maakunnan alueella valtatiestä 6, kantatiestä 73, Karjalan  
radasta, Joensuu-Kontiomäki radasta, syväväylästä ja Joensuun lentoasemasta. Kuutoskäytävä  
muodostaa kuljetuskäytävän Pohjois-Karjalasta TEN-T ydinverkon SCAN-MED käytävälle. Käytävää  
pitkin kulkee suurin osa maakunnasta maailmalle lähtevästä raaka-aineesta ja teollisuustuotteista  
ja jatkossa vesiliikenteen kehittämisen myötä myös entistä suurempi osa tuonnista. Vesi- ja raide  
ja ei-fossiilisella käyttövoimalla toimivan maantieliikenteen kehittäminen korostaa tämän ”kuutos-  
käytävän” merkitystä vähäpäästöisenä kuljetuskäytävänä, joka tukee vahvasti tavoitetta öljyva-  
paasta ja vähähiilisestä Pohjois-Karjalasta. (Maakuntakaava 2040, selostus)

31.10.2024

Valtatie 6 (Lappeenranta – Joensuu – Kajaani) on merkittävä Itä-Suomen pääväylä. Joensuussa valtatie kulkee kaupunkirakenteen sisällä ja on luonteeltaan kehätie, joka palvelee myös alueen sisäisenä yhteytenä. (Maakuntakaava 2040, selostus)

### *Ysikäytävä*

Ysikäytävä on toinen merkittävä Pohjois-Karjalan läpi kulkeva kansainvälisen liikenteen kehittämiskäytävä. Ysikäytävä on itä-länsi suunnassa Pohjois-Karjalan läpi kulkeva kahden kulkumuodon (tie- ja raideliikenne) kuljetuskäytävä tullen Venäjän Karjalasta Niiralan kansainvälisen rajanylityspaikan kautta Pohjois-Karjalaan ja jatkuen Pohjois-Savoon ja edelleen Väli-Suomeen ja Lounais-Suomeen saakka. Ysikäytävä muodostuu Pohjois-Karjalan maakunnan alueella valtatiestä 9 sekä Joensuusta Viinijärven ja Outokummun kautta Pohjois-Savon suuntaan kulkevasta radasta sekä Niiralan radasta. Valtatie 6 Joensuusta etelään ja siihen liittyvä Yhteys Kuopiosta Joensuun kautta Niiralaan (valtatie 9) on osa yleiseurooppalaista TEN-T kattavaa verkkoa. Muita kansainvälisen liikenteen kannalta kehitettäviä liikenneyhteyksiä valtateiden 6 ja 9 lisäksi ovat valtatie 23 Joensuusta länteen/etelään sekä lento- ja rautatieyhteydet Joensuun ja Petroskoin välillä. (Maakuntakaava 2040, selostus)

Valtatie 17 yhdistää Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon maakunnat sekä niiden keskukset Kuopion ja Joensuun. Valtatien 23 (Varkaudentie) merkitys korostuu raskaan liikenteen yhteytenä itäisen ja keskisen suomen välillä sekä pääkaupunkiseudun suuntaan. (Joensuun seudun yleiskaava 2020)

Kuljetusyhteyksien rungon muodostaa pääteiden ohella rautatieyhteydet maan eri osiin ja Venäjän suuntaan. Rautatieliikenteessä valtakunnalliseen runkoverkoston kuuluu Karjalan rata Joensuuhun saakka, tavaraliikenteessä myös yhteydet Niiralan raja-asemalle ja Uimaharjuun.

### *Vuoksen vesistöalue*

Saimaan syväväylät ja -satamat kuuluvat kokonaisuutena yleiseurooppalaiseen TEN-T ydinverkkoon. Alue on elinkeinotoimintojen ohella tärkeä vapaa-ajan ja virkistystyksen kohdealue, johon liittyy paljon suojelullisia arvoja. Sisävesialueena sen erikoisuuksia ovat Saimaan norppa, aluksilla tapahtuva tavaraliikenne ja puutavaran uitto. Vesistöistä on syväväylä yhteys Saimaan kanavan kautta Itämerelle. Saimaan alueen alusliikenteen jatkumisen ja liikenteen edelleen kehittämisen kannalta on tärkeää turvata meritieyhteyden säilyminen ja kehittäminen se ympärivuotista vesiliikennettä palvelevaksi.

Uitto- ja aluskuljetusyhteydet ovat sisävesillä ja Saimaan kanavan välityksellä merelle saakka osa kuljetusyhteyksien runkoverkkoa. Meriliikenneyhteys katkeaa talvisin muutaman kuukauden ajaksi, jolloin joudutaan järjestämään korvaavia kuljetusyhteyksiä. Vesikuljetusjärjestelmään kuuluvat olennaisesti myös logistisen palvelutuotannon mahdollistavat terminaali-, varastointi- ja muut palvelut, kuten järjestelyratapihat, raakapuun lastaus- ja varastointipaikat, Joensuun satama, uiton pudotuspaikat sekä lentokuljetuspalvelut. (Joensuun seudun yleiskaava 2020)

31.10.2024

## 2.6 Elinkeinot

Maakuntakaavassa esitetyllä kaupunkiseudun kehittämisen kohdealueella on huomattava vaikutus työssäkäynnin, kaupan palvelujen saatavuuden ja elinkeinon sijoittumisen kannalta. Alue tukeutuu, mutta myös tukee kaupunkiseudun palvelujen ja elinkeinon kehittämistä ja mahdollistaa maaseutu ympäristöön soveltuvien, hyvin saavutettavissa olevien elinkeinotoimintojen kehittämisen.

Hyvä ja toimiva liikenneverkko, yhdessä energian saatavuuden kanssa on elinkeinotoiminnan, sen kilpailukyvyyn ja asumisen keskeinen perusta. Laajalla maaseutualueella on peruselinkeinon ohella myös muuta elinkeinotoimintaa, ja se tarjoaa vaihtoehtoisia asumisen, vapaa-ajan ja elinkeinotoimintojen sijoittamisvaihtoehtoja. Maakuntakaavassa peltobiotalous merkinnällä osoitetaan maakunnallisesti merkittäviä yhtenäisiä peltoalueita, joille sijoittuu tärkeitä maaseutuelinkeinoja, erityisesti maanviljelyä. Alueelle suositellaan laadittavaksi maaseudun kehittämissuunnitelma, jossa luodaan tavoitteet ja esitetään toimenpiteet maaseutu- ja loma-asutuksen, maaseutuelinkeinon ja vapaa-ajan tarpeiden kehittämiseksi ja yhteensovittamiseksi. (Maakuntakaava 2040 selostus)

## 2.7 Pohjois-Karjalan maakuntakaava 2040 tavoitteet ja teemat

Kokonaismaakuntakaavaa varten tehtiin Pohjois-Karjalan aluerakenne 2040 raportti, jota työstettiin työpajojen, yleisötilaisuuksien sekä lausuntokierroksen avulla. Joensuun seudun alue- ja yhdyskuntarakenne selvitystä päivitettiin ja laadittiin edelleen maakuntakaava 2040.

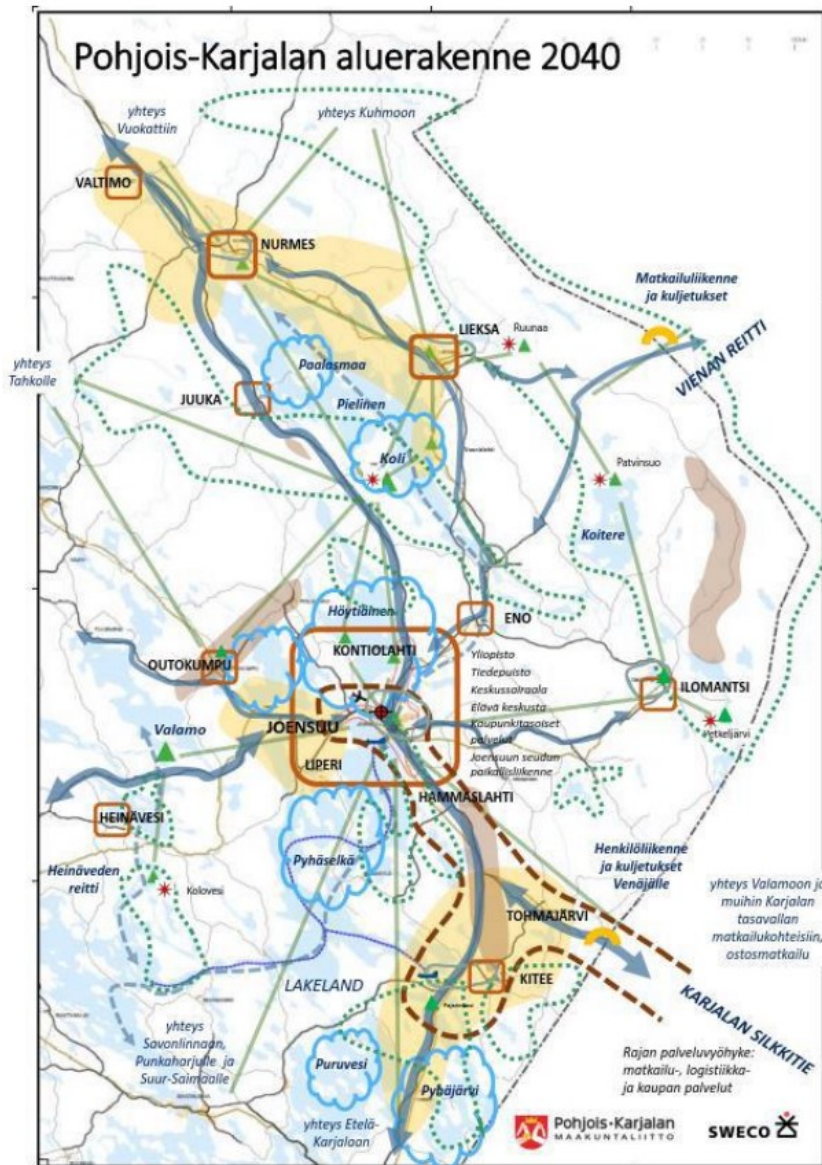
Pohjois-Karjalan maakuntakaava 2040 tavoite on elinvoimainen Pohjois-Karjala. Elinvoimaisessa Pohjois-Karjalassa korostuvat vahvuuksina ja kehittämisen perusteina luonto ja biotalous, sujuvuus ja saavutettavuus, matkailu ja kulttuuri sekä hyvä arki.

Pohjois-Karjalan aluerakenne 2040 selvityksen kehitysteemat ja niiden tavoitteet.

- **Luonto ja biotalous:** Biotalous on keskeinen aluetaloudellinen tekijä niin että Pohjois-Karjalan ominaispiirteinen luonnontilaisuus säilyy.
- **Sujuvuus ja saavutettavuus:** Elinkeinoelämän, asukkaiden ja vapaa-ajan kuljetukset sujuvat. Hyvät kansainväliset yhteydet toimivat
- **Matkailu ja kulttuuri:** Pohjois-Karjala on tunnettu ominaispiirteitään erottuvana matkailumaakuntana.
- **Hyvä arki:** Asumisen, koulutuksen ja elinkeinoelämän toiminta koko maakunnassa on tasapainossa.

Nämä tavoitteet ja periaatteet koskevat osaltaan myös Joensuun seutua.

31.10.2024



Kuva 2. Pohjois-Karjalan aluerakenne 2040 tavoitteiden mukaisesti. (Maakuntakaava 2040 vaihe 1.)

## 2.8 Tulevaisuudennäkymiä

(Lähde: maakuntakaavan 2040 selostus)

- Suurimpia aluerakenteeseen vaikuttavia muutoksia on tapahtumassa Joensuun seudulla väestön ja työpaikkojen kasvusta johtuen.
- Joensuun kaupunkiseudulla on tapahtunut tai tapahtumassa huomattavia alueidenkäytön muutoksia, joilla on vaikutusta koko kaupunkiseudun yhdyskuntarakenteen kehitykseen.

31.10.2024

- Kontiorannan varuskunta-alueen lakkautuminen vuoden 2014 alusta vapautti isoja alueita Kontiorannassa ja Jaamankankaalla muuhun käyttöön.
  - Höytiäisen eteläpuolella oleva Jaamankankaan laaja, vielä pääosin maa- ja metsätalous- sekä ulkoilukäytössä olevaan alueeseen kohdistuu myös muita alueidenkäytön tarpeita ja se on potentiaalinen pidemmän aikavälin kaupunkiseudun kasvualue.
  - Lentoaseman toiminnan ja lentokentän ympäristön kehittäminen sekä lentokentän toiminnan turvaaminen edellyttävät maankäytön uudenlaista tarkastelua.
  - Kaupunkiseudun kasvunedellytysten turvaaminen länteen (Välikangas – Ylämylly – Marjala) edellyttää seudullisten virkistysyhteyksien ja -alueiden yhteensovittamista muun maankäytön kanssa osana koko alueen virkistysverkostoa.
  - Etelän suunnan merkitys kantakaupungin kasvusuuntana on vahvistunut liikenneverkossa ja muussa yhdyskunnan kehityksessä tapahtuneiden muutosten vuoksi. Erityisesti valtatie 6 itäpuolisten alueiden saavutettavuus Ilomantsintien (kt 74) ja Reijolan välillä on parantanut merkittävästi uusien liikennejärjestelyjen myötä ja alueet ovat potentiaalista työpaikka-alueiden kasvualuetta.
  - Maakuntakeskuksen ytimessä eli Joensuun asemanseudun kehittämistä ja Joensuun keskustan laajenemista molemmille puolille Pielisjokea.
  - Joensuun asemanseudulla ja sen ympäristössä on käynnissä investointeja, jotka lasketaan kokonaan toteutuessa olevan noin miljardi euroa seuraaviksi vuosikymmeniksi.
- Pielisen Karjalassa ja Keski-Karjalassa on myös käynnissä lukuisia merkittäviä investointeja muun muassa metsä- ja biotalouteen, matkailuun ja elintarviketuotantoon.
  - Työvoiman saatavuus aiheuttaa haasteita myös näiden alueiden kehittämisessä.

## 3 Energiatuotannon ja kulutuksen nykytila

### 3.1 Energiantuotanto ja -kulutus Suomessa ja Pohjois-Karjalassa

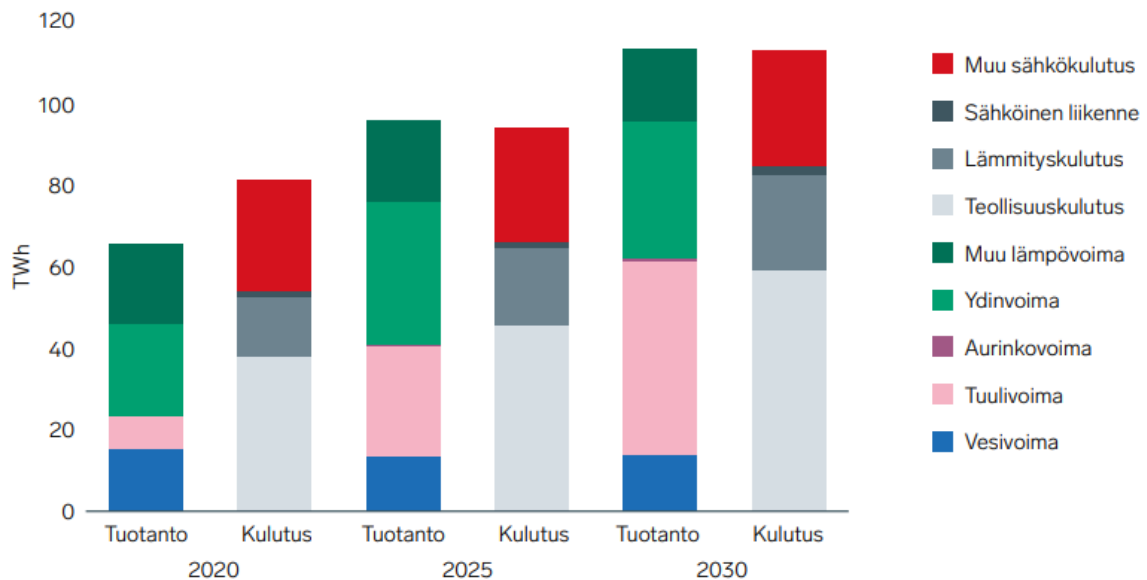
Suomessa tuotettiin vuonna 2022 sähköä 69 terawattituntia. Eniten tuotti ydinvoima, jonka osuus nousi hieman ja oli 35 prosenttia. Ydinvoimaa seurasivat vesivoima 19,3 prosentin, biomassa 17,4 prosentin ja tuulivoima 16,7 prosentin osuudella. Energian loppukulutus on ollut Suomessa viime vuosina vajaat 300 TWh, josta sähkön osuus on ollut luokkaa 30 prosenttia, lämmön runsaat 10 prosenttia ja suoran polttoainekäytön yli puolet.

31.10.2024

Taulukko 1. Sähkön tuotanto Pohjois-Karjalassa, vuosi 2022. (Lähde Energiateollisuus, 2023)

VUOSI	VESI- VOIMA *	TUULI- VOIMA	YDIN- VOIMA	YHT.TUOT./ TEOLLISUUS	YHT.TUOT./ KAUKOLÄMPÖ	ERILLINEN LÄMPÖ- VOIMA	YHTEENSÄ
2022							
GWh							
Pohjois-Karjala	723	0	0	309	241	163	1435

Sähkötuoantorakenteen murroksen myötä yhteiskunta sähköistyy ja sähköriippuvuus lisääntyy. Sähkön tuoantorakenne muuttuu uusiutuvan energian osuuden kasvaessa ja säätökykyisen fossiilisen tuotannon vähentyessä (kuva 3). Tuuli- ja aurinkoenergian määrä kasvaa nopeasti. Tuulivoiman vuosituotanto moninkertaistuu politiikkaskenaariossa nykyisestä määrästä ja on 23 TWh vuonna 2030 ja 30 TWh vuonna 2035. Aurinkovoiman vastaavat luvut ovat 2,4 TWh ja 3,4 TWh.



Kuva 3. Fingridin ennusteet sähkön tuotannon ja kulutuksen kehityksestä Suomessa vuoteen 2030 mennessä. (Fingrid, 2023)

Syy sähkön käytön kasvuun vaihtelee teollisuudenaloittain. Metsäteollisuudessa sähkön käytön ei ole vähähiilisyystiekartoissa oletettu merkittävästi kasvavan. Metalliteollisuudessa sähkön käyttö kasvaa erityisesti teräksen tuotannossa. Kemianteollisuudessa sähkön kulutuksen kasvu perustuu fossiilisten polttoaineiden korvaamiseen sähköllä prosessien lämmöntuotannossa sekä Power-to-X prosessien hyödyntämiseen raaka-aineiden, etenkin vedyn, tuotannossa. Suomessa on arvioitu sähkön teollisuuskulutuksen kasvavan noin 10–20 TWh vuosina 2019–2030. Fingrid arvioi sähkön kulutuksen kasvavan pääosin teollisuuskulutuksen vetämänä. Sähkön kulutus Pohjois-Karjalassa ja naapurimaakunnissa esitetään taulukossa 2.

31.10.2024

Pohjois-Karjalassa käytettiin vuonna 2022 primäärienergiaa 10 951 GWh, jossa on laskua edelliseen tarkasteluun verrattuna. Uusiutuvan energian osuus primäärienergian kulutuksesta nousi, olen nyt luokkaa 72 %. Polttoturpeen käytön laskun lisäksi myös tuontisähkön fossiiliset osuudet olivat pienempiä, mitkä vaikuttivat positiivisesti uusiutuvan energian käyttöasteen nousuun. Puupolttoaineiden käyttö oli 5 939 GWh. Vuonna 2022 energiaomavaraisuus oli noin 69 %. Energiaomavaraisuuden merkitys on korostunut viime aikojen energiakriisin myötä, mikä lisää tarvetta kotimaiselle energiantuotannolle.

*Taulukko 2. Sähkön kulutus Joensuun seudun kunnissa, vuosi 2022. (Lähde Energiateollisuus, 2023)*

KUNTA	ASUMINEN JA	TEOLLISUUS	PALVELUT JA	YHTEENSÄ
	MAATALOUS		RAKENTAMINEN	
	GWh	GWh	GWh	
Kontiolahti	73	42	24	139
Joensuu	258	963	235	1456
Liperi	72	11	21	104
Outokumpu	27	75	11	114
Polvijärvi	23	3	8	34
<b>Yhteensä</b>	<b>453</b>	<b>1094</b>	<b>299</b>	<b>1847</b>

## 3.2 Vihreän siirtymän investoinnit

Joensuuhun suunnitellaan suurta vihreän vedyn tuotantolaitosta. Toteutuessaan laitos tuottaisi vihreää vetyä uusiutuvalla energialla tuotetulla sähköllä 30–50 MW kapasiteetilla ja tuottaisi sivuvirtana 15–20 prosenttia Joensuun kaukolämmön tarpeesta. Valmistuessaan vetylaitoksen on mahdollisuus vähentää Suomen CO<sub>2</sub>-päästöjä jopa 100 tuhatta tonnia vuosittain. Hankkeen työllisyysvaikutukset rakentamisvaiheessa ovat arviolta 500 henkilövuotta ja hankkeen valmistumisen jälkeen pysyviä työpaikkoja arvioidaan syntyvän noin 50.

Selvitysalueella on tällä hetkellä käynnissä tuulivoiman osalta Liperin Korpivaaran tuulipuistohanke, joka on YVA-menettelyvaiheessa. Hankkeen voimaloiden määräksi on ilmoitettu 4 voimalaa.

Teollisen kokoluokan aurinkoenergiaa ei selvitysalueella ole. Pisimmälle ovat edenneet Kontiolahden Kyyrönsuon hanke (osayleiskaava hyväksytty, koko 120 MWp) sekä Joensuun Kontiosuo (asemakaavoituksessa, koko 110 ha).

Alueella ei ole suunnitelmia pienydinvoimalle.

31.10.2024

Taulukko 3. Tiedossa olevat vihreän siirtymän investoinnit kunnittain (tilanne 10/2023).

Kunta	Sektori	Arvo, milj. €	Kapasiteetti
Outokumpu	Aurinkovoima, bioteollisuus	25	> 5 GWh/v
Kontiolahti	Aurinkovoima, tuulivoima		> 150 GWh/v
Joensuu	Aurinkovoima, vety, bioteollisuus	700	> 110 MW
Liperi	Tuulivoima, bioteollisuus	5	> 50 MW

Itä-Suomessa painottuu tulevaisuudessa metsäteollisuuden uusiutuminen. Elinkeinot myös monipuolistuvat, ja yhtenä osa-alueena tässä kehityksessä on myös monipuolistuva energiantuotannon rakenne. Entistä hajautetumpi energiantuotanto lisää kaupunkien ja läheisen maaseudun vuorovaikutusta. Maankäyttötarpeet tulevat lisääntymään uusiutuvan energiantuotannon kasvun sekä sähkönsiirtoverkkojen kehittämistarpeiden myötä. Energiaomavaraisuuden merkitys on korostunut viime aikojen energiakriisin myötä, mikä lisää tarvetta kotimaiselle energiantuotannolle. Myös energiankulutuksen minimoimista edistäviä ratkaisuja tarvitaan. Alueidenkäytössä tulisi varautua myös mahdollisiin pienydinvoimaloihin. (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto, 2023)

## 4 Lainsäädäntö ja ohjaus

Euroopan unioni näkee uusiutuvan energian mahdollisuutena torjua Venäjän harjoittamaa energian käyttöä aseena. Uusiutuva energian avulla voidaan vahvistaa unionin toimitusvarmuutta, vähentää markkinoiden epävakautta ja alentaa energian hintoja. Tämän vuoksi säädettiin voimaan 30.12.2022 hätäasetus, uusiutuvan energian käyttöönoton nopeuttamiseksi. Asetuksessa on asetettu määräaikoja, joihin mennessä viranomaisen tulee käsitellä hankkeen edellyttämä lupahakemus. Käsitelyajan laskenta alkaa siitä, kun hakemus on jätetty täydellisesti lupaviranomaiselle, ja päättyy siihen, kun lupapäätös on tehty. Asetuksessa on eräitä poikkeuksia koskien YVA-menettelyä (Kuntaliitto 2023). Asetuksen neljännen artiklan mukaan aurinkokeräinlaitteiden lupakäsittely ei saa ylittää kolmea kuukautta. Jos hakemus koskee enintään 50 kWh:n aurinkokeräinlaitteen asennusta, lupapäätös tulee tehdä kuukauden kuluessa hakemuksen jättämisestä. Uusiutuvan energian hankkeiden päivittämistä koskeva lupamenettely ei saa ylittää kuuden kuukauden enimmäismääräaika, ympäristövaikutusten arviointi mukaan luettuna. Asetuksen seitsemännen artiklan mukaan sähköteholtaan alle 50 MW:n lämpöpumppujen asentamista koskeva lupamenettely ei saa ylittää yhtä kuukautta. Asetuksen voimassaoloaika on rajoitettu 18 kuukauteen. Komissio voi kuitenkin tarvittaessa ehdottaa asetuksen voimassaolon jatkamista.

31.10.2024

## 4.1 Tuulivoima

Tuulivoimalle ei ole säädetty vähimmäisetäisyyttä asutukseen nähden. Lähtökohtana on tuulivoimaloista aiheutuvien vaikutusten, eli erityisesti melun ja jossain määrin myös lapojen pyörimisestä aiheutuvan varjon vilkkumisen eli välkkeen, huomioiminen jo suunnitteluvaiheessa.

### *Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet*

Valtakunnallisissa alueidenkäyttötavoitteissa sanottua: ”Tuulivoimatuotannon lisääminen edellyttää tuulivoimarakentamisen sovittamista ympäröivään maankäyttöön ja haitallisten vaikutusten asianmukaista huomioon ottamista. Tuulivoimaloista aiheutuvia haitallisia vaikutuksia voidaan minimoida ja teknistaloudellista toteutettavuutta parantaa, mikäli tuulivoimalat sijoitetaan suuriin yksiköihin.” (Valtioneuvosto 2017)

### *Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999)*

Tuulivoimaloiden rakentaminen edellyttää pääsääntöisesti kaavaa, jonka laadinnassa sovellettavaksi tuleva maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999, ”MRL”) edellyttää kaavan vaikutusten riittävää selvittämistä maankäyttötarpeiden yhteensovittamiseksi. Useimmiten tuulivoimahankeen toteuttamiseksi laaditaan tuulivoimarakentamista ohjaava MRL 77 a §:n mukainen yleiskaava, jolloin tulee lain yleisten sisältövaatimusten täyttymisen lisäksi varmistua siitä, että yleiskaava ohjaa riittävästi rakentamista ja muuta alueiden käyttöä ja että suunniteltu tuulivoimarakentaminen ja muu maankäyttö sopeutuu maisemaan ja ympäristöön. Tämä edellyttää muun ohessa meluvaikutusten arviointia ja huomioon ottamista. Tuulivoimamelua koskien on vuonna 2015 annettu oma valtioneuvoston asetus ulkomelutason ohjearvoista (1107/2015). Lisäksi sisämelun osalta tulee noudattavaksi Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista (545/2015).

### *Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017*

Tuulivoimahanke vaatii lain ympäristövaikutusten arviointimenettelystä mukaisen hankeluettelon perusteella YVA-menettelyn aina kun yksittäisten laitosten lukumäärä on vähintään 10 kappaletta tai kokonaisteho vähintään 45 megawattia. Tuulivoimaloiden alueella on usein myös pinta-alallisesti laajahkoja vaikutuksia alueidenkäyttöön sekä korkeutensa vuoksi linnustoon. Tuulivoimahankeen sijoituspaikkaa valittaessa tulisi välttää luonnontilaisia ja luonnonarvoiltaan arvokkaita alueita sekä suojeltujen lajien elinpaikkoja tai levinneisyysalueita. Tuulivoimaloiden alueelta ei edellytetä ympäristönsuojelulain laitosluettelon perusteella ympäristölupaa. Sen sijaan tuulivoimahanke voi edellyttää kokoluokasta riippumatta ympäristölupaa, mikäli toiminnan melu- tai välkevaikutukset saattavat aiheuttaa naapurilain mukaista kohtuutonta räsitystä lähialueen asukkaalle.

31.10.2024

## 4.2 Aurinkovoima

Aurinkoenergia on vasta ylittämässä kannattavuuskynnystä ja ala kehitty nopeasti. Epävarmuus ja tulevaisuuden ennakoinnin 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 tulevaisuuspolut on hyvä huomioida maakuntakaavoituksessa.

Teollisen mittaluokan aurinkoenergiainkkehiden uutuuuua kuvaa myös se, että yhtenäistä, valtakunnallista ohjeistoa rakentamiseen ei vielä ole olemassa. Ympäristöministeriö on koonnut ohjausryhmän, jonka johdolla valmistellaan opasaineisto suurten aurinkovoimaloiden kaavoitukseen ja lupamenettelyyn. Opas valmistuu syksyn 2024 aikana. Valmisteltavan ohjeistuksen tavoitteena on yhtenäistää suurten aurinkovoimaloiden kaavoitusta ja rakentamista. Aurinkovoimaa voidaan ohjata kaikilla alueidenkäytön suunnittelun tasoilla. Maakuntakaavassa keskitytään vähintään seudullisesti ja maakunnallisesti merkittävän rakentamisen ohjaamiseen, kuntatasolla taas ohjataan paikallisesti merkittävää rakentamista. 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 aurinkoenergiainkkehiden edistämisen kannalta.

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyä (YVA) ei automaattisesti edellytetä teollisen mittakaavan aurinkovoimalalle. Aurinkoenergian tuotantoalueen merkittävimmät ympäristövaikutukset liittyvät suureen pinta-alatarpeeseen. Lisäksi tulee huomioida mahdollisesti rakennettavat suurjännitejohdot aurinkosähkön yhteydessä ja lämmönsiirtoverkko aurinkolämmön yhteydessä. Teollisen mittakaavan aurinkovoimala voi olla YVA-velvollinen myös yksittäistapauspäätöksen perusteella, mikäli sen katsotaan todennäköisesti aiheuttavan laadultaan ja laajuudeltaan, myös eri hankkeiden yhteisvaikutukset huomioon ottaen merkittäviä ympäristövaikutuksia. Lentoasemien läheisyyteen suunniteltavien aurinkovoimaloiden sijoittelun yhteydessä on syytä selvittää mahdolliset häikäisyvaikutukset lentoliikenteelle.

Turvetuotantoalueiden muuttaminen aurinkoenergiatuotantoon sisältää taloudellisia epävarmuustekijöitä toimijoiden näkökulmasta. Alueen rakennettavuuden, jäännöstarpeen paksuuden sekä vesiolosuhteiden selvittäminen on välttämätöntä arvioitaessa alueen soveltuvuutta aurinkoenergiakäyttöön. Tulevaa maankäyttöä suunniteltaessa myös ilmastokestävyys on kiinnitettävä huomiota: on arvioitava, mitkä ovat tulevan käytön vaikutukset ilmastoon, vesistöihin ja luonnon monimuotoisuuteen (Etelä-Pohjanmaan liitto 2, 2022, 18). Turvetuotantoalueista olisi hyvä muodostaa kokonaiskuva, josta selviäisi kunkin alueen ominaisuudet ja luontevin tulevaisuuden

31.10.2024

maankäyttö. Tämä selvitys antaa myös yksityiskohtaisemman kuvan turvetuotantoalueiden soveltuvuudesta aurinkoenergiakäyttöön ja täten edistää hankkeiden toteutumista.

### 4.3 Geoenergia

#### *Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999)*

Uuden rakennuksen lämmitysjärjestelmän rakentaminen käsitellään osana rakennuslupaa. Maankäyttö- ja rakennuslain 125 §:n mukaan rakennuslupa tarvitaan rakennuksen rakentamisen lisäksi eräisiin korjaus- ja muutostöihin sekä rakennuksen käyttötarkoituksen olennaiseen muuttamiseen. Mikäli jo olemassa olevan rakennuksen lämmitysjärjestelmä halutaan vaihtaa maalämpöjärjestelmäksi, tarvitaan toimenpidelupa (132/1999, 126 a §), ellei kunta ole toisin rakennusjärjestyksessään määrännyt.

#### *Vesilaki (587/2011)*

Maalämpöjärjestelmän rakentamiseen maankäyttö- ja rakennuslain mukaisen toimenpide- tai rakennuslupan lisäksi tarvitaan mahdollisesti vesilain mukainen lupa. Vesilain mukainen lupa haetaan aluehallintovirastolta (AVI).

#### *Ympäristönsuojelulaki (86/2000)*

Pohjaveden pilaamiskiellosta on säädetty ympäristönsuojelulain 8 §:ssä. Ympäristönsuojelulain perusteella pohjaveden pilaaminen ja laadun vaarantaminen on kielletty, eikä siihen voida myöntää poikkeusta, eikä lupaa. Pohjavesialueelle sijoitettu maalämpöjärjestelmä voi aiheuttaa riskin pohjaveden laadulle ja antoisuudelle.

Kunnan lupaviranomainen määrittelee erikseen vedenhankinnan kannalta tärkeillä ja vedenhankintaan soveltuvilla pohjavesialueilla (I ja II luokan pohjavesialueet) sijaitsevat suojavyöhykkeet. Suojavyöhykkeille ei tule sijoittaa maalämpökaivoja.

#### *Kiinteistönmuodostamislaki (554/1995)*

Energiakaivo voidaan naapurin suostumuksella porata naapurin kiinteistön puolelle ulottuvana vinoreikänä. Myös energiakaivo ja maapiiri voidaan sopimuksen perusteella sijoittaa naapurin puolelle. Näissä tapauksissa on syytä perustaa rasite, joka kirjataan rakennusvalvonnan rekisteriin.

#### *Kemikaalilaki (744/1989)*

Kemikaalilaki liittyy maalämpöjärjestelmissä käytettäviin lämmönkeruunesteisiin. Keruuputkistossa käytettävä laimennettu denaturoidun etanolin ja veden kylmäaineliuos on pääsääntöisesti vahvuudeltaan 28–30 % (jäätymispiste -17 °C), joka luokitellaan syttyväksi (leimahduspiste +29 C).

31.10.2024

Syttyvillä kemikaaleilla ilmoitusvelvollisuuden raja on 5 tonnia ja lupavelvollisuuden raja 100 tonnia. Esim. omakotitalon maalämpöjärjestelmässä kylmäaineliuoksen määrä jää alle yhden tonnin.

### *Terveysuojelulaki (763/1994)*

Terveysuojelulain määräykset eivät suoraan koske maalämpöjärjestelmän rakentamista, vaan ne liittyvät lämmitysjärjestelmän mitoittamiseen, talousveden laatuun ja lämpimän käyttöveden lämpötilaan. Jos maalämpöjärjestelmää hyödynnetään käyttöveden lämmittämisessä, lämpöpumpun mitoituksessa on otettava huomioon ympäristöministeriön määräys vesijohtoveden lämpötilasta sekä Sosiaali- ja Terveysministeriön asumisterveysohjeessa annetut vaatimukset vesijohtoveden lämpötilasta.

### *Tekniset rajoitukset*

Maalämpöjärjestelmän toteutukseen vaikuttavat tekniset rajoitukset liittyvät pääasiassa käytettävään lämmön lähteeseen (kallioperä, maaperä tai vesistö). Energiakaivon poraamisella kallioperään voi olla merkittäviä ympäristövaikutuksia ja siksi siihen liittyy eniten määräyksiä ja ohjeistusta. Muun muassa suojaetäisyyksillä pyritään minimoimaan energiakaivon vaikutukset muihin maanalaisiin infrarakenteisiin. Vaakaputkiston asennuksessa maaperään tulee huomioida samat suojaetäisyydet. Suositeltujen suojaetäisyyksien lisäksi kunnissa voi olla myös erityisvaatimuksia energiakaivoille, jotka tulee huomioida kohteiden suunnittelussa.

*Taulukko 4. Energiakaivon porareian suositeltavat minimietäisyydet eri kohteisiin. Sopivat etäisyydet voivat vaihdella porareian kaltevuuskulmasta, pohjaveden virtausolosuhteista ja maaperästä riippuen (Lähde: Ympäristöopas 2013).*

Kohde	Suosittelut minimietäisyys
Energiakaivo	15 m
Porakaivo	40 m
Rengaskaivo	20 m
Rakennus	3 m
Kiinteistön raja katuun	4 m
naapuriin	7,5 m
puistoon	ei rajoitusta
Kiinteistökohtainen jätevedenpuhdistamo	kaikki jätevedet 30 m, harmaat vedet 20 m
Viemärit ja vesijohtot	5 m
Kaukolämpöjohtot	3 m
Tunnelit ja luolat	25 m

## 4.4 Pienydinvoima

Säteilyturvakeskus (STUK) antaa luvanhaltijaa sitovia määräyksiä ydinenergilain (990/1987) luvussa 2 a säädettyjen ydinlaitosten yleisten turvallisuustavoitteiden teknisluontoisista yksityiskohdista lain 7 q §:n mukaisesti. Ydinenergilain nojalla annettu STUKin määräys ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelystä (STUK Y/2/2018) tuli voimaan 15.12.2018. Määräys kumosi aiemman

31.10.2024

määräyksen STUK Y/2/2016. Pienydinvoimaloiden osalta STUK on päivittämässä määräyksiään tämän vuoden lopussa. Säteilyturvakeskuksen määräys ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyistä on ollut lausuntokierroksella tänä vuonna. Määräyksen määritelmää koskevaan 2 §:ään ollaan tekevässä muutoksia koskien suojavyöhykkeen ja varautumisalueen laajuutta. Suojavyöhykkeen ja varautumisalueen määrittämistä koskisi uusi 3 a §. Määräyksestä poistettaisiin sen 2 §:ssä ollut vakavan onnettomuuden määritelmä ja 3 § ja 4 § muutettaisiin siten, että suunnitteluperusteena puhuttaisiin vakavien onnettomuuksien sijaan yleisemmin onnettomuuksista.

Työ- ja elinkeinoministeriö on tarkistamassa ydinenergialakia (990/1897) ja uusi ydinvoimalaki on tarkoitus saada voimaan arviolta vuonna 2028. Pienydinvoimaloiden rakentaminen olisi periaatteessa mahdollista myös nykyinsäädännön puitteissa, mutta lainsäädäntö on suunniteltu suurille ydinvoimaloille, eikä ota huomioon pienydinvoimaloiden erityispiirteitä.

Lupaa ydinvoimalan rakentamiselle, käyttämiselle ja käytöstä poistamiselle haetaan nykyisen ydinenergialain 16 §:n mukaisesti valtioneuvostolta. Lain 23 §:n mukaisesti lupahakemuksesta on pyydetty Säteilyturvakeskuksen ja ympäristöministeriön lausunto, jollei se ole toiminnan luonteen vuoksi ilmeisen tarpeeton. Säteilyturvakeskuksen on sisällytettävä lausuntoonsa ehdotus lupaehtoiksi, jotka ovat tarpeen 2 a luvun mukaisten turvallisuusvaatimusten toteuttamiseksi. Ennen kuin ratkaistaan hakemus luvan saamisesta 2 §:n 1 momentin 2 kohdassa tarkoitettuun toimintaan, on hakijan toimitettava lupahakemuksen liitteenä selvitys. Ydinvoimalain 24 §:n mukaisesti lupa ja rakentamislupa myönnetään aina määräaikaisena.

## 5 Uusiutuvan ja muun energiantuotannon ja käytön potentiaali

Joensuu, Kontiolahti, Outokumpu ja Liperi kuuluvat Hinku-kuntiin joiden tavoite on vähentää hiilidioksidipäästöjä 80 prosenttia vuoteen 2030 mennessä, verrattaessa vuoden 2007 tasoon. Joensuun tavoitteena on olla hiilineutraali jo vuonna 2025. Pohjois-Karjalan ilmasto- ja energiaohjelmassa 2030 visiona on, että maakunta on ilmastokestävyuden edelläkävijä vuoteen 2030 mennessä.

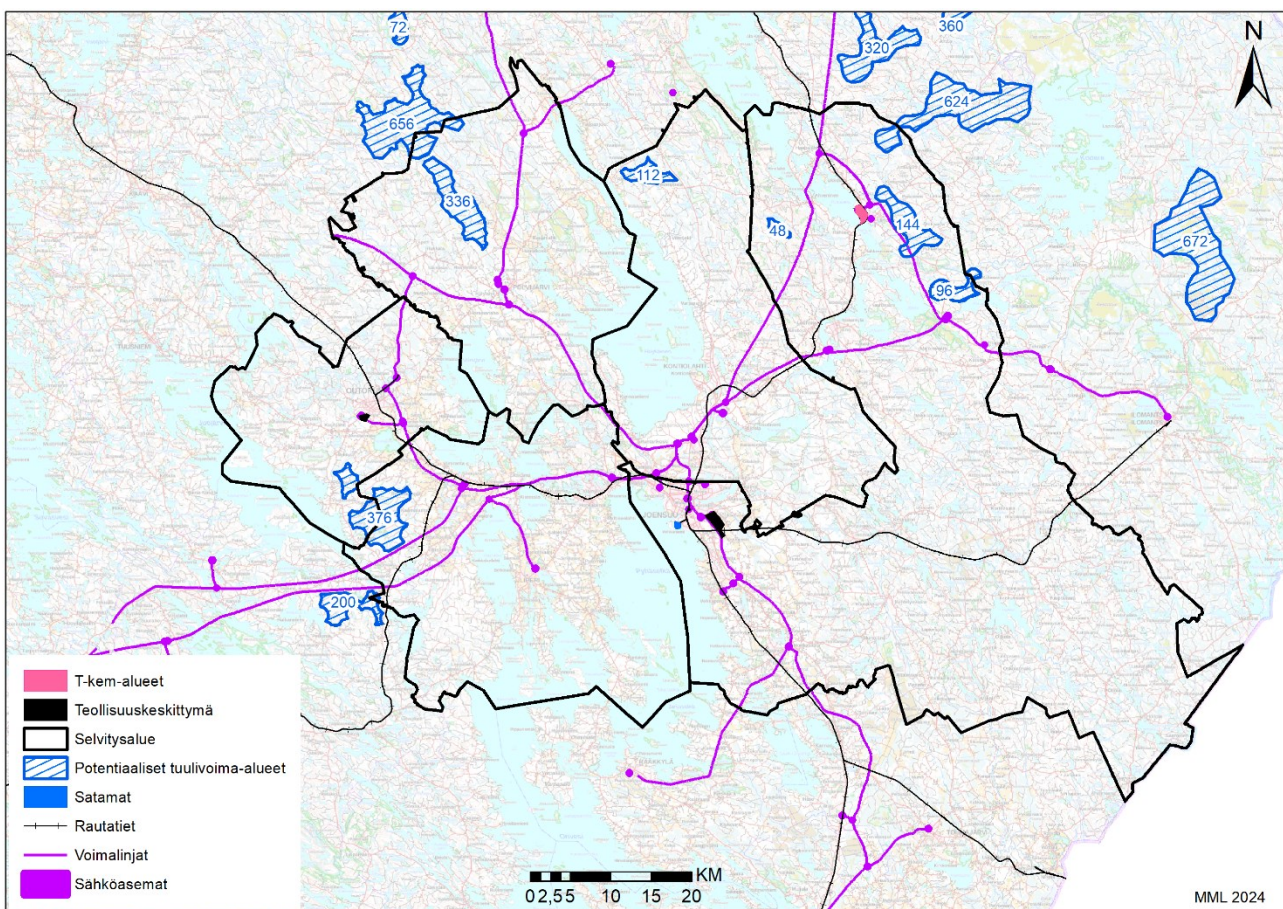
Pohjois-Karjalan energiainfrastruktuurin nykytila selvityksessä (Rantanen 9/2023) todetaan, että Itä-Suomessa painottuu tulevaisuudessa metsäteollisuuden uusiutuminen. Elinkeinot myös monipuolistuvat, ja yhtenä osa-alueena tässä kehityksessä on myös monipuolistuva energiantuotannon rakenne. Esimerkiksi maatalouden ja bioenergian tuotannon yhdistämisessä on kehitettävää. Entistä hajautetumpi energiantuotanto lisää kaupunkien ja läheisen maaseudun vuorovaikutusta. Maankäyttötarpeet tulevat lisääntymään uusiutuvan energiantuotannon kasvun sekä sähkönsiirtoverkkojen kehittämistarpeiden myötä. Energiaomavaraisuuden merkitys on korostunut viime aikojen energiakriisin myötä, mikä lisää tarvetta kotimaiselle energiantuotannolle. Myös energiankulutuksen minimoimista edistäviä ratkaisuja tarvitaan. Alueidenkäytössä tulisi varautua myös mahdollisiin pienydinvoimaloihin. Haasteena alueidenkäytössä on esimerkiksi mahdollinen metsäkadon lisääntyminen ja hiilinielujen pieneneminen.

31.10.2024

Tässä luvussa kuvataan uusiutuvan energiantuotannon ja käytön potentiaali hankealueella vuoteen 2040 mennessä. Kappaleessa kuvataan uusiutuvan energiantuotannon ja käytön potentiaali ja mahdollisuudet energijakeittain.

## 5.1 Tuulivoima

Vähäpäästöisten energiantuotantomuotojen lisääminen on hallitusohjelman, kansallisen energia- ja ilmastostrategian sekä maakunnan omien tavoitteiden mukaista. Tuulivoimaa lisäämällä paitsi hillitään ilmastonmuutosta, kasvatetaan lisäksi sähköntuotannon omavaraisuutta sekä lisätään korkean teknologian osaamista Suomessa.



Kuva 4. Potentiaaliset tuulivoima-alueet (tuulivoimaloiden alustava teho MW).

Tuulivoiman rakentuminen edellyttää, että hankkeella on taloudelliset edellytykset liittyä sähkönsiirron alue- ja edelleen kantaverkkoon. Tuulivoimahankkeen osalta näihin taloudellisiin edellytyksiin vaikuttavat hankekoko sekä liittymispisteen (sähköaseman tai muuntoaseman) etäisyys hankealueesta. Liitettävyyden vaikuttaa tuulivoimaliittymän jännitetaso, kantaverkon tai muun

31.10.2024

yläpuolisen verkon kapasiteettitilanne, tarvittava liittymisteho ja liittymistapa. Useissa tapauksissa hanketoimija rakentaa liittymisjohdon alue- tai kantaverkon sähköasemaan tai muuntoasemaan.

Pohjois-Karjalassa on useita potentiaalisia tuulivoimatuotannolle sopivia paikkoja. Maakunnassa hankkeiden toteuttamista rajoittaa Puolustusvoimat, joka tarkastaa kaikki suunnitteilla olevat hankkeet ja niiden vaikutukset maanpuolustuksellisesti tärkeisiin ilmapalvontatutkiin. Mikäli todetaan, että Pohjois-Karjalan alueella on mahdollista toteuttaa tuulivoimahankkeita, tarvitaan suuria investointeja sähkönsiirtoverkkoon mm. Pielisen länsi- ja itäpuolella, riippuen investointien sijainnista. Lisäksi tarvitaan parempia siirtoyhteyksiä maakunnan pohjoispäässä, muihin maakuntiin.

## 5.2 Aurinkovoima

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 Pohjois-Karjalassa, noin 1000–1100 kWh/m<sup>2</sup> vuodessa.

Aurinkovoimalan kannattavuus riippuu auringonsäteilyn määrästä, säteilyn hyödyntämistäasteesta, sähkön hinnasta ja investointikustannuksista. Viime vuosina kannattavuutta on parantanut paneelien hintojen laskeminen. 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 ohjauskeinoista kannattavuuteen vaikuttavat mm. eri energiamuotojen verotus, energiatuet, syöttötariffi ja päästökauppa.

Suomessa ympäristön matala lämpötila parantaa aurinkokennojen hyötysuhdetta, sillä ne toimivat sitä paremmin, mitä kylmempää on. Lisäksi talvella lumen heijastus lisää valon säteilyä paneelisiin, jolloin ne tuottavat enemmän. Aurinkopaneelien hankkimisen ja asentamisen jälkeen aurinkoenergian tuottaminen on ilmaista, eikä se saastuta tai aiheuta melua.

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. Aurinkoenergian tuotanto on vaihtelevaa eikä vastaa aina ajallisesti kulutukseen. Suomessa aurinko paistaa eniten silloin, kun sähkönkulutus on pienintä, eli kesäkuukausina. Tämän vuoksi aurinkoenergianjärjestelmän tuottamaa energiaa pitää voida varastoida niihin ajankohtiin, kun sähköä tarvitaan enemmän. Varastointitekniikoina voidaan käyttää sähköakkuja, sähköstä kaasuksi -tekniikkaa, pumppuvoimalaitoksia ja paineilma- varastoja. (Uudenmaan liitto 2017).

31.10.2024

Energiateollisuus ry on julkaissut ohjeet sähköntuotantolaitoksen liittämistä jakeluverkkoon. Liittymistehokapasiteetit tulee aina varmistaa tapauskohtaisesti verkonhaltijalta. Seuraavassa taulukossa on esitetty aurinkovoimalaitosten verkkoliittymän suuntaa antavat periaatteet:

*Taulukko 5. Aurinkovoimalaitosten verkkoliittymän periaatteet. (Satakuntaliitto & Pöyry 2016)*

Tuotantolaitoksen koko	Liityntätapa	Liityntäessä huomioitavaa
<b>0,1–2 MW</b>	20 kV:n verkko tai haara- johdot	
<b>2–15 MW</b>	20 kV:n sähköasema (ta- pauskohtaisesti)	
<b>10–15 MW</b>	20 kV:n sähköasema tai 110 kV:n suurjännite- verkko	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
<b>15–50 MW</b>	110 kV:n verkko	Noin 15–25 MW:n laitokset kannattaa rakennuttaa mahdollisimman lähelle liittymispistettä, jotta ei tarvita erillistä liittymisilmajohtoa.
<b>50 MW</b>	110 kV:n verkko + liittymisjohto	Teknistaloudellisesti kohtuullinen maksimietäisyys liityntäpisteeseen on noin 3 km.
<b>100 MW</b>	110 kV:n verkko + liittymisjohto, 400 kV:n verkon sähköasema + liittymisjohto	Teknistaloudellisesti kohtuullinen maksimietäisyys liityntäpisteeseen on noin 5 km.

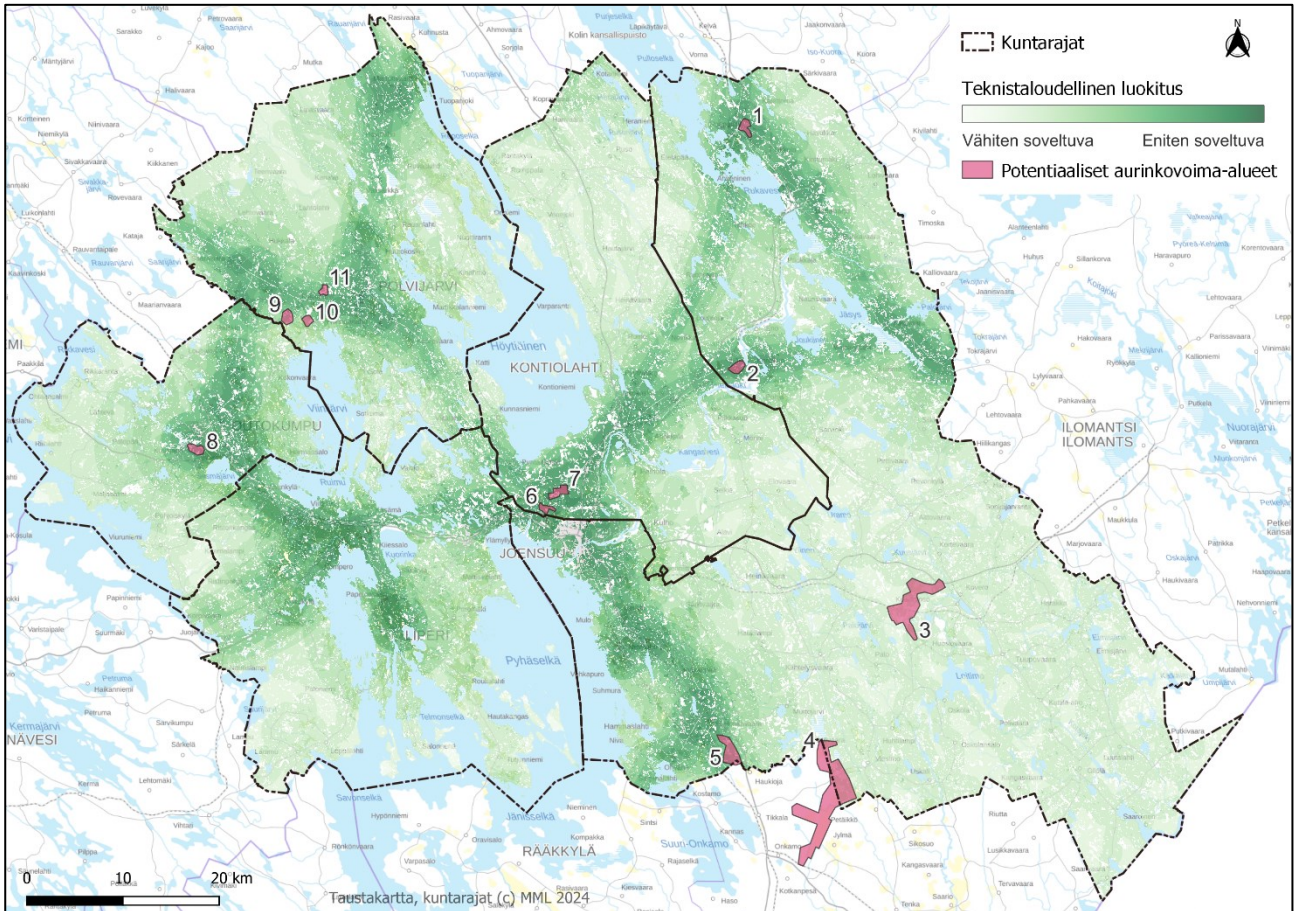
Joensuun ja Kontiolahden alueella löytyy vielä vapaata sähkönsiirtokapasiteettiä, joten osalle hankealueista investoinnit olisivat mahdollisia jo nyt.

Tässä selvityksessä aurinkovoiman soveltuvuutta tietyille alueille 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. Selvityksessä on pidetty erityisen tärkeänä riittävän lyhyttä etäisyyttä voimalinjaan, minkä takia etäisyysanalyysi on tiukempi sen osalta. Vaikka voimalinjaan ei voisikaan suoraan

31.10.2024

liittyä, on voimalinjan läheisyydestä hyötyä valmiina johtoreittinä rakennettaessa yhteyttä tuotantoalueelta liittämäpisteeseen.

Kartalla 4 on esitetty selvityksessä löytyneet kriteerien mukaisesti potentiaalisimmat aurinkovoiman tuotantoalueet. Todellisuudessa aurinkovoiman tuotantoon soveltuvia alueita on myös muualla. Lisäksi alueella on luvitusvaiheessa oleva Kontiolahden Kyyrönsuon hanke (osayleiskaava hyväksytty, koko 120 MWp) sekä Joensuun Kontiosuo (asemakaavoituksessa, koko 110 ha).



Kuva 5. Selvityksessä löydetyt potentiaalisimmat aurinkovoima-alueet.

Pohjois-Karjalassa aurinkovoima on monin paikoin tuulivoimaa realistisempi vaihtoehto, johtuen maantieteellisestä sijainnista itärajan läheisyydessä. Tuotantomuodon rajoittavana tekijänä voidaan nähdä kantaverkon kapasiteetti ja laajentumismahdollisuudet (Rantanen 2023). Tässä selvityksessä tunnistetuilla potentiaalisilla aurinkovoima-alueilla (11 kpl, kuva 5, taulukko 6) olisi mahdollista tulevaisuudessa tuottaa vuodessa jopa 3 100 GWh sähköä. Alueiden pinta-ala vaihtelee 77 hehtaarista 2 600 hehtaariin.

31.10.2024

Taulukko 6. Potentiaaliset aurinkovoima-alueet ja niiden perustiedot.

Alue nro.	Sijaintikunta	Pinta-ala, ha	MW	Etäisyys lähimpään sähkö-asemaan, km	Etäisyys lähimpään voimajohtoon, km
1	Joensuu	142	85	0,1	0,1
2	Joensuu	147	88	0,1	0,1
3	Joensuu	1226	735	21,2	22,1
4	Joensuu ja Tohmajärvi	2606	1563	6,4	0,1
5	Joensuu ja Tohmajärvi	396	237	2,4	0,1
6	Joensuu	98	58	0	0
7	Joensuu	143	99	1	0
8	Outokumpu	148	83	0,2	0
9	Polvijärvi	1 271	87	5	1,4
10	Polvijärvi	1 226	52	5,6	1,5
11	Polvijärvi	2 605	46	2,8	0,4

Aurinkovoimalalla tuotettu sähkö ei aiheuta kasvihuonekaasu- tai muita savukaasupäästöjä. Aurinkovoimahanikkeella on positiivisia vaikutuksia ilmastoon, koska sähkön tuotannolla vältetään muusta energiantuotannosta syntyviä päästöjä. Mikäli sähköllä korvataan fossiilista polttoainetta käyttävän sähkötuotannon päästöjä Suomessa, korvautuvat hankkeen päästöt ja hiilinielujen menetykset noin 3-7 vuoden kuluessa. Toisaalta aurinkovoimalan rakentaminen vaikuttaa alueen hiilinieluihin sekä aiheuttaa muita päästöjä. Aurinkovoimalan osien valmistuksesta, kuljetuksesta, rakentamisesta, kunnossapidosta, huollosta sekä elinkaaren lopun toimenpiteistä aiheutuvat voimalan elinkaari-päästöt. Elinkaaren päästöt ovat noin 30-50 kgCO<sub>2</sub>ekv/MWh, eli karkeasti noin 45-76 tCO<sub>2</sub>ekv/ha (Koffi B. et al., 2017 ja Schlömer S. et al., 2014). Mikäli hanke sijoittuu metsäalueelle, poistuvan puuston seurauksena hankealueiden hiilinielut pienenevät. Metsät toimivat hiilinieluna (hiilinieluvaikutus tyyppillisesti 1-7 tonnia CO<sub>2</sub>ekv/ha/vuosi).

### 5.3 Geoenergia

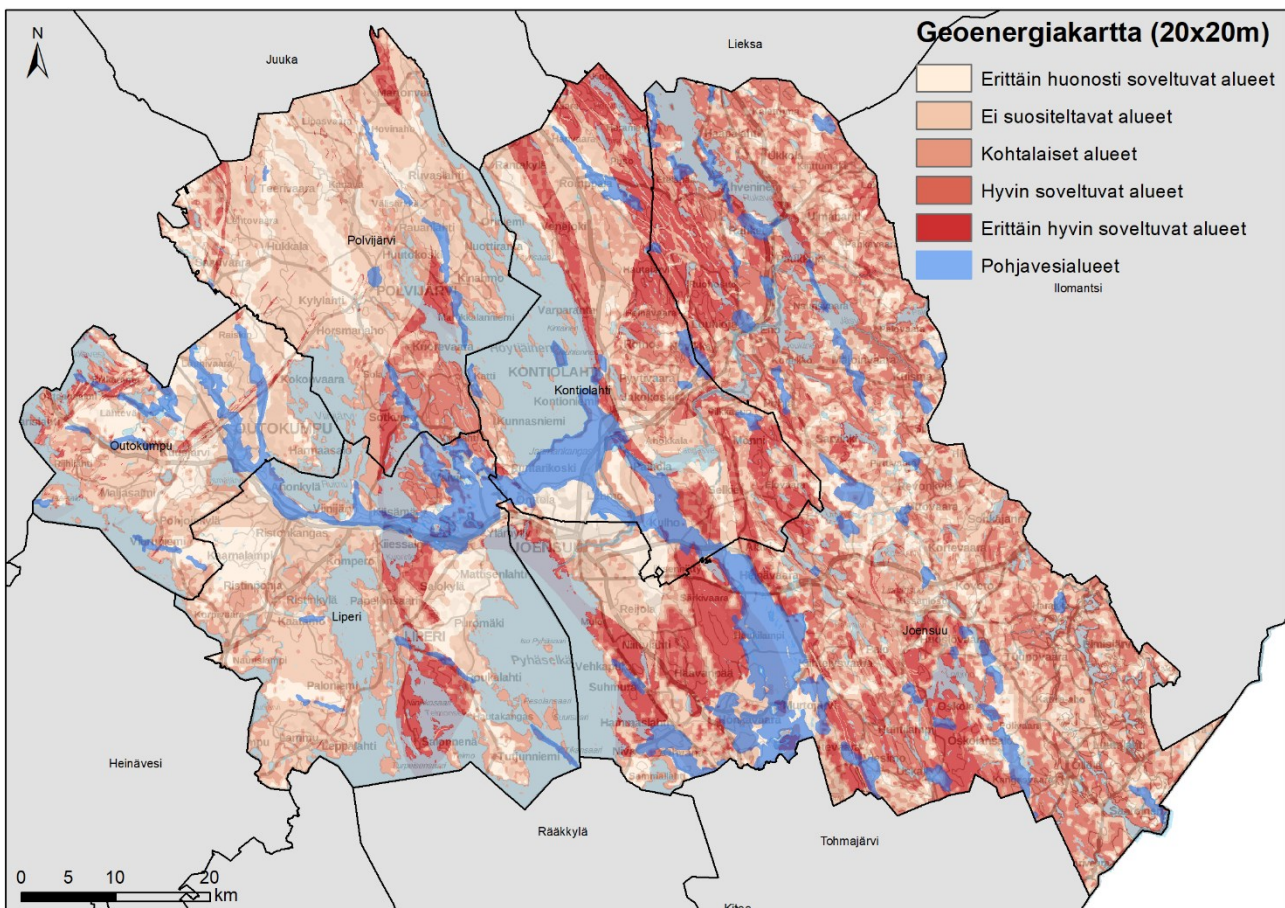
Geoenergiaa voidaan käyttää hankealueella kiinteistöjen lämmityksessä ja käyttöveden lämmityksessä sekä kiinteistöjen viilennyksessä. Vaikka pintamaan lämpötila vaihtelee paljonkin, niin lämpötila tasoittuu ja vakiintuu noin 15 metrin syvyydessä ollen vuoden ympäri maanpinnan keskilämpötilan luokkaa. Koska lämmönlähde, maankamara on Pohjois-Karjalassa suhteellisen viileä, se tarjoaa myös hyvät edellytykset viilennysenergian saannille ns. vapaalla viilennyksellä / kierrolla. Pohjois-Karjalassa geoenergian hyödyntämiseen lämmityksessä tarvitaan lämpöpumppu. Lämpöpumppuilla pystytään korvaamaan lämmöntuotannosta jopa 2/3 uusiutuvalla energialla (Sulpu, 2024).

Mahdollisuus hyödyntää geoenergiaa riippuu voimakkaasti maakerroksen paksuudesta, kallioperän ominaisuuksista ja sijaitseeko alue pohjavesialueella. Mitä paksumpi maapeite on, sitä

31.10.2024

kalliimpaa on energiakaivon tai -kaivokentän poraus. Myös kallioperän ominaisuuksilla, erityisesti lämmönjohtavuudella on suora yhteys energiakaivon energiantuottoon ja tehoon / metri. Alueellisen kallioperän ominaisuudet vaikuttavat siten geoenergiaprojektin kustannuksiin ja samalla koko menetelmän kannattavuuteen.

Pohjois-Karjalan harjualueilla esiintyy tyypillisesti 20–30 metrin paksuisia maakerroksia. Yli 50 metrin paksuisia maakerroksia esiintyy Joensuussa ja Kontiolahdella. Kivilajien lämmönjohtavuuksien perusteella hankealue soveltuu keskimäärin kohtalaisesti geoenergian käyttöön. Geoenergiapotentiaalista paras laajahko sijoittuu Kontiolahdelle ja Joensuuhun. Tällä alueella geoenergiapotentiaali on pääosin hyvä tai erittäin hyvä. Heikoimmin geoenergian hyödyntämiseen soveltuvia alueita ovat harjualueet. Laaja keskimääräistä heikommin soveltuva alue sijaitsee Kontiolahden Jaamankankaalla. Alueella sijaitsevat vedenhankinnan kannalta tärkeät pohjavesialueet voivat rajoittaa geoenergiapotentiaalin hyödyntämistä.



Kuva 6. Geoenergiapotentiaali hankealueella.

31.10.2024

Geoenergiapotentialikartan luokituksen selvitys:

- **Erittäin huonosti soveltuvat alueet** ovat alueita, joissa kivilajin lämmönjohtavuus on selvästi heikompi kuin keskimääräinen lämmönjohtavuus Pohjois-Karjalassa tai maapeitteen paksuus voi olla suuri. Alueilla on suositeltavaa panostaa tarkempiin tutkimuksiin ja arvioida huolellisesti investoinnin kannattavuutta.
- **Ei suositeltavia alueita** ovat alueet, joissa kivilajin lämmönjohtavuus on heikompi kuin keskimääräinen lämmönjohtavuus Pohjois-Karjalassa. Maapeitteen paksuus todennäköisesti vaikuttaa toteutumiskustannuksiin ja ratkaisun kannattavuuteen.
- **Kohtalaiset alueet** ovat alueita, joissa kivilajin lämmönjohtavuus tai maapeitteen paksuus voivat vaikuttaa jonkin verran toteutumiskustannuksiin.
- **Hyvin soveltuvat alueet** ovat alueita, joissa kivilajin lämmönjohtavuus on parempi kuin keskimääräinen ja maapeite ohuempi kuin keskimäärin Pohjois-Karjalassa.
- **Erittäin hyvin soveltuvat alueet** ovat alueita, joissa kivilajin lämmönjohtavuus on selvästi parempi kuin keskimääräinen ja / tai maapeite ohuempi kuin keskimäärin Pohjois-Karjalassa. Muihin alueisiin verrattuna toteuttamiskustannukset ovat todennäköisesti pienempiä.

On syytä ottaa huomioon, että geoenergiapotentialikartta antaa likimääräisen kuvan maalämmön hyödyntämisestä hankealueella ja sen tarkkuutta määrittelevät käytetyt aineistot ja niiden tarkkuus. Erityisesti maapeitteen paksuuden arviointiin (interpolointimenetelmään) liittyy epävarmuuksia ja tilanne voi olla todellisuudessa erilainen. Konkreettisten paikkojen maalämpöenergiajärjestelmän toteuttamismahdollisuudet tulisi tarkastella tapauskohtaisesti, esimerkiksi markkinalla toimivien järjestelmätoimittajien kanssa. Myös eri alueiden suojelustatus, pohjavesi tai maanalaiset tilat voivat rajoittaa maalämmön hyödynnettävyyttä. Geoenergiakartta ei ota huomioon pohjavesialueita, vaan tilannetta tulee tarkastella paikallisesti. Geoenergiapotentialikartassa huomioon otetut kallioperän geofysikaaliset ja geologiset tekijät vaikuttavat energiakaivon syvyyteen.

## 5.4 Lämmön varastointimahdollisuudet

### *Kiinteistöjen viilennyksen lauhde-energian talteenotto*

Lämpöpumppua käytetään Suomen olosuhteissa sekä kiinteistöjen lämmitykseen että viilennykseen. Kiinteistöt toimivat kesäaikana passiivisina aurinkolämmön kerääjinä. Kiinteistöön kertyneen aurinkoenergian määrä riippuu useista tekijöistä:

- sääolosuhteet eli auringon säteilyenergian määrä sekä tuulen jäähdyttävä vaikutus
- kiinteistön rakenteelliset tekijät kuten seinien ja ikkunoiden eristykset, ikkunoiden pinta-ala, ikkunoiden ilmansuunnat

31.10.2024

Olkoon lämpöpumpun lämmönlähteenä maaperä, energiakaivo tai vesistö niin viilennyksen sivutuotteena syntyvä lämpö ("hukkalämpö") palautetaan lämmönlähteeseen. Tämä on geoenergiajärjestelmään luontaisesti kuuluva energianvarastoinnin toiminnallisuus. Lämmönlähteeseen palautettu lämpö voidaan huomioida keruupiirin mitoituksessa ja tällä tavoin hieman pienentää laskennallista keruupiirin kokoa. Vesistöön palautuksessa ei mitoitusyötyä yleensä voida huomioida.

### *Maaperävarastointi*

Maaperää lämmön lähteenä käyttävän geoenergiajärjestelmän keruupiiri asennetaan noin metrin syvyyteen. Lämpötila vaihtelee metrin syvyydellä normaalisti noin +2 asteesta +15 asteeseen. Lämpimin se on alkusyksyllä ja kylmin alkukeväällä. Lämmityskauden aikana maalämmön lämmönkeruuputkisto voi jäädyttää ympäröivää maaperää useilla asteilla, ja keväällä maaperä voi putken ympärillä olla alimmillaan jopa -10 °C pakkasen puolella.

Kytkemällä aurinkolämpö maapiiriin voidaan maalämpöjärjestelmän lämmönkeruupiirin toimintakykyä elvyttää, jolloin maalämpöpumpun hyötysuhde ja teho paranevat. Samalla maalämpöpiirin matala lämpötila pitää aurinkokeräimen hyötysuhteen mahdollisimman korkeana. Maaperään lämpöä varautuu erityisen tehokkaasti keväällä ja vielä alkukesälläkin, jolloin maa ei ole vielä täysin lämmennyt talven jäljiltä.

### *Energiakaivovarastointi*

Oikein mitoitettuna energiakaivon lämpötilataso alenee aluksi hieman vuosi vuodelta, ja saavuttaa melko vakaan tason noin 5 käyttövuoden jälkeen. Väärin mitoitettu energiakaivo jatkaa jäähtymistä ja saattaa jäätyä jo alle kymmenessä vuodessa. Jäätyminen sinänsä ei estä järjestelmää toimimasta. Keruupiirin kiertonesteena käytetään etanolivesiliuosta, jonka jäätympiste on vähintään -17 °C. Alhainen energiakaivon lämpötila kuitenkin heikentää lämpöpumpun hyötysuhdetta.

Maaperävarastointia suurempi hyöty lämmön varastoinnista saadaan kytkemällä aurinkolämpöjärjestelmä energiakaivoon. Aurinkolämmön siirtäminen lämpökaivoon elvyttää tehokkaasti lämpökaivoa lämmityskauden jäljiltä, joskin osa aurinkolämmöstä saattaa karata pohjavesivirtauksien myötä. Elvytystarve on suurin niin sanotuilla kuivakaivoilla, joissa ei ole vesivirtauksia. Kallioperävarastoinnin kautta maalämpöpumpulle saadaan parempi hyötysuhde, lämpökerroin ja suurempi teho, kuten maapiirin yhteydessäkin.

### *Kaukolämpöverkko lämpövarastona*

Kaukolämpöverkon hyödyntäminen lämpövarastona on lähinnä teoreettinen vaihtoehto eikä varsinaisesti voida puhua varastoinnista. Ideaalilanteessa kiinteistössä syntyvä hukkalämpö siirrettäisiin kaukolämpöverkkoa hyödyntäen käytettäväksi muualla. Ratkaisun toteuttamiskelpoisuutta heikentää sekä tekniset että taloudelliset tekijät. Hukkalämpö on pääsääntöisesti matalalämpötilaista, joten sen siirtäminen korkeampilämpötilaiseen kaukolämpöverkkoon edellyttäisi lämpötilan nostoa sekä meno- että paluupuolelle syötettäessä. Tästä hukkalämmön "priimaamisesta"

31.10.2024

aiheutuu lisäkustannuksia. Kiinteistöissä aurinkokeräimillä tuotetun lämmön lämpötilataso riittää sellaisenaan ilman lisätoimenpiteitä kaksisuuntaiseen tuotantoon, mutta ongelmana on tuotannon ajoittuminen alhaisen lämmön kysynnän ajankohtaan. Toisekseen kaupallisessa mielessä syötettävän lämmön tulisi olla kaukolämmön tuotantokustannuksia edullisempaa, jotta lämmön verkkoon syöttäminen olisi liiketaloudellisesti perusteltua. Lisäksi kaukolämpöyhtiöllä tulisi olla valmiudet kaksisuuntaiseen lämmöntuotantoon.

### *Lämpöakku/-varaaja varastointi*

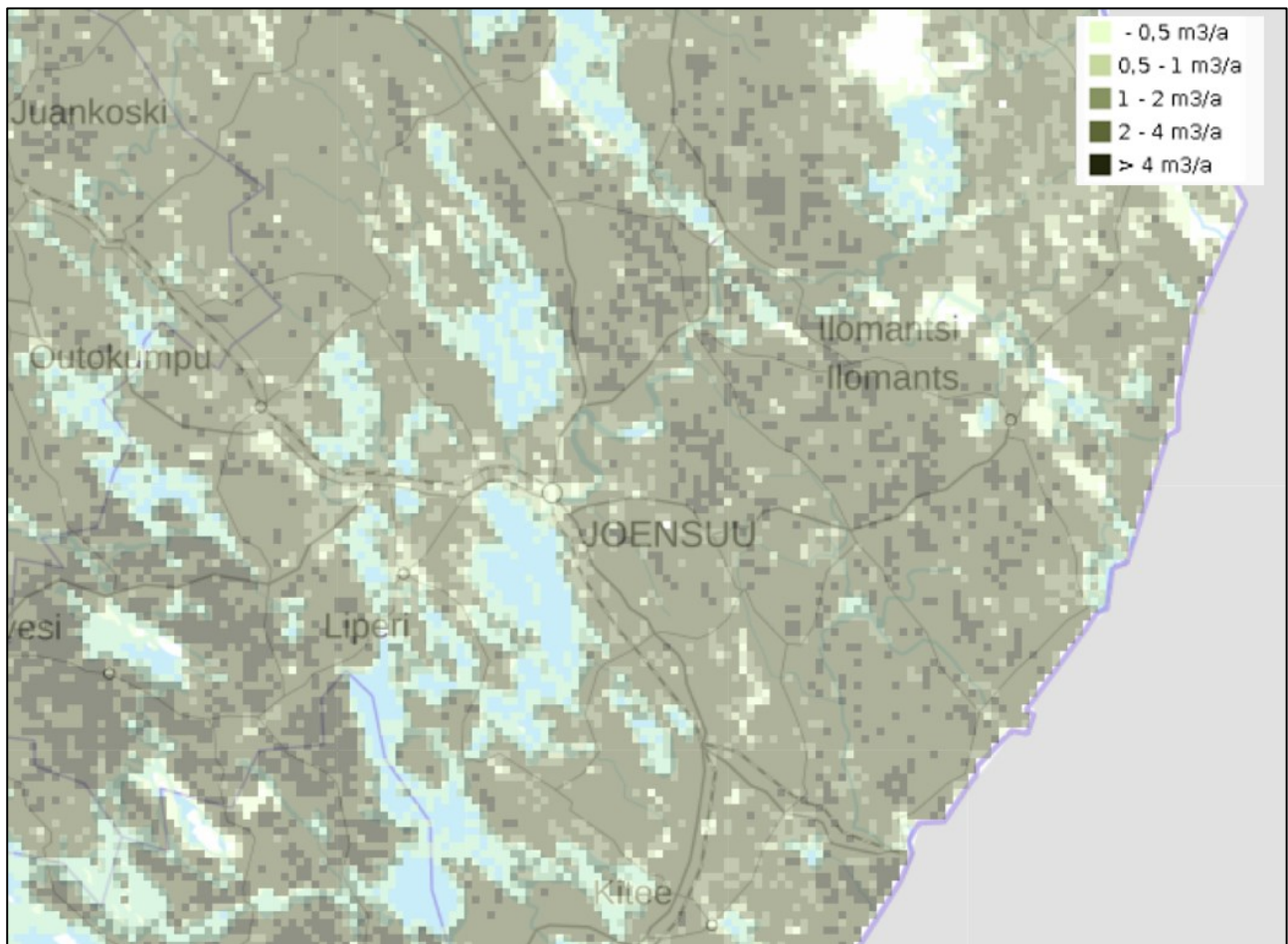
Kallio, lämpöakku tai –varaaja voidaan käyttää energian varastointiin. Geoenergiajärjestelmissä ei ole tarvetta käyttää erillistä lämpövarastoa, mutta erityisesti aurinkolämpöjärjestelmässä lämpövarasto on oleellinen puskuri tasaamaan päiväajan tuotannon ja yöajan kulutuksen eroja. Puskurivarasto mahdollistaa aurinkolämpöjärjestelmän ylivoimaisen hetkelliseen kulutukseen nähden. Mitoitusperusteena käytetään yleensä käyttöveden kulutusta vuorokaudessa, joka on keskimäärin sama kesällä ja talvella. Mikäli geoenergiajärjestelmän lämmönlähteenä käytetään vesistöä kallioperän asemasta, niin on järkevämpää palauttaa viilennyksen lauhde-energia mieluummin lämpövarastoon kuin vesistöön, jos tällainen lämpövarasto on käytettävissä.

## 5.5 Bioenergia

Pohjois-Karjala on asettanut itselleen Öljyvapaa maakunta tavoitteen – Voimistuva biotalous ja ilmastonmuutoksen huomioiminen antaa hyvät mahdollisuudet Pohjois-Karjalassa resurssiviisaaseen toimintaan. Metsäbiotalouden liikevaihto Pohjois-Karjalassa on noin 1,4 miljardia euroa. Liikevaihtoon on laskettu mukaan metsäbiotalous, metsätalous ja puunkorjuu, puutavaran valmistus sekä puun sahaus, höyläys ja kyllästys. Metsäbiomassasta saatavalla bioenergialla on merkittävä rooli tässä siirtymävaiheessa. Bioenergia muodostaa Pohjois-Karjalan energiantuotannon selkärangan. Puuenergian osuus tällä hetkellä noin 54 % koko maakunnan loppuenergian kulutuksesta.

Bioenergia tuotetaan maankäytöstä, metsävaroista, hakkuiden sivuvirroista, peltokasvien tuotannosta ja sen sivuvirroista, lannoista sekä teollisuuden ja yhdyskuntien biohajoavista jätteistä ja lietteistä. Maakuntakaavoituksen näkökulmasta alueella tulisi tunnistaa erityisesti metsävarat ja hakkuiden sivuvirrat sekä peltokasvien tuotannosta syntyvät sivuvirrat ja niiden potentiaali bioenergian tuotannossa. Energiapuun tuotannossa merkittävin potentiaali Pohjois-Karjalassa koostuu päätehakkuiden yhteydessä kerättävistä hakkuutähteistä ja kannoista sekä ensi- ja energiapuuharvennuksilta kertyvästä pienpuusta. Metsähakkeen tuotantopotentiaali on siten kiinteästi sidoksissa teollisuuden puun käyttöön ja ainespuun hakkuumääriin. Lisäksi esimerkiksi harvennusten energiapuun tuotannon kokonaispotentiaali on Pohjois-Karjalassa 50 748 m<sup>3</sup>/vuosi. Bioenergialaitosten polttoaineita voidaan taloudellisesti mielekkäällä tavalla kuljettaa melko laajalta maantieteelliseltä alueelta.

31.10.2024



Kuva 7. Harvennusten energiapuun (kuitupuuta pienempi) tuotantopotentiaali (m<sup>3</sup>/vuosi) Pohjois-Karjalassa. (Biomassa-atlas, Luke 2024)

Pohjois-Karjalassa on vireillä lukuisia bioenergiaan liittyviä hankkeita, suunnitelmia ja investointeja, jotka ovat tärkeitä niin hiilitaseen, huoltovarmuuden kuin työllistävyydenkin näkökulmasta. Suurimpia bioenergiahankeita ovat tällä hetkellä ainakin Lieksaan suunnitellut puunjalostuslaitos ja 8 000 MWh biokaasulaitos, Juukaan rakenteilla oleva neljän megawatin biokaasulaitos, Joensuun biohiililaitos, Kiteen uusi lämpölaite sekä Nurmeksien biokaasuhanke. Joensuun liksenvaara ja Kiteen Puhos ovat kenties tulevaisuudessa maakunnan tärkeimpiä bioenergian ja vihreän teollisuuden keskittymiä.

Bio-CHP-laitoksissa (Combined Heat and Power) käytetään kiinteää biopolttoainetta sähkön ja lämmön yhteistuotantoon. Laitosten kokoluokka yleisesti vaihtelee yli 50 MW:n laitoksista pien-CHP-laitoksiin, jotka ovat kooltaan alle 1 MW. Tuotannossa voidaan käyttää myös biokaasua. Biolämpölaiteiden lupavaatimukset riippuvat niiden kokoluokasta (suuret yli 20 MW, keskikokoiset 1–20 MW, pienet alle 1 MW).

31.10.2024

Biokaasua tuotetaan biokaasureaktorissa biomassasta (muun muassa liete, lanta, jätteet ja pelto-biomassat) ja kaatopaikoilla kerätään jätetäytöstä muodostuvaa kaatopaikkakaasua. Biokaasua voidaan hyödyntää lämmön- ja sähköntuotannossa, ja siitä voidaan myös jalostaa ajoneuvojen polttoainetta. (Motiva 2023a)

Pääosin biopolttoaineiden kasvaneen käytön seurauksena liikennesektorista jo viidennes perustuu uusiutuvaan energiaan. Nestemäisissä biopolttoaineissa on yleensä kyse rasvojen hyödyntämisestä joko sellaisenaan polttaen tai rasvojen jalostamisesta esim. biodieseliksi. Sokeri- ja öljypitoisista kasveista, puuvartisten kasvien selluloosasta sekä biohajoavista jätteistä valmistetaan bioetanolia ja biodieselia korvaamaan liikenteen fossiilisia polttoaineita. Muun muassa metsäteollisuus kehittää niin kutsuttuja biojalostamoja, joissa valmistetaan mm. liikennepolttoaineiksi soveltuvia biopolttoaineita. Henkilöautoliikenteen sähköistyessä nestemäisten biopolttoaineiden, biokaasun ja uusien sähköpolttoaineiden rooli korostuu jatkossa raskaassa tieliikenteessä, meriliikenteessä sekä lentoliikenteessä. (Motiva 2023a)

Varsinkin nestemäisten polttoaineiden valmistuksessa on kyse suurista laitospokonaisuuksista, joiden sijoittamisharkinta tehdään muiden suurten mittaluokan energiahankkeiden tavoin yleensä jo kaavoitusvaiheessa. Hankkeen koosta, vaikutuksista ja sijainnista sekä alueen kaavatilanteesta ja eri alueidenkäytön muotojen yhteensovittamistarpeesta riippuu, onko biokaasun tuotantolaitoksen sijoittaminen aiotulle alueelle mahdollista ja mitä alueidenkäytön suunnitteluun liittyviä suunnitelmia ja menettelyitä hanke vaatii. Koska biohajoavien jätteiden kuljetus, välivarastointi ja käsittely tuottavat hajuja, on laitoksen sijoittuminen ja suhde maankäyttöön erittäin olennainen asia. Alueidenkäytössä on tarpeen varautua uusiutuvan energiatuotannon, erityisesti bioenergian tuotannon ja käytön merkittävään lisäämiseen.

## 5.6 Pienydinvoima

Pienreaktoreiksi kutsutaan sähköteholtaan alle 300 MW:n ydinvoimalaitoksia. Jos pienydinvoimaloita halutaan käyttää lämmöntuotantoon, voimalan on sijaittava lähellä asutusta, jotta se voidaan kytkeä kiinni kaukolämpöverkoston. Esteeksi ei muodostu SMR-voimalan koko, mutta sääntelyssä on vielä päätettävä, minkälaisiin paikkoihin voimaloita voitaisiin kaupungeissa sijoittaa. Pienempi, pelkkää sähköä tuottava SMR-voimala puolestaan sijainti on joustavampi. Kaukolämpölaitos on kokonaisuudessaan pienen tai keskisuuren teollisuuslaitoksen kokoluokkaa.

Pienydinvoimalat tehdään sähkön, lämmön tai niiden molempien tuotantoon. Esimerkiksi 200 megawatin pienreaktorissa kaikkea energiaa ei kuitenkaan saada muutettua sähköksi, joten loput tuotannosta syötetään lämpönä kaukolämpöverkkoon. SMR-voimalat valmistetaan pitkälti sarjatuotantona tehtaissa ja kootaan sijoituspaikalla valmiista moduuleista. Ydinenergialla on oma tärkeä roolinsa ilmastopolitiikan osana, etenkin lähivuosikymmeninä, kun Suomi pyrkii

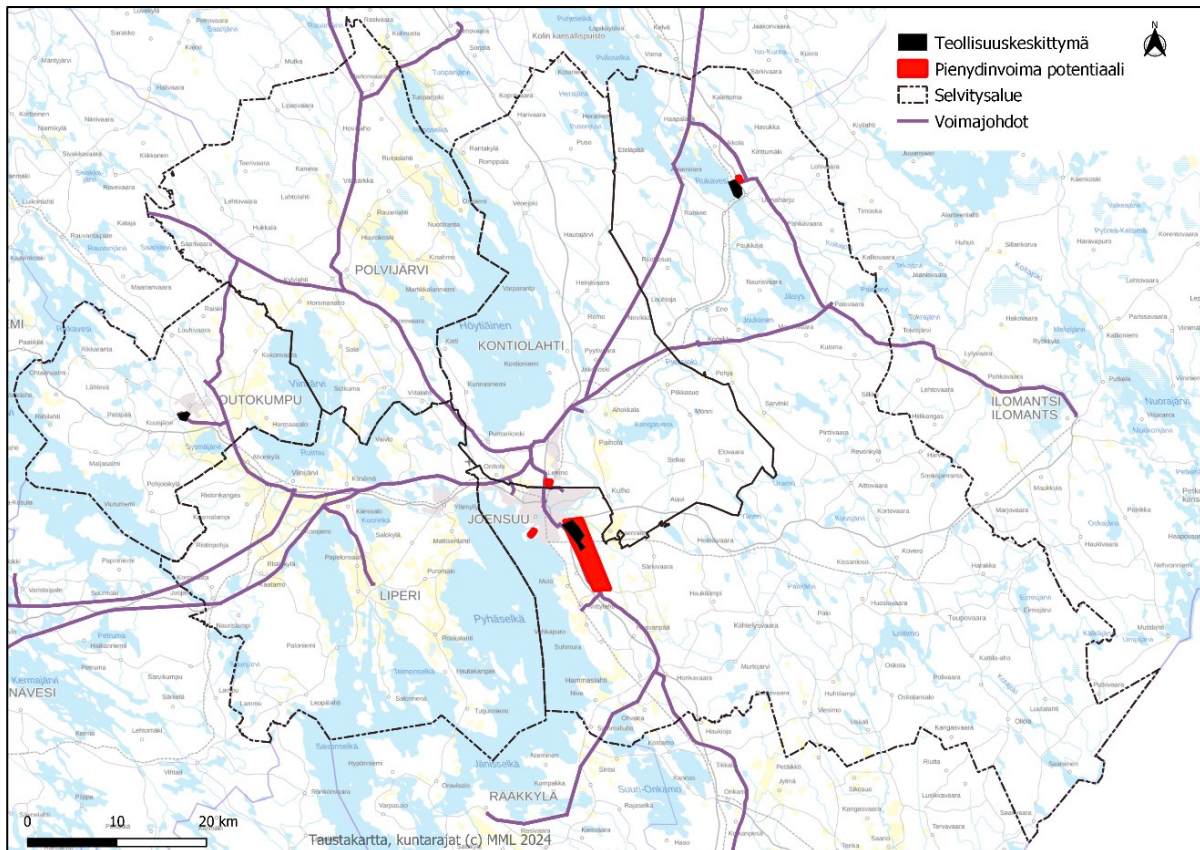
31.10.2024

ilmastoneutraaliuteen. Pitkällä aikavälillä pienreaktorit voivat olla tehokas työkalu ilmastonmuutoksen torjuntaan ja tuoda kaivattua joustavuutta sähköistyvän yhteiskunnan energiantuotantoon.



Kuva 8. Pienydinvoimalan koko ja visualisointi

Joensuun alueella potentiaalisimmat sijainnit (Kuva 9.) pienydinvoimareaktorille olisi teollisuuden ja kaukolämpöverkon läheisyydessä, jolloin reaktorin hukkalämpö voitaisiin syöttää kaukolämpöverkkoon ja vakaa, riittävä sähköenergian määrä voisi houkuttaa alueelle teollisuutta.



Kuva 9. Pienydinvoimalan potentiaalisimmat sijainnit Joensuun alueella. Joensuun potentiaalisimmat sijainnit ovat teollisuuden ja kaukolämpöverkon läheisyydessä. Lisäksi potentiaalisia ovat esimerkiksi Marjalan ja lentokentän lähialueet.

31.10.2024

## 5.7 Vedyntuotanto

Puhdasta vetyä on mahdollista hyödyntää esimerkiksi polttoaineena ja monien tuotteiden raaka-aineena. Vedyllä arvioidaan jatkossa olevan merkittävä rooli energijärjestelmässä, sillä vety voi toimia energian kantajana ja väliaineena energian varastointiin. Vetyyn sidottuna voidaan siis sekä siirtää että varastoida suuria määriä energiaa verrattain pienessä tilassa. Vedyn avulla voidaan esimerkiksi tasata tällä hetkellä merkittävää vaihtelua tuuli- ja aurinkovoimalla tuotetun uusiutuvan sähkön tuotannossa. (Vetytalous – mahdollisuudet ja rajoitteet, 2021)



*Kuva 10. Yleiskuva Suomen vedyntuotannon arvoketjusta. Kuva on muokattu Suomen Vetyklusterin julkaiseman kuvan ja tutkija Olli Himasen luennon perusteella (Himanan, Lukema – tiedekanava, katsottu 19.7.2023)*

Vetyyn liittyvän potentiaalin hyödyntäminen edellyttää merkittäviä ja laaja-alaisia investointeja infrastruktuuriin. Toimiva kokonaisuus edellyttää luotettavaa uusiutuvan sähkön tuotantoa ja siirtoa, vedynjalostukselle sopivien tonttien tarjontaa, soveltuvia alueita vedyn ja vetyjalosteiden varastointiin ja lopputuotteiden jakelun mahdollistavaa infrastruktuuria. Omat kysymyksensä liittyvät vedyn tai vetyjalosteiden tuotannossa edellytettävien raaka-aineiden, kuten maakaasun ja hiilidioksidin, siirtoon liittyviin teknisiin verkostoihin (Vetytalous – mahdollisuudet ja rajoitteet, 2021). Vetyjalosteiden valmistukseen saatavilla olevia hiilidioksidinlähteitä ovat Pohjois-Karjalassa sellu-, ja kartonkiteollisuuden suuryksiköt. Keskisuuria hiilidioksidinlähteitä löytyy sementti-kevysora- ja tiiliteollisuudesta. Myös kaupunkien lämpölaitokset ovat potentiaalisia hiilidioksidin lähteitä.

31.10.2024

Vedyntuotannon kehittämisen näkökulmasta on olennaista miettiä, missä vedyn aiottu kohde-  
markkina sijaitsee, missä vetyä kannattaa tuottaa, miten vetyä varastoidaan, miten vetyä siirre-  
tään ja missä olomuodossa vetyä kannattaa siirtää. Vedyn siirtoputkisto voi yhdistää tuotannon ja  
kulutuksen, tai tuotannon ja jalostuksen. Investoinnin kannattavuus edellyttää merkittävää kysyn-  
tää vedylle. Mikäli vety nesteytetään tuotantolaitoksen yhteydessä, myös varastointikapasiteettia  
voi olla mahdollista rakentaa vetylaitosten yhteyteen. Vedyn logistiikassa voidaan rakentaa rat-  
kaisu, jossa hyödynnetään säiliöautoja, rautatie- ja laivakuljetuksia tai osaa näistä. Tämän vuoksi  
toimivat logistiikkayhteydet ovat tärkeitä ja niihin täytyy saada valtionavustusta.

Ilmastoystävällisen vedyntuotannon välttämätön edellytys on vahva verkkoliityntä, jolla laitoksen  
tarvitsema suuri päästötön sähkömäärä voidaan siirtää. Suora yhteys lähellä tuotantolaitosta sijait-  
sevaan aurinko- tai tuulivoimalaan ei ole välttämätön, vaan sähköä voidaan siirtää tuotantolaitok-  
selle kaukaakin. Aluetalouden näkökulmasta on kuitenkin järkevää kehittää sähköntuotantoa myös  
Pohjois-Karjalan maakunnan alueelle. Lisäksi Outokummussa esiintyvät GTK:n mittauksissa geolo-  
gisen vedyn pitoisuudet. Geologinen vety tarkoittaa maankamarasta huokuvaa vetyä, joka on syn-  
tynyt luontaisten prosessien seurauksena.

Vedyn siirtoputkiston vaikutus maankäyttöön on hyvin paikallinen, mutta siirtolinja on yhteensovi-  
tettava maakunta- ja kuntakaavoitukseen. Vetyputken maankäytön rajoitukset ovat samankaltaisia  
kuin maakaasuputkistolla, ja vetyputken vaatima tilan tarve vaihtelee sijoituspaikan, putken koon  
ja sen paineistuksen mukaan. Putkilinjan vaatima aluevaraus rakennusvaiheessa sisältää putki-  
kaivannon, tieyhteydet ja tilan kaivuumaille. Rakentamisen jälkeen pysyvä käyttöoikeusalue on  
noin 5–10 metriä leveä. Tämä alue on pidettävä avoimena, ja esimerkiksi metsätalouden harjoitta-  
minen ja maa- ja kiviainesten otto on rajoitettua sen sisällä. Suurimpien putkikokojen kohdalla  
suojaetäisyyden vaatimus rakennuksiin on noin 30 metriä. (ELY, 2023)

Kaavoituksessa ja maankäytön suunnittelussa tulee ottaa huomioon putkilinjan lähellä tai sen  
päällä sallittu toiminta, kuten liikenne- ja vesistölylytykset sekä mahdolliset vaikutukset luonnonym-  
päristöön ja virkistysalueisiin. Luonnonsuojelualueiden ja virkistysreittien läheisyydessä voi olla  
tarpeen linjausten tarkistaminen vaikutusten minimoimiseksi. (ELY, 2023 & Gasgrid, 2023)

## 5.8 Sähköenergiavarastot

Energian varastoinnin merkitys korostuu uusiutuvan energian osuuden kasvaessa energiantuotan-  
nossa. Tuuli- ja aurinkoenergia ovat kuitenkin luonteeltaan epävakaita ja sääolosuhteista riippuvai-  
sia, minkä vuoksi varastointi on tärkeässä asemassa energian tuotannon ja -kulutuksen tasapainot-  
tamisessa myös Pohjois-Karjalassa. Energian varastointi hajautetun tuotannon alueella vähentää  
alueen riippuvuutta kantaverkosta.

Energiavarastointiteknologiat luokitellaan yleisesti kolmeen ryhmään. Akkujärjestelmät tarjoavat  
lyhytaikaista varastointia, pumppuvoimalaitokset tasapainottavat vaihteluita, ja vetyyn, lämpöön

31.10.2024

tai synteettisiin polttoaineisiin varastoitu energia tarjoaa pitkäaikaista säätöä kausivaihteluiden tasaamiseksi.<sup>1</sup>

Euroopan neuvoston asetus kehyksestä uusiutuvan energian käyttöönoton nopeuttamiseksi (EU) 2022/2577 sisältää työ- ja elinkeinoministeriön ja ympäristöministeriön soveltamisohjeen viranomaisille. Asetuksen soveltamisalaan kuuluvat, samalla paikalla tuotantolaitoksen kanssa sijaitsevat energiavarastot eivät vaadi Suomessa sellaisia lupia, jotka poikkeaisivat itse tuotantolaitoksen vaatimista luvista. Tarvittavista luvista on listaus soveltamisohjeessa.<sup>2</sup>

Uusiutuvan energian hankkeen yhteyteen rakennettavan akkuvaraston viranomaislupien prosessi on suhteessa kevyt. Sähköasemalle sijoitettava akkuvarasto vaatii tavanomaisen rakennusluvan, eikä muita viranomaislupia yleensä vaadita. Akkuvaraston mitoitus riippuu hyvin voimakkaasti hankkeen tarpeista ja investoijan tahtotilasta reservimarkkinoille osallistumisesta. Tyypillisesti kuitenkin mitoitus on noin 10–30 % energiahankkeen nimellistehosta.<sup>3</sup>

Pienemmät akkujärjestelmät sopivat hajautettujen kohteiden, kuten asuinalueiden, pienyritysten ja maaseudun energiantarpeen tasapainottamiseen. Ne voivat auttaa kattamaan paikallisia kulu- tushuippuja ja varmistaa energian saannin kriittisissä tilanteissa.

Sen sijaan isot teollisen mittakaavan energiavarastot ovat tarpeellisia suurten teollisuusalueiden ja sähköverkkojen solmukohtiin, joissa niiden kapasiteettia voidaan hyödyntää laajasti energian kulutuksen ja tuotannon tasapainottamiseksi. Nämä varastoja voi potentiaalisesti hyödyntää tuuli- ja aurinkovoimahankkeiden yhteydessä, joissa energian tuotannon vaihtelut ovat suurempia.

## 6 Energiantuotannon ja -käytön maankäytölliset vaikutukset

Tässä luvussa kuvataan yleispiirteisesti energiantuotannon ja -käytön maankäytölliset vaikutukset vuoteen 2040. Vaikutustenarvioinnissa kuvataan millaisia haitallisia ja myönteisiä vaikutuksia uusiutuvan energian tuotantoalueista on. Seuraavia vaikutuksia arvioidaan:

- ihmisten elinoloihin ja elinympäristöön,
- maa- ja kallioperään, veteen, ilmaan ja ilmastoon,
- kasvi- ja eläinlajeihin, luonnon monimuotoisuuteen ja luonnonvaroihin,
- alue- ja yhdyskuntarakenteeseen, yhdyskunta- ja energiatalouteen sekä liikenteeseen,

---

<sup>1</sup> <https://energiaa.vamk.fi/tulevaisuus/eu-tahtoo-energian-varastointia/>

<sup>2</sup> [https://ym.fi/documents/1410877/104583605/080223\\_Soveltamisohje\\_TM\\_YM\\_uusiutuvien\\_luvituksen\\_nopeutus\\_EU\\_asetus.pdf/4805d369-c3dd-6de9-3755-5db9bcad0beb/080223\\_Soveltamisohje\\_TM\\_YM\\_uusiutuvien\\_luvituksen\\_nopeutus\\_EU\\_asetus.pdf?t=1675853839623](https://ym.fi/documents/1410877/104583605/080223_Soveltamisohje_TM_YM_uusiutuvien_luvituksen_nopeutus_EU_asetus.pdf/4805d369-c3dd-6de9-3755-5db9bcad0beb/080223_Soveltamisohje_TM_YM_uusiutuvien_luvituksen_nopeutus_EU_asetus.pdf?t=1675853839623)

<sup>3</sup> [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/801967/Kuusisto\\_Antero.pdf?sequence=2](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/801967/Kuusisto_Antero.pdf?sequence=2)

31.10.2024

- kaupunkikuvaan, maisemaan, kulttuuriperintöön ja rakennettuun ympäristöön,
- elinkeinoelämän toimivan kilpailun kehittymiseen.

Lisäksi arvioidaan aluetaloudellisista vaikutuksista ja selvitetään mahdolliset yhteisvaikutukset myös muihin energiamuotoihin. Erityisesti nostetaan esille vaikutukset hiilinieluihin (maapeitteen pinta-ala muutos) sekä energian siirtoverkoston.

Selvitys konkretisoi hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi tarvittavia vihreän siirtymän investointeja ja niiden edellyttämiä maa-alueita (sis. vedyntuotanto ja pienydinvoima). Tulosten perusteella arvioidaan maankäytön muutosten vaikutukset maakunnan hiilitaseeseen.

*Taulukko 7. Energiantuotannon ja -käytön keskeiset vaikutukset.*

Vaikutusten arviointi	Tuulivoima	Aurinkovoima	Geoenergia	Pienydinvoima	Vedyntuotanto
<i>Rakentamisen aikaiset vaikutukset</i>	Vesistöjen ravinnekuormitus, lisääntynyt melu ja liikenne, sekä luonnonympäristöjen muuttuminen	Hankkeella voi olla vaikutusta alueen pintavesiin rakentamisen aikana. Hankkeen seurauksena vesitasoa voidaan haluta pitää tietyssä, hankkeen kannalta edullisessa korkeudessa.	Geoenergia kenttien rakentaminen erityisesti kaupunkiympäristössä voi aiheuttaa häiritsevää melua. Väärin toteutettuna mahdollisuus pohjaveden pilaantumiseen.	SMR-voimalat valmistetaan pitkälti sarjatuotantona tehtaissa ja koetaan sijoituspaikalla valmiista moduuleista. Rakentaminen ei aiheuta huomattavia ympäristövaikutuksia	Toiminnan tarvitsema pinta-ala ja turvallisuusetäisyys muihin rakennuksiin, muodostavat laaja-alaisia rakennushankkeita alueella, jotka vaikuttavat alueen ihmisiin ja ympäristöön.
<i>Käytön aikaiset vaikutukset</i>	Visuaaliset vaikutukset, sekä melu- ja välkevaikutukset	Voimaloiden rajaava elementti voi estää tiettyjen vähemmän käytettyjen virkistysreittien ja alueiden hyödyntämisen. Heijastevaikutus lentoliikenteelle.  Mikäli hanke sijoittuu metsäalueelle, poistuvan puuston seurauksena hankealueiden hiilinielut	Ei vaikutuksia. Olemassa seisminen riski pienille maanjäristyksille.	Käytön aikaiset vaikutukset voimalan alueella ovat pienet ja liittyvät pääasiassa voimalan toiminnan aiheuttamaan liikenteeseen. Vaarallisen ydinjätteen pitkäaikainen varastointi.	Nesteytettyä kaasua kuljetetaan käyttötarkoitukseen sopivilla säiliöautoilla, -aluksilla, -autoilla ja raitteita pitkin. Kaasumaista vetyä voi kuljettaa siirtoputkistossa. Tämä aiheuttaa alueella huomattavaa liikenteen lisääntymistä. Lisäksi. Mikäli vety nesteytetään

31.10.2024

Vaikutusten-arviointi	Tuulivoima	Aurinkovoima	Geoenergia	Pienydinvoima	Vedyntuotanto
		<p>pienenevät. Metsät toimivat hiilinieluna (hiilinieluvaikutus tyypillisesti 1-7 tonnia CO<sub>2</sub>ekv/ha/vuosi).</p> <p>Laaja-alaisina mahdollisesti paikalliset vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen ja verkostoihin.</p>			tuotantolaitoksen yhteydessä, myös varastointikapasiteettia voi olla mahdollista rakentaa vetylaitosten yhteyteen
<i>Purkamisen aikaiset ja sen jälkeiset vaikutukset</i>	Alueelle rakennettu tiestö jää muiden toimijoiden ja yhteisön käyttöön. Osa rakenteista voi jäädä maahan.	Voimalan purkamisen jälkeen alue palautuu entiselleen.	Ei vaikutuksia.	Vaarallisen ydinjätteen pitkäaikainen varastointi.	Ei vaikutuksia.
<i>Vaikutusaluiden rajausta ja merkittävyys.</i>	Hankealueet rajataan riittävän suuriksi, jotta suurimmat vaikutukset säilyvät alueen sisällä. Maisemavaikutukset levittäytyvät laajemmalle.	Vaikutukset rajoituvat hankealueelle ja rakentamisen aikaan ympäröiviin vesistöihin.	Vaikutukset rajoituvat pienelle alueelle, geoenergia- ja laajuudelle.	Säteilyturvakeskus on ehdottanut, että ydinreaktorien turvaetäisyydet arvioitaisiin pienydinvoimaloiden osalta tulevaisuudessa tapauskohtaisesti. Vanhat kiinteät kilometri-rajat ovat turhan suuret pienydinvoimaloille. STUK:n uusi määräys muuttaisi suojavyöhykkeen ja varautumisalueen	Vaikutukset rajoituvat hankealueelle ja sen lähiympäristöön.

31.10.2024

Vaikutusten-arviointi	Tuulivoima	Aurinkovoima	Geoenergia	Pienydinvoima	Vedyntuotanto
				kokovaatimuksia, mutta vaatimukset niiden turvallisuudesta pysyisivät ennakkotietojen mukaan ennallaan.	

## 6.1 Tuulivoima yhteisvaikutukset

Tuulivoimahankkeen välittömät vaikutukset maankäyttöön ilmenevät tuulivoimapuiston fyysisessä ympäristössä. Tuulivoimapuistojen rakennuspaikkojen kohdat muuttuvat maa- ja metsätalousalueesta rakennetuksi alueeksi alueelle sijoitettavien voimalapaikkojen, teiden ja kaapelikaivantojen myötä. Tuulivoimalat rajoittavat muuta maankäyttöä vain välittömässä lähiympäristössään. Muualla tuulivoimapuiston alueella maankäyttö jatkuu entisellään. Tuulivoimaloita tai hankealuetta ei tulla aitaamaan, joten alueella liikkuminen ei tule rajoittumaan. Ainoastaan sähköaseman alue aidataan turvallisuussyistä. Alueelle rakennettava tiestö voi myös parantaa alueella liikkumista.

Välillisiä vaikutuksia sekä tuulivoimapuistoalueella että sen lähiympäristössä voi aiheutua toiminnan aikaisesta melusta sekä auringonvalon välkkeestä ja varjostuksesta, jotka voivat rajoittaa tiettyjen maankäyttömuotojen, kuten asuinalueiden suunnittelua tuulivoimapuiston välittömässä ympäristössä. Asumis- ja virkistysviihtyisyyteen vaikuttavat useat eri teemat, mukaan lukien ihmisten yksilöllinen kokemus tuulivoimasta. Asumisviihtyisyyden näkökulmasta arvioidaan tuulivoimaloista aiheutuvaa ääntä ja välkettä sekä maisemavaikutusten yhteistä vaikutusta suhteessa lähellä sijaitseviin kyliin ja taajamiin. Voimalat erottuvat hyvällä säällä jopa 25 km etäisyydelle ja voivat olla läheltä katsottuna hallitsevia elementtejä maisemassa. Avarat tilat, kuten laajat pellot ja järvenselät voivat avata maisemia tuulivoimaloille päin. Muilla alueilla tuulivoimalat jäävät usein kasvillisuuden, rakennusten ja maastonmuotojen taakse. Myös maisemavaikutukselle altistuvan kohteen luonne määrittää vaikutuksen suuruutta, esim. tehdasympäristö tai luonnonmaisema.

### *Taloudelliset vaikutukset*

Tuulivoimapuistojen vaikutukset sijaintikuntien kiinteistöverotuloihin voivat olla merkittävät. Laskennassa käytetyn yhden 8 MWp:n tuulivoimalan arvioidut kiinteistöverotulot 30 vuoden elinkaaren aikana ovat 3,1 %:n kiinteistöveroprosentilla n. 1,3 M€ ilman rakennuskustannusindeksin todennäköisesti vielä nostavaa vaikutusta tuulivoimalan kiinteistöverotettavaan arvoon. Sen sijaan tuulivoimapuiston omistavan yrityksen maksama yhteisövero on luultavasti vähämerkityksellinen, koska alkuvuosien suuret veropoistot sekä tuulivoimayhtiöiden tavanomaisesti korkea lainoitusaste ja siitä johtuvat suuret korkomenot pitävät yhteisöverotettavan tulon tavanomaisesti nollassa tai hyvin alhaisena. Toisaalta tuulivoimapuiston rakentamisessa tai ylläpidossa mukana olevien

31.10.2024

paikallisten yhtiöiden verotettavat tulokset saattavat kasvaa. Investoinnin koko on noin 10 miljoonaa euroa / voimala ja työllisyysvaikutus noin 150 henkilötyövuotta / voimala.

### *Vaikutukset luontoon*

Luontoon kohdistuvista vaikutuksista tuulivoimaloiden osalta merkittävimmät huomioon otettavat vaikutukset kohdistuvat usein linnustoon. Hankealueella sijaitsevat useat päämuuttoreitit. Päämuuttoreitit osoittavat sellaiset laajat aluekokonaisuudet, jotka ovat kansallisesti tärkeitä ottaa huomioon tuulivoimala-alueiden sijoittumisessa. Myös voimaloiden tarvitseva tila, usein talousmetsäalueella, tiestö ja sähkönsiirto voivat vaikuttaa alueen luontoarvoihin ja eläinten liikkumiseen. Rakentamisen aikainen maanmuokkaus ja liikennemäärien kasvu voivat aiheuttaa ravinnekuormitusta läheisissä vesistöissä.

Vaikutusten arvioinnissa käytetään vertailuperusteena kunkin vaikutuksen merkittävyyttä, joka on arvioitu alueen luontoarvoille soveltuvien kriteerien osalta.

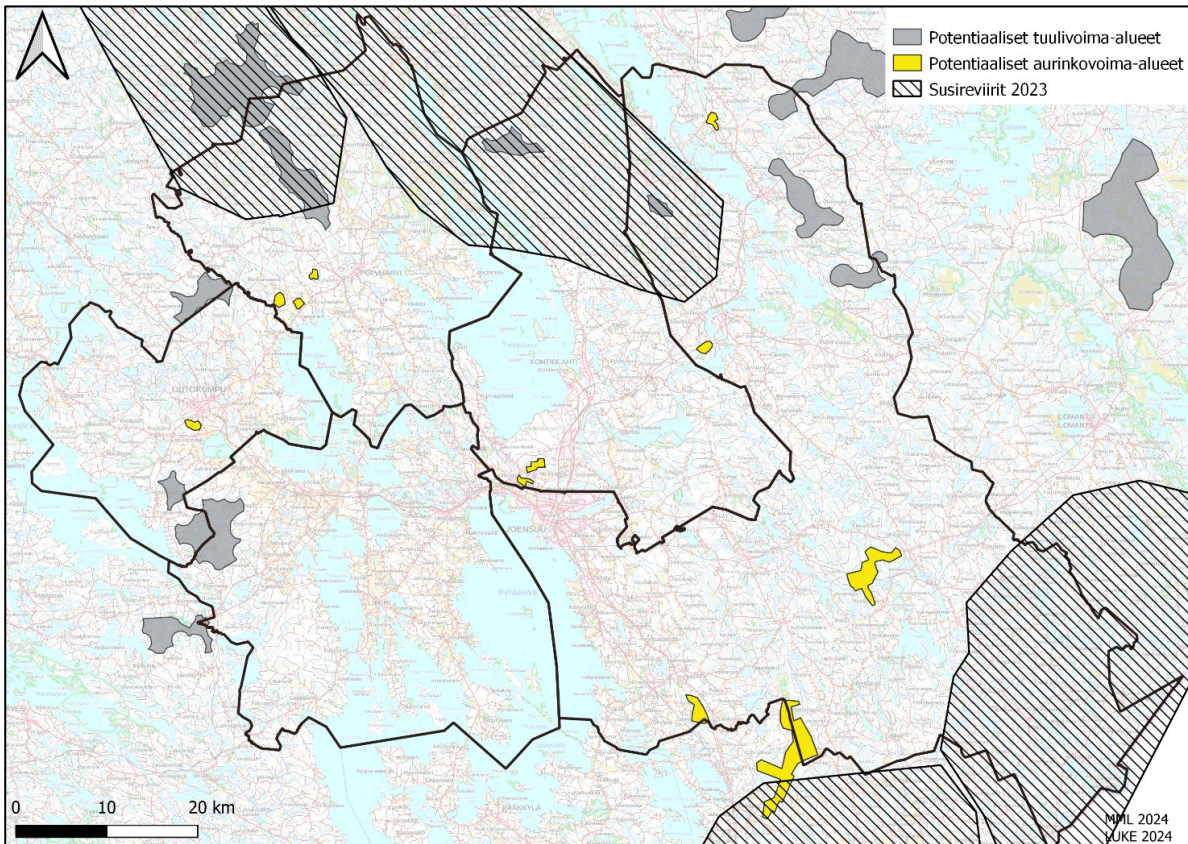
Vaikutustarkastelussa annetaan arvio hankkeen vaikutuksista linnuston ja muiden eläinten elinmahdollisuuksista tuulivoima- ja lähialueilla ja siitä, miten elinympäristöjen pieneneminen tai pirstoutuminen vaikuttaa alueilla esiintyviin lajeihin. Arvioinnin painopiste on uhanalaisissa ja EU:n luontodirektiivin liitteiden II ja IV(a) eläinlajeissa sekä EU:n lintudirektiivin liitteen I linnuissa.

### *Susi*

Pohjois-Karjalan alueet, ympäristöineen ovat sopivia susille, laajat rauhalliset alueet ilman ihmis-toimintoja, sekä rajan läheisyys mahdollistavat susille laajoja reviirejä. Tavallisesti susireviirillä on havaittu olevan vähemmän rakennettua aluetta sekä harvempi tieverkosto kuin alueella, jossa susireviiriä ei ole. Susien on havaittu myös välttelevän rakennuksia ja teitä reviirin sisällä, mutta pieniä ja rauhallisia metsäautoteitä sudet käyttävät siirtyessään paikasta toiseen. Tällöin tuulivoimarakentamisen yhteydessä kunnostetuilla metsäautoteillä saattaa olla positiivinen vaikutus susiin. Susien on myös havaittu sopeutuvan ihmisen muokkaamiin (esimerkiksi hakkuualueet) ja pirstoutuneisiin ympäristöihin. Sudet käyttävät yleensä kaikkia käytössä olevia elinympäristöjä hyväkseen, kun ne liikkuvat reviirillä etsimässä saalista, saalistaessaan sekä vartioidessaan ja merkatessaan reviiriä. Kartta susien (laumat ja kaksin liikkuvat sudet) reviirialueista Joensuun seudun alueella esitetään kuvassa 11. Susien (laumat ja kaksin liikkuvat sudet)

- Panjan reviiri (Pohjois-Savo – Oulu)
- Kolin reviiri (Oulu – Kainuu – Pohjois-Savo)
- Tuupovaaran reviiri (Pohjois-Savo – Kainuu)
- Tohmajärven reviiri (Kainuu)

31.10.2024



Kuva 11. Susireviirien sijoittuminen potentiaalsiin voimala-alueisiin nähden. (Luke 2024)

Aineiston perusteella voidaan todeta, että monet tuulivoima-alueet sijoittuvat suoraan reviirialueille, erityisesti Joensuun pohjoispuolella. Tutkimustiedon puutteen vuoksi susille ei voida määrittää vähimmäisetäisyyttä ekologisia yhteyksiä varten. Susien on havaittu liikkuvan väliaikaisesti myös voimakkaan ihmisvaikutuksen alueilla. Potentiaalisten tuulivoimapuistojen etäisyys toisistaan huomioon ottaen alueen tuulivoimahankkeiden toteutuessa leviämistä ei arvioida katkeavan, vaan susien levittäytyminen idästä länteen ja etelään on tehtyjen arvioiden mukaan edelleen mahdollista.

Sudella on synnytyspesän lisäksi useita pentujen siirtopesiä. Suden onnistuneen lisääntymisen kannalta on keskeistä, että alue, jolla susilaumat ovat säännöllisesti lisääntyneet, säilyy lisääntymiselle suotuisana eli ihmistoiminta alueella on minimaalista ja satunnaista. Jos susi ei muuttuneista olosuhteista johtuen voi enää lisääntyä pysyvästi alueella, kysymys on vähintäänkin lisääntymispaikan heikentämisestä.

Tuulivoimapuistohankkeiden haitallisia vaikutuksia susien pesintään voidaan lieventää ajoittamalla rakentaminen lisääntymiskauden ulkopuolelle. Toiminnan aikaiset vaikutukset ovat vaikeammin arvioitavissa tutkimustiedon puutteen takia. Toiminnan aikaisista vaikutuksista todennäköisimpiä näyttävät olevan aiempien mahdollisten reviirien vähäisempi käyttö ja susien esiintymisen

31.10.2024

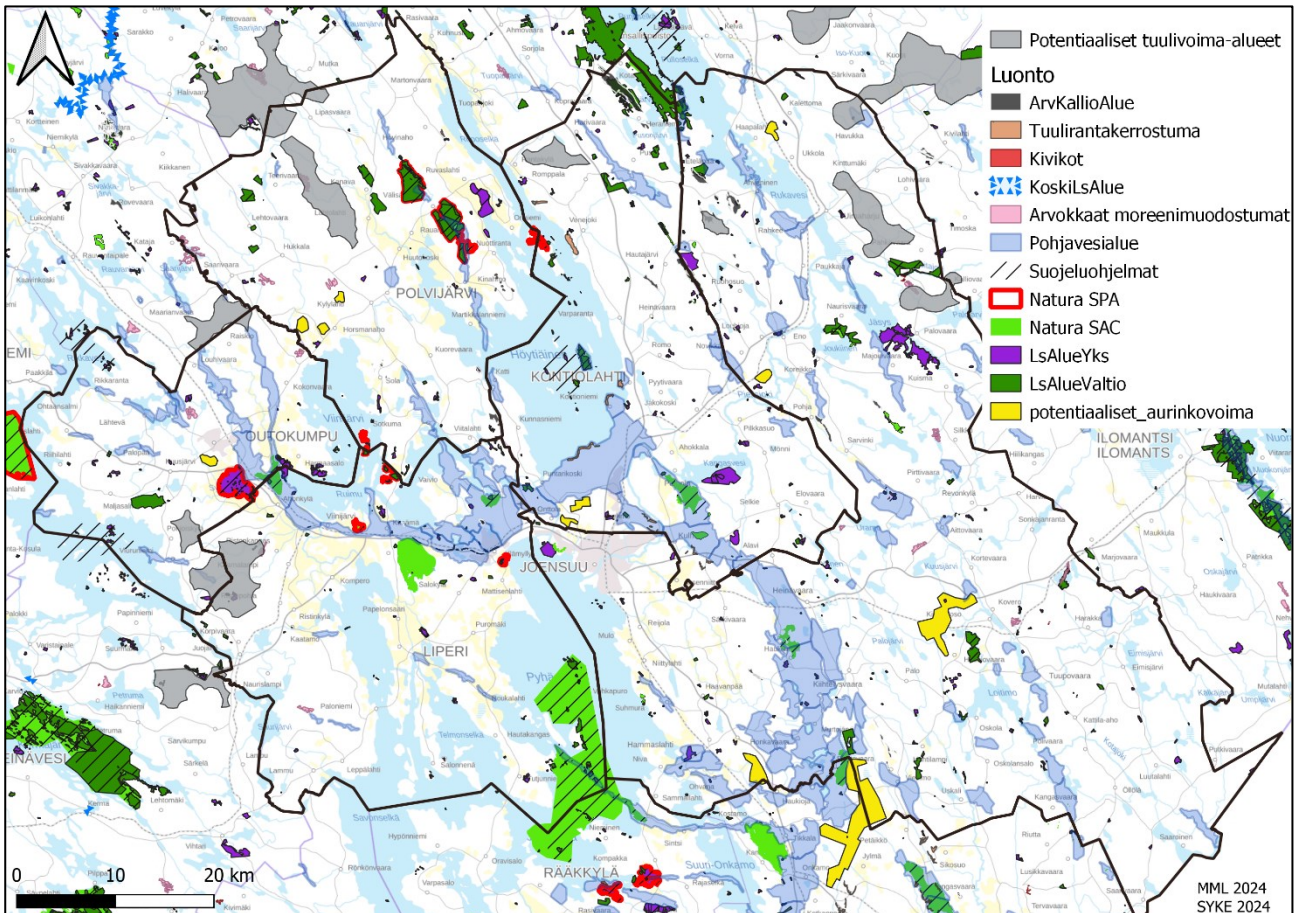
väheneminen turbiinien läheisyydessä. Nämä seikat vaikuttavat mahdollisesti reviirin sijaintiin tai sen käytön painottumiseen eri alueille. Susien on havaittu olevan käyttäytymispiirteiltään sopeutuvia, joten häiriön vähentymisen jälkeen reviirin käyttö voi palautua lähes ennalleen, mikäli alueen saaliskannan määrä ja suoja-alueiden laatu eivät olennaisesti heikkene tai ihmistoiminnan määrä alueella lisäännä. Tuulivoimapuistot voivat kuitenkin muuttaa merkittävästi susien elintilan käyttöä ja valintaa sekä vähentää lisääntymispaikkauskollisuutta, jolloin tuulivoimapuistohankkeet voivat vaikuttaa susien lisääntymismenestykseen.

#### *Arvokkaat luontokohteet, harju-, kallio- ja moreenialueet sekä laajat ja yhtenäiset metsäalueet*

Tässä osiossa tarkastellaan vaikutukset arvokkaisiin luontokohteisiin, harju-, kallio- ja moreenialueisiin (kuva 12). Näitä luonnon kannalta arvokkaita kohteita sijoittuu tässä selvityksessä tunnistetuille potentiaalisille tuulivoima-alueille, koska niitä on otettu huomioon puskurialueanalyysin yhteydessä. Puskurianalyysissä käytettiin seuraavia etäisyyksiä potentiaalisten alueiden löytämiseksi:

- NATURA 2000 SPA: suojeluperuste linnusto: 500 metriä
- NATURA 2000 SCI: suojeluperuste luontotyytit: 100 metriä
- Valtion ja yksityisten mailla olevat luonnonsuojelualueet: 100 metriä
- IBA ja FINIBA: 500 metriä

31.10.2024



Kuva 12. Arvokkaat luontokohteet tutkimusalueella

Tunnistetut tuulivoima-alueet sijoittuvat pääosin laajoille yhtenäisille luontoalueille ja luonnon ydinalueille, erityisesti Polvijärvellä, Liperissä ja Joensuussa. Keskeisimpiä kohdistuvia vaikutuksia ovat tuulivoimapuiston rakentamisen aikainen melu ja muu häiriö, lisääntyvä ihmisten liikkuminen alueella, tuulivoimapuiston huoltoliikenne, lisääntyvä virkistyskäyttö (mm. marjastus, sienestys, ”huviajelu”), huoltotiestön muodostama estevaikutus ja käytävävaikutus, elinympäristöjen häviäminen, muuttuminen ja pirstoutuminen. Tuulivoimaloiden elinympäristöjä pirstovan vaikutuksen merkittävyys voi olla paikoittain suuri.

Alueet ovat osa laajempaa metsämaista seutua, jonne sijoittuu paikoin myös laajempia arvokkaita kallio- ja metsäluontokohteita, joilla esiintyy suojellisesti arvokkaita lajeja

- SPA-kohteet alle 10 km etäisyydellä
  - Sysmäjärvi SPAFI0700001
  - Teerisaari-Sisuslahti SPAFI0700016
  - Särkijärvi SPAFI0700030 (SPA/SAC)

31.10.2024

- Viklinrimpi SPAFI0700050 (SPA/SAC)
- SAC-kohteet alle 1 km etäisyydellä
  - Lehtovaara SACFI0700113
  - Kirjovaara SACFI0700051
  - Oinasvaara SACFI0700054

Merkittävät vaikutukset luontotyyppeihin ja lajeihin eivät ole todennäköisiä ja vaikutukset on mahdollista huomioida tarkemmassa suunnittelussa. Tuulivoima-alueiden tarkemman sijoitus suunnittelun yhteydessä on mahdollista huomioida pienialaiset kohteet, joten vaikutusten arvioinnit tulisi tarkentaa seuraavissa suunnitteluvaiheissa (ympäristövaikutusten arviointi YVA tai/ja osayleiskaava OYK).

#### *Linnustovaikutukset*

Tuulivoimapuistojen rakentaminen muuttaa ja pirstoo elinympäristöjä, millä saattaa olla vaikutusta myös ekologiin yhteyksiin. Toiminnassa olevien tuulivoimapuistojen vaikutuksia ovat mm. häiriö- ja estevaikutukset lintujen pesimä- ja ruokailualueilla sekä niiden välisillä alueilla ja muuttoreiteillä, sekä lintujen törmäyskuolleisuus ja sen vaikutukset alueiden linnustoon sekä lintupuolaatioihin. Tuulivoimapuistojen vaikutukset alueiden linnustoon arvioitiin olemassa olevan tiedon perusteella. Maakotkan osalta hyödynnettiin Metsähallituksen pesäpaikkarekisterin tietoja.

Vaikutusten arvioinnin lähtökohtana ovat seudulliset yhteisvaikutukset sekä esimerkiksi lintujen tärkeimpien muuttoreittien mahdollistaminen myös uusien tuulivoima-alueiden suunnittelussa. Tiira-tietokantaa hyödynnettiin lintujen muuttoreittejä sekä lintujen lepäily- ja ruokailualueita varten. Tässä työssä ei laadittu erillisiä linnuston törmäyslaskelmia ja populaatiovaikutusten arviointeja mm. muuttolinnustolle tai kotkille.

Vaikutusten arvioinnin lähtökohtana ovat seudulliset yhteisvaikutukset sekä esimerkiksi lintujen tärkeimpien muuttoreittien mahdollistaminen myös uusien tuulivoima-alueiden suunnittelussa. Tiira-tietokantaa hyödynnettiin lintujen muuttoreittejä sekä lintujen lepäily- ja ruokailualueita varten. Tässä työssä ei laadittu erillisiä linnuston törmäyslaskelmia ja populaatiovaikutusten arviointeja mm. muuttolinnustolle tai kotkille.

Tunnistettujen tuulivoima-alueiden 10 kilometrin etäisyydellä sijaitsevat seuraavat Natura-alueet (SPA-kohteet), jossa suojeluperusteena on linnusto:

- Sysmäjärvi SPAFI0700001
- Teerisaari-Sisuslahti SPAFI0700016
- Särkijärvi SPAFI0700030 (SPA/SAC)

31.10.2024

- Viklinrimpi SPAFI0700050 (SPA/SAC)

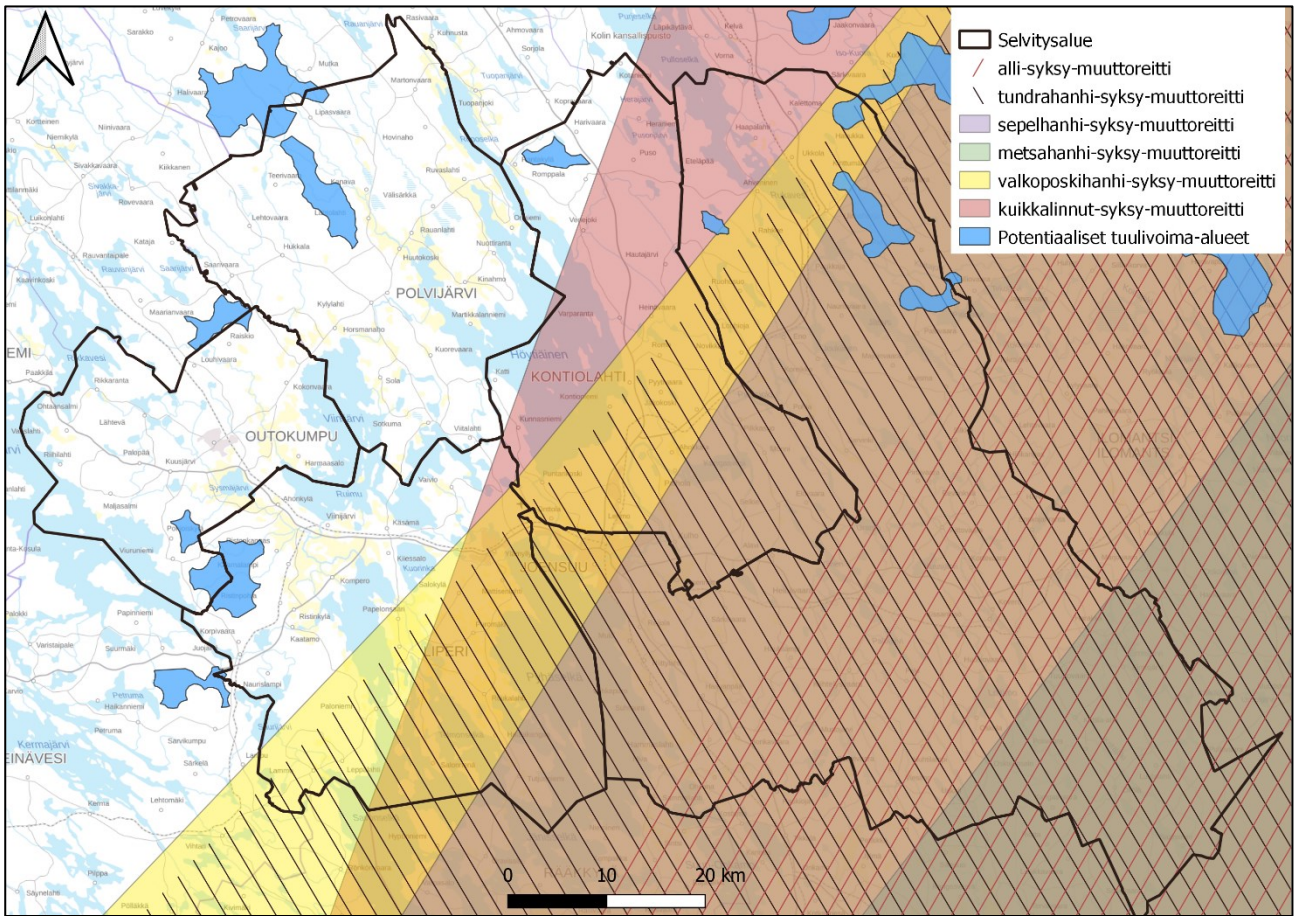
Suojelun perusteena olevista lajeista riskialttiimpia merkittävälle vaikutuksille ovat petolinnut sekä Natura-alueille kerääntyvät suuret vesilinnut hanhet ja joutsenet. Lintudirektiivin lajeihin vaikutuksia voi aiheutua usean kilometrin etäisyydelle. Linnustovaikutukset on tarkistettava erikseen erityisesti, jos myös muut lähialueen tuulivoima-alueet toteutuvat. Erityisesti Sysmäjärven ja Viklinrimmen - SPA-alueille voivat kohdistua kielteisiä yhteisvaikutuksia, mikäli kaikki tässä selvityksessä tunnistetut ja alueiden läheisyydessä olevat tuulivoima-alueet toteutuvat. Potentiaalisille tuulivoima-alueille sijoittuu yhteensä 12 petolinnun pesää.

Maakotkan osalta tunnistetuilla tuulivoima-alueilla ei ole tiedossa pesäpaikkoja. Lähimmillään pesäpaikka sijoittuu noin 15 km etäisyydelle lähimmästä voimala-alueesta. Tällä alueella maakotkareviirille ei kohdistu kielteisiä vaikutuksia.

Merikotkan osalta, etäisyys lähimpään tuulivoimalaan on kuitenkin yli 6 kilometriä. Tällä alueella merikotkalle saattaa kohdistua vähäisiä kielteisiä vaikutuksia.

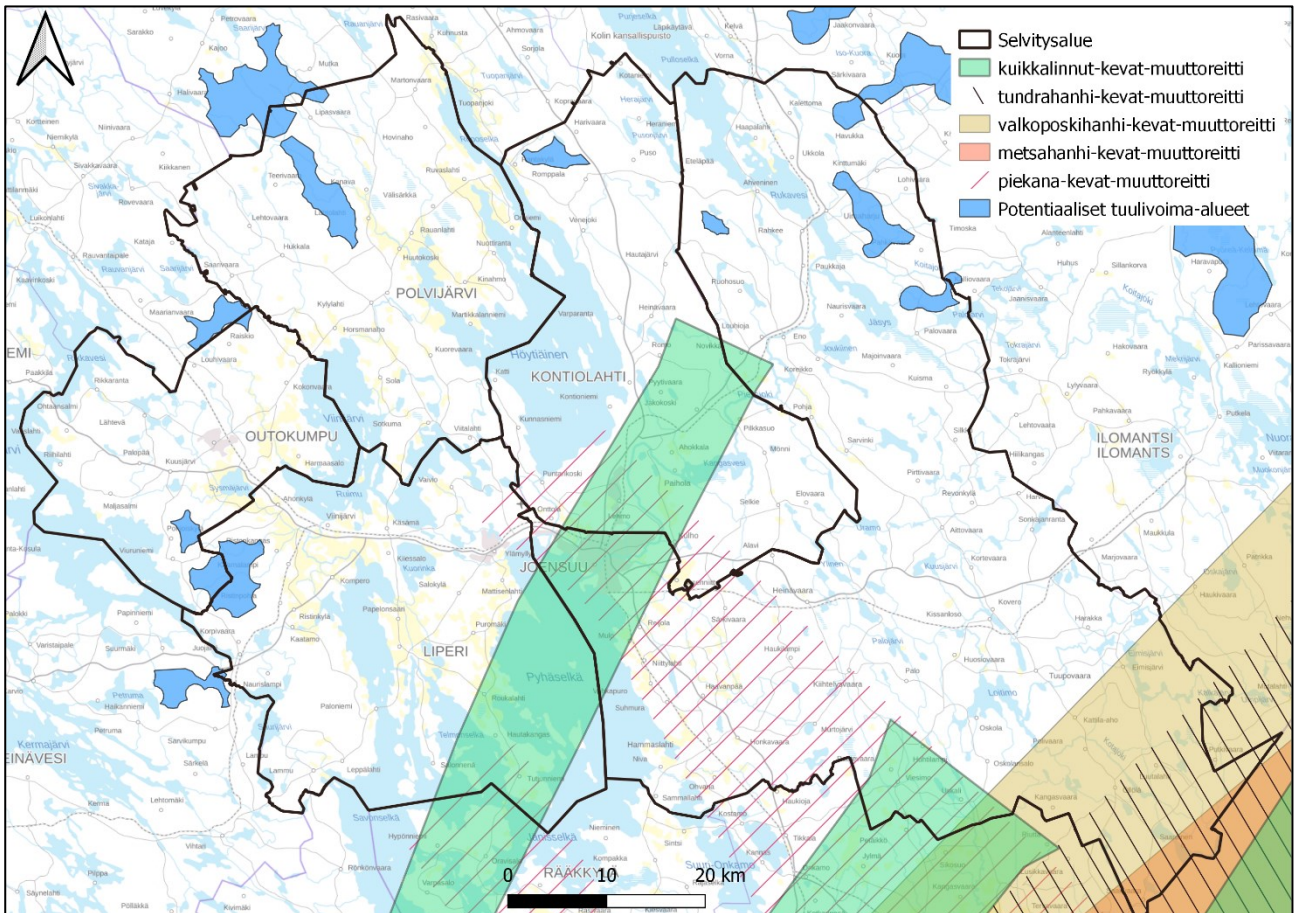
Muuttolinnuston osalta tunnistetut tuulivoima-alueet sijoittuvat hieman sivuun keskeisiltä muuttoreiteiltä. BirdLife Suomi Lintujen päämuuttoreitit Suomessa -selvityksen perusteella Pohjois-Karjalan eteläosiin sijoittuu valkuposkihanhen, tundrahanhen, sepelhanhen, metsähanhen, allin ja kuikkalintujen syyspäämuuttoreitit (kuva 13). Lisäksi tundrahanhen, valkuposkihanhen, metsähanhen, piekanan ja kuikkalintujen kevätpäämuuttoreitit kulkevat alueella (kuva 14). Tuulivoimahankkeilla arvioidaan olevan kokonaisuudessaan kohtalaista haittaa alueen kautta muuttavaan linnustoon.

31.10.2024



Kuva 13. Lintujen syysmuuttoreitit tutkimusalueella. (Birdlife 2023)

31.10.2024



Kuva 14. Lintujen kevätmuuttoreitit tutkimusalueella. (Birdlife 2023)

## 6.2 Aurinkovoima yhteisvaikutukset

Muun maankäytön, esimerkiksi turvetuotannon muuttaminen aurinkovoimatuotantoon vaikuttaa harvoin haitallisesti alue- ja yhdyskuntarakenteeseen. Toiminnan päätyttyä hankealue vapautuu muuta maankäyttöä varten. Hankkeen rakentamisvaiheessa alueella on runsaasti raskasta liikennettä. Toimintavaiheessa liikenteen vaikutukset ovat vähäisiä. Alueen muuttaminen aurinkovoimatuotantoon ei vaikuta merkittävästi aluetta ympäröivään kasvillisuuteen ja luontotyypeihin. Aitarakenteet estävät suurikokoisten nisäkkäiden liikkumisen alueen läpi ja voivat myös rajoittaa alueen usein vähäistä virkistyskäyttöä ja läpikulkua. Rakentamisen aikainen maanmuokkaus ja liikennemäärien kasvu voivat aiheuttaa ravinnekuormitusta läheisissä vesistöissä.

Yksi potentiaalinen aurinkovoima-alue sijoittuu linnustollisesti arvokkaalle FINIBA-kohteelle.

Maisemalliset vaikutukset riippuvat alueen topografiasta ja ympäröivästä kasvillisuudesta. Aurinkopaneelien rakenteet ovat matalia, joten tasaisella maalla vaikutus jää paikalliseksi. Maisemallisia vaikutuksia voidaan minimoida esimerkiksi näkymiä estävällä tai rajaavalla kasvillisuudella.

31.10.2024

Kaupungille / kunnalle kertyy yhden hehtaarin maa-alalta noin 3 350 euroa kiinteistövero per vuosi. Kiinteistöverotuotto perustuu olemassa oleviin esimerkkeihin ja asiantuntija-arvioon. Vuodessa yhden GWh:n sähkön tuottava aurinkovoimala vaatii noin 1 miljoonan euron investoinnin. Hankkeiden työllistävää vaikutusta on arviolta 20 henkilötyövuotta / 100 MW (teho).

### 6.3 Geoenergia yhteisvaikutukset

Geoenergian perustamisvaihe muokkaa maisemaa voimalan alueella, mutta tuotannon käynnistyttyä maisemavaikutuksia ympäristöön ei synny. Virkistys- ja viheralueet voivat olla geoenergian hyödyntämistä rajoittavia reunaehtoja, sillä niihin voi liittyä esimerkiksi luonnonsuojelulain, metsälain tai vesilain nojalla rauhoitettuja kasveja, eläimiä, vesistöjä tai muita luonnonesiintymiä. Virkistysalueilla on myös vaatimuksia melutason suhteen, joka voi porausvaiheessa aiheuttaa huomattavaa haittaa ympäristöön. Geoenergiakentän rakentaminen muokkaa voimakkaasti kohteen maaperää ja luontoarvoja. Maalämpökaivot tarvitsevat MRL:n mukaisen toimenpideluvan, jossa lupaviranomainen tavallisesti määrää, että lämpökaivo ei saa ilman naapurin lupaa ulottua syvällä kallio-kerässäkään naapuritontin puolelle. Tämänhetkisen lainsäädännön perusteella lämpöenergian omistusoikeus on epäselvä (Uudenmaan liitto 2020.) Geoenergian suojavaikuttajilla pyritään vähentämään vaurioita infrastruktuurissa ja maanalaisissa tiloissa.

Geoenergia tarjoaa vakaita ja pitkäkestoisia energialähteitä, koska se ei ole riippuvainen sääolosuhteista tai vuorokauden ajasta. Geoenergiaa hyödyntävät tuotantolaitokset eivät kuormita ilmastoa ja niiden rakentaminen tuo alueelle työllisyyttä. Geoenergian suorat vaikutukset elinkeinoelämään ovat vähäisiä.

### 6.4 Pienydinvoima yhteisvaikutukset

Uusien ydinvoimalaitosten sijoituspaikan valinnan kannalta ongelmalliseksi koetaan täsmälliset etäisyydet ja vaikutuksiin liittyvät epävarmuudet. Esimerkiksi pienydinvoimaloita voitaisiin rakentaa myös maan sisään, mikä osaltaan muuttaa suojaetäisyysvaatimuksia.

Pienydinvoimaloita voidaan sijoittaa asutuksen lähelle, jos sijoituksen turvallisuus on perusteltu. Esimerkiksi kaukolämmön tuotannossa lämpöä tuottavan laitoksen onkin sijaittava verrattain lähellä asutusta. Laitoksen sijoituspaikan turvallisuus on perusteltava. Laitos ei saa aiheuttaa vaaraa ympäristölleen (STUK 2024).

Ydinvoimalaitoksen läheisyydessä elävän väestön turvallisuustaso säilyy kuitenkin entisellään, koska suojavaikuttajien ja varautumisalueen määrittämisessä käytettävät säteilyvaaratilanteen vertailutasoihin kiinnittyvät suojelutoimet eivät muutu.

Säteilyturvakeskus on ehdottanut, että ydinreaktoreiden turvaetäisyydet arvioitaisiin pienydinvoimaloiden osalta tulevaisuudessa tapauskohtaisesti. Vanhat kiinteät kilometrirajat ovat turhan

31.10.2024

suuret pienydinvoimaloille. Monissa pienydinvoimaloissa on turvallisuuden kannalta edullisia piirteitä. Pieni teho tarkoittaa pienempää reaktorikohtaista jälkilämpöä ja radioaktiivisten aineiden määrää, mikä on eduksi turvallisuudelle. Pieni teho tekee helpommaksi hyödyntää passiivisia järjestelmiä, eli esimerkiksi veden painovoimaista virtausta pumppujen sijaan. Silloin voidaan vähentää riippuvuutta sähkönsyötöstä ja ihmisen ja laitteiden toiminnasta. Turvallisuuteen vaikuttavat kuitenkin monet tekijät, minkä vuoksi turvallisuus on aina arvioitava tapauskohtaisesti. (STUK 2024).

STUK:n uusi määräys muuttaisi suojavyöhykkeen ja varautumisalueen kokovaatimuksia, mutta vaatimukset niiden turvallisuudesta pysyisivät ennakkotietojen mukaan ennallaan. Suojavyöhykkeelle ei saisi edelleenkään rakentaa sairaaloita tai muita rakennuksia, joissa asioi säännöllisesti suuria ihmismääriä. Vyöhyke pitäisi saada tarvittaessa evakuoitua ihmisistä. Onnettomuustilanteissa evakuointia ei tarvittaisi suurella varmuudella vyöhykkeen ulkopuolella. Varautumisalueella ihmiset pitäisi saada neljässä tunnissa suojautumaan sisätiloihin. Suojautumista voitaisiin täydentää jodiannostuksella. Onnettomuustilanteissa näitä suojautumiskeinoja ei tarvittaisi suurella varmuudella alueen ulkopuolella.

Tällä hetkellä kansainvälistä yhteistyötä tehdään voimalakonseptin hahmottamiseksi ja yhteisten tuotanto ja toimintaperiaatteiden hyväksymiseksi. Käynnissä olevan ydinenergiainsäädännön kokonaisuudistuksessa huomioidaan myös pienydinvoimalat. Tavoitteena on mahdollistaa erilaisten reaktoreiden luvitus, kunhan turvallisuus voidaan osoittaa. STUKin ydinturvallisuussäädännön uudistamisessa vähennetään vaatimusten yksityiskohtaisuutta ja muutetaan vaatimuksia tavoitteellisemmiksi, mikä antaa tilaa erilaisille ratkaisuille (STUK 2024).

Pienet sarjatuotantona valmistettavat voimalat, niiden reaktorit ja toiminnon tarvitsemat raaka-aineet voidaan tuottaa Suomessa jopa 90 prosenttisesti. Pienydinvoimalla on näin ollen myös taloudellisia yhteisvaikutuksia.

## 6.5 Vedyntuotannon yhteisvaikutukset

Vetyyn liittyvän potentiaalın hyödyntäminen edellyttää merkittäviä ja laaja-alaisia investointeja infrastruktuuriin. Toimiva kokonaisuus edellyttää luotettavaa uusiutuvan sähkön tuotantoa ja siirtoa, vedynjalostukselle sopivien tonttien tarjontaa, soveltuvia alueita vedyn ja vetyjalosteiden varastointiin ja lopputuotteiden jakelun mahdollistavaa infrastruktuuria. Lähiaikoina kehitettävien hankkeiden kokoluokka on kymmenien megawattien laitoksista suurimmillaan satojen megawattien laitoksiin.

Suuret tuotantolaitokset vaativat tilaa ympäristöltään, jolloin rakentamisen aiheuttamat melu-, pöly ja ravinnekuormitus vaikuttavat niin luontoon, kuin ihmisiinkin. Vaikutusten merkittävyys selvitetään hankekohtaisesti. Vetylaitoksen vaatimat tuotantotilat ja infrastruktuuri vaikuttavat alueen maisemaan paikallisesti voimakkaasti.

31.10.2024

Ilmastoystävällisen vedyntuotannon välttämätön edellytys on vahva verkkoliityntä, jolla laitoksen tarvitsema suuri päästötön sähkömäärä voidaan siirtää. Suora yhteys lähellä tuotantolaitosta sijaitsevaan aurinko- tai tuulivoimalaan ei ole välttämätön, vaan sähköä voidaan siirtää tuotantolaitokselle kaukaakin. Rajoittavaksi tekijäksi voivat muodostua maankäytölliset ehdot, eli toiminnan tarvitsema pinta-ala ja turvallisuusetäisyys muihin rakennuksiin. Maankäyttösuunnittelussa on syytä ottaa huomioon myös suojaetäisyydet vety- ja maakaasuputkistoon.

## 6.6 DNSH-arvio

DNSH-arvioinnilla varmistetaan, että tarkastellut energiantuotantomuodot ovat ympäristötavoitteiden mukaisia. Yleispiirteisessä tarkastelussa on tärkeää perustella, miksi valitut energiantuotantoratkaisut eivät aiheuta merkittävää haittaa ympäristölle ja edistävät vihreää siirtymää.

Suomen elpymis- ja palautumissuunnitelman hankkeiden rahoituksen ehtona on, että niissä noudatetaan ”ei merkittävää haittaa” -periaatetta (do no significant harm, DNSH-periaate) mukaisia. Kun avustuksen kohteena on selvitys, DNSH-arvioinnilla todennetaan, että selvityksellä edistetään vain DNSH-periaatteen mukaista toimintaa.

DNSH-periaatteen mukaisuus tarkoittaa, että hankkeista ei saa aiheutua EU:n taksonomia-asetuksen artiklassa 17 tarkoitettua merkittävää haittaa kuudelle ympäristötavoitteelle:

- ilmastonmuutoksen hillintä,
- ilmastonmuutokseen sopeutuminen,
- vesivarojen ja merten luonnonvarojen kestävä käyttö ja suojelu,
- siirtyminen kiertotalouteen,
- ympäristön pilaantumisen ehkäiseminen ja vähentäminen,
- biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemien suojelu ja ennallistaminen.

DNSH-arvioinnin tavoite on varmistaa edellä mainittujen ympäristötavoitteiden mukaisuus. DNSH-arvioinnin ensimmäisessä vaiheessa (yleispiirteinen haitta-arviointi) arvioidaan hankkeen mahdollisia haitallisia ympäristövaikutuksia DNSH-kriteeristön kuuteen ympäristötavoitteeseen. Jos merkittäviä haitallisia vaikutuksia ei arvioida aiheutuvan, tämä tulee perustella kunkin kuuden ympäristötavoitteen osalta (ts. perustella miksi ympäristötavoite ei edellytä yksityiskohtaisempaa haitta-arviointia).

Mikäli yleispiirteisessä arvioinnissa hankkeella arvioidaan olevan mahdollisesti merkittäviä haitallisia vaikutuksia johonkin kuudesta ympäristötavoitteesta, tehdään näiden ympäristötavoitteiden osalta toisen vaiheen (yksityiskohtainen) haitta-arviointi. Yksityiskohtaisessa arvioinnissa arvioidaan, aiheutuuko ympäristötavoitteelle merkittävää haitallista vaikutusta. Siinä voidaan keskittyä esiin nousseen mahdollisen haitan arviointiin. Yksityiskohtainen tarkastelu ei automaattisesti

31.10.2024

johda hankkeen DNSH-kelpoisuuden eväämiseen, vaan tavoitteena on tunnistaa varhaisessa vaiheessa mahdolliset haittavaikutukset ja minimoida ne.

Arvioitaessa hankkeen vaikutuksia kuuteen DNSH-periaatteen ympäristötavoitteeseen on otettava huomioon:

- hankkeen koko elinkaaren aikana aiheutuvat haitat,
- sekä välittömät että ensisijaiset välilliset vaikutukset ympäristöön.

Osa 1. Onko hankkeella mahdollisia haitallisia vaikutuksia ympäristötavoitteeseen? (ts. edellyttää yksityiskohtaista haitta-arviointia)	Kyllä	Ei	Perustelut, jos valittu "Ei"
<b>1. Ilmastonmuutoksen hillitseminen</b> Onko hankkeella mahdollisia haitallisia vaikutuksia ilmastonmuutoksen hillintään? <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Esim. Lisääntyvätkö kasvihuonekaasupäästöt?</i></li> <li>• <i>Pienenevätkö hiilinielut ja/tai hiilivarastot?</i></li> </ul>		x	<b>Aurinkovoima</b>  Metsät toimivat alueen tärkeimpänä hiilinieluna (nieluvaikutus tyypillisesti 1-7 tonnia CO <sub>2</sub> ekv./ha/vuosi). Mikäli aurinko- tai tuulivoimala sijoitetaan metsäalueelle, poistuvan puuston seurauksena, hankealueen hiilinielut pienenevät.  Vastaavasti metsäojitetulla suolla syntyy päästöjä noin 3 t CO <sub>2</sub> ekv./ha, entisellä turvepellolla noin 15 t CO <sub>2</sub> ekv./ha ja kivennäismaapellolla noin 2 t CO <sub>2</sub> ekv./ha vuodessa.  Aurinkovoimaloiden tuottama energia on käytännössä päästötöntä ja sillä korvataan fossiilisilla polttoaineilla tuotettua sähköä.
		x	<b>Tuulivoima</b>  Tuulivoimaloiden tuottama energia on käytännössä päästötöntä ja sillä korvataan fossiilisilla polttoaineilla tuotettua sähköä.
		x	<b>Geoenergia</b>  Rakennusvaiheen päästöt ja mahdolliset vaikutukset hiilinieluihin ovat vähäisiä ja paikallisia, eikä geoenergian tuotanto itsessään aiheuta jatkuvia päästöjä. Geoenergian lopulliset päästöt riippuvat siitä, miten sähköä tuotetaan, jota käytetään järjestelmän ylläpitoon ja toimintaan.
		x	<b>Pienydinvoima</b>  Pienydinvoimalat tuottavat käytännössä nollapäästöistä sähköä ja lämpöä.  Pienydinvoimalat vaativat suhteellisen pienen maa-alueen muihin energiantuotantomuotoihin verrattuna. Jos pienydinvoimala rakennetaan esimerkiksi asutuksen tai teollisuusalueen lähelle, maankäytön muutos ei yleensä aiheuta merkittävää metsien tai muiden hiilinielujen vähenemistä.

31.10.2024

		x	<p><b>Vedyntuotanto</b></p> <p>Jos vety tuotetaan uusiutuvalla energialla hankkeen suorat kasvi-huonekaasupäästöt ovat vähäiset. Päästöt syntyvät pääasiassa hankkeen rakennusvaiheessa ja infrastruktuurin ylläpidossa.</p> <p>Vedyntuotantolaitokset ja niiden infrastruktuuri, kuten siirtoverkot ja varastointijärjestelmät, vaativat laajoja maa-alueita. Rakentaminen aiemmin käytetyille teollisuusalueille tai muille jo valmiiksi muuttuneille alueille minimoi vaikutukset hiilinieluihin.</p>
<p><b>2. Ilmastonmuutokseen sopeutuminen</b> Onko hankkeella mahdollisia haitallisia vaikutuksia ilmastonmuutokseen sopeutumiseen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Esim. Lisääkö hanke vedenkulutusta merkittävästi?</i></li> <li>• <i>Lisääkö hanke tulva- tai kuivuusriskiä tai alltiutta sään ääri-ilmiöille?</i></li> </ul>		x	<p><b>Aurinkovoima</b></p> <p>Aurinkovoima ei lisää veden kulutusta elinkaarensa aikana. Aurinkovoimalat ovat kevyitä rakenteita, joten ne eivät kasvata tulvariskiä paikallisesti. Aurinkovoimalan sisäiset tiet voidaan rakentaa metsäautoteinä.</p> <p>Hankkeita varten mahdollisesti kuivatettavilla soilla on vettä pidättävä ominaisuus. Toiminnan tulva- ja kuivuusriskit tulisi arvioida vaikutusten arvioinnin yhteydessä.</p>
		x	<p><b>Tuulivoima</b></p> <p>Tuulivoima ei lisää veden kulutusta elinkaarensa aikana. Tuulivoimalat eivät kasvata tulvariskiä paikallisesti. Tuulivoimalan sisäiset tiet voidaan rakentaa metsäautoteinä. Toiminnan tulva- ja kuivuusriskit tulisi arvioida vaikutusten arvioinnin yhteydessä.</p>
		x	<p><b>Geoenergia</b></p> <p>Rakennusvaiheessa poraus- ja kaivuutyöt voivat tilapäisesti muuttaa maaperän vedenpidätyskykyä ja maaston kaltevuuksia, mikä voi lisätä paikallisia tulvariskejä lyhytaikaisesti.</p>
		x	<p><b>Pienydinvoima</b></p> <p>Pienydinvoimalat vaativat tyypillisesti hyvin vähän jäähdytysvettä verrattuna perinteisiin suuriin ydinvoimaloihin.</p>
		x	<p><b>Vedyntuotanto</b></p> <p>Vedyntuotannossa, erityisesti elektrolyysissä, käytetään merkittäviä määriä vettä. Vedenkäyttöä voidaan kuitenkin optimoida suunnittelulla siten, että se ei kuormita paikallisia vesivaroja, esimerkiksi hyödyntämällä veden talteenotto- ja uudelleenkiyttöjärjestelmiä.</p>
<p><b>3. Vesivarojen ja merten luonnonvarojen kestävä käyttö ja suojeleminen</b> Onko hankkeella mahdollisia haitallisia vaikutuksia vesivarojen ja merten luonnonvarojen kestäväan käyttöön ja suojeleluun?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Esim. Voiko hanke aiheuttaa pinta- tai pohjavesien tilan heikentymistä (esimerkiksi lisätä</i></li> </ul>		x	<p><b>Aurinkovoima</b></p> <p>Selvityksessä on tarkistettu potentiaalisten alueiden suhde pohjavesialueisiin. Aurinkovoima-alueet sijoittuvat pohjavesialueiden ulkopuolelle. Pohjavesialueella tulee huomioida mahdollinen pohjaveden muuttamisen vesiluvan tarve esim. laaja-alaisten metsähakkuiden seurauksena.</p>

31.10.2024

<p>ravinne-, metalli- tai kiintoainekuormitusta, heikentää kalojen elinolosuhteita tai levittää vieraslajeja)?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lisääkö hanke lämpökuormitusta?</li> </ul>			Ojittamista voidaan välttää jatkosuunnittelussa, mutta vesistö-päästöt ovat mahdollisia, jos suoaluetta kuivatetaan.
		x	<p><b>Tuulivoima</b></p> <p>Selvityksessä on tarkistettu potentiaalisten alueiden suhde pohjavesialueisiin. Tuulivoima-alueet sijoittuvat pohjavesialueiden ulkopuolelle. Pohjavesialueella tulee huomioida mahdollinen pohjaveden muuttamisen vesiluvan tarve esim. laaja-alaisten metsähakkuiden seurauksena.</p>
		x	<p><b>Geoenergia</b></p> <p>Geoenergiakenttien suunnittelussa tulee huomioida suojaetäisyydet pohjavesialueisiin, jotta vältetään pohjaveden pilaantuminen tai kiintoainesten päätyminen vesistöihin.</p> <p>Suunnittelussa on varmistettava, että lämpökaivojen sijoittelu ja käyttö eivät aiheuta merkittävää lämpökuormitusta.</p>
		x	<p><b>Pienydinvoima</b></p> <p>Pienydinvoimaloiden vaikutukset liittyvät ensisijaisesti jäähdytysveden käyttöön ja lämpökuormitukseen. Oikein suunnitellut jäähdytysjärjestelmät ja voimalaitosten sijoittaminen sopiville alueille voivat minimoida nämä vaikutukset.</p>
		x	<p><b>Vedyntuotanto</b></p> <p>Hankkeen aikana voi syntyä riskejä, kuten ravinne-, metalli- tai kiintoainekuormitusta rakennusvaiheessa sekä mahdollisten päästöjen kautta käytön aikana.</p> <p>Vedyntuotantoprosessissa syntyy lämpöä, joka voi johtaa paikallisen lämpökuormituksen kasvuun, jos prosessivesiä ei käsitellä riittävästi ennen niiden johtamista vesistöihin.</p>
<p><b>4. Kiertotalous, mukaan lukien jätteen synnyn ehkäisy ja kierrätys</b></p> <p>Onko hankkeella mahdollisia haitallisia vaikutuksia siirtymisessä kiertotalouteen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Esim. Lisääkö hanke luonnonvarojen käyttöönottoa?</li> <li>Vaikeuttaako hanke tuotteiden tai materiaalien uudelleenkäyttöä tai lyhentääkö tuotteiden käyttöikä?</li> </ul>		x	<p><b>Aurinkovoima</b></p> <p>Aurinkopaneeli on lähes huoltovapaa komponentti, joka ei tarvitse säännöllistä huoltoa toimiakseen. Suomessa tavoitteena on saada aurinkopaneeleista kierrätettyä 70 %. Piipohjaisten paneelien kierrätyslaitoksessa raaka-aineista pystytään kierrättämään yli 95 %.</p> <p>Aurinkovoima-alueita osoitetaan geologisten arvokohteiden ulkopuolelle.</p>

31.10.2024

<ul style="list-style-type: none"> <li>Vaikeuttaako hanke materiaalien kierrätystä?</li> <li>Lisääkö hanke jätteiden loppusijoittamista tai polttamista?</li> </ul>	x	<p><b>Tuulivoima</b></p> <p>Tuulivoimaloiden kierrätysaste saadaan nousemaan yli 90 prosenttiin. Tuulivoimaloiden purkamisen ja purettujen materiaalien käsittely- ja kierrätysmenetelmien odotetaan kehittyvän nopeasti lähitulevaisuudessa.</p> <p>Aurinkovoima-alueita osoitetaan geologisten arvokohteiden ulkopuolelle.</p>
	x	<p><b>Geoenergia</b></p> <p>Luonnonvarojen käyttö on pääasiassa sidottu rakennusvaiheeseen, ja tuotantovaiheen aikana hankkeen vaikutus luonnonvaroihin ja jätteen syntyyn on minimaalinen. Materiaalien uudelleenkäyttö ja kierrätys on mahdollista, eikä hanke lisää jätteiden loppusijoittamista tai polttamista merkittävästi.</p>
	x	<p><b>Pienydinvoima</b></p> <p>Pienydinvoimahankkeilla on haasteita kiertotalouden näkökulmasta erityisesti ydinjätteen käsittelyssä ja luonnonvarojen käytössä. Vaikka materiaalien sarjatuoanto ja pitkä käyttöikä voivat tukea kiertotaloutta, ydinjätteen käsittely ja loppusijoitus muodostavat merkittävän haasteen.</p> <p>Vaikka ydinjätteen kierrätys on haaste, syntyvän jätteen määrän hallinta on selkeä ja jo olemassa olevat turvallisuusstandardit takaavat, että se voidaan käsitellä ja loppusijoittaa turvallisesti.</p> <p>Lisäksi suuri osa rakenteissa käytetyistä materiaaleista, kuten teräksestä ja muista ei-säteilevistä osista, voidaan periaatteessa kierrättää voimalan purkamisen yhteydessä.</p>
	x	<p><b>Vedyntuotanto</b></p> <p>Vetylaitosten rakentaminen ja käyttö voivat lisätä luonnonvarojen kulutusta. Kiertotalouden periaatteet voidaan kuitenkin huomioida hankkeessa varmistamalla, että materiaalit ovat kierrätettäviä ja kestävätkä koko elinkaarensa ajan.</p> <p>Kiertotalouden integroiminen hankkeeseen jo suunnitteluvaiheessa mahdollistaa sen, että vedyn tuotantoprosessit ja laitosinfrastruktuuri voidaan suunnitella niin, että minimoidaan jätteen synty ja mahdollistetaan sivutuotteiden uudelleenkäyttö.</p>
<p><b>5. Ympäristön pilaantumisen ehkäiseminen ja vähentäminen</b></p> <p>Johtaako hanke esimerkiksi päästöjen lisääntymisen tai maankäytön muutoksen välityksellä ympäristön (maa, vesi, ilman laatu) tilan heikentymiseen?</p>	x	<p><b>Aurinkovoima</b></p> <p>Selvityksessä ei ole osoitettu, että aurinkovoimalat lisääisivät kemialisoitumista, vaarallisten aineiden päästöjä tai ympäristöriskejä. Rakentamisen aikana kuljetuksista johtuvat liikennemäärät kasvavat.</p>

31.10.2024

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Esim. Lisääkö hanke ympäristön kemikalisoitumista?</i></li> <li>• <i>Aiheutuuko hankkeesta merkittäviä haitallisten tai vaarallisten aineiden päästöjä?</i></li> <li>• <i>Voivatko ympäristöriskit lisääntyä?</i></li> </ul>		x	<p><b>Tuulivoima</b></p> <p>Tuulivoima hankkeista voi syntyä paikallisia päästöjä rakennusvaiheessa, kuten pölyä ja rakennusmateriaaleista vapautuvia päästöjä, mutta varsinaisen energiantuotannon aikana hanke vähentää ympäristön kuormitusta korvaamalla fossiilisia polttoaineita uusiutuvilla energiamuodoilla. Hankkeiden ei arvioida merkittävästi heikentävän ilman, veden tai maan laatua pitkäaikaisesti.</p> <p>Tuulivoimahankkeiden rakentamisen ja käytön aikana voidaan hallita kemikaalipäästöjä noudattamalla turvallisuus- ja ympäristönsuojelusäädöksiä.</p> <p>Tuulivoima hankkeet eivät oletettavasti aiheuta merkittäviä päästöjä vaarallisista aineista, kun suunnitellut toimenpiteet toteutetaan asianmukaisesti.</p> <p>Ympäristöriskit liittyvät pääasiassa rakennusvaiheen toimiin ja mahdollisiin teknisiin häiriöihin käytön aikana. Riskienhallintatoimenpiteet, kuten öljynkeruujärjestelmät ja muut turvatoimet, pienentävät riskejä.</p> <p>Rakentamisen aikana kuljetuksista johtuvat liikennemäärät kasvavat.</p>
		x	<p><b>Geoenergia</b></p> <p>Ympäristöriskit liittyvät pääasiassa rakentamisvaiheeseen, jossa maaperän muokkaus, poraukset ja kemikaalien käyttö voivat vaikuttaa paikallisesti ympäristön laatuun. Asianmukaisilla valvontaja suojoitoimenpiteillä voidaan tehokkaasti vähentää riskejä. Tuotantovaiheessa geoenergia itsessään on päästötöntä eikä aiheuta merkittäviä ympäristöpäästöjä.</p>
		x	<p><b>Pienydinvoima</b></p> <p>Pienydinvoimaloiden ympäristövaikutukset ovat normaalin toiminnan aikana vähäisiä, eivätkä ne merkittävästi lisää kemikaalien päästöjä ympäristöön. Ympäristöriskit, kuten säteilyonnettomuudet, ovat olemassa, mutta ne ovat hallittavissa nykyaikaisten turvallisuusjärjestelmien ja tiukan sääntelyn avulla. Haitallisten aineiden päästöjen riski liittyy pääasiassa onnettomuustilanteisiin, ja näihin on varauduttava tehokkailla suojoitoimenpiteillä ja varautumisalueilla.</p>
		x	<p><b>Vedyntuotanto</b></p> <p>Vetylaitoksen rakennus- ja käyttövaiheessa voi syntyä paikallisia ympäristövaikutuksia, kuten melua, pölyä ja ilmansaasteita. Tämä voi väliaikaisesti heikentää ilman laatua ja lisätä paikallista ympäristön kuormitusta.</p>

31.10.2024

			<p>Vedyn tuotantoprosessi ei itsessään lisää kemikalisoitumisriskiä merkittävästi, mutta prosessissa käytettävät materiaalit voivat aiheuttaa riskejä, jos niitä ei käsitellä ja varastoida asianmukaisesti.</p> <p>Mahdollisten vaarallisten aineiden päästöjen riskit liittyvät pääasiassa onnettomuustilanteisiin, kuten putkivuotoihin tai laitevaurioihin. Tämän vuoksi turvallisuuskäytännöt ja turvatoimenpiteet ovat keskeisiä riskienhallinnassa.</p>
<p><b>6. Biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemien suojeleminen ja ennallistaminen</b></p> <p>Voiko hanke heikentää biologista monimuotoisuutta tai vaikeuttaa ekosysteemien suojeleminen ja/tai ennallistamista?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Esim. Vaikuttaako toiminta haitallisesti lajin tai luontotyyppien suotuisan suojelutason saavuttamiseen tai siinä pysymiseen?</i></li> <li>• <i>Ulottuvatko hankkeen vaikutukset suojelluille tai muuten arvokkaille alueille?</i></li> <li>• <i>Vaikeuttaako hanke ekosysteemien suojeleminen ja ennallistamista?</i></li> <li>• <i>Jokin muu biologista monimuotoisuutta heikentävä tai haitallinen vaikutus?</i></li> </ul>	X	<p><b>Aurinkovoima</b></p> <p>Selvityksessä tunnistetut aurinkovoima-alueet sijoittuvat valtakunnallisesti ja maakunnallisesti olevien arvokkaiden luontoalueiden ulkopuolelle. Aurinkovoima-alueita on osoitettu myös turvetuotantoalueille. Ympäristön kannalta entiselle turvetuotantoalueelle kosteikon perustaminen, alueen ennallistaminen tai metsittäminen voivat olla hyviä vaihtoehtoja ja niitä tulisi yhteensovittaa aurinkovoimalan rakenteiden kanssa jatkosuunnittelussa.</p> <p>Aurinkovoima-alueiden ja sähkönsiirtoverkon yhteensovittaminen luontoarvojen kanssa on mahdollista selvittää jatkosuunnittelussa.</p> <p>Aurinkovoimala-alueet aidataan. Laajoilla aidattavilla alueilla on estevaikutus ekologisessa verkostossa.</p>	
	X	<p><b>Tuulivoima</b></p> <p>Selvityksessä tunnistetut tuulivoima-alueet sijoittuvat valtakunnallisesti ja maakunnallisesti olevien arvokkaiden luontoalueiden ulkopuolelle.</p> <p>Tuulivoima-alueiden ja sähkönsiirtoverkon yhteensovittaminen luontoarvojen kanssa on mahdollista selvittää jatkosuunnittelussa.</p>	
	X	<p><b>Geoenergia</b></p> <p>Geoenergiahankeiden vaikutukset biologiseen monimuotoisuuteen ja ekosysteemeihin liittyvät pääasiassa rakennus- ja porausvaiheeseen. Tuotannon aikana vaikutukset ovat vähäisiä.</p>	
	X	<p><b>Pienydinvoima</b></p> <p>Säteily- ja lämpövaikutukset ovat yleensä hyvin paikallisia. Sijointipaikan valinnassa on tärkeää ottaa huomioon suojavaikutukset ja muut suojelliset reunaehdot.</p>	
	X	<p><b>Vedyntuotanto</b></p> <p>Suurten vetylaitosten vaatimat maa-alueet voivat aiheuttaa elinympäristöjen pirstoutumista tai niiden katoamista, mikä tulee ottaa huomioon suunnittelussa.</p> <p>Suojaetäisyydet suojelluille tai muuten arvokkaille alueille on arvioitava huolellisesti, jotta vaikutukset näille alueille minimoidaan</p>	

31.10.2024

## 7 Hajautettu energiantuotanto

Hajautettu energiantuotanto käsittää energian, kuten sähkön tai lämmön, tuotannon pienimuotoisissa yksiköissä, kuten kiinteistöillä, maataloilla tai teollisuuslaitoksissa, ja se perustuu yleensä uusiutuviin energianlähteisiin, kuten aurinkoenergiaan, biokaasuun ja lämpöpumppuihin (Pöyry 2017). Tällainen tuotanto tapahtuu pääasiassa omaan käyttöön. Esimerkiksi kiinteistökohtaiset aurinkopaneelijärjestelmät ovat yleistyneet viime vuosina ja niitä käytetään kattamaan paikallista sähkönkulutusta.

Suomen energiainfrastruktuuri tukee hajautettua energiantuotantoa yhä enemmän, vaikka keskittetyt voimalaitokset ovat hallitsevassa asemassa. Teknologian kehittyessä ja uusiutuvien energialähteiden tullessa yhä kustannustehokkaammiksi, hajautetun tuotannon rooli energiantuotannossa kasvaa. Hajautettu energiantuotanto tuo joustavuutta energijärjestelmään, vähentää siirtohäviöitä ja parantaa energiatehokkuutta, mikä tukee osaltaan hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamista.

Lämpösektorilla suurin potentiaali löytyy fossiilisten polttoaineiden korvaamisesta tehokkaammilla ja ympäristöystävällisemmällä ratkaisulla, kuten lämpöpumpuilla ja maalämmöllä. Näitä teknologioita hyödynnetään tehokkaasti sekä uusissa että olemassa olevissa rakennuksissa, ja ne tarjoavat pitkäaikaisia säästöjä sekä kustannusten että päästöjen osalta.

Hajautettu energiantuotanto ei ainoastaan tue ympäristötavoitteita, vaan myös lisää paikallista energiaomavaraisuutta ja tarjoaa uusia liiketoimintamahdollisuuksia niin yhteisöille kuin pienille yrityksillekin. Tämä lisää kilpailua energiasektorilla ja edistää innovaatioiden syntyä.

### *Aurinkovoima*

Aurinkovoima on yksi suosituimmista hajautetun energiantuotannon muodoista, sillä se on kustannustehokas ja helppo integroida kiinteistöjen kattorakenteisiin. Aurinkosähkön ja -lämmön tuotanto on kasvattanut suosiotaan erityisesti pientaloissa, maataloilla ja teollisuusrakennuksissa. Investointikustannukset ovat viime vuosina laskeneet aurinkoteknologioiden kehittyessä, mikä on tehnyt aurinkojärjestelmistä entistä houkuttelevampia.

Aurinkosähkön hyödyntäminen pienemmässä mittakaavassa on monen yksityisen toimijan, kuten kiinteistönomistajien, vastuulla. Myös Joensuun seudun taajamissa voidaan paikallisella tasolla rakennusten katoille asennettavilla aurinkopaneeleilla lisätä merkittävästi tuotetun aurinkosähkön määrää ja sitä kautta vähentää kokonaihiilidioksidipäästöjä.

Seuraavat tekijät ohjaavat pienempään kokoluokkaan aurinkosähköjärjestelmien investoinneissa:

31.10.2024

- sähkön hinta,
- pienet järjestelmät ovat helpompia luvittaa ja nopeampia toteuttaa,
- pienemmällä investointikustannuksella vähennetään investointiriskiä ja helpotetaan rahoituksen saantia,
- verkkoyhtiön näkökulmasta voi olla, että pienempi järjestelmä kaupunkiympäristössä on helpommin liitettävissä, koska se pitää sähköverkkovaikutukset (tuotannon ”heilahtelun”) pienempänä,
- pienessä järjestelmässä kotimaisuusaste on usein parempi – suuressa voimalassa hankinnat painottuvat suhteellisesti enemmän ulkomaille,
- älykkäät sähköverkot mahdollistavat/edistävät koko ajan myös aurinkosähkön pientuotantoa paremmin.

Usein paine pienimuotoisen aurinkosähkötuotannon järjestämiseen tulee kiinteistönomistajalta tai asiakkailta ja sidosryhmiltä, esim. tonttimaan vuokraajilta, tai aurinkoenergiasta haetaan imagohyötyjä asiakkaiden ja sidosryhmien suuntaan. Katoille asennettujen järjestelmien lisäksi taajamien rakennetusta ympäristöstä löytyy aurinkovoimatuotannolle sopivia alueita mm. liikenneinfran läheisyydestä sekä kauppa- ja liikunta- ja työpaikka-alueiden yhteydestä.

Aurinkopaneelin tai -keräimen asentamisen tai rakentamisen vaikutukset kaupunkikuvaan tai ympäristöön riippuvat merkittävästi niiden yksityiskohtaisesta toteuttamisesta. Aurinkopaneelin tai -keräimen asentamisen tai rakentamisen sopivuus ympäristöön tulisi ottaa huomioon erityisesti silloin, kun kyseessä on rakennus tai rakennuspaikka, joka sijaitsee rakennushistoriallisesti, kaupunkikuvallisesti tai maisemallisesti arvokkaalla alueella. Tällaisia alueita ovat muun muassa valtakunnallisesti merkittävät rakennetun kulttuuriympäristön alueet. Merkittäviä kaupunkikuvallisia vaikutuksia saattaa syntyä myös Joensuun ydinkeskustassa ja katutilojen näkymissä.

Aurinkopaneelien ja -keräimien koko voi kaupunkiympäristössä vaihdella hyvin pienestä talokohdaisesta hankkeesta laajempaan voimala-alueeseen (parkkipaikat tai joutomaat), joten myös luvan tarve vaihtelee.

Toimenpideluvasta säädetään maankäyttö- ja rakennuslain 126 §:ssä. Rakentamiseen voidaan rakennusluvan sijasta hakea toimenpidelupa sellaisten rakennelmien ja laitosten, kuten maston, säiliön ja piipun pystyttämiseen, joiden osalta lupa-asian ratkaiseminen ei kaikilta osin edellytä rakentamisessa muutoin tarvittavaa ohjausta. Toimenpidelupa tarvitaan myös sellaisen rakennelman tai laitoksen pystyttämiseen ja sijoittamiseen, jota ei pidetä rakennuksena, jos toimenpiteellä on vaikutusta luonnonoloihin, ympäröivän alueen maankäyttöön taikka kaupunki tai maisemakuvaan. Lisäksi toimenpidelupa tarvitaan muuhun kuin rakennuslupaa vaativaan rakennuksen ulkoasua muuttavaan toimenpiteeseen sekä asuinrakennuksen huoneistojärjestelyihin.

31.10.2024

Kuntien rakennusjärjestykset ottavat kantaa mahdollisiin vapautuksiin uuden aurinkokeräimen ja aurinkopaneelin sijoittamisen toimenpideluvan hakemisesta. Epäselvissä tapauksissa luvanvaraisuus on varmistettava rakennusvalvonnasta. Hankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että suunnittelussa käytetään päteviä suunnittelijoita ja rakentaminen tehdään rakentamista koskevien säännösten ja määräysten mukaisesti. Rakennushankkeessa toimivilla on heidän tehtäviensä vaativuus huomioon ottaen oltava riittävä asiantuntemus ja ammattitaito.

- Uuden aurinkokeräimen ja aurinkopaneelin sijoittaminen rakennuksen vesikatolle, kun järjestelmä on lappeen suuntainen, lapetta mukaileva, enintään lappeen pinta-alan kokoinen, yhdensuuntainen, yksivärinen ja se muodostaa yhtenäisen suorakaiteen muotoisen kentan.
- Vapautus ei koske kaavassa tai lain nojalla suojeltuja alueita ja kohteita eikä sellaisia alueita ja kohteita, jotka on määritelty rakennetun kulttuuriympäristön vaalimisen kannalta valtakunnallisesti merkittäviksi tai maakunnallisesti arvokkaiksi.

Rakennusluvasta säädetään maankäyttö- ja rakennuslain 125 §:ssä. Rakennuksen rakentamiseen on oltava rakennuslupa. Rakennuslupa tarvitaan myös sellaiseen korjaus- ja muutostyöhön, joka on verrattavissa rakennuksen rakentamiseen, sekä rakennuksen laajentamiseen tai sen kerrosalaan laskettavan tilan lisäämiseen.

Joensuun seudun rakennetusta ympäristöstä on mahdollista löytää aurinkovoimatuotannolle sopivia alueita mm. liikenneinfran läheisyydestä sekä kauppa-, liikunta- ja työpaikka-alueiden yhteydestä. Esimerkkikohteita ja -alueita on käsitelty taajamakohtaisesti myöhemmissä kappaleissa.

### *Pientuulivoima*

Tuulivoima keskittyy edelleen suurempiin hankkeisiin. Pientuulivoiman asennuskustannukset ovat korkeat suhteessa sen tuottamaan energiamäärään, mikä tekee siitä vähemmän houkuttelevan investoinnin verrattuna esimerkiksi aurinkosähköön. Myöskään sisämaassa tuuliolosuhteet eivät ole ihanteelliset pientuulivoimalan kannattavuutta ajatellen. Pientuulivoima vaatii paljon avointa, esteetöntä aluetta. Ympäröivä maasto, puut, rakennukset vaikuttavat tuulivoiman tuotantoon heikentävästi. Pienet tuulivoimalat voivat olla osa hajautettua tuotantoa erityisesti maaseutualueilla, jossa ne voivat esimerkiksi täydentää aurinkovoimaa erityisesti talviaikaan, jolloin auringonvalo on vähemmän, mutta tuuliolosuhteet voivat olla suotuisimmat. Pientuulivoimalan lupamenettely vaihtelee kunnittain. Tavallisinta on, että taajama-alueella pientuulivoimala tarvitsee toimenpidetäi rakennusluvan (Tuulivoimayhdistys 2024).

### *Biokaasu*

Biokaasu puolestaan tuotetaan pääasiassa maatiloilla ja jätevedenpuhdistamoilla, ja sen käyttöalueita ovat sähköntuotanto, lämmitys ja liikennepolttoaineet. Biokaasun kannattavuus riippuu investointikustannuksista, raaka-aineiden saatavuudesta ja siitä, kuinka tehokkaasti tuotettu energia

31.10.2024

voidaan hyödyntää tilan omiin tarpeisiin tai myydä ulkopuolisille. Maatilat, joilla on riittävä raaka-ainepohja, voivat hyötyä merkittävästi biokaasun tuotannosta, sillä se tarjoaa energiaomavaraisuutta ja mahdollisuuden hyödyntää biojätteet tehokkaasti.

### *Lämpöpumput*

Lämpöpumpputyypistä riippuen lämpöenergiaa otetaan ulkoilmasta, talon ilmanvaihtoputkiston poistoilmasta, vedestä, maasta tai kalliosta ja sitä voidaan käyttää kiinteistöjen ja käyttöveden lämmityksessä sekä kiinteistöjen viilennyksessä. Lämpöpumppuinvestointeja voidaan pitää taloudellisesti kannattavina pitkällä aikavälillä, sillä vaikka alkuinvestointi voi olla korkeahko, säästöt energia-kustannuksissa sekä mahdolliset tuet ja verovähennykset tekevät investoinnin kannattavaksi (Motiva, 2024b). Lämpöpumppujen kannattavuus perustuu niiden korkeaan hyötysuhteeseen, sillä ne voivat tuottaa useita kertoja enemmän energiaa kuin ne kuluttavat sähköä. Lämpöpumpuilla pystytään korvaamaan lämmöntuotannosta jopa 2/3 uusiutuvalla energialla (Sulpu, 2024).

## 7.1 Paikalliset ratkaisut teollisuudessa

Teollisuus on merkittävä energian käyttäjä Suomessa, ja sen energiankulutus on keskittynyt erityisesti raskasteollisuuteen, kuten metsäteollisuuteen, kemianteollisuuteen ja metalliteollisuuteen. Teollisuuden energiankulutus kytkeytyy kuitenkin yhä enemmän paikallisiin energiantuotantolaitoksiin, kun teollisuus pyrkii vähentämään riippuvuuttaan fossiilisista polttoaineista. Esimerkiksi biokaasun tuotanto maataloilla voi olla suoraan kytköksissä teollisuuteen, jossa biokaasua käytetään energiantuotantoon tai polttoaineena. Myös aurinko- ja tuulivoiman integrointi teollisuuden energiankäyttöön kasvaa, kun teollisuuden omavaraisuus lisääntyy.

Teollisuuden energiatehokkuuden parantamiseksi hajautetut energiantuotantoratkaisut voivat tarjota joustavia ja paikallisia ratkaisuja, joilla vähennetään siirtohäviöitä ja lisätään energiatehokkuutta.

### *Teollisuuden hukkalämmön hyödyntäminen kaukolämmössä*

Teollisuuden tuottama hukkalämpö on merkittävä energianlähde, jota Suomessa on jo osin hyödynnetty kaukolämpöjärjestelmissä. Hukkalämpöä syntyy erityisesti teollisuusprosesseissa, kuten teräksen ja paperin valmistuksessa, mutta myös datakeskukset ja jätevesien käsittelylaitokset tuottavat runsaasti lämpöä, joka voidaan ottaa talteen. Tällaisen hukkalämmön hyödyntäminen voi merkittävästi vähentää polttoaineen kulutusta kaukolämpövoimaloissa, jopa kolmanneksella verrattuna siihen, että lämpö ja sähkö tuotettaisiin erillään toisistaan.

Hukkalämmön talteenotto teollisuusprosesseista ja sen syöttäminen kaukolämpöverkkoon voi katkaista paikallisten asuinalueiden lämmöntarpeen, erityisesti huippukuormituksen aikana, jolloin perinteisesti käytetään fossiilisia polttoaineita. Tämä parantaa energiankäytön tehokkuutta ja

31.10.2024

vähentää päästöjä. Lisäksi hukkalämpöä voidaan käyttää teollisuuslaitosten omiin prosesseihin, mikä vähentää ulkopuolisen energian tarvetta ja lisää energiatehokkuutta.

Vaikka hukkalämmön hyödyntäminen on yleistynyt, sen täysi potentiaali on vielä pitkälti käyttämättä. Esimerkiksi datakeskusten ja jätevesien hukkalämmön hyödyntäminen voi vähentää polttoaineen kulutusta jopa kolmanneksella verrattuna tilanteeseen, jossa lämpö ja sähkö tuotettaisiin erikseen.

Keskeinen haaste onkin sopivan lämpönielun löytäminen. Esteenä hukkalämmön laajemmalle hyödyntämiselle ovat myös lämpöverkkojen rajoitukset ja se, ettei kaukolämpöverkkoja ole kokonaisuudessaan avattu kolmansien osapuolien tuottamalle lämmölle. Uudet teknologiat, kuten lämpöpumput ja lämmön talteenottojärjestelmät, voivat kuitenkin parantaa hukkalämmön hyödyntämistä. Lämpöpumppujen avulla voidaan esimerkiksi alhaisemman lämpötilan hukkalämpöä nostaa hyödyllisiin lämpötiloihin, jolloin se voidaan syöttää kaukolämpöverkkoon tai käyttää teollisuuslaitosten sisäisissä prosesseissa tehokkaammin. (Motiva 2023b)

Teollisuudenaloja, joissa syntyy merkittäviä määriä hukkalämpöä ja joita voitaisiin hyödyntää kaukolämmön tuotannossa, ovat muun muassa:

- Terästeollisuus: Prosessit, kuten teräksen valmistus ja valssaamoiden toiminta, tuottavat suuria määriä hukkalämpöä.
- Metsäteollisuus: Paperin, kartongin ja sellun valmistusprosessit synnyttävät merkittäviä määriä hukkalämpöä, erityisesti kuivaus- ja keittoprosesseissa.
- Kemianteollisuus: Lämmön talteenottoa voidaan tehdä kemikaalien valmistusprosesseissa, joissa usein syntyy hukkalämpöä höyryn ja lämmön muodossa.
- Elintarviketeollisuus: Prosessit, kuten elintarvikkeiden kypsentyminen, pastörinti ja jäädytys, tuottavat huomattavia määriä hukkalämpöä.
- Lasi- ja keraamiteollisuus: Lasi- ja keramiikkatuotteiden sulattaminen ja muotoilu vaativat korkeita lämpötiloja, jotka tuottavat suuria määriä hukkalämpöä.
- Datakeskukset: Palvelimien jäädytys synnyttää jatkuvasti hukkalämpöä, joka voidaan ottaa talteen ja hyödyntää kaukolämmössä.
- Jätevedenpuhdistamot: Puhdistusprosessit ja biokaasun tuotanto jätevedestä synnyttävät hukkalämpöä, joka voidaan hyödyntää paikallisesti.
- Tekstiiliteollisuus: Prosessit, kuten värjäys ja kuivaus, tuottavat hukkalämpöä, jota voidaan kerätä talteen ja hyödyntää.

31.10.2024

- Biokaasulaitokset: Biokaasun tuotannossa ja jalostuksessa syntyvä hukkalämpö voidaan hyödyntää kaukolämpöverkkoon tai laitoksen omissa prosesseissa.

## 7.2 Joensuun seudun kattopinta-alan aurinkovoimapotentialiaali

Suomessa on huomattava potentiaali aurinkosähkön tuotannolle pelkästään kattopinta-aloja hyödyntäen (Pöyry 2017). Tässä osiossa on tarkasteltu Joensuun seudun teollisuus-, liike- ja julkisten rakennusten kattopinta-alan mahdollistavaa aurinkovoimapotentialiaalia. Julkiset rakennukset huomioitu osana liikerakennuksia.

Teollisuus- ja liikerakennusten kattojen laaja pinta-ala mahdollistaa merkittävien aurinkopaneeli-järjestelmien asentamisen, mikä voi tuottaa merkittävän osan kiinteistöjen tarvitsemasta sähköstä paikallisesti. Kiinteistökohtainen aurinkosähköjärjestelmä vähentää kiinteistön energiakustannuksia, koska se vähentää ulkopuolisen sähkön tarvetta ja pienentää siirto- sekä verokustannuksia. Teollisuusrakennukset, joiden energiankulutus on jatkuvaa ja merkittävää, voivat hyödyntää aurinkosähköä tehokkaasti erityisesti päiväsaikaan, jolloin tuotanto on huipussaan. Tämä tekee aurinkosähköstä paitsi taloudellisesti kannattavan ratkaisun myös kestävän energiamuodon.

Taulukko 8 esittelee Joensuun seudun taajamien teollisuus- ja liikerakennusten aurinkovoimapotentialiaalin. Kuvassa 15 esitellään taajamakohtainen teollisuusrakennusten potentiaali ja kuvassa 16 taajamakohtainen liikerakennusten potentiaali. Laskelmissa on otettu huomioon teollisuusrakennusten taajamakohtainen kokonaiskattopinta-ala ja arvioitu aurinkovoimatuotanto tilanteissa, joissa 50 % ja 20 % kattopinta-alasta hyödynnetään aurinkopaneeleille. Laskennassa on oletettu yhden piikkikilowatin paneelijärjestelmän vaativan noin 5 neliömetrin pinta-alan. Yhden piikkikilowatin tehoisella järjestelmällä voidaan tuottaa sähköä Etelä-Suomessa arviolta 800–1 000 kWh (Motiva 2024a).

Jos Joensuun seudun teollisuus- ja liikerakennusten kattopinta-alasta 50 % hyödynnettäisiin aurinkovoimatuotannossa, sillä voisi tuottaa vuodessa noin 172 000 MWh sähköä. Vastaavasti, jos 20 % kattopinta-alasta käytettäisiin aurinkovoimatuotantoon, sähköntuotanto olisi noin 69 000 MWh vuodessa. Potentialiaali olisi suurinta Joensuun keskustaajamassa, jonne teollisuus- ja liikerakennukset ovat keskittyneet.

31.10.2024

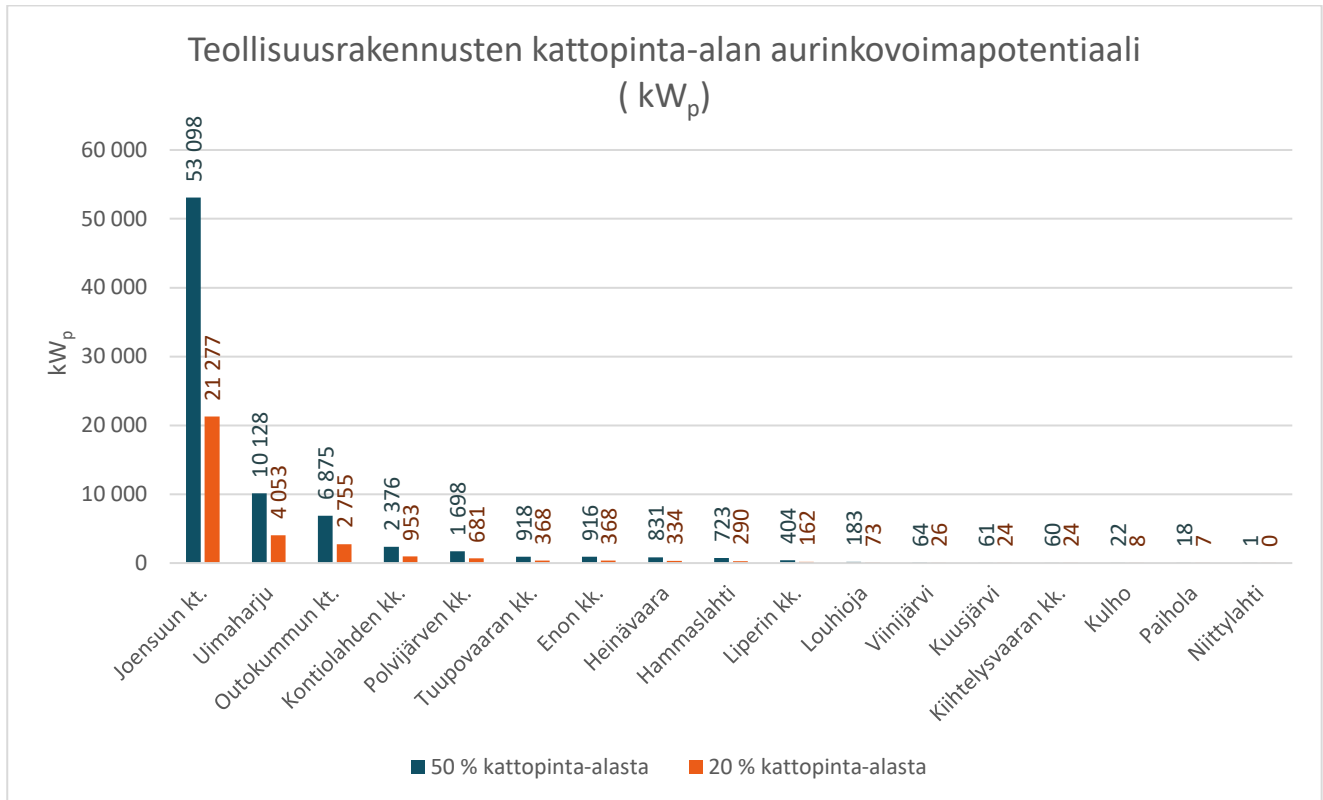
Taulukko 8. Joensuun seudun taajamien teollisuus- ja liikerakennusten kattopinta-alojen aurinkovoimapotentialiaali, jos kattopinta-alasta käytössä 50 % tai 20 %.

Taajama	Tuotanto vuodessa (MWh) jos käytössä 50 % kattopinta-alasta	Tuotanto vuodessa (MWh) jos käytössä 20 % kattopinta-alasta
Joensuun kt.	125 220	50 120
Outokummun kt.	11 280	4 510
Uimaharju	9 730	3 890
Kontiolahden kk.	6 460	2 590
Polvijärven kk.	3 900	1 560
Enon kk.	3 180	1 270
Hammaslahti	2 960	1 180
Liperin kk.	2 930	1 170
Tuupovaaran kk.	1 700	680
Heinävaara	1 210	480
Viinijärvi	1 020	410
Kiihtelysvaaran kk.	1 020	410
Paihola	570	230
Kuusjärvi	390	160
Louhioja	320	130
Kulho	250	100
Niittylahti	250	100
<b>Joensuun seutu yhteensä</b>	<b>172 390</b>	<b>68 990</b>

Jos Joensuun seudun teollisuusrakennusten kattopinta-alasta 50 % hyödynnettäisiin aurinkovoimatuotannossa, aurinkovoimapotentialiaali olisi 78 000 kW<sub>p</sub>, ja sillä voisi tuottaa vuodessa noin 63 000 MWh sähköä. Vastaavasti, jos 20 % kattopinta-alasta käytettäisiin aurinkovoimatuotantoon, potentialiaali olisi 31 000 kW<sub>p</sub>, jolloin sähköntuotanto olisi noin 25 000 MWh vuodessa.

Taajamakohtaisen tarkastelun perusteella eniten teollisuusrakennusten kattopinta-alan aurinkovoimapotentialiaalia olisi Joensuun keskustaajamassa, Uimaharjussa sekä Outokummun keskustaajamassa. Näissä taajamissa on laajoja teollisuuskeskittymiä, joissa on potentialista pinta-alaa.

31.10.2024

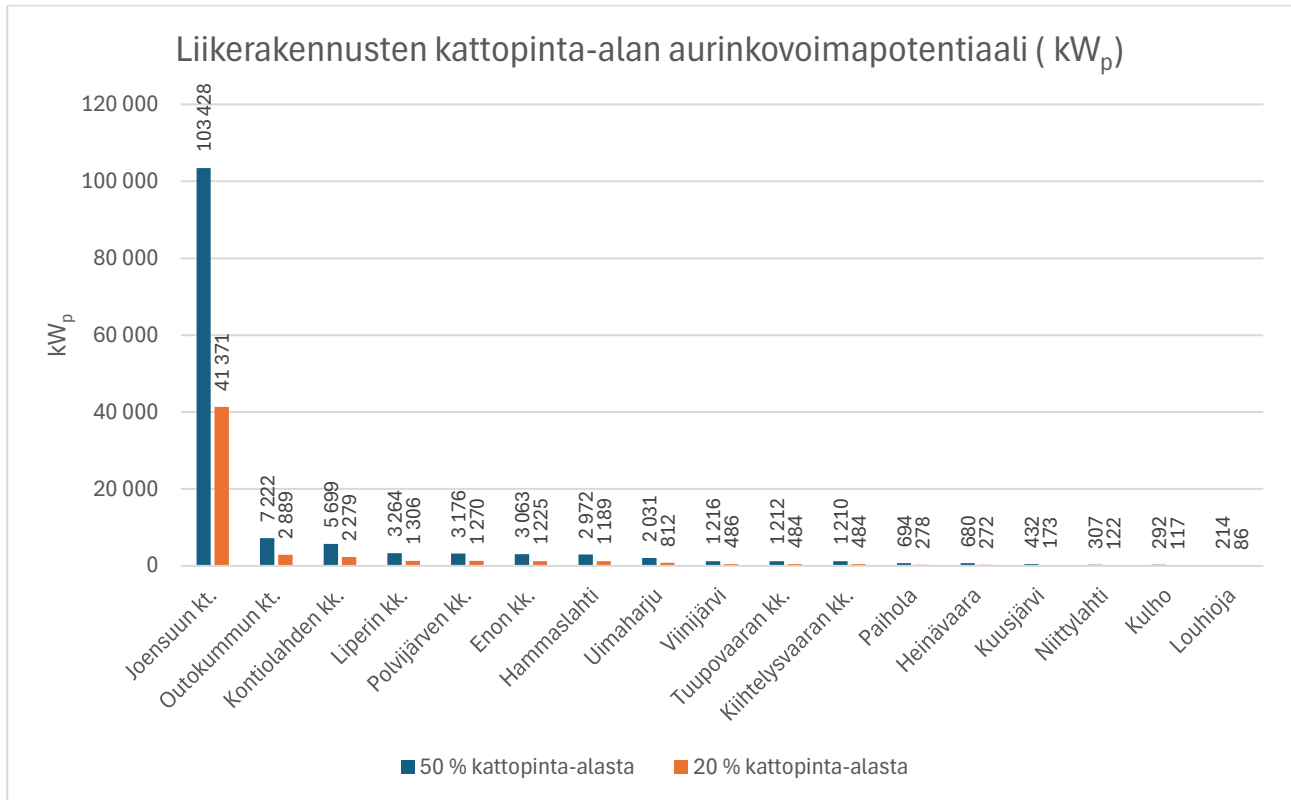


Kuva 15. Aurinkovoimapotentialiaali Joensuun seudun taajamien teollisuusrakennusten kattopinta-alalla piikkikilowatteina. Kuvassa esitetään teollisuusrakennusten kattopinta-alan aurinkovoimatuotannon potentialiaali tilanteissa, joissa 50 % ja 20 % kattopinta-alasta on aurinkovoimakäytössä.

Jos Joensuun seudun liikerakennusten kattopinta-alasta 50 % hyödynnettäisiin aurinkovoimatuotannossa, aurinkovoimapotentialiaali olisi 137 000 kW<sub>p</sub>, ja sillä voisi tuottaa vuodessa noin 110 000 MWh sähköä. Vastaavasti, jos 20 % kattopinta-alasta käytettäisiin aurinkovoimatuotantoon, potentialiaali olisi 55 000 kW<sub>p</sub>, jolloin sähköntuotanto olisi noin 44 000 MWh vuodessa.

Taajamakohtaisen tarkastelun perusteella eniten liikerakennusten kattopinta-alan aurinkovoimapotentialiaalia olisi Joensuu keskustaajamassa, Outokummun keskustaajamassa sekä Kontiolahden kirkonkylällä.

31.10.2024



Kuva 16. Aurinkovoimapotentiaali Joensuun seudun taajamien liikerakennusten kattopinta-alalla piikkikilowatteina. Kuvassa esitetään liikerakennusten kattopinta-alan aurinkovoimatuotannon potentiaali tilanteissa, joissa 50 % ja 20 % kattopinta-alasta on aurinkovoimakäytössä.

Huomioitavaa on, että näin laskettu potentiaali ei ota huomioon maa-asennuksia. Tilapotentiaali ei isossa kuvassa aseta rajoituksia aurinkosähkön tuotannon kehittymiselle, vaan rajoitukset tulevat muista tekijöistä kuten kannattavuudesta sekä kulutuksen ja tuotannon kohtaamisesta. Kiinteistökohtaisten energiaratkaisujen osalta tilapotentiaali voi kuitenkin nousta ratkaisevaksi.

### 7.3 Joensuun seudun teollisuus- ja liikekeskittymät

Rakennetusta ympäristöstä on mahdollista löytää hajautetulle energiantuotannolle sopivia alueita mm. liikenneinfran läheisyydestä sekä kauppa-, liikunta- ja työpaikka-alueiden yhteydestä. Kartta-tarkastelussa on pyritty tunnistamaan hajautetun energiantuotannon kannalta potentiaalisia teollisuuden, liike-elämän ja julkisten rakennusten keskittymiä. Tarkastelu toteutettiin taajamakohtaisesti, minkä lisäksi taajamittain on nostettu esimerkkialueita potentiaalisista alueista.

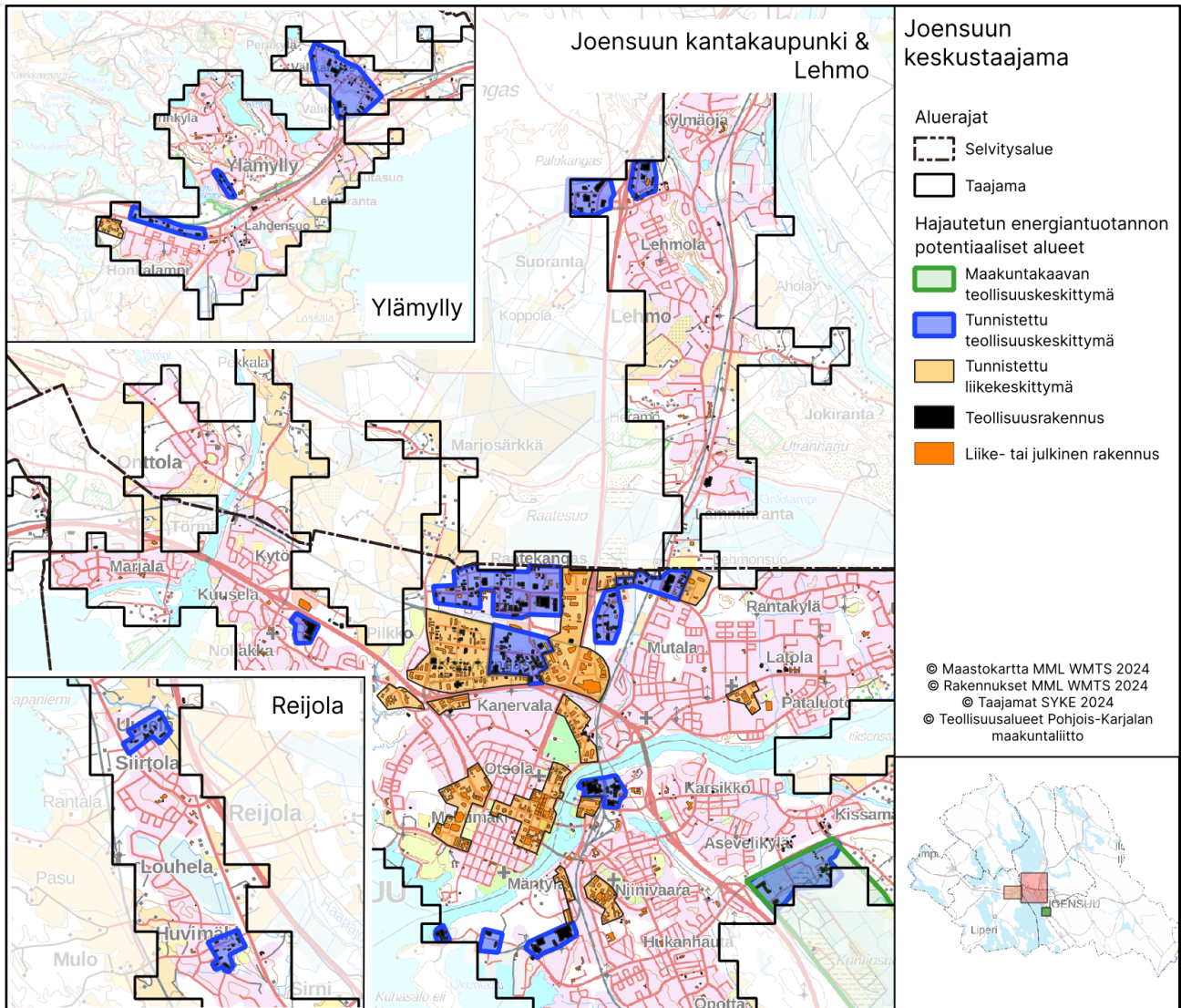
Tunnistettujen keskittymien ulkopuolelle jääviä yksittäisissä rakennuksissa tai alueilla, on myös mahdollista hyödyntää hajautettuja energiaratkaisuja, kuten aurinkoenergiaa, biokaasua tai lämpöpumppuja. Hajautettu tuotanto tapahtuu pääasiassa kiinteistökohtaisesti omaan käyttöön ja se ei ole riippuvaista muista toimijoista. Keskittymien muut toimijat mahdollistavat kuitenkin

31.10.2024

alueelliset synergiat muiden toimijoiden kanssa mahdollistamalla ratkaisuja, joita ei muuten kannattaisi toteuttaa.

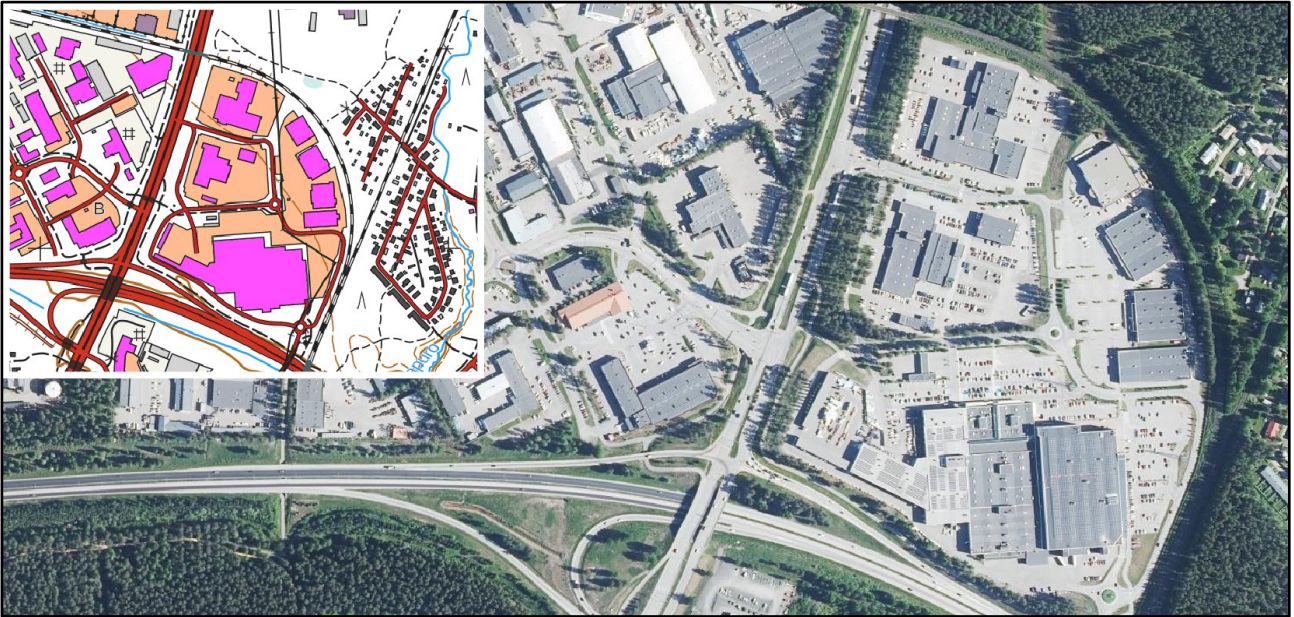
Seuraavista taajamista ei löytynyt potentiaalisia keskittymiä: Kiihtelysvaaran kirkonkylä, Kulho, Kuusjärvi, Louhioja, Niittylahti, Paihola ja Viinijärvi.

### Joensuun keskustaajama

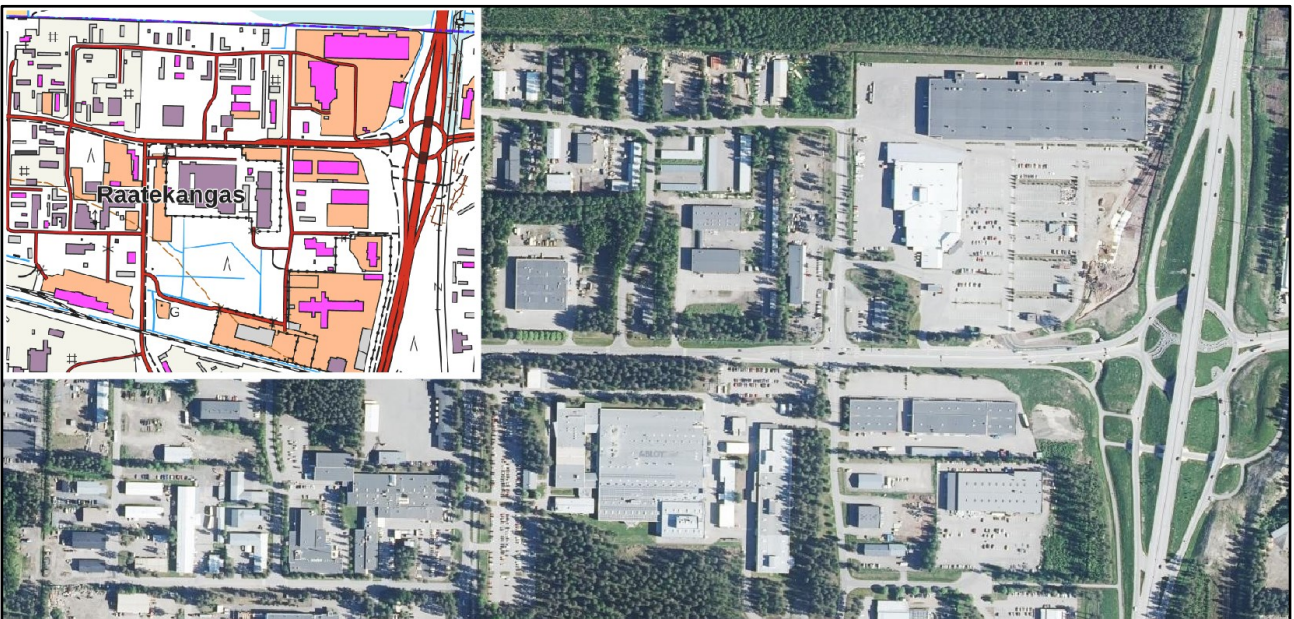


Kuva 17. Joensuun keskustaajaman tunnistetut hajautetun energiantuotannon potentiaaliset alueet.

31.10.2024



*Kuva 18. Joensuun kaupungin rakennetusta ympäristöstä on mahdollista löytää aurinkovoimatuotannolle sopivia alueita mm. liikenneinfran läheisyydestä sekä kauppa-, liikunta- ja työpaikka-alueiden yhteydestä (esimerkkialueena Käpykankaalla sijaitseva Prisman alue).*



*Kuva 19. Esimerkkialueena Raatekankaan alue.*

31.10.2024

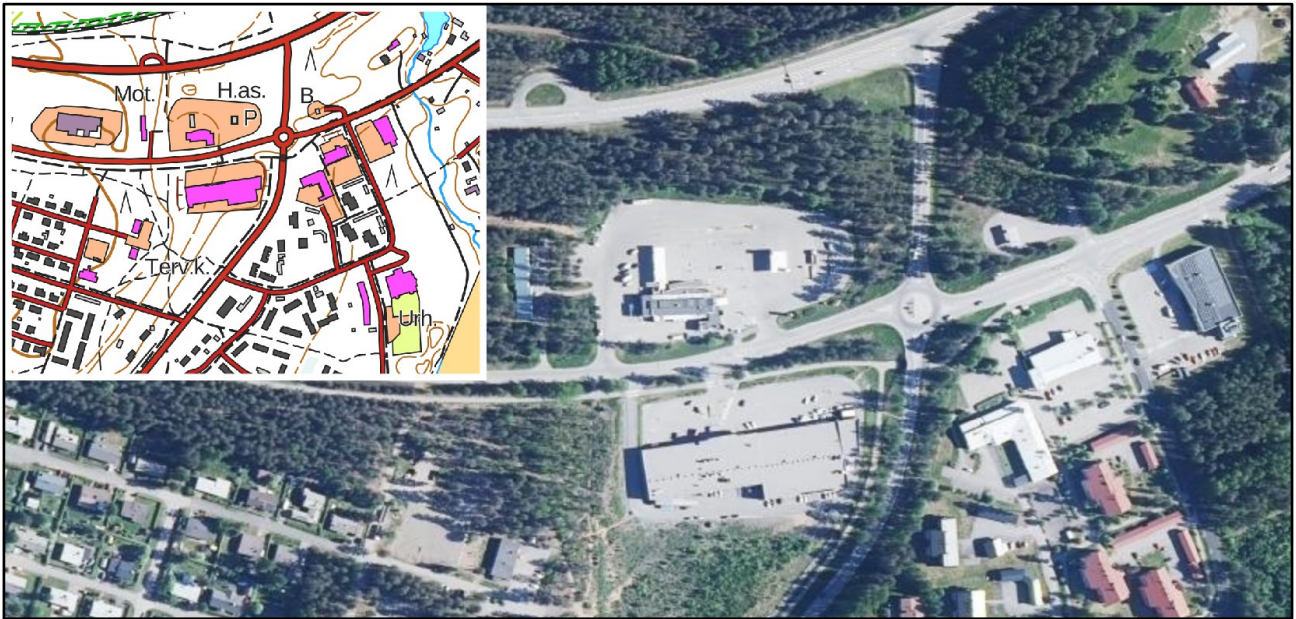


Kuva 20. Esimerkkialue on Utranharjun eteläpuolella sijaitseva maanottoalue. Hylätyt maanottoalueet ovat potentiaalisia aurinkovoima-alueita, sillä ovat laajoja ja avonaisia ja jos näillä alueilla ei ole muuta käyttöä, niitä voidaan hyödyttää paikallisessa energiantuotannossa.



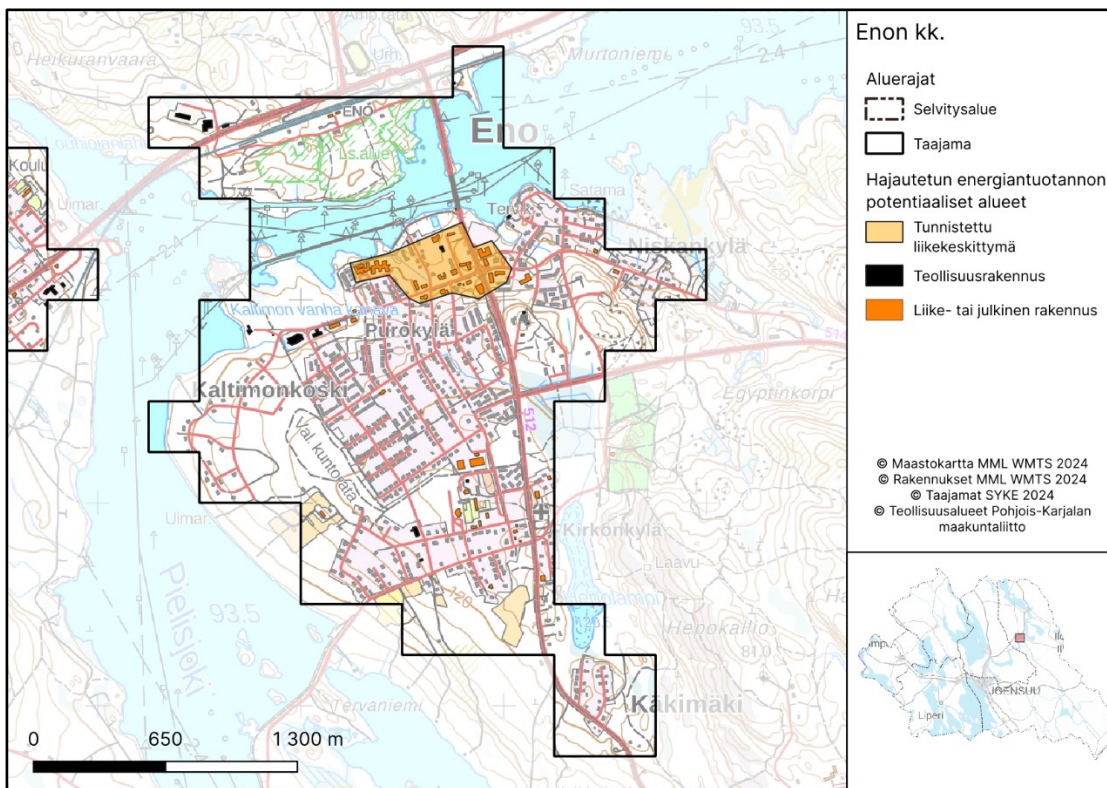
Kuva 21. Esimerkkialue Lehmon pohjoisosasta, valtatie 6 eritasoliittymän kohdalta.

31.10.2024



Kuva 22. Esimerkkialue Liperin Ylämyllyltä. Valtatie 6 rajaa alueen pohjoispuolelta. Esimerkkialueella on useita liikekiinteistöjä, joissa paljon kattopinta-alaa.

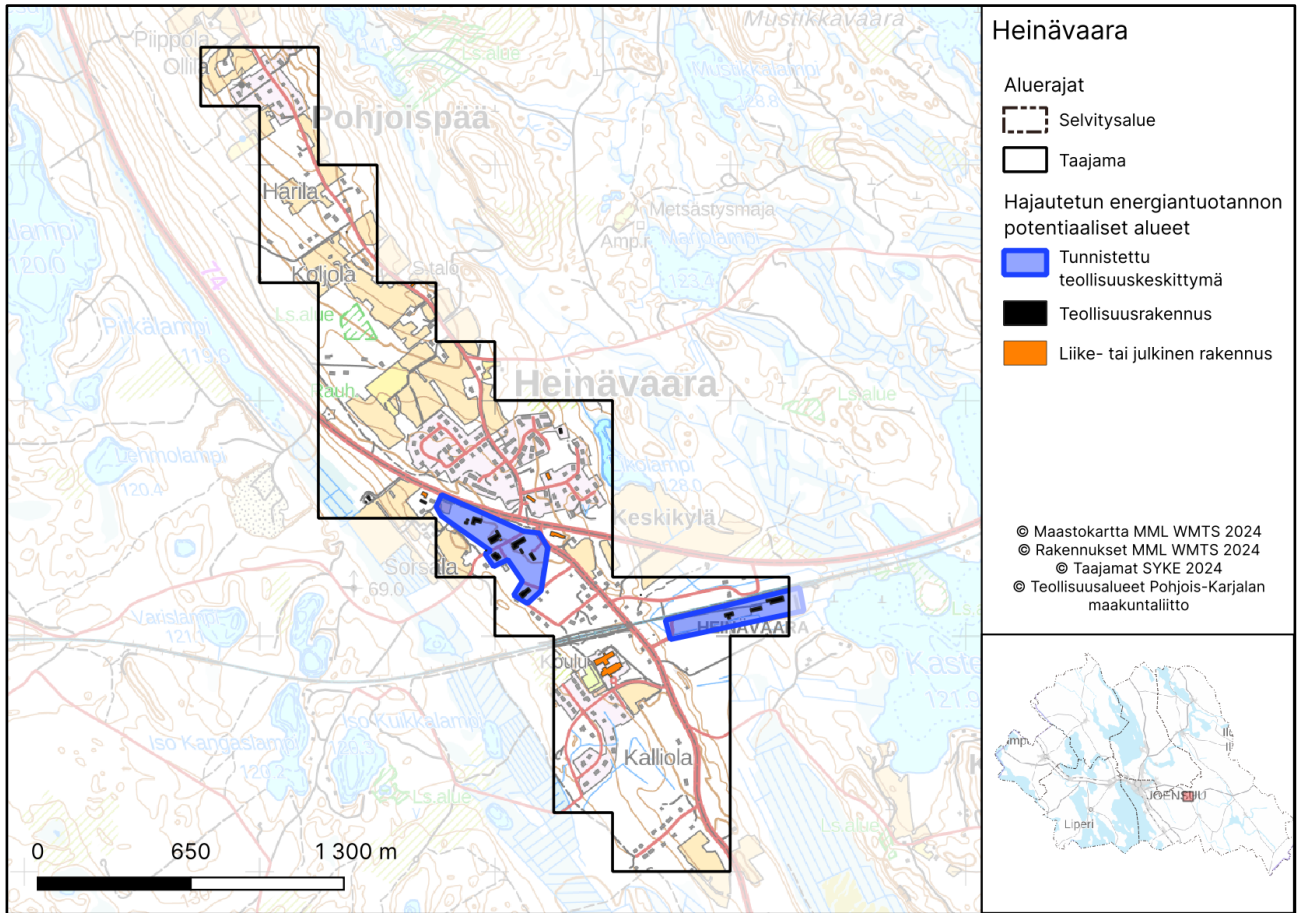
Enon kirkonkylä



Kuva 23. Enon kirkonkylän tunnistetut hajautetun energiantuotannon potentiaaliset alueet.

31.10.2024

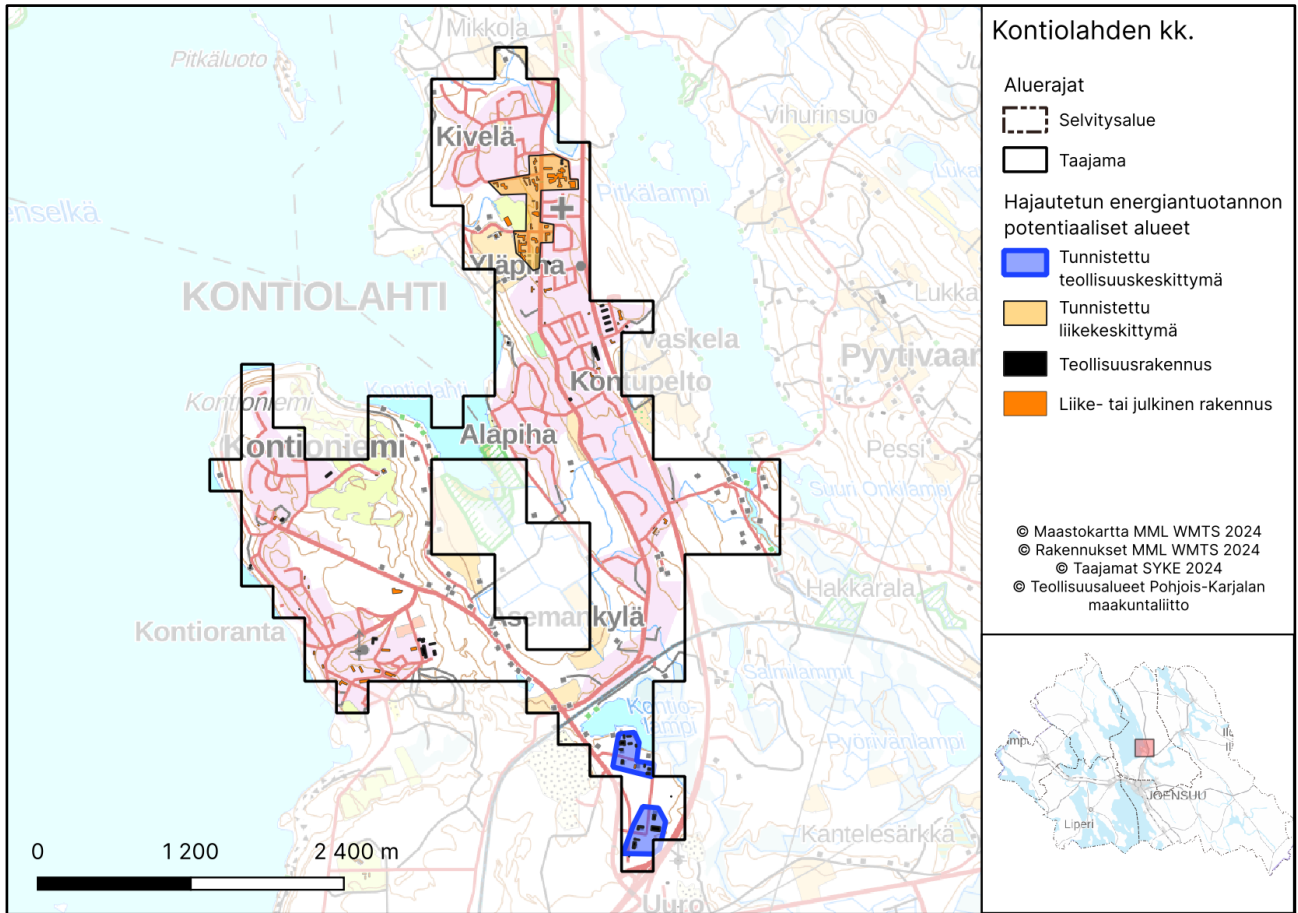
Heinävaara



Kuva 24. Heinävaaran tunnistetut hajautetun energiantuotannon potentiaaliset alueet.

31.10.2024

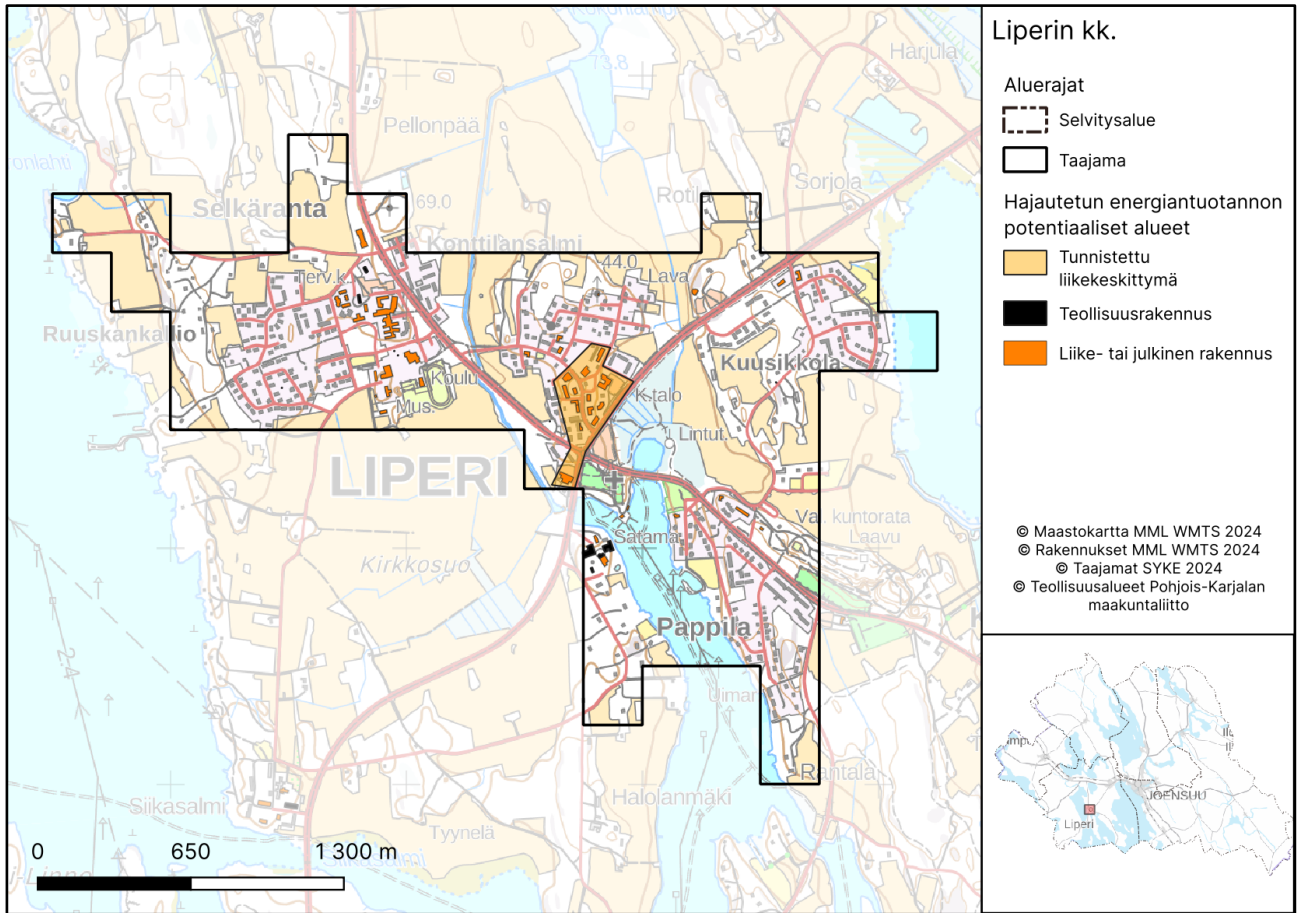
Kontiolahden kirkonkylä



Kuva 25. Kontiolahden kirkonkylän tunnistetut hajautetun energiantuotannon potentiaaliset alueet.

31.10.2024

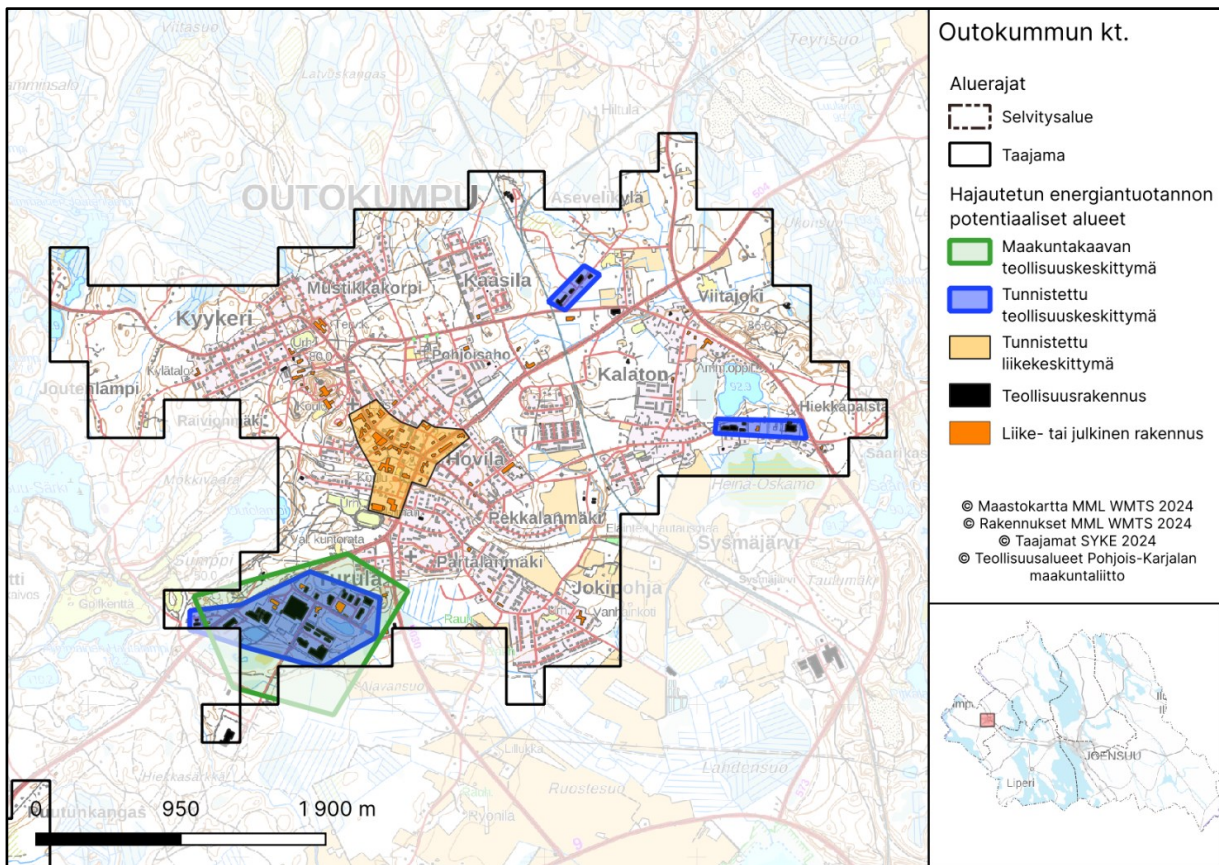
Liperin kirkonkylän



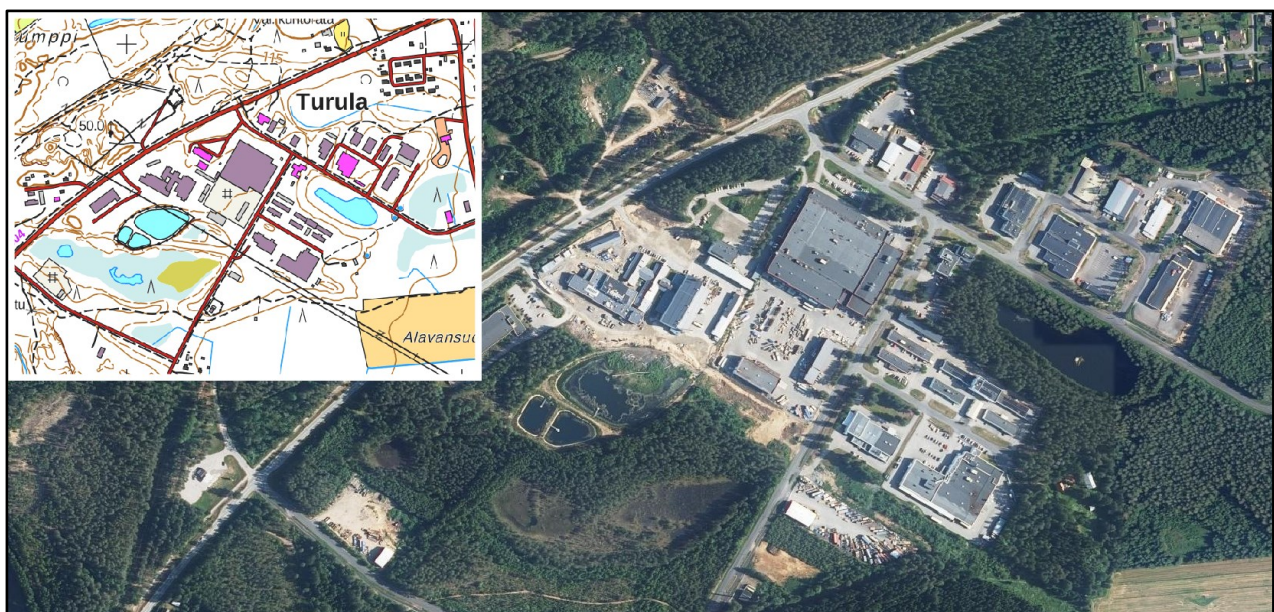
Kuva 26. Liperin kirkonkylän tunnistetut hajautetun energiantuotannon potentiaaliset alueet.

31.10.2024

Outokummun keskustaajama



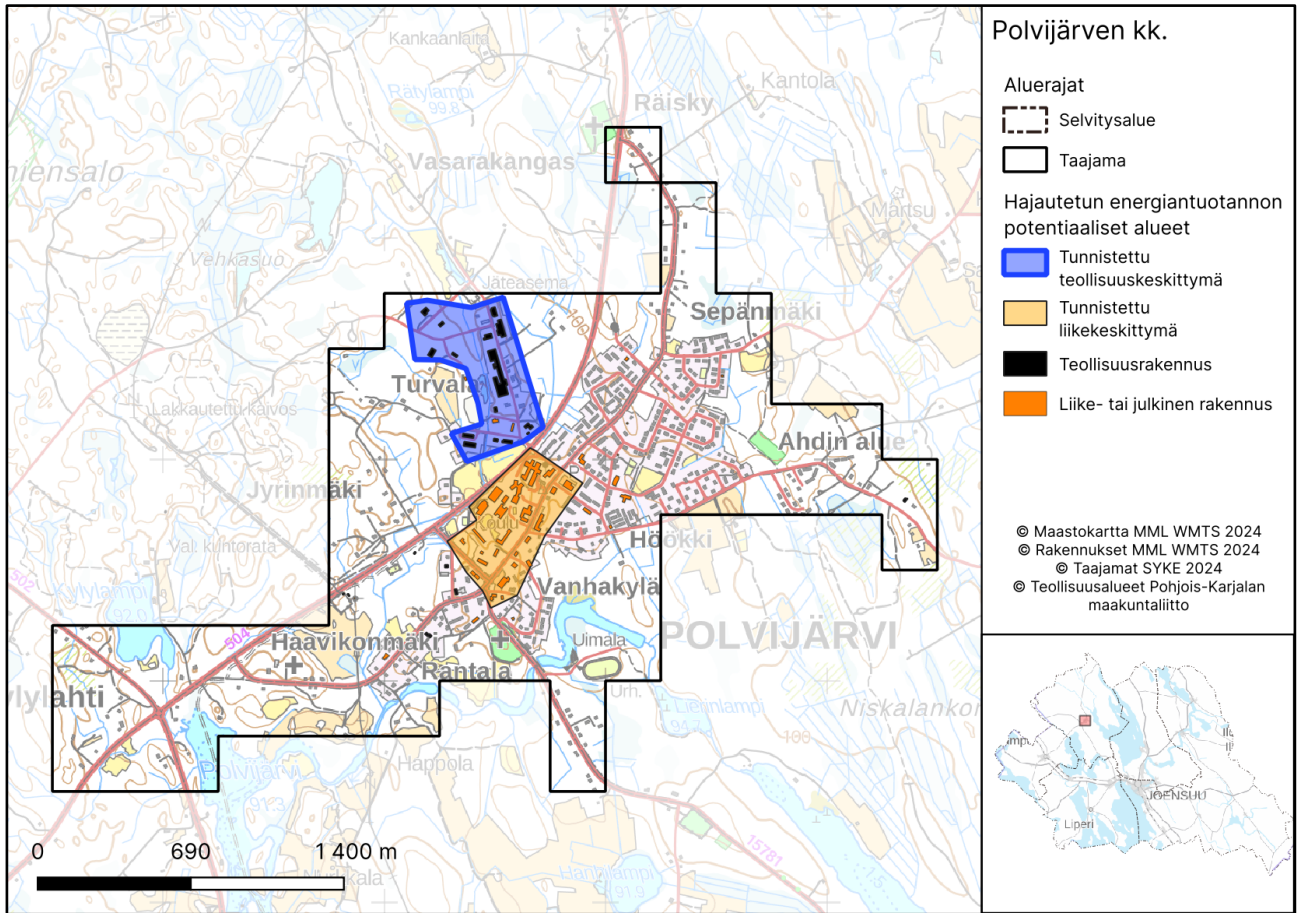
Kuva 27. Outokummun keskustaajaman tunnistetut hajautetun energiantuotannon potentiaaliset alueet.



Kuva 28. Outokummun seudun teollisuuskylässä sijaitsee useita eri sektoreiden teollisuusrakennuksia.

31.10.2024

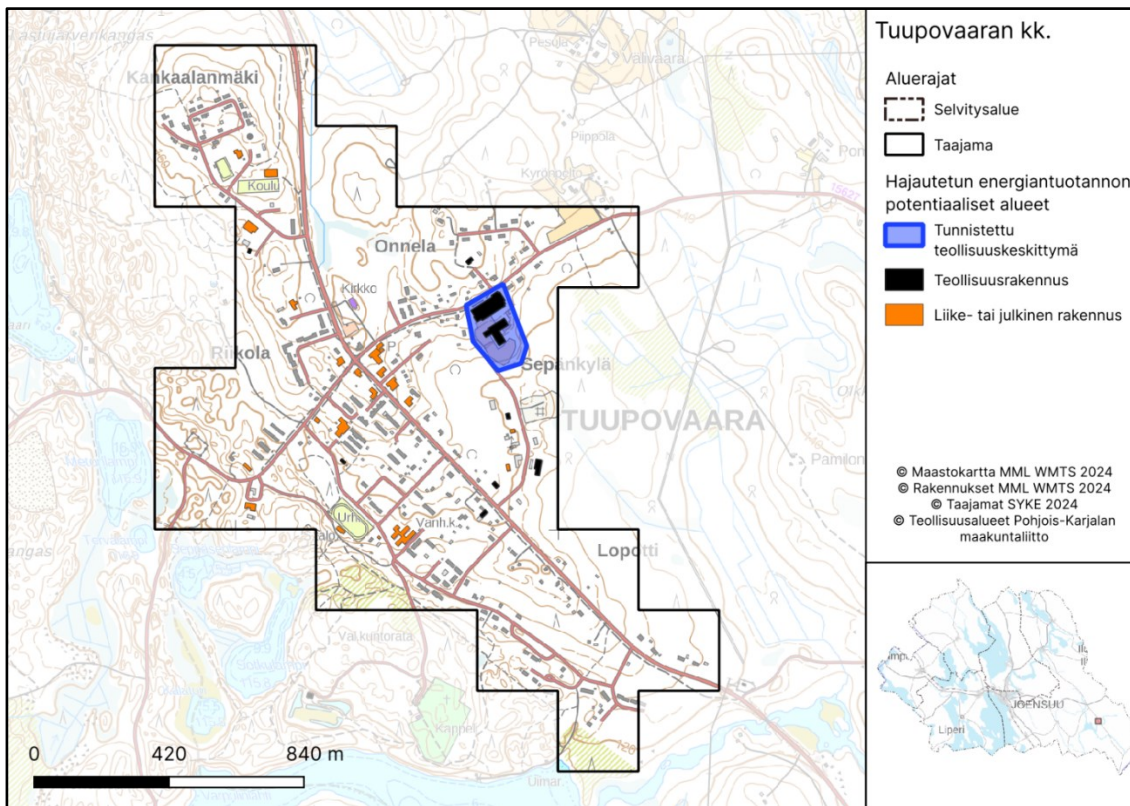
Polvijärven kirkonkylä



Kuva 29. Polvijärven kirkonkylän tunnistetut hajautetun energiantuotannon potentiaaliset alueet.

31.10.2024

## Tuupovaaran kirkonkylä



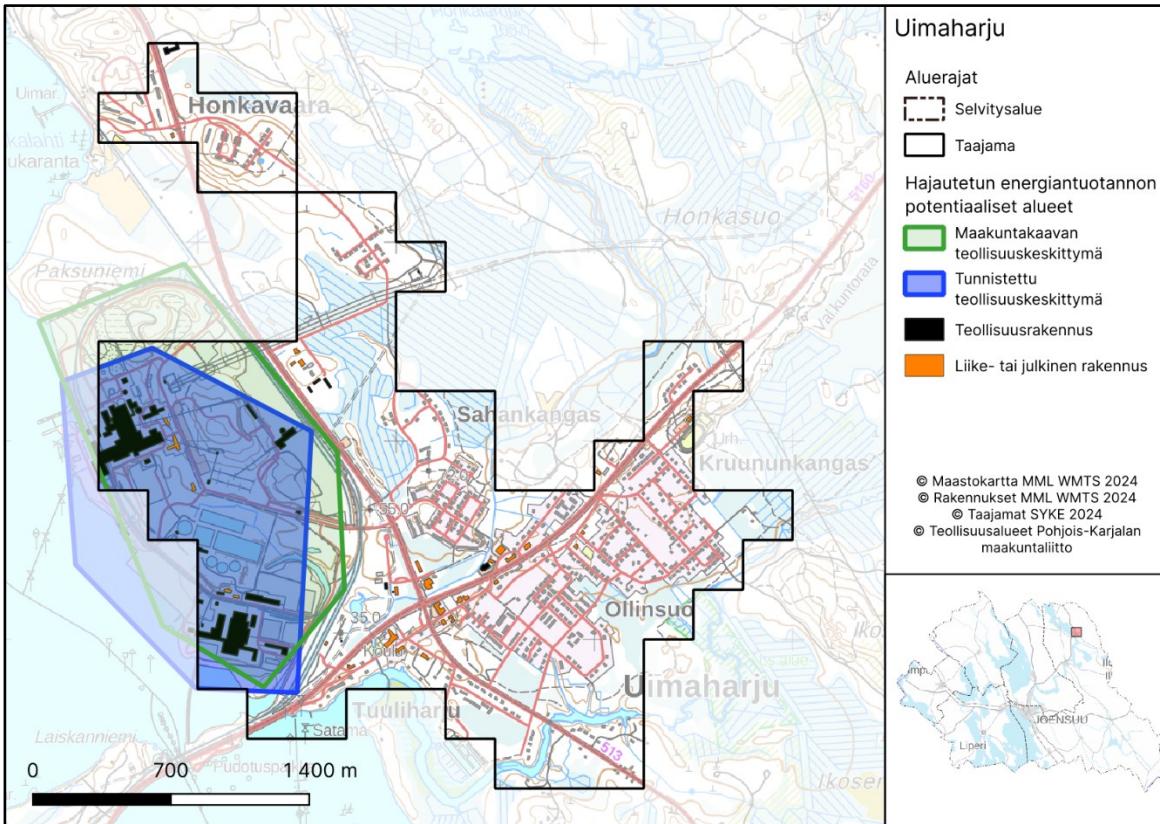
Kuva 30. Tuupovaaran kirkonkylän tunnistetut hajautetun energiantuotannon potentiaaliset alueet.



Kuva 31. Esimerkkialue Joensuun Tuupovaaralta. Alue sijoittuu taajaman pohjoisosiin.

31.10.2024

Uimaharju



Kuva 32. Uimaharjun tunnistetut hajautetun energiantuotannon potentiaaliset alueet.

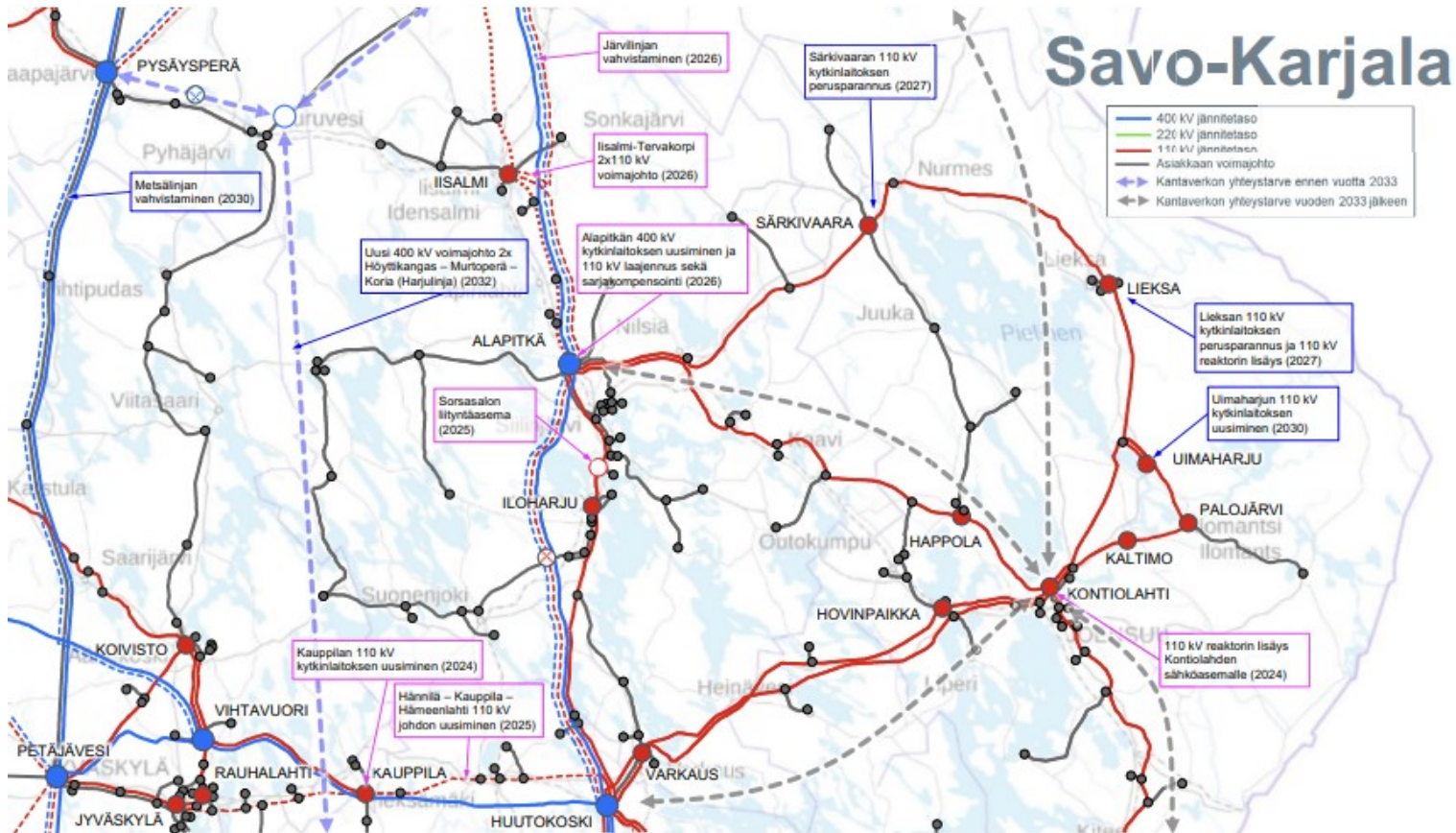


Kuva 33. Esimerkkialue Uimaharjusta. Alueella sijaitsee Stora Enson Enocellin tehdas. Sellun valmistusprosessit synnyttävät merkittäviä määriä hukkalämpöä, jota voidaan hyödyntää mm. kaukolämmöntuotannossa. Alueella on potentiaalia myös teollisen mittaluokan energiaratkaisuihin.

31.10.2024

## 8 Sähkösiirtoverkko

Valtakunnallisissa alueidenkäyttötavoitteissa todetaan seuraavasti: ”Turvataan valtakunnallisen energiahuollon kannalta merkittävien voimajohtojen ja kaukokuljettamiseen tarvittavien kaasuputkien linjaukset ja niiden toteuttamismahdollisuudet. Voimajohtolinjauksissa hyödynnetään ensisijaisesti olemassa olevia johtokäytäviä.” (Valtioneuvosto 2017)



Kuva 34. Savo-Karjalan alueen kehittämissuunnitelma. (Fingrid, 2023)

Hankealue kuuluu pääosin kantaverkkoyhtiö Fingridin Savo-Karjalan suunnittelualueeseen, joka on laaja neljän maakunnan käsittävä alue. Suunnittelualueen sähkönkulutus muodostuu muutamasta suuresta metsä- ja metalliteollisuuden laitoksesta, sekä julkisen sektorin, palveluiden, pk-teollisuuden ja kotitalouksien kulutuksesta.

Itä-Suomen kantaverkko koostuu tällä hetkellä pitkistä 110 kV rengasyhteyksistä. Kantaverkko mahdollistaa tällä hetkellä sähkön tuotannon ja kulutuksen liittämisen alueella, sijainnin ja joustopotentialin mukaan, mutta suurempien sähkön tuotanto- tai kulutushankkeiden liittäminen on haasteellista. 110 kV verkon siirtokapasiteetti ja jännitestabiilius eivät välttämättä mahdollista suuren mittakaavan sähköntuotanto- tai kulutushankkeiden liittämistä, joita Itä-Suomeen on suunnitella. Hankkeiden toteutumisen mahdollistamiseksi Pohjois-Karjalaan tarvitaan 400 kV

31.10.2024

voimajohtoja siirtokapasiteetin kasvattamiseksi. Fingrid on reittiselvityksellä tarkentanut Huutokoski-Kontiolahti yhteyden reittiä (400 kV) maakuntakaavoitusta varten vuoden 2024 aikana.

Pohjois-Karjalan maakuntakaava 2040, 2. vaiheen (energia ja maisemat) luonnoksessa on osoitettu Joensuun seudulle uusia 400 kV ja 110 kV ohjeellisia pääsähkölinoja sekä pääsähkölinojen yhteystarpeita. Maakuntakaavan tavoitteena on mahdollistaa 400 kV yhteyksien toteutuminen lännen suuntaan sekä pohjois/eteläsuunnassa. Joroisten Huutokoskelta Kontiolahteen kulkeva ohjeellinen 400 kV pääsähkölinja vaihtoehtoisine linjauksineen kulkee pääosin samaa maastokäytävää toisen (eteläisemmän) 110 kV voimajohdon kanssa Fingridin laatiman reittisuunnitelman mukaisesti (Fingrid 2024). Toinen 400 kV pääsähkölinojaus maakuntakaavaluonnoksessa on nk. Vaaralinja eli 400 kV pääsähkölinojan yhteystarve Kainuun suunnasta Nurmeksen ja Lieksan kautta Kontiolahdelle. Kontiolahdelta etelään yhteys on osoitettu ohjeellisena pääsähkölinojana Imatran ja Lappeenrannan Yllikkälän suuntaan Fingridin vuonna 2007 laatiman reittisuunnitelman mukaisesti.

Maakuntakaavaluonnoksessa on myös osoitettu 110 kV verkon kehittämiseen liittyviä yhteystarpeita Keski-Karjalaan ja Joensuun seudulle (Honkavaara-Tuupovaara, Tuupovaara-Ilomantsi, Rääkkylä-Liperi, Joensuun kantakaupungin verkon vahvistamiset). (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2024)

Seuraavan kymmenen vuoden aikana tehtävät investoinnit johtuvat pääosin verkon ikääntymisestä. Kuitenkin on huomioitava, että uusia kehittämistarpeita alueelle voi tulla nopeastikin, uusien teollisuus- tai sähköntuotanto hankkeiden edetessä. Kartassa (kuva 34) on esitetty harmailla katkoviivoilla mahdollisia sähkönsiirron yhteystarpeita, joilla Itä-Suomen alueen siirtokapasiteettia voitaisiin kehittää tarvittaessa. Yhteystarpeet ovat jo maakuntakaavoissa tai ne on tarkoitus huomioida tulevissa maakuntakaavoissa.

Fingridin Verkkokiikarissa kantaverkon hankealueen tämän hetken tuotannon liittymiskapasiteetit esitetään kuvassa 35. Nykyiseen 110 kV verkkoon Pohjois-Karjalassa mahtuu joitain satoja megawatteja riippuen siitä, miten toteutuva tuotanto sijoittuu verkkoon. Enimmillään 60 MW sähköntuotanto voidaan liittää voimajohtoliitynnällä, sitä suuremmat hankkeet on liitettävä sähköasemalle. Kantaverkon Pohjois-Karjalan alueen tämän hetken tuotannon vapaa liittymiskapasiteetit sähköasemittain (Fingrid 2023):

- Särkivaara 80 MW, Nurmes
- Lieksa 50 MW,
- Pamilo 150 MW, Joensuu
- Kontiolahti 200 MW,
- Kiikanlahti 100 MW, Kitee
- Happola 50 MW, Polvijärvi



31.10.2024

Kantaverkkoyhtiö Fingrid on alkuvuodesta 2021 julkaissut verkkovision, jonka tavoitteena on luoda näkemys kantaverkon päävoimansiirtoverkon kehittämistarpeista ja ratkaisuksista pitkällä aikavälillä. Vision mukaan Eurooppa ja sen mukana myös Suomi ovat keskellä energiamurrosta, joka avaa mahdollisuuksia monenlaisille kehityspoluille. Verkkovisio arvioi kantaverkon vahvistustarpeita neljän tulevaisuusskenaarion avulla. Skenaarioissa merkittävimpiä muuttujia ovat teollisuuden, lämmityksen ja liikenteen sähkönkulutus, tuulivoiman tuotanto ja sijoittuminen, hajautetun aurinkovoiman määrä, tuotannosta ja kulutuksesta saatava jousto sekä ydinvoimalaitosten tulevaisuus. Verkkovisio osoittaa, että Suomen vuodelle 2035 asetettu hiilineutraaliustavoite voidaan saavuttaa kantaverkon näkökulmasta. Tavoitteen mahdollistaminen edellyttää merkittäviä, noin kolmen miljardin euron investointeja kantaverkkoon seuraavan 15 vuoden aikana. Kaikissa tarkastelluissa skenaarioissa sähkön siirtotarve pohjoisesta Suomesta etelään kasvaa merkittävästi.

### *Sähkönsiirron suosituksat jatkosuunnittelua varten*

Joensuun, Kontiolahden alueella vapaata sähkönsiirtokapasiteettiä vielä löytyy, joten pienempien potentiaalisten aurinkovoima-alueiden toteuttamiselle sähköasemien lähellä ei pitäisi olla esteitä.

Selvityksen perusteella potentiaaliset tuulivoima-alueet ovat hankealueen laitamilla, Uimaharjun itäpuolella, Polvijärven pohjoispuolella, sekä Liperin länsipuolella.

Selvityksen perusteella potentiaaliset aurinkovoima-alueet sijaitsevat, Joensuun keskustan pohjoispuolella, Kaltimolla, Kiihtelysvaaran alueella ja Polvijärvellä

FCG:n toteuttamassa Pohjois-Karjalan energiainfrastruktuurin kehittäminen ja sen maankäytölliset tarpeet vuoteen 2040- projektissa (2024) löydettiin potentiaalisia tuulivoima-alueita erityisesti Pie-lisen itä- ja länsipuolelta. Osa näistä potentiaalisista alueista sijoittuu myös tämän hankkeen tutkimusalueelle. Jotta nämä alueet saataisiin täysimääräiseen sähkön tuotantoon, vaatisivat ne 400 kV johtoyhteyden.

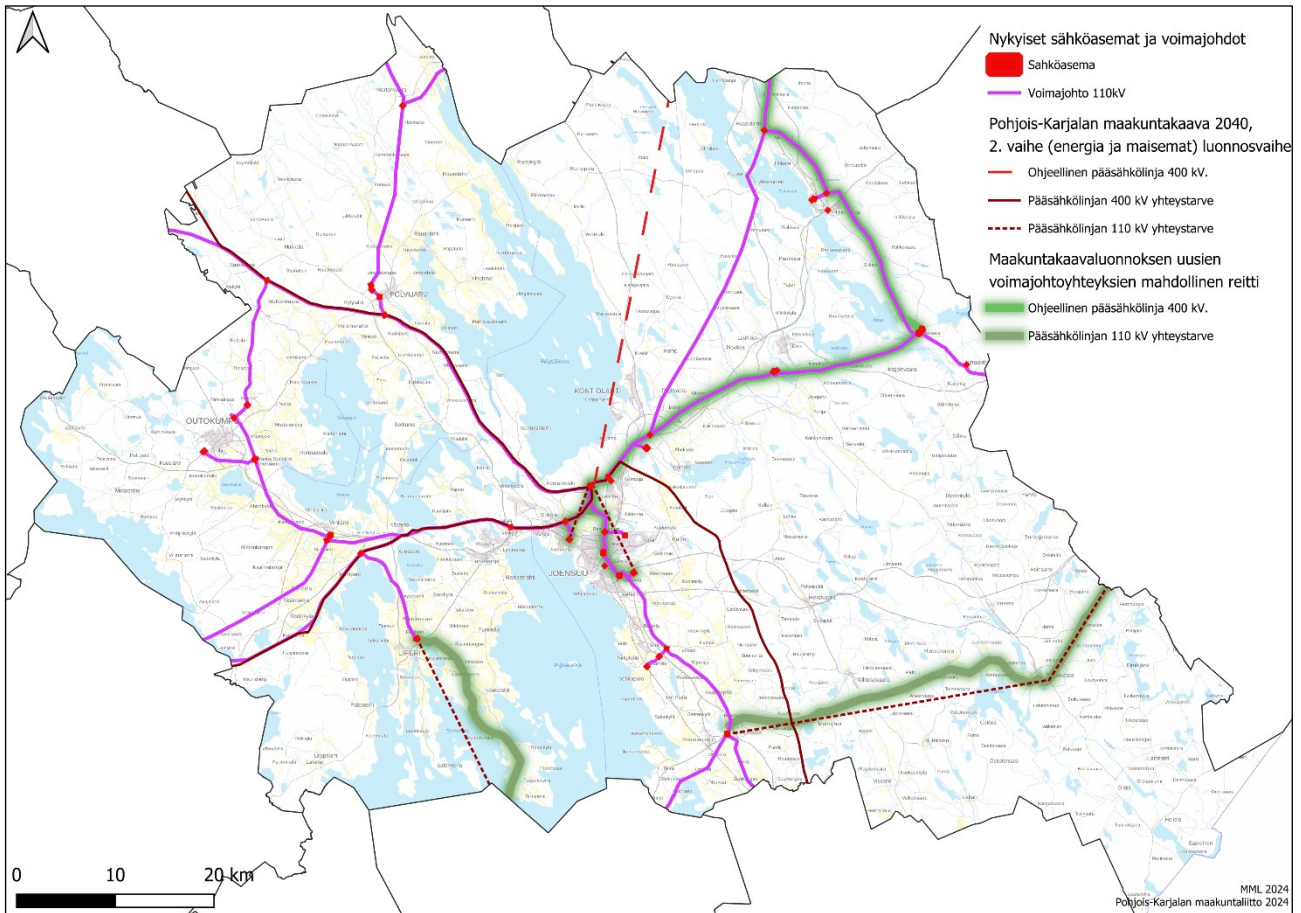
Työssä on tarkasteltu maakuntakaavaluonnoksessa yleisellä tasolla esitettyjen yhteystarpeiden mahdollisia reittivaihtoehtoja. Näihin yhteystarpeisiin kuuluvat 400 kV Kontiolahti–Lieksa (vaaralinja), Joensuun kantakaupungin verkon vahvistamiseen liittyvät yhteystarpeet sekä Honkavaara–Tuupovaara–Ilomantsi ja Rääkkylä–Liperi-yhteydet. Tarkastelu ei koske maakuntakaavaluonnoksessa Fingridin reittisuunnitelmien mukaisesti esitettyjä ohjeellisia yhteystarpeita.

Yhteystarpeet koko tarkastelualueen osalta on esitetty kuvassa 36 ja Joensuun kantakaupungin osalta kuvassa 37. Tarkastelluista yhteystarpeista 400 kV yhteystarve välillä Kontiolahti–Lieksa sekä Joensuun kantakaupungin yhteystarpeet voidaan toteuttaa parhaiten olemassa olevien johtokäytävien yhteyteen. Honkavaara–Tuupovaara–Ilomantsi ja Rääkkylä–Liperi-yhteydet taas vaatisivat uuden johtokäytävän.

Karttatarkastelun perusteella paras vaihtoehto 400 kV yhteydelle olisi Fingridin Huutokosken sähköasemalta Kohtiolahden ja Uimaharjun kautta Lieksaan.

31.10.2024

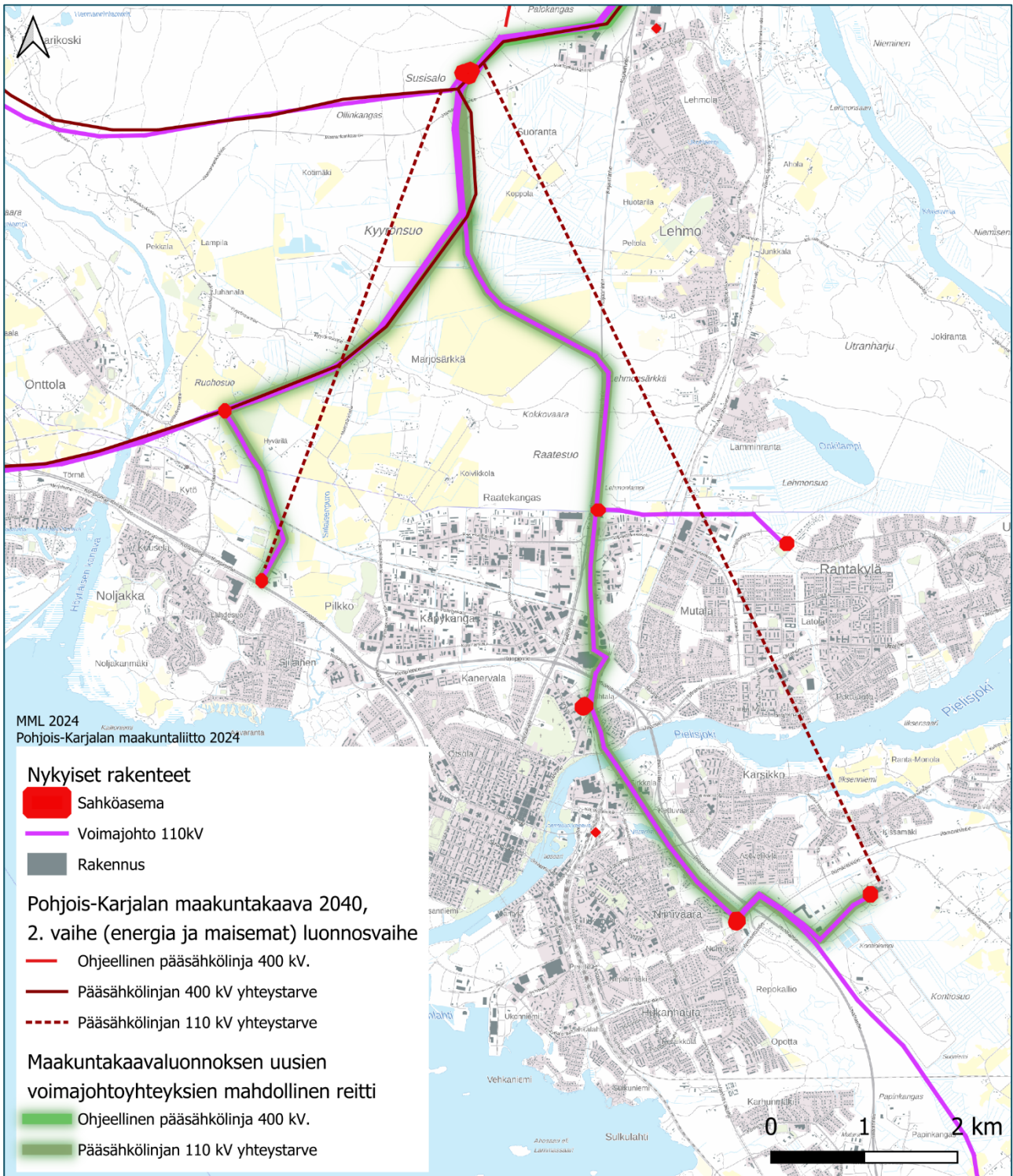
Maakunnallisella tasolla merkityksellinen yhteys Juukaan on mahdollista toteuttaa myös Nurmeksen kautta, päädyttäessä Pielisen itäpuolen vaihtoehtoon. Tuulivoimahankkeiden alulle saaminen vaatisi signaaleita verkkotoimijoilta sähkösiirtoinfrastruktuurin kehittämisestä. Toisaalta nämä toimijat odottavat tuotantoinvestointeja.



*Kuva 36. Pohjois-Karjalan maakuntakaava 2040, 2. vaiheen luonnosvaiheessa esitetyt pääsähkölinojen yhteystarpeet ja ohjeelliset kulkuyhteydet punaisella. Violetilla nykyiset voimajohtoreiitit. Vihreällä maakuntakaavaluonnoksessa esitettyjen ohjeellisten yhteystarpeiden mahdolliset reittivaihtoehdot.*

Kuvassa 37 esitetään Pohjois-Karjalan maakuntakaavan luonnosvaiheen Joensuun kantakaupungin verkon vahvistamiseksi osoitetut yhteystarpeet ja niiden pohjalta laaditut mahdolliset voimajohtoyhteyksien reittivaihtoehdot. Kaavaluonnoksen yhteystarvemerkinnät eivät ole aluevarauksia, mutta kaavaselostuksen mukaisesti uudet pääsähkölinojat on esitetty kulkemaan ensisijaisesti olemassa olevien johtokäytävien yhteyteen.

31.10.2024



Kuva 37. Pohjois-Karjalan maakuntakaava 2040, 2. vaiheen luonnosvaiheessa osoitetut Joensuun kantakaupungin verkon vahvistamisen yhteystarpeet ja ohjeelliset kulkuyhteydet punaisella. Violetilla nykyiset voimajohtoreitit. Vihreällä maakuntakaavaluonnoksessa esitettyjen ohjeellisten yhteystarpeiden mahdolliset reittivaihtoehdot.

31.10.2024

Uusissa voimajohtolinjauksissa tulee hyödyntää olemassa olevia nykyisiä 110 kV linjan maastokäytäviä niiltä osin kuin se on mahdollista. Rinnakkaisen linjauksen myötä johtokäytävä levenee ja osin sen kulku rinnakkain ei välttämättä ole mahdollista, jolloin se kulkee osin uudessa maastokäytävässä. Yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa tulee huomioida myös maisema-, kulttuuriympäristö- ja luontoarvot sekä turvata alkutuotannon toimintaedellytykset.

## 9 Ilmastonmuutoksen vaikutukset energiantuotantoon ja -jakeluun Joensuun seudulla

Ilmastonmuutos lisää sään ääri-ilmiöitä, kuten myrskyjä, helleaaltoja ja talvimyrskyjä Joensuun seudulla, samalla kun sateet lisääntyvät ja lumen määrä vähenee. Ilmastonmuutoksen vaikutukset voivat myös heijastua energiantuotantoon ja -jakeluun, aiheuttaen esimerkiksi sähkökatkoja ja häiriöitä energian jakelussa. (Ilmasto-opas 2024a)

Ilmastonmuutos lisää tarvetta sopeuttaa energiantuotantoa muuttuvien ilmasto-olosuhteiden mukaan. Joensuun seudulla, jossa talvet ovat lämpenemässä ja kesät voivat olla kuumempia ja kuivempia, energiantarpeen profiili muuttuu. Lämmitysenergian tarve saattaa vähentyä, mutta viilennystarpeen kasvu erityisesti hellekausien aikana lisää energiankulutusta. Ilmastonmuutoksen vaikutusta sääolosuhteista riippuvaisten energiantuotantomuotojen paikalliseen tuotantopotentiaaliin on kuitenkin hyvin vaikea ennustaa.

Ilmastonmuutos ei merkittävästi paranna Itä-Suomen tuuliolosuhteita; tuulisuuden kasvu painottuu rannikkoalueille. Leudommat talvet voivat kuitenkin helpottaa tuotantoa vähentämällä matalalla sijaitsevien tuulivoimaloiden torneihin ja lapoihin kertyvää jäätä. (Ilmatieteenlaitos 2020 & Ilmasto-opas 2024b).

Aurinkoiset kesät ja helleaallot voivat lisätä aurinkovoiman tuotantoa, mutta kuumuus voi heikentää paneelien tehokkuutta alentamalla kennojen jännitettä. Lisäksi on vielä epäselvää, kuinka ilmastonmuutos vaikuttaa pilvisyyden kautta aurinkoenergiapotentiaaliin. (Ilmasto-opas 2024a)

Tulevaisuudessa vesivoimatuotannon ennakoitavuus heikkenee. Vaikutus veden virtaamiin vaihtelee eri puolilla Suomea ja riippuu valunnassa tapahtuvista muutoksista sekä haihdunnan ja sadannan välisestä suhteesta. Ilmastonmuutoksen myötä talvet lauhtuvat ja sademäärät lisääntyvät. Lisääntyvät sateet täyttävät vesivarastot nopeammin, mutta rankkasateiden lisääntyminen saattaa muuttaa jokien tulvimista ja vähentää tuotantoa. Toisaalta vähälumiset talvet vähentävät kevättulvista aiheutuvaa ylijuoksutusta Etelä-Suomessa. Kesäisin voi myös esiintyä pidempiä kuivia jaksoja, mitkä vähentävät vesivoimalaitosten käytössä olevia vesivarastoja, minkä vuoksi juoksutuksia joudutaan pienentämään, heikentäen tuotantokapasiteettia. (Vesi.fi 2022 & Ilmasto-opas 2024c)

Joensuun seudulla ilmastonmuutoksen aiheuttamat haasteet liittyvät erityisesti metsätalouteen. Ilmastonmuutoksen aiheuttama routaolojen heikentyminen, myrskyjen voimistuminen ja

31.10.2024

suotuisimmat olot erilaisille taudinaiheuttajille haittaavat metsätalouden toimia tulevaisuudessa ja voivat pahimmillaan vaikuttaa biomassan saatavuuteen ja laatuun. Toisaalta lämpimämmät ilmasto-olosuhteet myös lisäävät puuston kasvua. Biopohjaisen energian saatavuus on keskeisessä roolissa etenkin lämmöntuotannossa. Esimerkiksi Joensuun kaupungin ilmasto-ohjelman 2022–2025 tavoitteena on, että fossiilisten polttoaineiden käyttö rakennusten lämmityksessä loppuu Joensuussa vuoteen 2030 mennessä. Tavoite on tarkoitus saavuttaa mm. lisäämällä puun sekä bio-kaasun – ja öljyn osuutta kaukolämmön energialähteenä. (Joensuu 2021 & Joensuu 2023)

Joensuun seudulla sähköverkon uudistukset parantavat energiainfrastruktuurin kestävyyttä ilmastomuutoksen haasteita vastaan. Sähkön toimitusvarmuutta voidaan lisätä kaapeloimalla johtoa maahan tai siirtämällä ilmajohtoja teiden varsiin, tällöin infrastruktuuri on vähemmän altis myrskyjen ja tykkylumen aiheuttamalle rasitukselle. Tällä hetkellä ja lähitulevaisuudessa erityisen alttiina ulkopuoliselle rasitukselle on haja-asutusalueen sähköverkko. Joensuun seudulla taajamien sähköverkkoa on uudistettu säänkestäväksi ja sen tulisi sietää ilmastomuutoksen aiheuttamia rasituksia ilman pitkiä sähkökatkoja. PKS sähkönsiirron kehittämissuunnitelmassa verkon kaapelointi on tarkoitus ulottaa myös taajamia ympäröiville ja tiheämmin asutuille maaseutualueille, mutta harvemmin asutulla maaseudulla sähkönsiirtoverkossa tullaan käyttämään kaapeloidun verkon lisäksi myös ilmajohtoja.

Ilmastomuutokseen sopeutuminen edellyttää energiajärjestelmien joustavuutta ja kykyä sopeutua vaihteleviin olosuhteisiin. Uusiutuvat energialähteet tarjoavat joustavuutta, sillä ne sijoittuvat hajautetusti energiaverkkoon, mikä vähentää riippuvuutta keskitetystä energiantuotannosta ja lisää toimitus- ja huoltovarmuutta. Esimerkiksi tuuli- ja aurinkovoima eivät ole riippuvaisia fossiilista polttoaineista, joiden saatavuus voi heikentyä tai hinnat vaihdella geopoliittisten tilanteiden myötä. Tämä tekee näistä uusiutuvista energialähteistä, vaikka niillä on omat rajoituksensa, vakaampia ja ennustettavampia vaihtoehtoja energian tuotannossa.

Energian kausiluontoisesta kysynnän vaihtelusta syntyviin haasteisiin voidaan vastata energiajärjestelmän joustavuudella. Aurinkopaneelien tuotantohuiput osuvat usein yhteen suurimman viilennystarpeen kanssa. Talvella, kun energiankulutus on suurinta, tuuliolosuhteet ovat suotuisimmillaan. Tasaiset energialähteet, kuten biopolttoaineet ja vesivoima, ovat erityisen tärkeitä silloin, kun sähkön tuotanto vaihtelevista lähteistä, kuten tuuli- ja aurinkovoimasta, on vähäistä. Kysyntäpiikkejä voidaan tasoittaa myös lämpöpumpuilla, jotka talvella vähentävät energiantarvetta ja joita voi kesällä hyödyntää viilentämiseen. Lämpöpumpputeknologiat voidaan myös yhdistää energian varastointiratkaisuihin. Energiavarastointiteknologiat, kuten akkukapasiteetin ja lämpövarastojen, kehittäminen ja hyödyntäminen mahdollistavat kesäisin tuotetun aurinkoenergian, tuulisina päivinä tuotetun tuulivoiman tai sähkön ylitarjonnan käytön myöhemmin, jolloin energian kysyntä on suurimmillaan, mutta tuotanto vähäisempää.

Joensuun ilmastomuutoksen sopeutumissuunnitelmassa korostetaan uusiutuvan energian ja energiatehokkuuden lisäämistä kaupungin sopeutumistoimina. Nämä toimet ovat jo osaltaan

31.10.2024

mukana kaupungin eri yksiköiden toiminnassa. Tulevina toimenpiteinä kaupunki nostaa maakunnallisen tuuli- ja aurinkovoimatuotannon lisäämisen yhdeksi keskeiseksi toimenpiteeksi, jolla ilmastonmuutokseen voitaisiin sopeutua, hiilineutraaliustavoitteisiin päästä ja millä voitaisiin vaikuttaa positiivisesti talouteen, työllisyyteen sekä huoltovarmuuteen (Joensuu 2023). Selvitysalueen kunnista Joensuu, Kontiolahti, Outokumpu ja Liperi kuuluvat Hinku-kuntiin, joiden tavoite on vähentää hiilidioksidipäästöjä 80 prosenttia vuoteen 2030 mennessä, verrattaessa vuoden 2007 tasoon.

## 10 Huoltovarmuus

Huoltovarmuus on keskeinen osa alueellista ja kansallista energiastrategiaa, ja sen merkitys on korostunut viimeaikaisten geopoliittisten ja ilmastonmuutoksen aiheuttamien muutosten myötä. Energiantuotannon ja -jakelun toimintavarmuus on kriittistä yhteiskunnan perustoimintojen turvaamiseksi, ja se edellyttää monipuolista, hajautettua ja kestävää energianlähteiden käyttöä. Selvityksessä esitettyjen energiaratkaisujen toteutuminen parantaisi huoltovarmuutta ja energiaomavaraisuutta Joensuun alueella.

Uusiutuvien energialähteiden, kuten tuuli-, aurinko- ja bioenergian, kehittäminen parantaa alueen omavaraisuutta ja vähentää riippuvuutta fossiilisista polttoaineista sekä ulkomaisesta energiasta. Uusiutuvan energian kapasiteetin kasvattaminen luo myös joustavuutta vastata kysynnän vaihteluihin. Samalla energiainfrastruktuurin, kuten sähkönsiirtoverkkojen, modernisointi ja laajentaminen ovat välttämättömiä energiansaannin turvaamiseksi kaikissa tilanteissa. Energian varastointijärjestelmien kehittäminen on oleellinen osa huoltovarmuuden parantamista. Esimerkiksi lämpö- ja sähkövarastojen integrointi uusiutuvaan energijärjestelmään takaa energian saatavuuden myös tuotantokatkosten aikana. Näiden teknologioiden käyttöönotto vähentää riskiä energiansaannin häiriöille, joita voi syntyä luonnonkatastrofien, kyberuhkien tai muiden kriisitilanteiden vuoksi.

Pienydinvoimala alueella tarjoaisi merkittävän mahdollisuuden varmistaa jatkuva, päästötön ja luotettava energianlähde. Pienydinvoimalat voivat toimia vakauttavana tekijänä tilanteissa, joissa perinteiset energianlähteet eivät riitä kattamaan kysyntää. Energijärjestelmän huoltovarmuuden takaaminen edellyttää monipuolista ja integroitua lähestymistapaa, jossa hyödynnetään niin perinteisiä kuin kehittyviä energiateknologioita. Tämä vaatii myös maankäytön huolellista suunnittelua, jossa varmistetaan riittävät tilavaraukset ja infrastruktuuri energian tuotannolle ja siirrolle.

31.10.2024

## 11 Yhteenveto ja loppupäätelmät

Pohjois-Karjalan ilmasto- ja energiaohjelman 2030 päätavoitteen mukaan Pohjois-Karjala on ilmastokestävyys edelläkävijä vuoteen 2030 mennessä. Ohjelma mukaisesti Pohjois-Karjalan tavoitteena on saavuttaa 80 % uusiutuvan energian osuus kokonaisenergiankäytöstä vuoteen 2030 mennessä. Maakuntastrategian tavoitteena edelleen vuoteen 2040 mennessä on lämmitysöljyn korvaaminen kokonaan uusiutuvilla energianlähteillä ja energiantuotannon omavaraisuuden kasvattaminen. Alueellisten tavoitteiden lisäksi Joensuun seudun kuntien omat hiilineutraaliustavoitteet asettavat kunnianhimoisia haasteita uusiutuvan energian ja kestävän kulutuksen toimenpiteisiin.

Joensuun, Kontiolahden, Liperin, Outokummun ja Polvijärven kuntien alueelle laadittava yhteinen yleiskaava, esittää suunnittelualueen tavoitteellinen yhdyskuntarakenteen vuoteen 2040 mennessä. Kaavan tavoitteena on suunnitella ja ohjata laajoja ylikunnallisia maankäyttöön liittyviä kokonaisuuksia. Yleiskaava ei suoraan mahdollista rakentamista MRL 77a § mukaisesti esim. tuuli- ja aurinkovoimaloille.

Tässä työssä selvitettiin potentiaalisia teollisen mittakaavan uusiutuvan energian tuotantoalueita ja siihen liittyviä infrastruktuurin tarpeita huomioiden tuotannon maankäytölliset reunaehdot ja lainsäädäntö. Lisäksi tarkasteltiin pienimuotoisempien hajautettujen energiaratkaisujen taajama-kohtaista potentiaalia.

Kotimaisten energialähteiden, kuten tuuli-, aurinko- ja bioenergian, sekä mahdollisten pienydinvoimaloiden kehittäminen parantaa omavaraisuutta ja vähentää riippuvuutta fossiilisista polttoaineista.

Pohjois-Karjalan maakuntaliiton tuulivoima selvityksessä tunnistetuista alueista moni sijoittuu Joensuun seudulle. Merkittävin tuulivoiman rakentamisen potentiaali sijaitsee Joensuussa, Polvijärvellä ja Liperissä. Tuulivoiman rakentuminen edellyttää, että hankkeella on taloudelliset edellytykset liittyä sähkönsiirron alue- ja edelleen kantaverkkoon. Suomen tuulivoimarakentamisen tehostamisen raportissa (2023) esille mielenkiintoisen näkökulman, jossa aluevalvontajärjestelmän suorituskyvyn ylläpitämisen ja tuulivoimarakentamisen mahdollistamiseksi itäisessä Suomessa tulee laatia kompensatiolaki. Samalla voitaisiin laatia kompensatioiden edellyttämien suorituskykyjen ja rahoituksen määrittämistä varten menettelytapa- ja laskentamalli. Yhteistyö ja vuorovaikutus kantaverkkoyhtiö Fingridin ja Puolustusvoimien kanssa on olennaista maakuntakaavan tuulivoima-alueita suunniteltaessa.

Huolimatta pohjoisesta sijainnista, aurinkoenergialle on hyvät edellytykset Suomessa. Tässä selvityksessä tunnistetuilla potentiaalisilla aurinkovoima-alueilla (11 kpl) olisi mahdollista tulevaisuudessa tuottaa vuodessa jopa 3 100 GWh sähköä. Suurimmat alueet sijaitsevat Joensuussa, Kontiolahdella ja Polvijärvellä. Jos Joensuun seudun teollisuus- ja liikerakennusten kattopinta-alasta 50 % hyödynnettäisiin aurinkovoimatuotannossa, sillä voisi tuottaa vuodessa noin 172 GWh sähköä.

31.10.2024

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

Mahdollisuus hyödyntää geoenergiaa Joensuun seudulla riippuu voimakkaasti maakerroksen paksuudesta, kallioperän ominaisuuksista ja sijaitseeko alue pohjavesialueella. Kivilajien lämmönjohdavuuksien perusteella tarkastelualue soveltuu keskimäärin kohtalaisesti geoenergian käyttöön. Geoenergiapotentiaaliltaan parhaat laajahkot alueet sijaitsevat Kontiolahdella ja Joensuussa. Näillä alueilla geoenergiapotentiaali on pääosin hyvä tai erittäin hyvä. Vastaaventyypisiä hyviä alueita löytyy kaikista alueen kunnista paitsi Outokummusta. Outokummun, Liperin ja Polvijärven alueella sijaitsee laajoja geoenergiapotentiaaliltaan huonoja alueita.

Bioenergia muodostaa maakunnan energiahuoltovarmuuden selkärangan. Hankkeet, kuten Joensuun biohiililaitos, ovat tärkeitä niin hiilitaseen, huoltovarmuuden kuin työllistävyydenkin näkökulmasta.

Energian varastoinnin merkitys korostuu uusiutuvan energian osuuden kasvaessa energiantuotannossa. Tuuli- ja aurinkoenergia ovat kuitenkin luonteeltaan epävakaita ja sääolosuhteista riippuvaisia, minkä vuoksi varastointi on tärkeässä asemassa energian tuotannon ja -kulutuksen tasapainottamisessa myös Joensuun seudulla. Joensuun seudulla vedyntuotannon kehittämisen näkökulmasta on olennaista miettiä, missä vedyn aiottu kohdemarkkina sijaitsee, missä vetyä kannattaa tuottaa, miten vetyä varastoidaan, miten vetyä siirretään ja missä olomuodossa vetyä kannattaa siirtää. Vedyn siirtoputkisto voi yhdistää tuotannon ja kulutuksen, tai tuotannon ja jalostuksen. Joensuun seudulla vetyhankkeista pisimmällä on synteettisen metaanin tai synteettisen metanolin tuotantolaitoksen rakentamisen suunnitelma Joensuun liksenvaaraan. Alueella ei ole vielä suunnitelmia pienydinvoiman varalle. Teollisen mittakaavan kulutuksen kannalta merkittävät teollisuuskeskittymät sijaitsevat Uimaharjussa, Outokummussa ja Joensuussa. Pienydinvoimalat voisivat tarjota alueelle päästöttömän ja luotettavan energianlähteen sekä vakauttaa energijärjestelmää, mikä vahvistaa Joensuun seudun energiaomavaraisuutta ja kilpailukykyä pitkällä aikavälillä.

Laajamittainen tuuli- ja aurinkovoiman Pohjois-Karjalaan liittäminen vaatii 400 kV ratkaisuja Fingridin esittämien 400 kV yhteystarpeiden mukaisesti. Nykyiseen 110 kV verkkoon Pohjois-Karjalassa mahtuu joitain satoja megawatteja riippuen siitä, miten toteutuva tuotanto sijoittuu verkkoon. Enimmillään 60 MW sähköntuotanto voidaan liittää voimajohtoliitynnällä, sitä suuremmat hankkeet on liitettävä sähköasemalle (Kontiolahti, Uimaharju jne.). Alueellisesti verkkoon voi tulla lisää kapasiteettia voimajohdon uusimisen ja kulutuksen kasvun yhteydessä. Mikäli selvityksessä esitetyt potentiaaliset tuuli- ja aurinkovoimahankkeet voidaan toteuttaa, tarvitaan suuria investointeja sähkösiirtoverkkoon Joensuun seudulla ja Pohjois-Karjalan maakunnan alueella, erityisesti Pielisen länsi-, itä- ja pohjoispuolella. Myös yhteystarpeita muuhun Suomeen on, jotta tuotettu sähkö saadaan kokonaan hyödynnettyä. Tällä hetkellä vapaata sähkönsiirtokapasiteettia vielä löytyy Joensuusta ja Kontiolahdelta, joten sen osalta ei pitäisi olla esteitä alueilla sijaitsevien keskikokoisten

31.10.2024

potentiaalisten aurinkovoima-alueiden toteuttamiselle. Isot investoinnit sekä tuotantoon että kulutukseen mahdollistavat myös pohjois-etelä suuntaisen siirtokapasiteetit kehittämistä ja yhteyden vahvistamista maakuntarajojen yli. Paikallisella tasolla tulisi tarkastella tapauskohtaisesti mahdolliset kapasiteetin kasvutarpeet mm. teollisuuskeskittymien kehittämisen yhteydessä.

Energiainfrastruktuurin, erityisesti sähkösiirtoverkkojen, modernisointi ja energian varastointijärjestelmien integrointi ovat keskeisiä tekijöitä huoltovarmuuden parantamisessa. Energian varastointi, kuten lämpö- ja sähkövarastot, takaa energian saatavuuden myös tuotantohäiriöiden aikana ja vähentää riskejä kriisitilanteissa.

Tunnistetun potentiaalın perusteella voidaan olettaa, että vihreä siirtymä voi tuoda jokaiseen selvitysalueen kuntaan investointeja. Energiatuotannon osalta korostuu uusiutuvien energiamuotojen hyödyntäminen. Koska potentiaali selvitysalueella on suuri, alueen kaavoituksella tulisi pyrkiä varmistamaan energiatuotannon, sähkösiirtokapasiteetin, vedyntuotannon ja teollisuuden kanalta kriittisen infrastruktuurin kehittyminen. Mahdollisesti tiivistyvällä aluerakenteella luodaan mahdollisuudet uusien energiamuotojen tehokkaalle käytölle.

31.10.2024

## Lähteet

- ELY, 2023. Päätös ympäristövaikutusten arviointimenettelyn soveltamisesta yksittäistapauksessa Gasgrid Finland Oy:n vedyn siirtoinfrastruktuurin demonstraatiohanke, Lappeenranta ja Imatra, 2023. Saatavilla: <https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/YVA-p%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s%20Gasgrid%20Finland%20Oyn%20vedyn%20siirtoinfrastruktuurin%20demonstraatiohanke%20Joutseno%20Lappeenranta.pdf>
- Fingrid, 2024. Huutokoski-Kontiolahti 400kV taustaselvitys. [https://pohjois-karjala.fi/taustaselvitys\\_fingrid\\_huutokoski\\_kontiolahti\\_400\\_kv/](https://pohjois-karjala.fi/taustaselvitys_fingrid_huutokoski_kontiolahti_400_kv/)
- Gasgrid, 2023. Maakuntien ja kuntien rooli vetytalouden ja infrastruktuurin kehitystyössä. Saatavilla: [https://gasgrid.fi/wp-content/uploads/Maakuntien-ja-kuntien-rooli-vetytalouden-ja-infrastruktuurin-kehitystyossa\\_esitys\\_27062023.pdf](https://gasgrid.fi/wp-content/uploads/Maakuntien-ja-kuntien-rooli-vetytalouden-ja-infrastruktuurin-kehitystyossa_esitys_27062023.pdf)
- GKT, 2021. <https://pohjois-karjala.fi/wp-content/uploads/2022/03/Turpeen-ka%CC%88yto%CC%88n-ja-tuotannon-na%CC%88kyma%CC%88t-Pohjois-Karjalassa-vuoteen-2040.pdf>
- Ilmatieteenlaitos, 2020. Review on winds, extratropical cyclones and their impacts in Northern Europe and Finland. <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/57cd106d-d6d9-495c-973a-af4e6f3ce222/content>
- Ilmasto-opas, 2024a. Ilmastonmuutoksen vaikutus maailman energiantuotantoon. <https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/ilmastonmuutoksen-vaikutus-maailman-energiantuotantoon>
- Ilmasto-opas, 2024b. Ilmastonmuutos parantaa tuulivoiman tuotannon edellytyksiä. <https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/ilmastonmuutos-parantaa-tuulivoiman-tuotannon-edellytyksia>
- Ilmasto-opas, 2024c. Vesivoiman tuotanto osittain hyötty sademäärän lisääntymisestä. <https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/vesivoiman-tuotantoosittain-hyotyy-sademaaran-lisaantymisesta>
- Joensuu, 2021. Hiilineutraali Joensuu – Joensuun kaupungin ilmasto-ohjelma 2022–2025. <https://climatejoensuu.fi/documents/3877132/0/Joensuun+kaupungin+ilmasto-ohjelma+2022%E2%80%932025+%285%29.pdf/3530e84a-aae5-03c8-3cdb-92b12f2605da>
- Joensuu, 2023. Joensuun kaupungin sopeutumis suunnitelma ilmastonmuutokseen. <https://climatejoensuu.fi/documents/3877132/0/Joensuun+ilmastonmuutokseen+sopeutumisunnitelma+2023+KH.pdf>

31.10.2024

Koffi B., Cerutti A.K., Duerr M., Iancu A., Kona A., Janssens-Maenhout G., Covenant of Mayors for Climate and Energy: Default emission factors for local emission inventories – Version 2017. EUR 28718 EN. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017 (pdf)

Luke, 2023. Biomassa-atlas. <https://biomassa-atlas.luke.fi/?lang=en>

Luke, 2017. Monilähteisen valtakunnan metsien inventoinnin (MVMI) kartta-aineisto <https://www.opendata.fi/data/dataset/monilahteisen-valtakunnan-metsien-inventoinnin-mvmikartta-aineisto-2017>

Motiva.fi, 2023a. Bioenergia. Päivitetty 18.8.2023. [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/bioenergia](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/bioenergia)

Motiva, 2023b. Selvitysraportti: Sähköistyminen, hukkalämmöt ja lämpöpumput teollisuudessa. [https://www.motiva.fi/files/21007/Selvitysraportti - Sahkoistyminen hukkalammot ja lampopumput teollisuudessa.pdf](https://www.motiva.fi/files/21007/Selvitysraportti_-_Sahkoistyminen_hukkalammot_ja_lampopumput_teollisuudessa.pdf)

Motiva.fi, 2024a. Aurinkosähköjärjestelmän teho. Päivitetty 31.1.2024. [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/aurinkosahko/jarjestelman\\_valinta/aurinkosahkojarjestelman\\_teho](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/aurinkosahkojarjestelman_teho)

Motiva.fi, 2024b. Lämpöpumput. [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/lampopumput](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput)

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

Pohjois-Karjalan maakuntaliitto, 2023. Pohjois-Karjalan energiainfrastruktuurin nykytilan selvitys, luonnos, Rantanen 13.9.2023

Pöyry, 2017. Hajautetun uusiutuvan energiantuotannon potentiaali, kannattavuus ja tulevaisuuden näkymät Suomessa. [https://valtioneuvosto.fi/documents/10616/3866814/5\\_2017\\_Hajautetun+uusiutuvan+energiantuotannon+potentiaali,+kannattavuus+ja+tulevaisuuden+n%C3%A4kym%C3%A4t+Suomessa/f7fa0126-2880-452d-954b-f52ea5f0a9a0?version=1.0](https://valtioneuvosto.fi/documents/10616/3866814/5_2017_Hajautetun+uusiutuvan+energiantuotannon+potentiaali,+kannattavuus+ja+tulevaisuuden+n%C3%A4kym%C3%A4t+Suomessa/f7fa0126-2880-452d-954b-f52ea5f0a9a0?version=1.0)

Rantanen, Topias. 2023. Pohjois-Karjalan energiainfrastruktuurin nykytilan selvitys

Schlömer S., T. Bruckner, L. Fulton, E. Hertwich, A. McKinnon, D. Perczyk, J. Roy, R. Schaeffer, R. Sims, P. Smith, and R. Wiser, 2014. Annex III: Technology-specific cost and performance parameters. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA (pdf)

31.10.2024

Sulpu, 2024. Lämpöpumput. <https://www.sulpu.fi/lampopumput/>

Säteilyturvakeskus, 2024. Pienydinvoimalat. <https://stuk.fi/pienydinvoimalat>

Tuulivoimayhdistys, 2024. Yleistä pientuulivoimasta. <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/pientuulivoima/yleista-pientuulivoimasta>

Uudenmaan liitto, 2020. Uudenmaan geoenergiaselvitys.

[https://uudenmaanliitto.fi/wp-content/uploads/2021/10/Uudenmaan\\_geoenergiaselvitys.pdf](https://uudenmaanliitto.fi/wp-content/uploads/2021/10/Uudenmaan_geoenergiaselvitys.pdf)

Vesi.fi, 2022. Kuivuuden vaikutukset. <https://www.vesi.fi/vesitieto/kuivuuden-vaikutukset/>

Vetytalous-mahdollisuudet ja rajoitteet, 2021. Valtioneuvoston julkaisu.

[https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163901/VNTEAS\\_2022\\_21.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163901/VNTEAS_2022_21.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Julkinen aineisto Pohjois-Karjalan maakuntaliiton internetsivuilla:

- Aurinkoenergian tuotanto- ja käyttömahdollisuudet Pohjois-Karjalassa (2012)
- Itä-Suomen energiatilasto 2020 (syksyn aikana päivitetään vuoden 2022 tietoja)
- Itä-Suomen tuulivoima energiajärjestelmissä – LUTPub
- Itäisen Suomen Tuulivoimarakentamisen tehostaminen, Rätty Arto, (2023)  
[https://tem.fi/documents/1410877/153287519/Tuulivoimaselvitys\\_fi-nal\\_AR\\_150323.pdf/ed8981bb-e8dd-fc65-eeb1-4d999256002c/Tuulivoimaselvitys\\_fi-nal\\_AR\\_150323.pdf?t=1678882585236](https://tem.fi/documents/1410877/153287519/Tuulivoimaselvitys_fi-nal_AR_150323.pdf/ed8981bb-e8dd-fc65-eeb1-4d999256002c/Tuulivoimaselvitys_fi-nal_AR_150323.pdf?t=1678882585236)
- Pohjois-Karjalan maakuntakaava 2040 ja sen aineistot
- Pohjois-Karjalan ilmasto- ja energiaohjelma 2030 ja sen toteuttamissuunnitelma
- Pohjois-Karjalan energiantuotannon ja siirron lähtökohdat -taustaselvitys (luonnos käytettävissä elokuussa 2023, ja lopullinen raportti 15.9. mennessä)
- Pohjois-Karjalan geoenergiaselvitys, 2020.
- Pohjois-Karjalan maaseudun uusiutuvien energialähteiden nykytila ja tulevaisuuden käyttöpotentiaali, 2021.
- Sisä-Suomen tuulivoimaselvitys, 2012.

31.10.2024

Paikkatietoaineistojen osalta käytetty mm. seuraavia lähteitä:

- GTK:n kallioperä ja maanpeiteaineisto.
- Fingrid, Sähköverkko ja kapasiteettitiedot.
- Maanmittauslaitos, avoin rajapinta, 2023. taustakartta, maastokartta, kiinteistörajat- ja tunnuksiset
- Maanmittauslaitos BETA Maastotietokanta, 2023. rakennuskanta ja geomorfologia
- Maanmittauslaitoksen latauspalvelu, 2023. kuntarajat, maakuntaraja
- Suomen ympäristökeskuksen Avoin data -palvelu, 2023. Natura 2000-alueet, luonnonsuojelualueet, pohjavesialueet, Corine 2018 FI20m -maanpeiteaineisto

Muut lähteet:

- Nurmekseen suunnitteilla 250 miljoonan euron vihreän energian investointi | Etelä-Savo | Yle (luettu 19.12.2023)
- Kiteelle rakennetaan puukuituisia akustiikkalevyjä valmistava tehdas: investointi on yli 30 miljoonaa euroa | Pohjois-Karjala | Yle (luettu 19.12.2023)
- Valion ja St1:n yhteisyritys suunnittelee uusia biokaasulaitoksia Sonkajärvelle, Lapinlahdelle ja Nurmekseen | Kotimaa | Yle (luettu 19.12.2023)
- Aurinkovoimaloiden kaavoituksen ja lupamenettelyn tueksi valmistellaan opas - Ympäristöministeriö (luettu 19.12.2023)
- Aurinkovoimaloiden kaavoitusta ja lupamenettelyä koskevan oppaan valmistelu (valtioneuvosto.fi) (luettu 19.12.2023)
- Sähköverkon kehittämissuunnitelma katsoo tulevaisuuteen (PKS sähkönsiirto) (Luettu 2.9.2024)