

FCG.

Finnish  
Consulting  
Group



POHJOIS-KARJALA  
*Maakuntaliitto*

# Pohjois-Karjalan energiainfrastruktuurin kehittäminen ja sen maankäytölliset tarpeet vuoteen 2040

## LOPPURAPORTTI

Pohjois-Karjalan Maakuntaliitto

FCG Finnish Consulting Group Oy

21.2.2024

P49308

21.2.2024

## Sisällys

1	Johdanto.....	4
1.1	Selvityksen tausta ja tavoite.....	4
1.2	Vuorovaikutus.....	5
2	Energiatuotannon ja kulutuksen nykytila .....	6
2.1	Energiantuotanto ja -kulutus Suomessa ja Pohjois-Karjalassa.....	6
2.2	Vihreän siirtymän investoinnit Pohjois-Karjalassa .....	8
3	Lainsäädäntö ja ohjaus.....	10
3.1	Tuulivoima .....	10
3.2	Aurinkovoima .....	11
3.3	Geoenergia .....	13
3.4	Pienydinvoima .....	14
4	Uusiutuvan ja muun energiantuotannon ja käytön potentiaali.....	15
4.1	Tuulivoima .....	16
4.2	Aurinkovoima .....	18
4.3	Geoenergia .....	22
4.4	Bioenergia.....	25
4.5	Pienydinvoima .....	28
4.6	Vedyntuotanto.....	28
4.7	Energiavarastot.....	30
5	Energiantuotannon ja -käytön maankäytölliset vaikutukset .....	31
5.1	Tuulivoima yhteisvaikutukset.....	33
5.2	Aurinkovoima yhteisvaikutukset .....	34
5.3	Geoenergia yhteisvaikutukset.....	35
5.4	Pienydinvoima yhteisvaikutukset.....	35
5.5	Vedyntuotannon yhteisvaikutukset.....	36
6	Sähkösiirtoverkko .....	37
6.1	Sähkösiirtotoimijoiden haastattelut .....	40
6.2	Sähkösiirron suositukset jatkosuunnittelua varten .....	40
7	Maakuntakaavan ajantasaisuusarviointi.....	45

21.2.2024

7.1	Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet .....	45
7.2	Pohjois-Karjalan maakuntakaava 2040 .....	46
7.2.1	Selostus .....	46
7.2.2	Yleismääräykset .....	51
7.2.3	Energianinfrastruktuurin kannalta keskeiset maakuntakaavamerkinnot ja määräykset 52	
8	Yhteenvedo ja loppupäätelmät .....	57
	Lähteet.....	60

*FCG Finnish Consulting Group Oy ("FCG") on laatinut tämän raportin FCG:n asiakkaan ("Pohjois-Karjalan liitto") 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.*

21.2.2024

# 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 huomioitava maakuntakaavan tasolla. Voimassa olevassa maakuntakaavassa olevan tuulienergian lisäksi tuleekin tulevaisuudessa huomioida seuraavat energiamuodot mahdollisine täydennettävine / uusine siirtoverkkotarpeineen: teollisen mittakaavan aurinkovoima, vetytalous ja synteettiset polttoaineet, varastoiminen sekä pienydinvoima.

Pohjois-Karjalan maakuntaliitossa on käynnissä Pohjois-Karjalan maakuntakaava 2040, 2. vaihekaavan laadinta, jossa käsitellään erityisesti sähkönsiirron linjauksien ja uusiutuvan energian maankäytöllisiä tarpeita sekä päivitetään maisema-alueita ja pohjavesialueita ajan tasalle.

Pohjois-Karjalassa on meneillään myös Ympäristöministeriön rahoittama tuuli-voimapotentialiset alueet ja vaikutusten arviointi hanke, jolla osin rahoitetaan myös tätä hankintaa.

Työn yhteydessä on tarkoitus selvittää miten Pohjois-Karjalan energian tuotanto ja käyttö sekä energiansiirtoverkot tulevat todennäköisesti kehittymään vuoteen 2040 mennessä ja kuinka maankäytöllisesti tulisi (erityisesti maakuntakaavoituksessa) varautua Pohjois-Karjalan energiainfrastruktuurin kehittämisen tarpeisiin kyseisellä aikavälillä.



21.2.2024

## 1.2 Vuorovaikutus

Työ toteutettiin vuoden 2023 elo-joulukuussa. Työn aloituskokous järjestettiin 31.8.2023, luonnosta esiteltiin syyskuun lopulla, raporttiluonnos valmistui joulukuussa ja lopullinen raportti tammikuussa 2024.

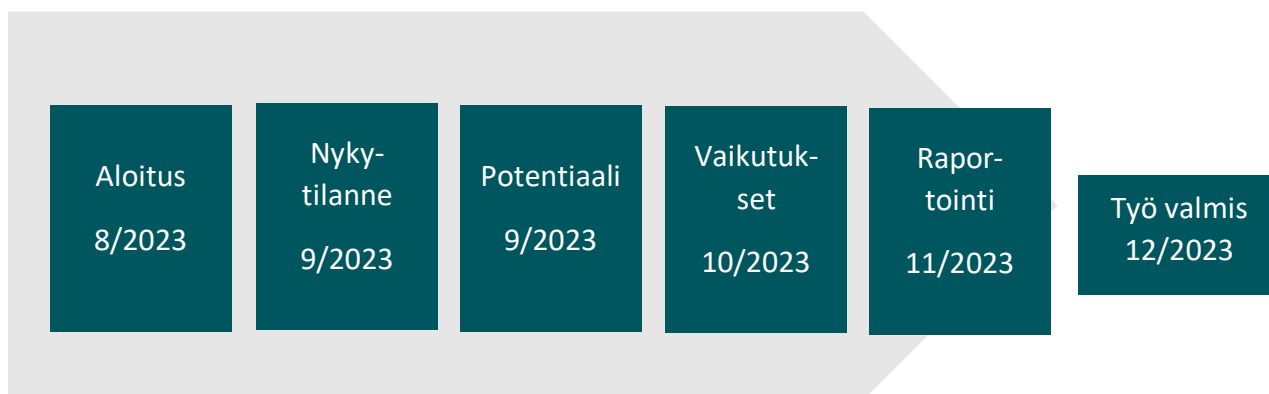
Työssä järjestettiin 4 työkokousta sekä loppukokous ohjausryhmän kanssa. Ohjausryhmään kuuluivat: Pasi Pitkänen, Heikki Viinikka, Jukka Nykänen ja Jyrki Suorsa.

Työn alkuvaiheessa järjestettiin keskustelutilaisuus sähköverkkoihin liittyen 25.9.2023, johon kutsuttiin Outokummun energian, Pohjois-Karjalan sähkön, Carunan ja Fingridin edustajat.

Tätä selvitystyötä esiteltiin lisäksi Pohjois-Karjalan maakuntakaava 2040, 2. vaiheen (energia ja maisemat) käynnistysseminaarissa Joensuussa 3.10.2023.

Selvityksen aikana toteutettiin kaikille maakunnan sähkönsiirtotoimijoille kysely nykyisestä sähkönsiirron kapasiteetista, tuotantolaitosten liittymismahdollisuuksista ja tulevista investoinneista verkkoon. Haastatteluiden tuloksia on kuvattu kappaleessa 6.1.

Selvityksessä on huomioitu Pohjois-Karjalan maakuntaliiton koostama Pohjois-Karjalan energiainfrastruktuurin nykytilan selvitys (luonnos 13.9.2023, Rantanen), jonka yhteydessä on toteutettu asiantuntijakysely sekä kansalaiskysely.



Kuva 1. Selvitystyön eteneminen

21.2.2024

## 2 Energiatuotannon ja kulutuksen nykytila

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

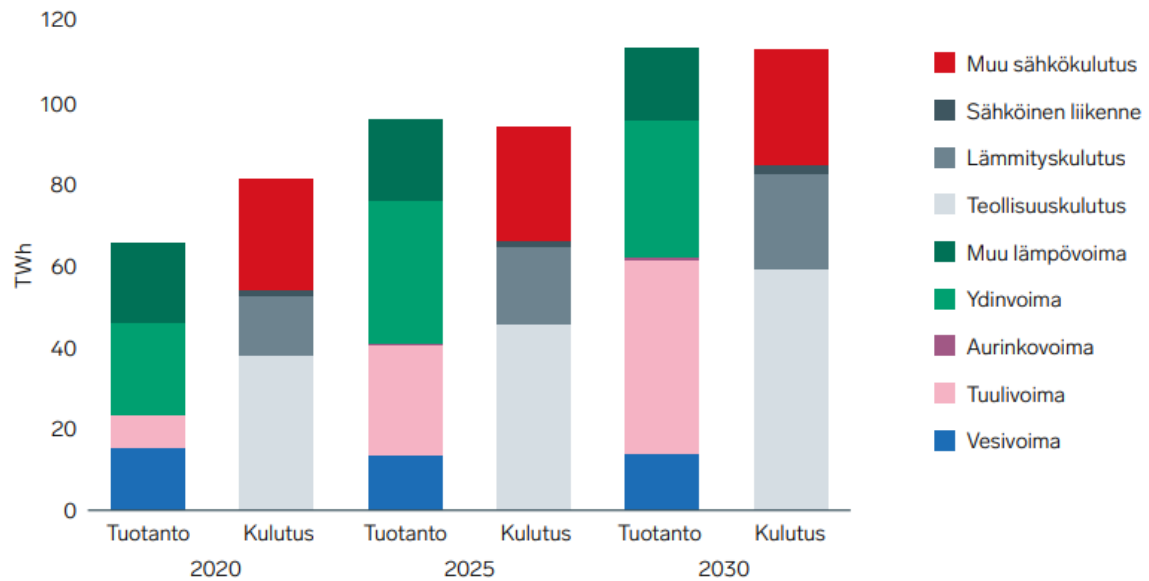
Suomessa tuotettiin vuonna 2022 sähköä 69 terawattituntia. Eniten tuotti ydinvoima, jonka osuus nousi hieman ja oli 35 prosenttia. Ydinvoimaa seurasivat vesivoima 19,3 prosentin, biomassa 17,4 prosentin ja tuulivoima 16,7 prosentin osuudella. Energian loppukulutus on ollut Suomessa viime vuosina vajaat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

*Taulukko 1. Sähkön tuotanto maakunnittain, vuosi 2022. (Lähde Energiateollisuus, 2023)*

VUOSI MAAKUNTA	VESI- VOIMA *	TUULI- VOIMA	YDIN- VOIMA	YHT.TUOT./ TEOLLISUUS	YHT.TUOT./ KAUKOLÄMPÖ	ERILLINEN LÄMPÖVOIMA	YHTEENSÄ
GWh							
Uusimaa	33	8	7891	314	3300	62	11608
Varsinais-Suomi	13	150	0	79	665	32	939
Satakunta	578	611	16351	822	243	423	19029
Kanta-Häme	2	85	0	21	135	7	250
Pirkanmaa	450	46	0	129	250	0	876
Päijät-Häme	202	59	0	111	265	10	646
Kymenlaakso	1110	69	0	1123	202	8	2512
Etelä-Karjala	1352	34	0	1583	223	181	3374
Etelä-Savo	9	0	0	12	295	1	318
Pohjois-Savo	66	27	0	469	535	59	1156
Pohjois-Karjala	723	0	0	309	241	163	1435
Keski-Suomi	183	210	0	1237	653	470	2753
Etelä-Pohjanmaa	81	1462	0	0	205	218	1966
Pohjanmaa	71	1641	0	602	478	655	3447
Keski-Pohjanmaa	10	556	0	89	44	1	700
Pohjois-Pohjanmaa	2898	4583	0	397	698	510	9086
Kainuu	528	382	0	12	160	37	1118
Lappi	5029	1502	0	542	299	52	7423
Ahvenanmaa	0	134	0	0	7	0	141
<b>YHTEENSÄ - Total</b>	<b>13337</b>	<b>11560</b>	<b>24242</b>	<b>7852</b>	<b>8897</b>	<b>2891</b>	<b>68778</b>

Sähköntuotantorakenteen murroksen myötä yhteiskunta sähköistyy ja sähköriippuvuus lisääntyy. Sähkön tuotantorakenne muuttuu uusiutuvan energian osuuden kasvaessa ja säästökykyisen fossiilisen tuotannon vähentyessä (kuva 2). 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.

21.2.2024



Kuva 2. 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 lämmön- tuotannossa 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.

Pohjois-Karjalassa käytettiin vuonna 2022 primäärienergiaa 10 951 GWh, jossa on laskua edelliseen tarkasteluun verrattuna. Uusiutuvan energian osuus primäärienergian kulutuksesta nousi, ollen 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 energia-kriisin myötä, mikä lisää tarvetta kotimaiselle energiantuotannolle.

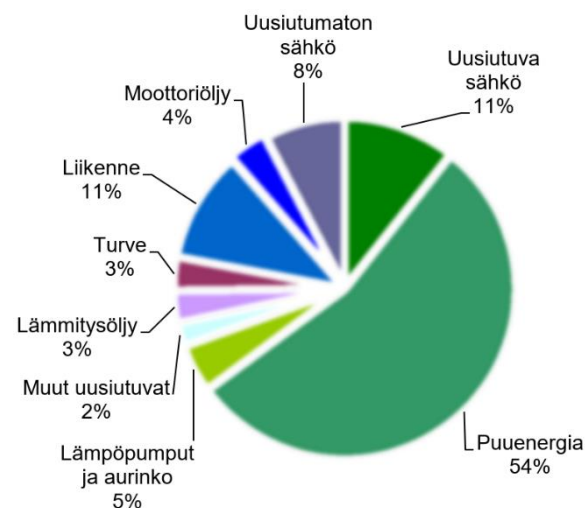
21.2.2024

Taulukko 2. Sähkön kulutus Pohjois-Karjalassa ja naapurimaakunnissa, vuosi 2022. (Lähde Energia-teollisuus, 2023)

MAAKUNTA	ASUMINEN JA	TEOLLISUUS	PALVELUT JA	YHTEENSÄ
	MAATALOUS		RAKENTAMINEN	
	GWh	GWh	GWh	
Etelä-Karjala	513	4 300	475	<b>5 288</b>
Etelä-Savo	701	347	427	<b>1 474</b>
Pohjois-Savo	1 061	1 608	778	<b>3 446</b>
Pohjois-Karjala	703	1 330	441	<b>2 474</b>
Kainuu	323	713	292	<b>1 328</b>
<b>Yhteensä</b>	<b>3 301</b>	<b>8 298</b>	<b>2 413</b>	<b>14 010</b>

Taulukko 3. Primäärienergian kulutus Pohjois-Karjalassa 2022.

POHJOIS-KARJALA	
<b>Primäärienergian kulutus Pohjois-Karjalassa 2022</b>	
Uusiutuva sähkö	1165
Puuenergia	5939
Lämpöpumput ja aurinko	506
Muut uusiutuvat	247
Lämmitysöljy	331
Turve	350
Liikenne	1161
Moottoriöljy	411
Muut ei uusiutuvat	0
Uusiutumaton sähkö	840
<b>Yhteensä, GWh</b>	<b>10951</b>



## 2.2 Vihreän siirtymän investoinnit Pohjois-Karjalassa

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.

Maakunnassa on tällä hetkellä käynnissä tuulivoiman osalta Liperin Korpivaaran tuulipuistohanke, joka on YVA-menettelyvaiheessa. Hankkeen voimaloiden enimmäismääräksi on ilmoitettu 9 voimalaa. Lisäksi kaavoitukseen on edennyt kaksi hanketta Heinävedellä, tutka-vaikutusselvitys näille kohteille on kuitenkin tekemättä.



21.2.2024

Pohjois-Karjalassa on toteutettu jonkin verran pienen kokoluokan aurinkovoimaa ympäri maakuntaa, lähinnä kauppojen ja liikenneasemien yhteyteen. Teollisen kokoluokan aurinkoenergiaa ei maakunnassa vielä ole. Pisimmälle ovat edenneet Kontiolahden Kyyrönsuon hanke (OAS ollut nähtävillä, koko 166 MWp) sekä Joensuun Kontiosuo (asemakaavamuutos hyväksytty, koko 110 ha). Lisäksi maakunnassa on noin 15 eri vaiheissa olevaa, ainakin yhden megawatin kokoluokan aurinkovoimasuunnitelmaa. (Rantanen 2023)

Pohjois-Karjalassa on vireillä useita bioenergiaan liittyviä hankkeita. Suurimpia ovat Lieksaan suunnitellut puunjalostus- ja biokaasulaitos, Juukaan rakenteilla oleva biokaasulaitos, Joensuun biohiililaitos, Nurmeksen biokaasuhanke ja Kiteen uusi lämpölaite. Bioenergia muodostaa maakunnan energiahuoltovarmuuden selkärangan. (Rantanen 2023)

Uusimmat investointisuunnitelmat kohdistuvat Nurmekseen ja Kiteelle: Teknologiakonserni Andritz ja Suomen Säätoenergia ovat tehneet sopimuksen uusiutuvan polttoaineen tuotantolaitoksen perustamisesta Nurmekseen (Yle 2023). Kiteelle rakennetaan puukuituisia akustiikkalevyjä valmistava tehdas: investointi on yli 30 miljoonaa euroa. Tuotannon on määrä käynnistyä Puhoksen teollisuusalueella vuonna 2025. Tehtaan arvioidaan tuovan Kiteelle noin 30 teollista työpaikkaa. Valion ja St1:n yhteisyritys suunnittelee uusia biokaasulaitoksia, myös Nurmekseen. Suomen Lantakaasun kolme uutta laitosta tuottavat paineistettua biokaasua. Sitä kuljetetaan Kiuruvedelle rakennettavaan suurempaan laitokseen, jossa kaasu nesteytetään.

Vetyhankkeista pisimmällä on synteettisen metaanin tai synteettisen metanolin tuotantolaitoksen rakentamisen suunnitelma Joensuun liksenvaaraan. Pohjois-Karjalassa ei ole vielä suunnitelmia pienydinvoiman varalle.

*Taulukko 4. Tiedossa olevat vihreän siirtymän investoinnit kunnittain (tilanne 10/2023).*

Kunta	Sektori	Arvo, milj. €	Kapasiteetti
<b>Outokumpu</b>	Aurinkovoima, bioteollisuus	25	> 5 GWh/v
<b>Kontiolahti</b>	Aurinkovoima, tuulivoima		> 150 GWh/v
<b>Joensuu</b>	Aurinkovoima, vety, bioteollisuus	700	> 110 MW
<b>Tohmajärvi</b>	Aurinkovoima	40	30 GWh/v
<b>Kitee</b>	Aurinkovoima, bioteollisuus	55	> 70 GWh/v
<b>Lieksa</b>	Aurinkovoima, bioteollisuus	265	NA
<b>Juuka</b>	Aurinkovoima	80	80 MW
<b>Heinävesi</b>	Tuulivoima	190	270 GWh/v
<b>Liperi</b>	Tuulivoima, bioteollisuus	5	> 50 MW
<b>Nurmes</b>	Bioteollisuus	250	NA

Itä-Suomessa painottuu tulevaisuudessa metsäteollisuuden uusiutuminen. Elinkeinot myös monipuolistuvat, ja yhtenä osa-alueena tässä kehityksessä on myös monipuolistuva

21.2.2024

energiantuotannon rakenne. Entistä hajautetumpi energiantuotanto lisää kaupunkien ja läheisen maaseudun vuorovaikutusta. Maankäyttötarpeet tulevat lisääntymään uusiutuvan energiantuotannon kasvun sekä sähkösiirtoverkkojen 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)

### 3 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. Käsittelyajan 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.

#### 3.1 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.

21.2.2024

### *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 noudatettavaksi 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 hanke-luettelon 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 rasitusta lähialueen asukkaalle.

## 3.2 Aurinkovoima

Aurinkoenergia on vasta ylittämässä kannattavuuskynnystä ja ala kehittyä nopeasti. Epävarmuus ja tulevaisuuden ennakkoinnin haasteet nousivat esiin työn aikana. Tällä hetkellä siirtokapasiteetti on keskeinen rajoittava pullonkaula aurinkoenergian osalta. Tulevaisuudessa

21.2.2024

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 vaihtoehdotiset tulevaisuuspolut on hyvä huomioida maakuntakaavoituksessa.

Teollisen mittaluokan aurinkoenergiahankkeiden uutuutta 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. Valmisteltavan ohjeistuksen tavoitteena on yhtenäistää suurten aurinkovoimaloiden kaavoitusta ja rakentamista. Ohjausryhmän toimikausi on 15.3.2023 – 15.4.2024. 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 aurinkoenergiahankkeiden edistämisen kannalta.

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyä (YVA) ei automaattisesti edellytetä teollisen mittakaavan aurinkovoimalalle. Aurinkoenergian tuotantoalueen merkittävimmät ympäristövaikutukset liittyvät suureen pinta-alarpeeseen. Lisäksi tulee huomioida mahdollisesti rakennettavat suurjännitejohdot aurinkosähkön yhteydessä ja lämmönsiirtoputkisto 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, jäännösturpeen paksuuden sekä vesiolosuhteiden selvittäminen on välttämätöntä arvioitaessa alueen soveltuvuutta aurinkoenergiakäyttöön. Tulevaa maankäyttöä suunniteltaessa myös ilmastokestävyyteen 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 maankäyttö. Tämä selvitys antaa myös yksityiskohtaisemman kuvan turvetuotantoalueiden soveltuvuudesta aurinkoenergiakäyttöön ja täten edistää hankkeiden toteutumista.

21.2.2024

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

21.2.2024

### *Terveydensuojelulaki (763/1994)*

Terveydensuojelulain määräykset eivät suoraan koske maalämpöjärjestelmän rakentamista, vaan ne liittyvät lämmitysjärjestelmän mitoitukseen, 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.

*Taulukko 5. 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 vesijohdot	5 m
Kaukolämpöjohdot	3 m
Tunnelit ja luolat	25 m

## 3.4 Pienydinvoima

Säteilyturvakeskus (STUK) antaa luvanhaltijaa sitovia määräyksiä ydinenergialain (990/1987) luvussa 2 a säädettyjen ydinlaitosten yleisten turvallisuustavoitteiden teknisluontoisista yksityiskohdista lain 7 q §:n mukaisesti. Ydinenergialain nojalla annettu STUKin määräys ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyistä (STUK Y/2/2018) tuli voimaan 15.12.2018. Määräys kumosi aiemman määräyksen STUK Y/2/2016. Pienydinvoimaloiden osalta STUK on päivittävässä määräyksissään tämän vuoden lopussa. Säteilyturvakeskuksen määräys ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyistä on ollut lausuntokierroksella tänä vuonna. Määräyksen

21.2.2024

määritelmiä koskevaan 2 §:ään ollaan tekemässä muutoksia koskien suojavaöhykkeen ja varautumisalueen laajuutta. Suojavaöhykkeen 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 nykylainsäädännön 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 pyydettävä Säteilyturvakeskuksen ja ympäristöministeriön lausunto, jollei se ole toiminnan luonteen vuoksi ilmeisen tarpeetonta. Säteilyturvakeskuksen on sisällytettävä lausuntoonsa ehdotus lupaehdoiksi, 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.

## 4 Uusiutuvan ja muun energiantuotannon ja käytön potentiaali

Pohjois-Karjalan ilmasto- ja energiaohjelmassa 2030 visiona on, että maakunta on ilmasto-kestävyyden edelläkävijä vuoteen 2030 mennessä. Ohjelmassa esitetään, miten Suomen ja EU:n ilmastotavoitteet toteutetaan Pohjois-Karjalassa. Siinä on monia tavoitteita, kuten elinvoimaisuuden säilyttäminen samanaikaisesti luonnon monimuotoisuuden köyhtymisen pysäyttämisen kanssa. Energia on keskeisessä osassa, ja sen tulisi olla vähäpäästöistä ja perustua maakunnan omaan energiantuotantoon paikallisista luonnonvaroista.

Pohjois-Karjalan energiainfrastruktuurin nykytilan selvityksen luonnoksessa (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 kaukunkien 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.

21.2.2024

Tässä luvussa kuvataan uusiutuvan energiantuotannon ja käytön potentiaali Pohjois-Karjalassa vuoteen 2040. Kappaleessa kuvataan uusiutuvan energiantuotannon ja käytön potentiaali ja mahdollisuudet Pohjois-Karjalassa vuoteen 2040 mennessä energijakeittain.

## 4.1 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.

Tuulivoimalla tuotettiin Suomessa vuonna 2022 yhteensä noin 11 500 GWh sähköä. Sähkön kokonaiskäyttö teollisuudessa Pohjois-Karjalassa on ollut vuonna 2022 noin 1 330 GWh (Energiateollisuus 2023). Skenaariosta riippuen, Pohjois-Karjalan maakuntaliiton tuulivoima selvityksessä tunnistetuilla alueilla (kuva 3) olisi mahdollista tulevaisuudessa tuottaa jopa 20 000 GWh sähköä.

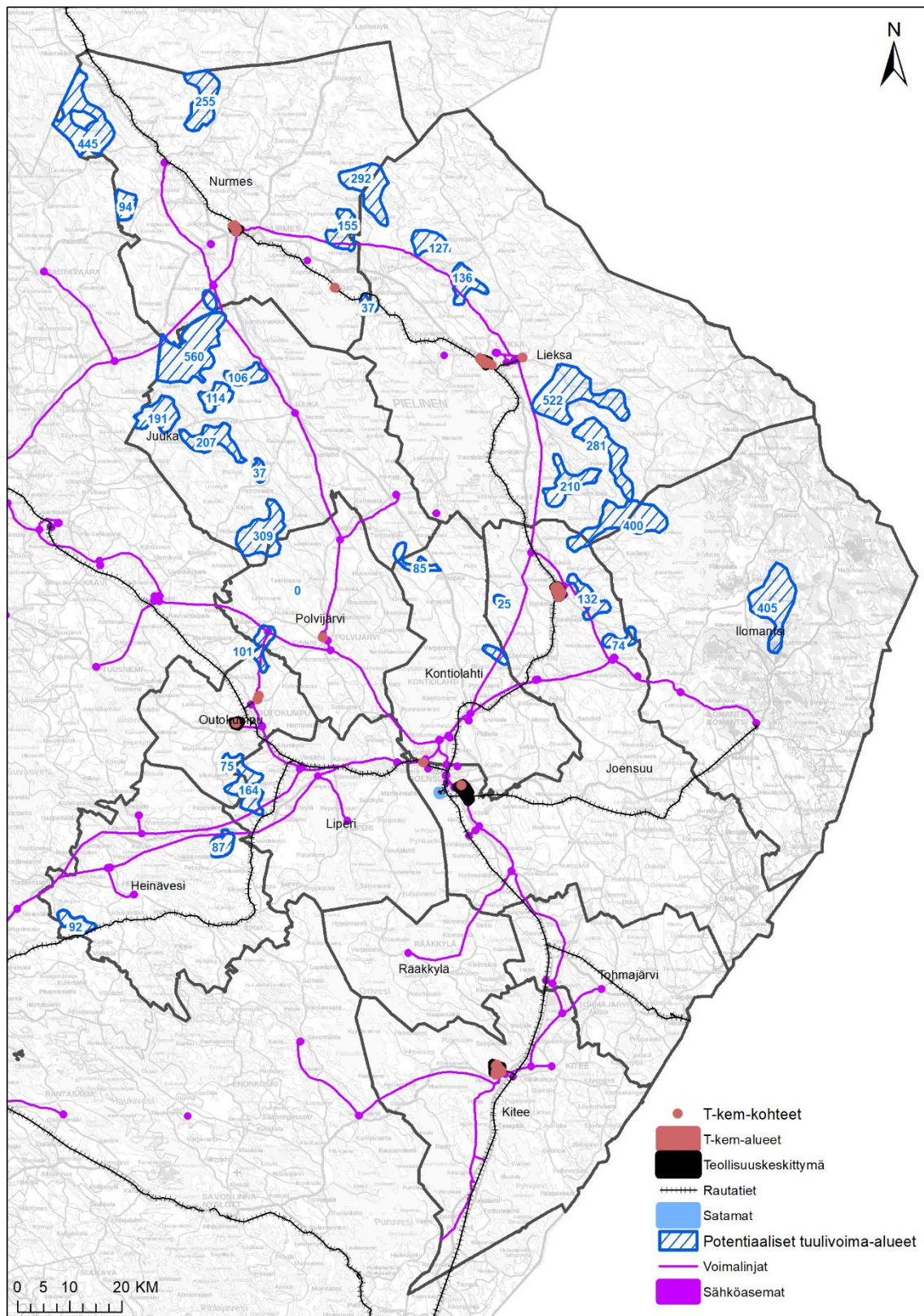
Tuulivoiman rakentuminen edellyttää, että hankkeella on taloudelliset edellytykset liittyä sähkönsiirron alue- ja edelleen kantaverkkoon. Tuulivoimahankkeen osalta näihin taloudellisiin edellytyksiin vaikuttavat hankekoko sekä liittymispisteen (sähköaseman tai muuntoaseman) etäisyys hankealueesta. Liitettävyyteen vaikuttaa tuulivoimaliittymän jännitetaso, kantaverkon tai muun yläpuolisen verkon kapasiteettitilanne, tarvittava liittymisteho ja liittymistapa. Useissa tapauksissa hanketoimija rakentaa liittymisjohdon alue- tai kantaverkon sähköasemaan tai muuntoasemaan.

Pohjois-Karjalassa sijaitsee useita poissulkumenetelmällä löydettyjä tuulivoiman potentiaali-alueita. Hankkeiden määrä tarkentuu selvitysten myötä. Osittain hankkeiden toteuttamista rajoittaa Puolustusvoimat, joka tarkastaa kaikki suunnitteilla olevat hankkeet ja niiden vaikutukset maanpuolustuksellisesti tärkeisiin ilmapuolustustutuksiin. 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.

Pohjois-Karjalan maakuntaliitto on tilannut FCG Oy:ltä tuulivoiman teknistaloudellisen analyysin, jossa 31 potentiaaliselle tuulivoima-alueelle tehdään voimaloiden sijoittelusuunnitelma, jossa huomioidaan alueiden rakennettavuus sekä etäisyys ja liittymismahdollisuus sähköverkkoon. Tarkemmasta teknistaloudellisesta analyysistä käy ilmi tuulienergian tuotantoarvio, sekä kannattavuusarvio ja taloudelliset vaikutukset (vaikutusten arviointi) maakuntakaavallinen tarkkuustaso huomioiden. Työ valmistuu keväällä 2024.



21.2.2024



Kuva 3. Potentiaaliset tuulivoima-alueet (alustava tuotantoarvio, MWh).

21.2.2024

## 4.2 Aurinkovoima

Huolimatta pohjoisesta sijainnista, aurinkoenergialle on hyvät edellytykset Suomessa. Aurin-  
gon kokonaissäteily on eteläisessä Suomessa samaa tasoa Keski-Euroopan kanssa. Vuotuinen  
säteilymäärä on hyvällä tasolla myös Pohjois-Karjalassa, noin 1000–1100 kWh/m<sup>2</sup> vuodessa.

Aurinkovoimalan kannattavuus riippuu auringonsäteilyn määrästä, säteilyn hyödyntämisa-  
steesta, sähkön hinnasta ja investointikustannuksista. Viime vuosina kannattavuutta on pa-  
rantanut paneelien hintojen laskeminen. Vähimmäisvaatimuksena perinteisen sähköntuo-  
tannon investoinnille pidetään yleisesti 50–60 €/MWh sähkönhintaa. Investoitaessa maakun-  
takokoluokan aurinkovoimalaan, vaikuttaa kannattavuuteen myös asennuksen, verkkoon  
liittymisen ja muiden rakennustöiden sekä hankekehityksen kustannukset. Poliittisista oh-  
jauskeinoista 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 sä-  
teilyä paneeleihin, jolloin ne tuottavat enemmän. Aurinkopaneelien hankkimisen ja asenta-  
misen jälkeen aurinkoenergian tuottaminen on ilmaista, eikä se saastuta tai aiheuta melua.

Kun sähköä tuottava aurinkovoimalaitos täyttää tekniset vaatimukset, se voidaan liittää alu-  
een sähköverkkoon. Liittämisvelvollisuus on sähköverkon haltijalla toiminta-alueellaan. Lii-  
tyntätapa 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 sähkön-  
kulutus on pienintä, eli kesäkuukausina. Tämän vuoksi aurinkoenergianjärjestelmän tuotta-  
maa energiaa pitää voida varastoida niihin ajankohtiin, kun sähköä tarvitaan enemmän. Va-  
rastointiteknologiana voidaan käyttää sähköakkuja, sähköstä kaasuksi -tekniikkaa, pumppu-  
voimalaitoksia ja paineilmaparastoja. (Uudenmaan liitto 2017).

Energiateollisuus ry on julkaissut ohjeet sähköntuotantolaitoksen liittämisestä jakeluverk-  
koon. Liittymistehokapasiteetit tulee aina varmistaa tapauskohtaisesti verkonhaltijalta. Seu-  
raavassa taulukossa on esitettyä aurinkovoimalaitosten verkkoliittymän suuntaa antavat  
periaatteet:

21.2.2024

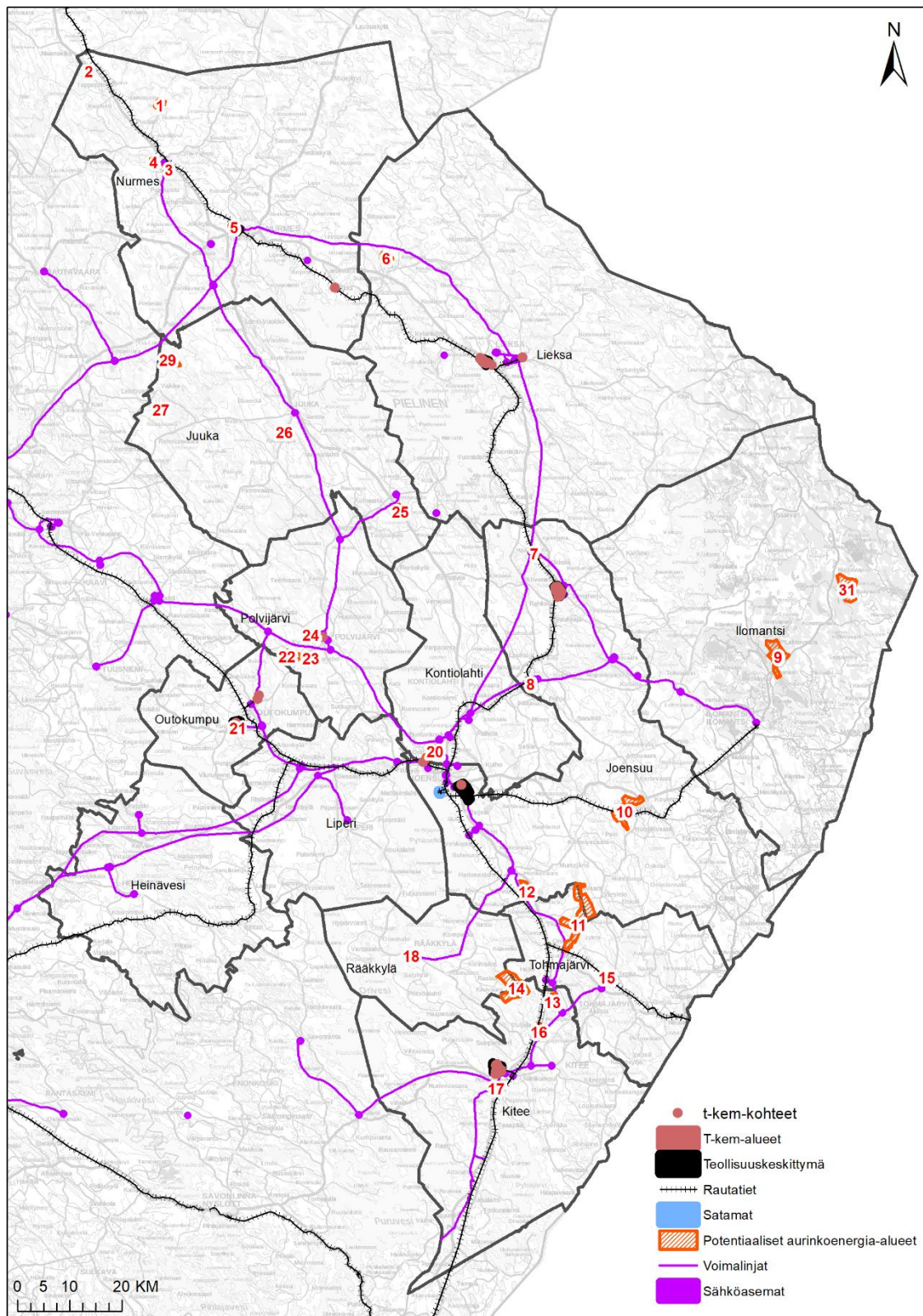
Taulukko 6. Aurinkovoimalaitosten verkkoliittynän periaatteet. (Satakuntaliitto &amp; Pöyry 2016)

Tuotantolaitoksen koko	Liityntätapa	Liitynnässä huomioitavaa
<b>0,1–2 MW</b>	20 kV:n verkko tai haara-johdot	
<b>2–15 MW</b>	20 kV:n sähköasema (tapauskohtaisesti)	
<b>10–15 MW</b>	20 kV:n sähköasema tai 110 kV:n suurjänniteverkko	110 kV:n verkkoon liittyminen tulee kalliimmaksi johdun mm. korkeammasta liittymismaksusta ja liittytään tarvittavista 110 kV:n kytkinlaitteistoista. Keski-jänniteverkkoon liitettäessä on tuotantolaitoksen teknistaloudellisesti järkevä maksimietäisyys liittypisteeseen 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 liittymispisteeseen on noin 3 km.
<b>100 MW</b>	110 kV:n verkko + liittymisjohto, 400 kV:n verkon sähköasema + liittymisjohto	Teknistaloudellisesti kohtuullinen maksimietäisyys liittymispisteeseen on noin 5 km.

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

Tässä selvityksessä aurinkovoiman soveltuvuutta tietyille alueelle on tarkasteltu seuraavista näkökohdista: riittävän lyhyt etäisyys suurjännitelinjaan ja muuntoasemaan, aluetta ympäröivä tiestö ja maanpeitteen laatu. Maanpeitteen osalta parhaana on pidettyjä laajoja, avoimia ja rakentamattomia alueita, kuten turvetuotantoalueita, ruuantuotannosta poistuneita peltoja ja harvapuustoisia alueita. Etenkin turvetuotantoalueet sijaitsevat usein tarpeeksi syrjässä taajamatoiminnoista, mutta kuitenkin päätiestön varrella. Syrjäisille alueille rakennettavat aurinkovoimakentät eivät häiritse merkittävästi maisemakuvassa. Toisinaan osa turvetuotantoalueista rajautuu avoimiin peltoalueisiin, jolloin täytyy tarkastella aurinkovoimaloiden rakentamisen vaikutusta näkymään peltojen toisella puolen. Selvityksessä on pidetty erityisen tärkeänä riittävän lyhyttä etäisyyttä voimalinjaan, minkä takia etäisyysanalyysi on tiukempi sen osalta. Vaikka voimalinjaan ei voisikaan suoraan liittyä, on voimalinjan läheisyydestä hyötyä valmiina johtoreittinä rakennettaessa yhteyttä tuotantoalueelta liittymäpisteeseen.

21.2.2024



Kuva 4. Potentiaaliset aurinkovoima-alueet.

21.2.2024

Pohjois-Karjalassa aurinkovoima on monin paikoin tuulivoimaa realistisempi vaihtoehto, johon maantieteellisestä sijainnista itärajan läheisyydessä. Tuotantomuodon rajoittavana tekijänä voidaan nähdä kantaverkon kapasiteetti ja laajentumismahdollisuudet (Rantanen 2023). Tässä selvityksessä tunnistetuilla potentiaalisilla aurinkovoima-alueilla (31 kpl, kuva 4, taulukko 7) olisi mahdollista tulevaisuudessa tuottaa vuodessa jopa 7 500 GWh sähköä. Alueiden pinta-ala vaihtelee 30 hehtaarista 2 600 hehtaariin.

*Taulukko 7. Potentiaaliset aurinkovoima-alueet ja niiden perustiedot.*

Alue nro.	Sijaintikunta	Pinta-ala, ha	MW	Etäisyys lähimpään sähköasemaan, km	Etäisyys lähimpään voimajohtoon, km
1	Nurmes	237	142	10,6	10,6
2	Nurmes	88	53	22,5	22,6
3	Nurmes	30	18	0,5	0,0
4	Nurmes	51	31	1,3	1,3
5	Nurmes	36	21	0,8	0,4
6	Lieksa	75	45	14,2	1,2
7	Joensuu	143	86	0,1	0,0
8	Joensuu	148	89	0,1	0,0
9	Ilomantsi	1 271	762	9,4	8,3
10	Joensuu	1 226	736	21,5	21,2
11	Tohmajävi, Joensuu	2 605	1 563	6,5	0,1
12	Tohmajävi	396	238	2,4	0,1
13	Kitee	428	257	1,8	0,2
14	Tohmajävi, Rääkkylä	1 856	1 114	3,8	3,9
15	Tohmajävi	70	42	2,3	2,3
16	Kitee	155	93	4,6	0,5
17	Kitee	124	74	1,6	0,0
18	Rääkkylä	88	53	0,0	0,0
19	Kontiolahti	98	59	0,0	0,0
20	Kontiolahti	166	99	1,0	0,0
21	Outokumpu	139	84	0,2	0,0
22	Polvijävi	145	87	5,0	1,4
23	Polvijävi	87	52	5,7	1,5
24	Polvijävi	77	46	2,8	0,7
25	Juuka	77	46	1,9	0,6
26	Juuka	31	19	3,6	3,0
27	Juuka	79	47	11,7	11,7
28	Juuka	79	47	13,1	13,0
29	Juuka	77	46	9,4	2,9
30	Juuka	48	29	11,8	4,9
31	Ilomantsi	1 159	695	28,9	28,1

21.2.2024

Energiaturpeen käyttö vähenee voimakkaasti, ja turvetuotantoalueiden jälkikäyttö on merkittävä tulevaisuuden kysymys. Investoinnit aurinkoenergiaan mahdollistavat käytöstä poistuvien turvetuotantoalueiden jatkohyödyntämisen energiantuotantoalueina. Pohjois-Karjalan metsätieteellinen suoala on noin 560 000 ha (Luonnonvarakeskus 2017), eli noin 30 % maakunnan maapinta-alasta on suota. GTK on määrittänyt karttatulkintana kaikille Pohjois-Karjalassa kartoittamilleen soille (720 kpl / 102 000 ha) luonnontilaisuusluokan 0–5 asteikolla. Luonnontilaltaan merkittävimmin muuttuneisiin, luokkien 0 ja 1 soihin kuuluu 73 % koko suopinta-alasta.

Turpeenottoon soveltuva teknisesti tuotantokelpoista, yli 1,5 metrin syvyistä aluetta Pohjois-Karjalan koko geologisella suoalalla on laskennallisesti noin 122 000 ha (46 % geologisesta suoalasta). Teknisesti tuotantokelpoisesta pinta-alasta ei ole vähennetty suojelualueilla tai suojelualueiksi esitetyillä alueilla olevaa suoalaa. Valtaosa tuotantokelpoisesta pinta-alasta sijaitsee maakunnan suovaltaisessa itäosassa, pääosin Ilomantsin kunnan alueella. (GTK 2021). Turvetuotantoalueet sopivat aurinkovoimatuotantoon hyvin, koska niillä on laaja ja avoin pinta-ala, johon aurinko pääsee paistamaan esteettä. Koska suot ovat jo olleet teollisessa käytössä, niillä on ympäristölupa. Alueelta ei tarvitse raivata metsää eikä poistaa kantoja. (Pentikäinen 2020.)

Aurinkovoimalla tuotettu sähkö ei aiheuta kasvihuonekaasu- tai muita savukaasupäästöjä. Aurinkovoimahankkeella 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 tyypillisesti 1-7 tonnia CO<sub>2</sub>ekv/ha/vuosi).

### 4.3 Geoenergia

Geoenergiaa voidaan käyttää Pohjois-Karjalan 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.

21.2.2024

vapaalla viilennyksellä / kierrolla. Pohjois-Karjalassa geoenergian hyödyntämiseen lämmityksessä tarvitaan lämpöpumppu. Lämpöpumpuilla pystytään korvaamaan lämmöntuotannosta jopa 2/3 uusiutuvalla energialla.

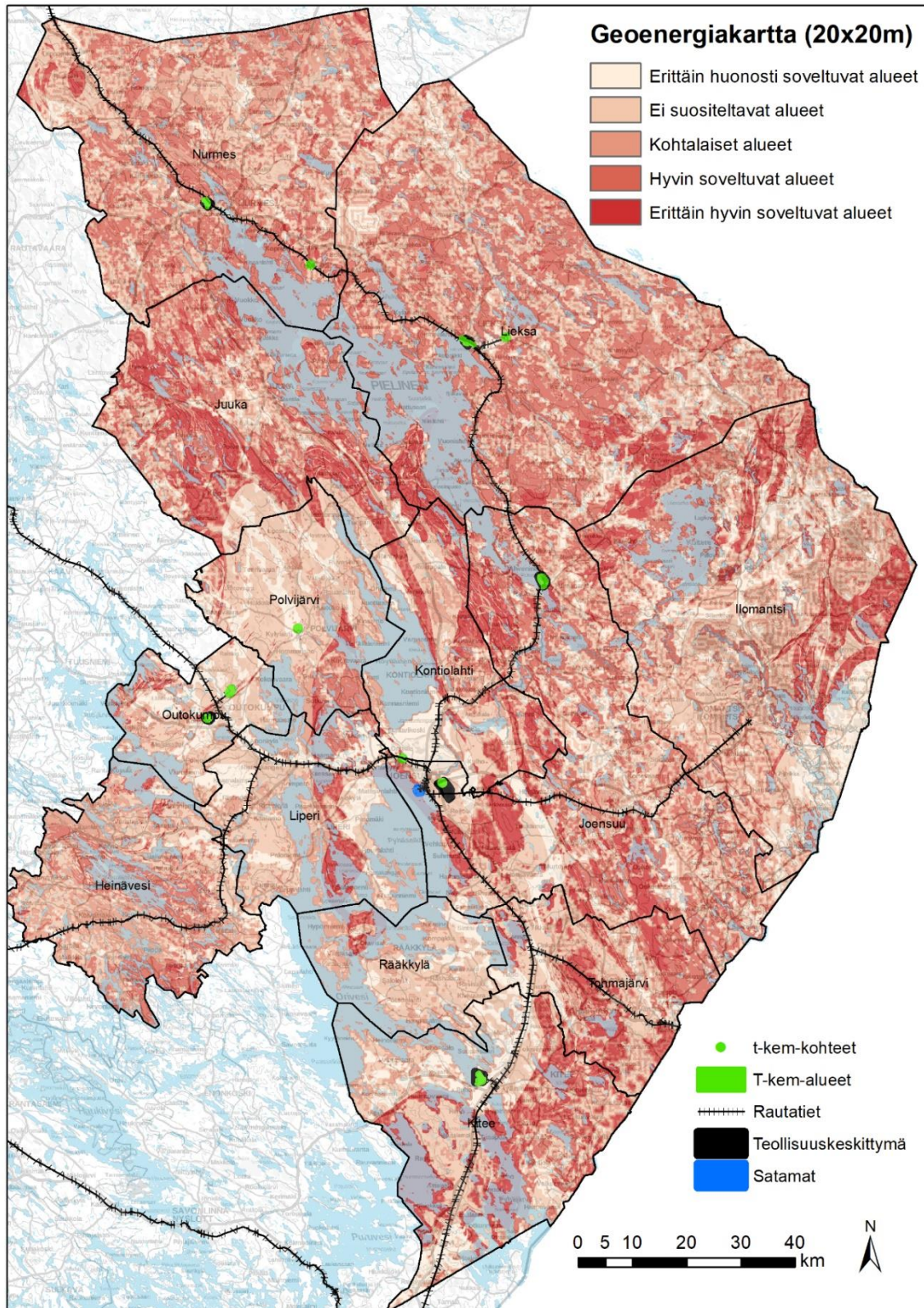
Mahdollisuus hyödyntää geoenergiaa riippuu voimakkaasti maakerroksen paksuudesta, kallioperän ominaisuuksista ja sijaitseeko alue pohjavesialueella. Mitä paksumpi maapeite on, sitä kalliimpaa on energiakaivon tai -kaivokentän poraus. Myös kallioperän ominaisuuksilla, erityisesti lämmönjohtavuudella on 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 Tohmajärvellä, Kiteellä, Joensuussa ja Kontiolahdella. Kivilajien lämmönjohtavuuksien perusteella Pohjois-Karjalan ja Heinäveden alue soveltuu keskimäärin kohtalaisesti geoenergian käyttöön. Geoenergiapotentiaaliltaan paras laajako alue ulottuu Juuasta Kontiolahteen. Tällä alueella geoenergiapotentiaali on pääosin hyvä tai erittäin hyvä. Vastaavantyyppiset hyvät alueet löytyvät Lieksan ja Ilomantsin rajalla, Joensuussa, Tohmajärvellä ja Kiteellä. Heikoimmin geoenergian hyödyntämiseen soveltuvia alueita ovat harjualueet. Laajoja keskimääräistä heikommin soveltuvia alueita on kuitenkin myös esimerkiksi Polvijärvellä, Rääkkylässä, Outokumussa ja Liperissä. Alueella sijaitsevat vedenhankinnan kannalta tärkeät pohjavesialueet voivat rajoittaa geoenergiapotentiaalin hyödyntämistä.

Geoenergiapotentiaalikartan luokituksen selvennys:

- **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.

21.2.2024



Kuva 5. Geoenergiapotentiaali Pohjois-Karjalan maakunnassa.



21.2.2024

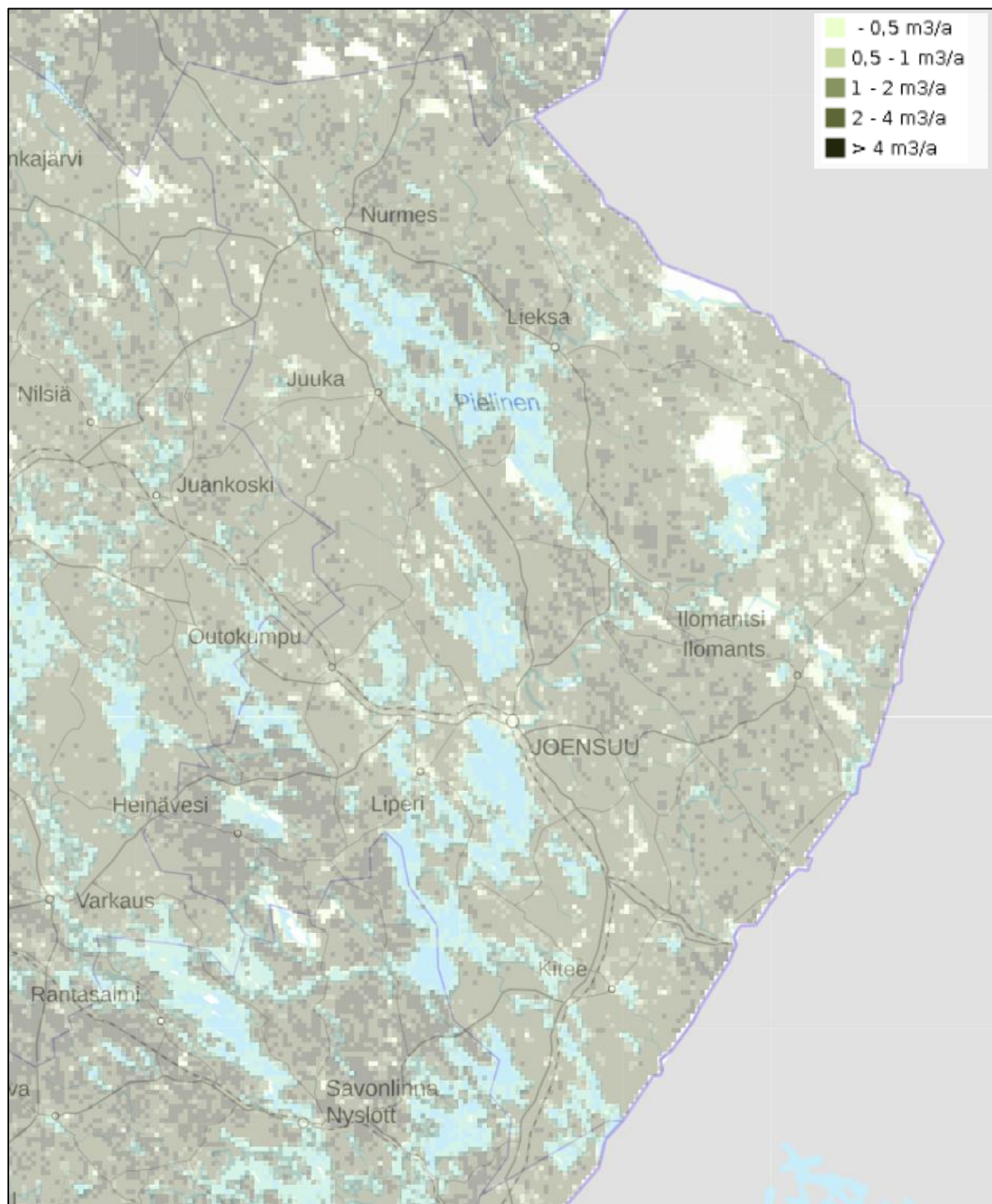
On syytä ottaa huomioon, että geoenergiapotentiaalikartta antaa likimääräisen kuvan maalämmön hyödyntämisestä Pohjois-Karjalassa ja sen tarkkuutta määrittelevät käytetyt aineistot ja niiden tarkkuus. Erityisesti maapeitteen paksuuden arviointiin (interpolointimenetelmään) liittyy epävarmuuksia ja tilanne voi olla todellisuudessa erilainen. Konkreettisten paikkojen maalämpöenergiajärjestelmän toteuttamismahdollisuudet tulisi tarkastella tapauskohtaisesti, esimerkiksi markkinalla toimivien järjestelmätoimittajien kanssa. Myös eri alueiden suojelustatus, pohjavesiolosuhteet tai maanalaiset tilat voivat rajoittaa maalämmön hyödynnettävyyttä. Geoenergiapotentiaalikartassa huomioon otetut kallioperän geofysikaaliset ja geologiset tekijät vaikuttavat energiakaivon syvyyteen.

#### 4.4 Bioenergia

Pohjois-Karjala on asettanut itselleen Öljyvapaa maakunta tavoitteen – Voimistuva biotalous ja ilmastonmuutoksen huomioiminen antaa hyvät mahdollisuudet Pohjois-Karjalassa resursiivisaaseen 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.

21.2.2024



Kuva 6. Harvennusten energiapuun (kuitupuuta pienempi) tuotantopotentiaali (m<sup>3</sup>/vuosi) Pohjois-Karjalassa. (Biomassa-atlas, Luke 2023)

21.2.2024

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 Nurmeksen 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).

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

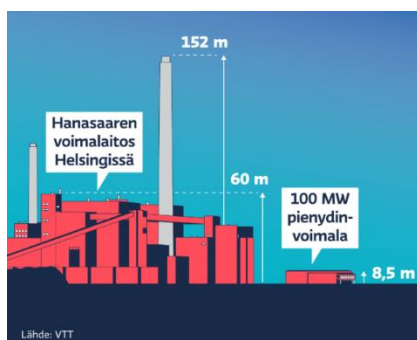
Pääosin biopolttoaineiden kasvaneen käytön seurauksena liikennesektorista jo viidennes perustuu uusiutuvaan energiaan. Nestemäisissä biopolttoaineissa on yleensä kyse rasvojen hyödyntämisestä joko sellaisenaan polttaen tai rasvojen jalostamisesta esim. biodieseliksi. Sokeri- ja öljypitoisista kasveista, puuvartisten kasvien selluloosasta sekä biohajoavista jätteistä valmistetaan bioetanolia ja biodieseliä 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 2023)

Varsinkin nestemäisten polttoaineiden valmistuksessa on kyse suurista laitoskokonaisuuksista, 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 jätteen kuljetus, väliarastointi 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.

21.2.2024

## 4.5 Pienydinvoima

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



Kuva 7. Pienydinvoimalan koko ja visualisointi.

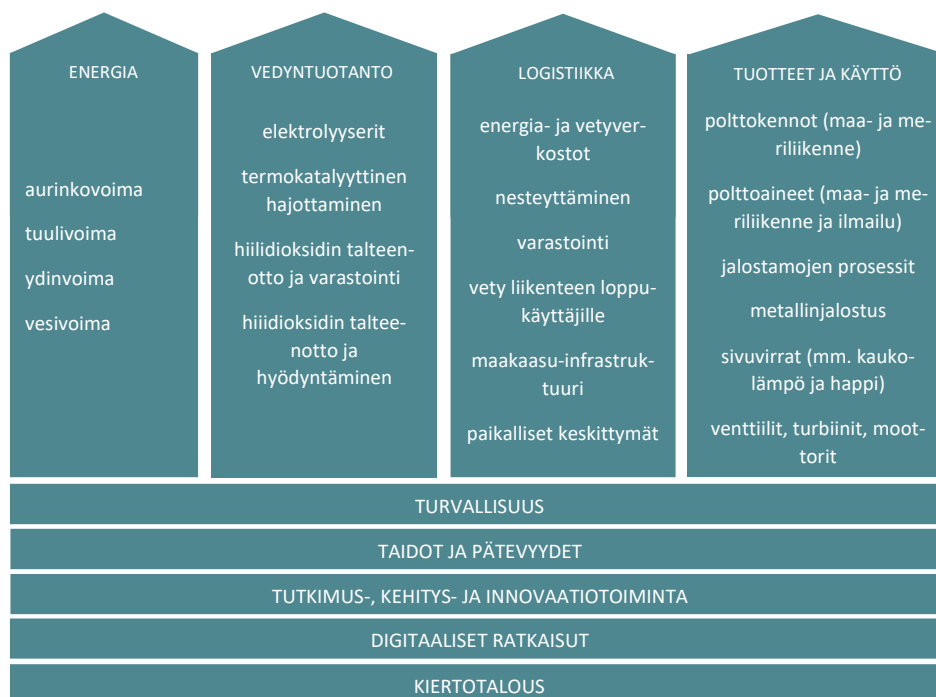
Pienydinvoimalat tehdään sähkön, lämmön tai niiden molempien tuotantoon. Esimerkiksi 200 megawatin pienreaktorissa kaikkea energiaa ei kuitenkaan saada muutettua sähköksi, joten loput tuotannosta syötetään lämpönä kaukolämpöverkkoon.

SMR-voimalat valmistetaan pitkälti sarjatuotantona tehtaissa ja kootaan sijoituspaikalla valmiista moduuleista. Ydinenergialla on oma tärkeä roolinsa ilmastopolitiikan osana, etenkin lähivuosikymmeninä, kun Suomi pyrkii ilmastoneutraaliuteen. Pitkällä aikaväillä pienreaktorit voivat olla tehokas työkalu ilmastonmuutoksen torjuntaan ja tuoda kaivattua joustavuutta sähköistyvän yhteiskunnan energiantuotantoon.

## 4.6 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)

21.2.2024



Kuva 8. Yleiskuva Suomen vedyntuotannon arvoketjusta. Kuva on muokattu Suomen Vetyklusterin julkaiseman kuvan ja tutkija Olli Himasen luennon perusteella (Himanen, 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. Keski-Suuria hiilidioksidilähteitä löytyy sementti-kevytsora- ja tiiliteollisuudesta. Myös kaupunkien lämpölaitokset ovat potentiaalisia hiilidioksidin lähteitä.

Pohjois-Karjalassa 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. Investoinnin kannattavuus edellyttää merkittävää kysyntää vedylle. Mikäli vety nesteytetään tuotantolaitoksen yhteydessä, myös varastointikapasiteettia voi olla mahdollista rakentaa vetylaitosten yhteyteen. Vedyn logistiikassa voidaan rakentaa ratkaisu, jossa hyödynnetään säiliöautoja,

21.2.2024

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 sijaitsevaan aurinko- tai tuulivoimalaan ei ole välttämätön, vaan sähköä voidaan siirtää tuotantolaitokselle kaukaakin. Aluetalouden näkökulmasta on kuitenkin järkevää kehittää sähköntuotantoa myös Pohjois-Karjalan maakunnan alueelle.

## 4.7 Energiavarastot

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 Pohjois-Karjalassa. Energian varastointi hajautetun tuotannon alueella vähentää alueen riippuvuutta kantaverkosta.

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

---

<sup>1</sup> <https://energia.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)

21.2.2024

## 5 Energiantuotannon ja -käytön maankäytölliset vaikutukset

Tässä luvussa kuvataan yleispiirteisesti energiantuotannon ja -käytön maankäytölliset vaikutukset vuoteen 2040 Pohjois-Karjalassa. 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,
- 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 (maapinnan 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 8. 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 kootaan 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.

21.2.2024

Vaikutusten-arviointi	Tuulivoima	Aurinkovoima	Geoenergia	Pienydinvoima	Vedyntuotanto
<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 pienenevät. Metsät toimivat hiilinieluna (hiilinieluvaikutus tyypillisesti 1-7 tonnia CO <sub>2</sub> ekv/ha/vuosi).  Laaja-alaisina mahdollisesti paikalliset vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen ja verkostoihin.	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 kaasu kuljetetaan käyttötarkoitukseen sopivilla säiliöautoilla, -aluksilla, -autoilla ja raitteita pitkin. Kaasumaista vetyä voi kuljettaa siirtoputkistossa. Tämä aiheuttaa alueella huomattavaa liikenteen lisääntymistä. Lisäksi. Mikäli vety nesteytetään 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.



21.2.2024

Vaikutusten arviointi	Tuulivoima	Aurinkovoima	Geoenergia	Pienydinvoima	Vedyntuotanto
<i>Vaikutusalueiden rajausten merkittävyys.</i>	Hankealueet rajataan riittävän suuriksi, jotta suurimmat vaikutukset säilyvät alueen sisällä. Maisema-vaikutukset leviävät laajemmalle.	Vaikutukset rajoittuvat hankealueelle ja rakentamisen aikaan ympäröiviin vesistöihin.	Vaikutukset rajoittuvat pienelle alueelle, geoenergia-kentän laajuudelle.	Säteilyturvakeskus on ehdottanut, että ydinreaktorien turvaetäisyydet arvioitaisiin pienydinvoimaloiden osalta tulevaisuudessa tapauskohtaisesti. Vanhat kiinteät kilometrirajat ovat turhan suuret pienydinvoimaloille. STUK:n uusi määräys muuttaisi suoja- vyöhykkeen ja varautumisalueen kokoaatimuksia, mutta vaatimukset niiden turvallisuudesta pysyisivät ennakkotietojen mukaan ennallaan.	Vaikutukset rajoittuvat hankealueelle ja sen lähiympäristöön.

## 5.1 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

21.2.2024

yhteistä vaikutusta suhteessa lähellä sijaitseviin kyliin ja taajamiin. Voimat 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 tuulivoimat jäävät usein kasvillisuuden, rakennusten ja maastonmuotojen taakse. Myös maisemavaikutukselle altistuvan kohteen luonne määrittää vaikutuksen suuruutta, esim. tehdasympäristö tai luonnonmaisema.

Luontoon kohdistuvista vaikutuksista tuulivoimaloiden osalta merkittävimmät huomioon otettavat vaikutukset kohdistuvat usein linnustoon. Pohjois-Karjalassa 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. Toiminnassa olevien tuulivoimapuistojen vaikutuksia linnustoon ovat mm. häiriö- ja estevaikutukset lintujen pesimä- ja ruokailualueilla sekä niiden välisillä alueilla ja muuttoreiteillä. Huomattava vaikutus on myös lintujen törmäyskuolleisuus ja sitä kautta vaikutus lintupopulaatioihin. Rakentamisen aikainen maanmuokkaus ja liikennemäärien kasvu voivat aiheuttaa ravinnekuormitusta läheisissä vesistöissä.

Tuulivoiman vaikutukset elinkeinoelämään ovat huomattavat. Tuulipuistoihin sijoitettavasta maatuulivoimalasta kertyy sen elinkaaren aikana (30 vuotta) kiinteistövero noin 400 000 euroa / voimala. Investoinnin koko on noin 12 miljoonaa euroa / voimala ja työllisyysvaikutus noin 150 henkilötyövuotta / voimala.

## 5.2 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 luontotyyppeihin. 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.

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.

21.2.2024

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

### 5.3 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 luonnonsiintymiä. 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 kallioperässäkään naapuritontin puolelle. Tämänhetkisen lainsäädännön perusteella lämpöenergian omistusoikeus on epäselvä (Uudenmaan liitto 2020.) Geoenergian suojavyöhykkeillä 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.

### 5.4 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.

Ydinvoimalaitoksen läheisyydessä elävän väestön turvallisuustaso säilyy kuitenkin entisellään, koska suojavyöhykkeen 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 suuret pienydinvoimaloille. STUK:n uusi määräys muuttaisi suojavyöhykkeen ja varautumisalueen kokovaatimuksia, mutta vaatimukset niiden turvallisuudesta pysyisivät

21.2.2024

ennakkotietojen mukaan ennallaan. Suojavyöhykkeelle ei saisi edelleenkaan 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.

## 5.5 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. Lähiäikoina kehitettävien hankkeiden kokoluokka on kymmenien megawattien laitoksista suurimmillaan satojen megawattien laitoksiin.

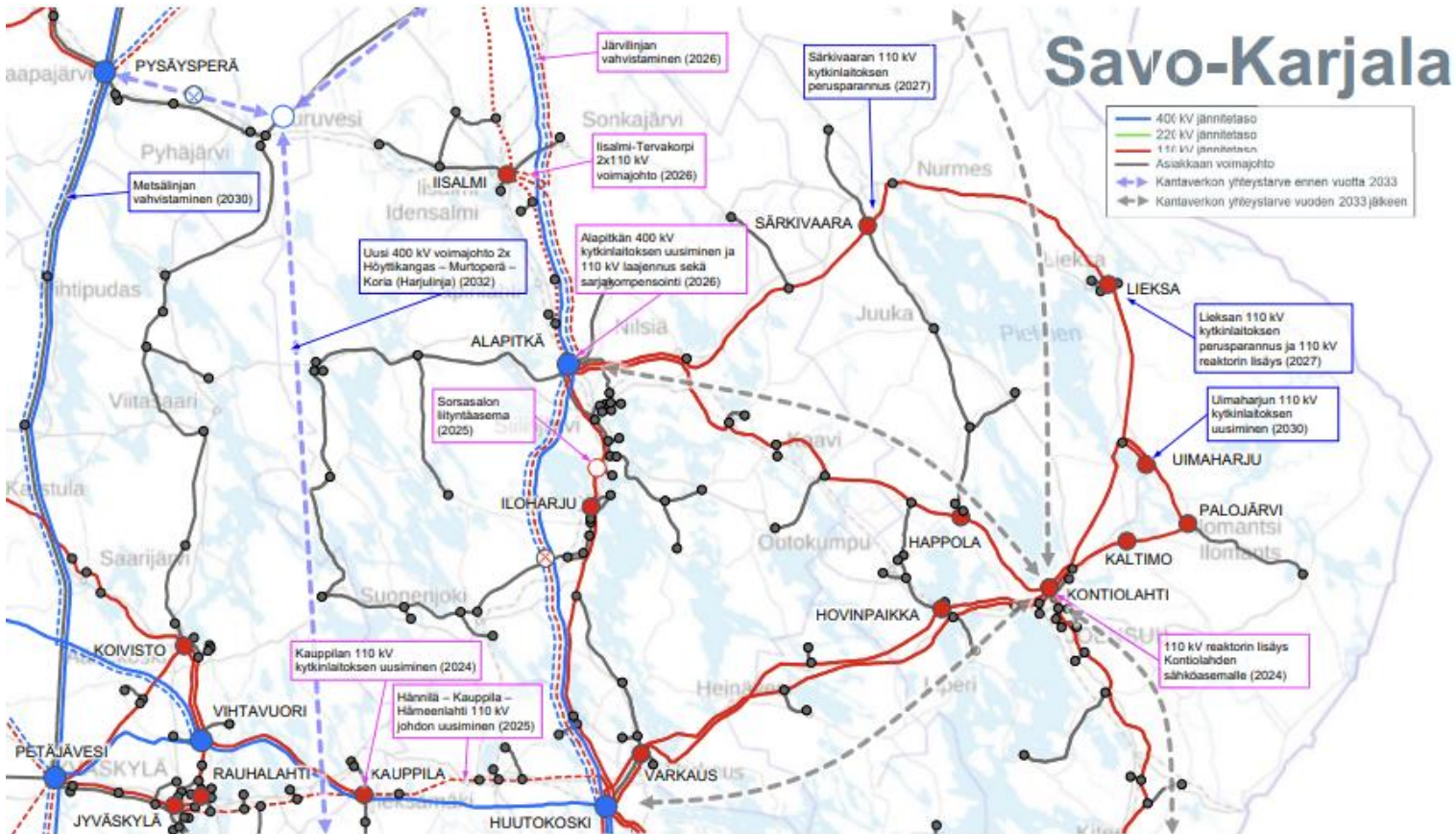
Suuret tuotantolaitokset vaativat tilaa ympäristöltään, jolloin rakentamisen aiheuttamat melu-, pöly ja ravinnekuormitus vaikuttavat niin luontoon, kuin ihmisiin. Vaikutusten merkittävyys selvitetään hankekohtaisesti. Vetylaitoksen vaatimat tuotantotilat ja infrastruktuuri vaikuttavat alueen maisemaan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

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.

21.2.2024

## 6 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 9. Savo-Karjalan alueen kehittämissuunnitelma. (Fingrid, 2023)

Pohjois-Karjalan maakunta kuuluu pääosin kantaverkkoyhtiö Fingridin Savo-Karjalan suunnittelualueeseen, joka on laaja neljän maakunnan käsittävä alue. Suunnittelualan sähkökulutus 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

21.2.2024

liittämistä, joita Itä-Suomeen on suunnitteilla. Hankkeiden toteutumisen mahdollistamiseksi Itä-Suomeen on suunnitteilla uusia 400 kV voimajohtoja siirtokapasiteetin kasvattamiseksi.

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 9) 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. Huutokoski-Kontiolahti yhteyden reittiä lähdetään tarkentamaan maakuntakaavoitusta varten vuonna 2024

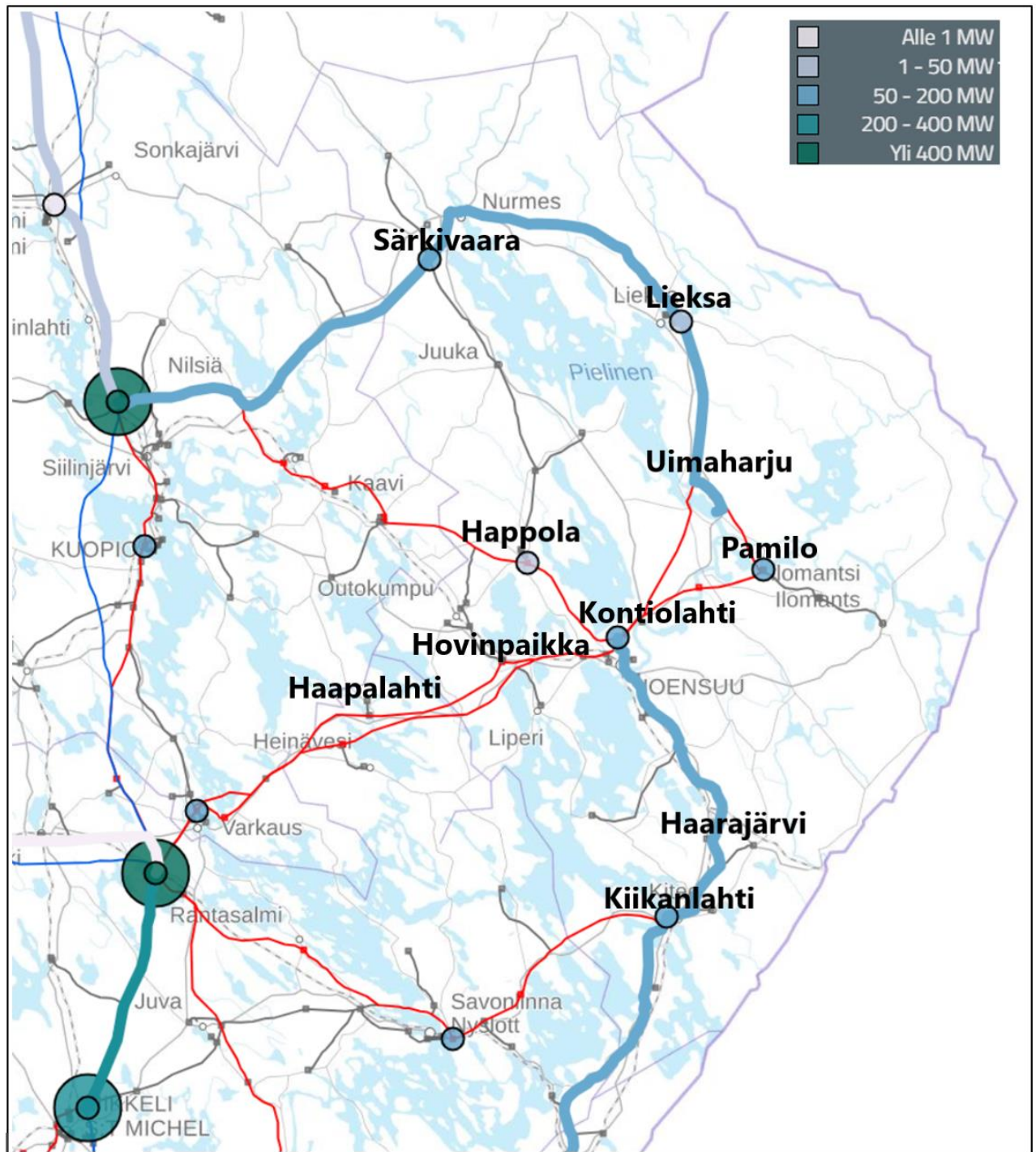
Fingridin Verkkokiikarissa kantaverkon Pohjois-Karjalan alueen tämän hetken tuotannon liittymiskapasiteetit esitetään kuvassa 10. Kantaverkon Pohjois-Karjalan alueen tämän hetken tuotannon vapaa liittymiskapasiteetit sähköasemittain (Fingrid 2023):

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

Fingridin Verkkokiikarissa kantaverkon Pohjois-Karjalan alueen tämän hetken kulutuksen vapaa liittymiskapasiteetit:

- Särkivaara 50 MW, Nurmes
- Lieksa 20 MW,
- Uimaharju 50 MW, Joensuu
- Palojärvi 150 MW, Joensuu
- Kaltimo 100 MW, Joensuu
- Kontiolahti 100 MW,
- Kiikanlahti 100 MW, Kitee, Puhos
- Happola 50 MW, Polvijärvi
- Haarajärvi 30 MW, Kitee
- Suursuo 50 MW, Kitee
- Haapalahti 50 MW, Heinävesi
- Hovinpaikka 50 MW. Viinijärvi

21.2.2024



Kuva 10. Savo-Karjalan alueen tuotannon liityntäkapasiteetti. (Fingrid, 2023)

Kantaverkkoyhtiö Fingrid on alkuvuodesta 2021 julkaissut verkkovision, jonka tavoitteena on luoda näkemys kantaverkon päävoimansiirtoverkon kehittämistarpeista ja ratkaisuista pitkällä aikavälillä. Vision mukaan Eurooppa ja sen mukana myös Suomi ovat keskellä energiamurrosta, joka avaa mahdollisuuksia monenlaisille kehityspoluille. Verkkovisio arvioi

21.2.2024

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.

## 6.1 Sähkönsiirtotoimijoiden haastattelut

Pohjois-Karjalassa toimivat seuraavat sähkösiirtoyhtiöt: Fingrid, Pohjois-Karjalan Sähkö (PKS), Caruna ja Outokummun Energia. Selvityksen aikana toteutettiin kaikille maakunnan sähkönsiirtotoimijoille kysely nykyisestä sähkönsiirron kapasiteetista, tuotantolaitosten liittymismahdollisuuksista ja tulevista investoinneista verkkoon.

Vastauksia tarkennettiin vielä toimijoiden haastatteluilla. Näin saatiin kattava yleiskuva Pohjois-Karjalan sähkönsiirron tilasta. Yleinen teema haastatteluissa oli, että pieniä tuuli- ja aurinkoenergiapuistoja mahtuu verkkojen läheisyyteen ja sähkönsiirtoverkkotoimijoiden on mahdollista investoida siirtokapasiteettiin, jos sopivia hankkeita ilmenee. Maakunnan suurimmat sähkönsiirtoverkkojen omistajat Pohjois-Karjalan Sähkö Oy ja Fingrid näkisivät muihin maakuuntiin suuntautuvien verkkojen rakentuvan myös kulutuksen kasvun perusteella, erityisesti yhteys Kainuuseen ja Etelä-Karjalaan nähdään tärkeänä. Fingridin kommentin mukaan 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 (Kontiolahdi, Uimaharju, Lieksa, Särkivaara jne.). Alueellisesti verkkoon voi tulla lisää kapasiteettia voimajohdon uusimisen ja kulutuksen kasvun yhteydessä.

## 6.2 Sähkönsiirron suositukset jatkosuunnittelua varten

Joensuun, Kontiolahden ja Kiteen alueella vapaata sähkönsiirtokapasiteettia vielä löytyy, joten pienempien potentiaalisten aurinkovoima-alueiden toteuttamiselle sähköasemien lähellä ei pitäisi olla esteitä. Ilomantsissa sijaitseva potentiaalinen tuulivoima-alue sekä potentiaaliset aurinkovoima-alueet voidaan liittää kantaverkkoon Ilomantsin sähköasemalla, jonka laajennus voi tulla ajankohtaiseksi myös Pampalon kultakaivoshankkeen myötä. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy on myös investoinut hiljattain Ilomantsin siirtolinjaan. Toisaalta olisi hyvä



21.2.2024

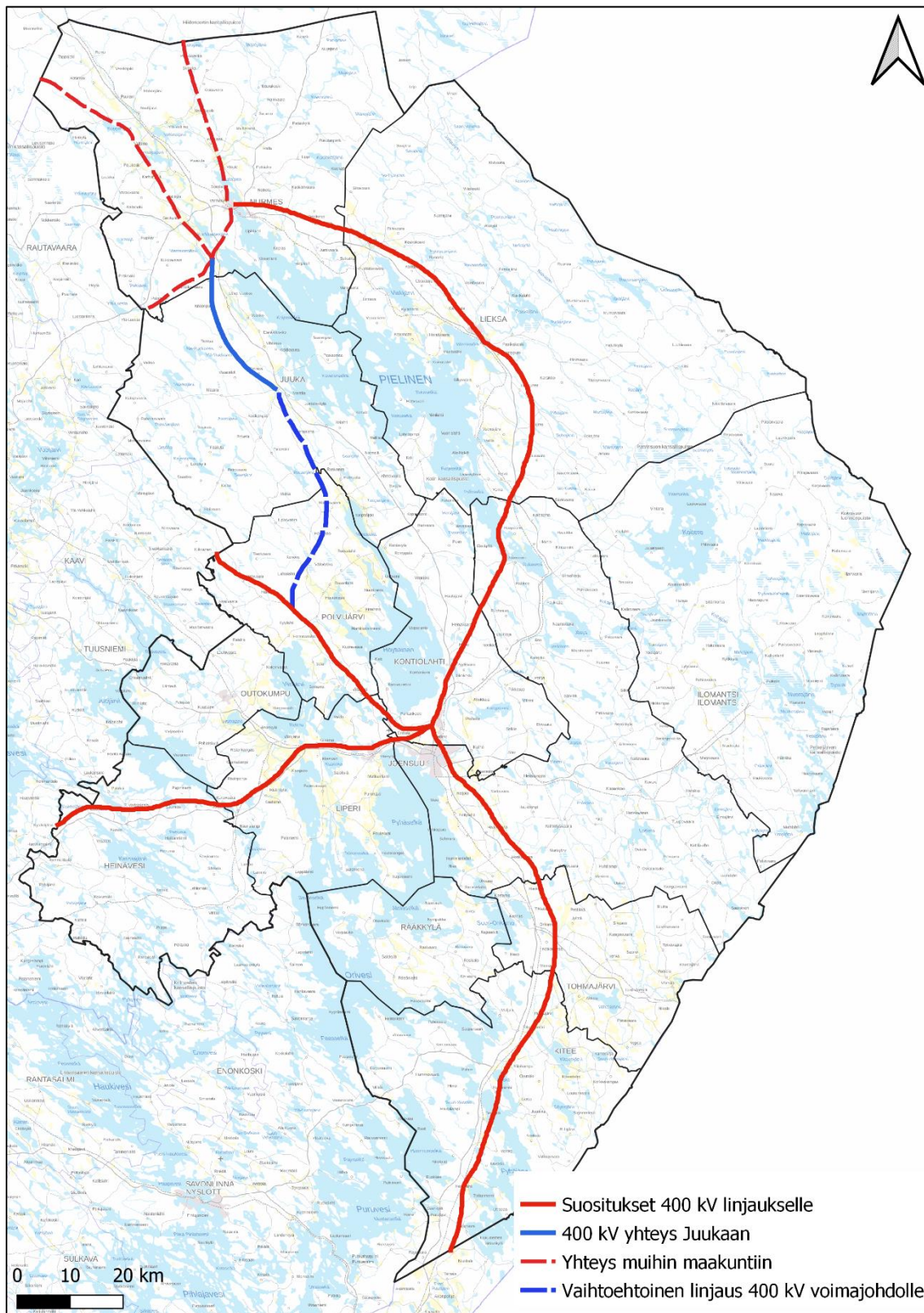
selvittää alueiden jatkosuunnittelussa, löytyykö synergioita esimerkiksi P2X toiminnan kanssa. Isot investoinnit sekä tuotantoon että kulutukseen mahdollistavat myös pohjois-etelä suuntaisen siirtokapasiteetin kehittämistä ja yhteyden vahvistamista yli maakuntarajojen.

Selvityksen perusteella suurimmat potentiaaliset tuulivoima-alueet ovat väleillä:

- Kontiolahti – Lieksa (1 615 MW),
- Lieksa – Nurmes (7 37 MW),
- Nurmes – Juuka (1 214 MW),
- Nurmes – Tappojoki, Nurmes (794 MW).

Jotta nämä alueet saataisiin täysimääräiseen sähkön tuotantoon, vaatisivat ne 400 kV johtoyhteyden. Karttatarkastelun perusteella paras vaihtoehto 400 kV yhteydelle olisi Fingridin Huutokosken sähköasemalta Kohtiolahden kautta Lieksaan, Nurmekseen, Valtimon Tappojolle ja edelleen Sotkamossa ja Kajaanissa suunnitteilla olevien Sivakkalehdon ja Kivikankaan tuulipuistojen kautta Fingridin Vuolijoen sähköasemalle Kajaaniin. Yhteys Juukaan on mahdollista toteuttaa myös Nurmeksen kautta, päädyttäessä Pielisen itäpuolen vaihtoehtoon. Johtoyhteys voidaan rakentaa Pielisen itä- tai länsipuolelle, riippuen tuotantohankkeiden toteutumisesta. Maakuntakaavan luonnosvaiheessa molemmat vaihtoehdot kannattaa pitää mukana. Toisen 400 kV vaihtoreitin Kontiolahdelta etelään voisi toteuttaa Lappeenrannan kautta. Tuulivoimahankkeiden alulle saaminen vaatisi signaaleita verkkotoimijoilta sähkösiirtoinfrastruktuurin kehittämisestä. Toisaalta nämä toimijat odottavat tuotantoinvestointeja.

21.2.2024

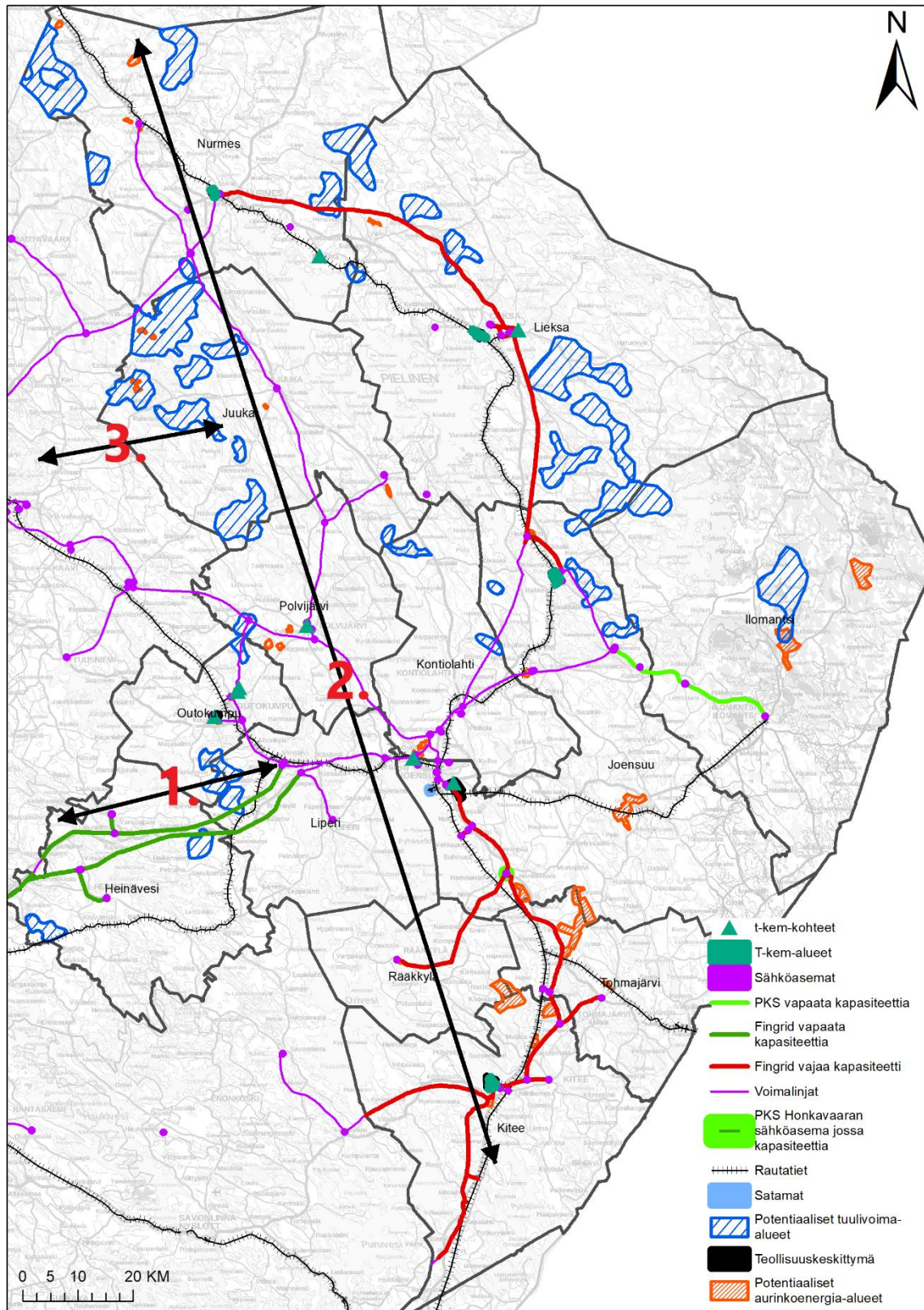


Kuva 11. Yhteenvetokartta suosituksista yhteistarvemerkeihin.

21.2.2024

Kuvassa 12 käyty läpi Pohjois-Karjalan sähkösiirtoverkon kytkeytymisvaihtoehtoja muiden maakuntien sähköasemille ja muun Suomen sähkösiirtoverkkoon. Numerointi kuvastaa myös toteutettavuusjärjestystä vaihtoehdoille. Nuoli 1 tarkoittaa nykyisen 110 kV Huutokoski-Kontiolahti linjan vahvistamista 400 kV linjaksi, jolloin Huutokosken sähköaseman vapaana olevaa kapasiteettia päästäisiin hyödyntämään. Tämä osuus voidaan merkitä ohjeellisenä pääsähkölinjana. Kontiolahden yhteys voisi jatkua Lieksaan tai Juukaan. Nuoli 2 kuvastaa maakunnallisen kytkeytymisen kannalta oleellisinta kehitystarvetta pohjois-etelä suunnassa. Etelä-Karjalassa sijaitsee paljon sähköä kuluttavaa teollisuutta. Pohjoisessa yhteys Kainuuseen mahdollistaisi myös Kainuun tuulivoimahankkeiden kytkemisen samaan siirtolinjaan. Kainuun maakuntakaavassa on linjattu yhteystarve Pohjois-Karjalaan valtatie 6 molemmin puolin. Valtatien itäpuolella maasto on erämaista ja tuulivoimahankkeita on alueella vähemmän kuin maantien länsipuolella, siksi suosittelemme linjausta Valtimolta kohti Talviväärän kaivosta ja Vuolijoen sähköasemaa Kajaanissa. Tämä merkitään kaavaan 400 kV voimajohdon yhteystarpeena. Nuoli 3 kuvastaa maakunnan pohjoisosassa sijaitsevan sähköntuotantopotentialin ohjaamista Alapitkän sähköasemalle Lapinlahdelle, jossa myös paljon vapaata kapasiteettia. Tarvittavan 400 kV siirtolinjan pituus olisi lyhyempi, kuin Kontiolahdelta Huutokoskelle vievän linjan pituus. Siirtolinjaan on myös mahdollista liittää Pohjois-Savon maakunnan puolella sijaitsevia hankkeita

21.2.2024



Kuva 12. Yhteenvetokartta haastatteluiden tuloksista.

21.2.2024

Pohjois-Karjalan ja Kainuun on välille esitetty 400 kV voimajohtoreitti Nurmes – Tappojoki – Kainuun Sivakkalehdon ja Kivikankaan suunnittelun alla olevat tuulipuistot - Vuolijoki tulisi koordinoita muiden maakuntaliittojen ja viranomaisten kanssa. Myös Pohjois- ja Etelä- Karjalan välille esitetty 400 kV vaihtoehtoinen voimajohtoreitti Kontiolahti – Lappeenranta tulisi koordinoita Etelä-Karjalan maakuntaliiton ja viranomaisten kanssa. Uudet voimajohtojen reittilinjaukset tai uudet yhteydet merkitään kaavaan 110 kV tai 400 kV yhteystarpeina.

## 7 Maakuntakaavan ajantasaisuusarviointi

### 7.1 Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet (VAT) ovat osa maankäyttö- ja rakennuslain mukaista alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää. Maankäyttö- ja rakennuslain 24 §:n mukaan tavoitteet on otettava huomioon ja niiden toteuttamista on edistettävä maakunnan suunnittelussa, kuntien kaavoituksessa ja valtion viranomaisten toiminnassa. Uudet valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ovat tulleet voimaan 1.4.2018.

Alueidenkäyttötavoitteiden sisältö on jaoteltu viiden eri kokonaisuuden alle, jotka ovat seuraavat:

- Toimivat yhdyskunnat ja kestävä liikkuminen
- Tehokas liikennejärjestelmä
- Terveellinen ja turvallinen elinympäristö
- Elinvoimainen luonto- ja kulttuuriympäristö sekä luonnonvarat
- Uusiutumiskykyinen energiahuolto

Energiainfrastruktuurin kehittämiseen liittyvät erityisesti teemaan *uusiutumiskykyinen energiahuolto*. Tämän takia maakuntakaavan ajantasaisuusarvioinnissa paneudutaan erityisesti tämän teeman käsittelyyn. Myös huoltovarmuusnäkökulma kytkeytyy uusiutumiskykyisen energiahuollon teemaan. Valtakunnallisissa alueidenkäyttötavoitteissa uusiutumiskykyisestä energiahuollosta todetaan seuraavaa (VAT, s. 9):

- Varaudutaan uusiutuvan energian tuotannon ja sen edellyttämien logististen ratkaisujen tarpeisiin.
- Maakuntakaavoituksessa on osoitettava tuulivoiman hyödyntämiseen parhaiten soveltuvat alueet. Tuulivoimalat on sijoitettava ensisijaisesti keskitetyksi useamman voimalan yksiköihin.

21.2.2024

- Turvataan valtakunnallisen energiahuollon kannalta merkittävien voimajohtojen ja kaukokuljettamiseen tarvittavien kaasuputkien linjaukset ja niiden toteuttamismahdollisuudet. Voimajohtolinjauksissa hyödynnetään ensisijaisesti olemassa olevia johdotkäytäviä.

## 7.2 Pohjois-Karjalan maakuntakaava 2040

Pohjois-Karjalan maakuntakaava 2040 on ollut voimassa 23.11.2020 alkaen ja se sai lainvoiman 8.7.2021. Maakuntakaavaan kuuluu kaavakartta ja sitä selventävä ja täydentävä kaava-selostus.

Pohjois-Karjalan 3.vaihemaakuntakaavasta voimassa ovat ainoastaan tuulivoima-alueet. Valmistelussa on maakuntakaava 2040 Heinäveden osa-alue, jossa käsitellään Heinäveden kunnan maankäyttökysymyksiä sekä maakuntakaava 2040 2.vaihe, jossa käsitellään energia- ja maisemakysymyksiä. Maakuntavaltuusto on hyväksynyt Heinävesi osa-aluemaakuntakaavan kokouksessaan 4.12.2023.

### 7.2.1 Selostus

#### *Ilmastonmuutoksen hillintä ja siihen varautuminen*

Maakuntakaava 2040 kaavaselostuksessa mainitaan, että ilmastonmuutos, sen hillintä ja siihen varautuminen ovat Pohjois-Karjalan alueidenkäytössä ja maakuntakaavoituksessa huomioitava kokonaisuus. Pohjois-Karjalalla on paljon annettavaa osaamisessa ja tietotaidossa tavoitteelle, jossa suunnataan kohti vähähiilistä yhteiskuntaa ja samalla pois fossiilisista raaka-aineista ja energiasta riippuvaisesta tuotannosta kestävämpiin ja ilmaston kannalta parempiin ratkaisuihin. Maakuntakaavan taustalla on erityisesti Pohjois-Karjalan tiekartta kohti vähähiilistä ja öljyvapaata maakuntaa 2040. Vähähiilinen maakunnan tärkein kuljetuskäytävä, Kuutoskäytävä (tavoitteena on varustaa käytävä uusiutuvan energian käytön mahdollistavien ratkaisuin) (Maakuntakaava 2040 kaavaselostus, kappale 6.3)

Maakunnan voimajohtoverkko on kattava ja sitä on vahvistettava myös siitä näkökulmasta, että maakunnassa tuotetaan uusiutuvaa sähköä tällä hetkellä noin 1500 GWh ja tavoitteena on olla sähköntuotannossa tulevaisuudessa yliomavarainen. Hajautettu energiantuotanto, joka perustuu uusiutuviin raaka-ainelähteisiin, kuten vesivoima, bioenergia, tuulivoima ja aurinkosähkö tarvitsee hyvän ja toimivan infrastruktuurin eli voimajohtoverkot eri puolille maakuntaa. (Maakuntakaava 2040 kaavaselostus, kappale 6.3)

Energiantuotannossa tavoitteena on uusiutuvan energian osuuden kasvattaminen ja uusiutuvan energian tuotannoltaan yliomavarainen maakunta. Maakuntaohjelmassa painotetaan vähähiilistä energiantuotantoa ja energiatehokkuuden edistämistä mm. hajautetulla,

21.2.2024

uusiutuviin energianlähteisiin pohjautuvalla energiantuotannolla. (Maakuntakaava 2040 kaavaselostus, kappale 6.3)

### *Luonnonvarojen käyttö*

Luonnonvarojen käytön tavoitteena ja suunnitteluperiaatteena mainitaan, että: Maakuntakaavan keskeisenä tavoitteena on luonnonvarojen kestävä käyttö. Pohjois-Karjalan maakuntasuunnitelman (2030) mukaisesti kunnianhimoisena pitkän aikavälin tavoitteena on luoda maakunnasta öljyvapaa, uusiutuvalta energiantuotannoltaan yliomavarainen maakunta. (Maakuntakaava 2040 kaavaselostus, kappale 4.6)

### *Teollisuus- ja työpaikka-alueet*

Eriyisesti metsäteollisuuden ja laajemmin metsäbiotalouden, uusiutuvan energiantuotannon ja koneenrakennuksen vahvistuminen on tuonut uuden investointiaallon myös Pohjois-Karjalaan ja se on näkynyt uusina investointeina eri puolilla maakuntaa. Tämä on osaltaan johtanut myös siihen, että kohdemerkintöjä on muutettu vahvemmiksi teollisuusalue-aluevarausmerkinnöiksi. Kemikaaleja käsittelevät ja varastoivat tuotantolaitokset tulee osoittaa kaavoituksessa konsultaatiovyöhykkein. Kyse on suuronnettomuusvaaraa mahdollisesti aiheuttavista laitoksista ja muista kohteista, joista Turvallisuuskemikaalivirasto TUKES on laatinut luettelon. Maakuntakaavassa kaikki kohteet on esitetty T/kem -aluevarauksena tai /t-kem kohdemerkinnällä. Suojavyöhykkeet koskettavat vaarallisia aineita käsitteleviä ratapihoja. (Maakuntakaava 2040 kaavaselostus, kappale 4.3.4)

### *Yhteysverkostot*

Valtakunnalliset linjaukset ja Itä-Suomen liikennestrategia muodostavat lähtökohdan Pohjois-Karjalan liikennejärjestelmän tavoitteelliselle kehittämiselle. Maakuntakaavan tavoitteellista yhteysverkkoa kehitetään kuitenkin ensisijaisesti maakunnan omista tarpeista lähtien ja valtakunnallisiin ja Itä-Suomen yhteisiin tavoitteisiin vastataan maakunnan erityispiirteet ja vahvuudet huomioiden. Sekä Itä-Suomen liikennestrategiassa, että Pohjois-Karjalan liikennejärjestelmäsuunnitelmassa tavoitteena on, että liikennejärjestelmä pystyy jatkossa turvaamaan turvalliset ja sujuvat arjen matkat ja maakunnan elinkeinoelämälle kilpailukyiset kuljetusmahdollisuudet. Maakunnassa muita tärkeitä tavoitteita ovat myös biotalouden roolin vahvistaminen ja Venäjän läheisyyden huomioiminen. Nämä asiat huomioidaan myös vahvasti myös maakuntakaavan yhteysverkkoa kehitettäessä. Pohjois-Karjalassa erityisen tärkeäksi tavoitteeksi on noussut myös maakunnan eteneminen kohti öljyvapaata ja hiilineutraalia maakuntaa, jossa liikennejärjestelmän kehittämisellä osaltaan myös maakuntakaavoituksen keinoin on oma vahva roolinsa. (Maakuntakaava 2040 kaavaselostus, kappale 4.4)

21.2.2024

### *Erityistoimintojen alueet*

Maakuntakaavassa osoitetaan erityistoimintojen alueina energia- ja jätehuolto. Erityistoimintojen alueiden merkitsemällä tavoitteena on ohjata häiritseviä ja meluavia toimintoja erikseen niille varatuille alueille, jotta niistä aiheutuisi mahdollisimman vähän häiriötä ympäristölle ja ihmisille. Samalla varataan riittävät alueet puolustusvoimien ja rajavartioston toiminnolle. Erityistoimintojen alueilla pyritään varmistamaan myös riittävät energia- ja jätehuollon tarvitsemat kaavavaraukset. (Maakuntakaava 2040 kaavaselostus, kappale 4.8)

Energiaverkoston toimintaedellytykset ovat elintärkeitä yhteiskunnan toimivuudella. Verkoston merkitseminen maakuntakaavassa turvaa energiansaantia ja sen toimintavarmuutta. Energiaverkoston vaatimien alueiden ja johtokäytävien sijoittuminen maastoon rajoittaa muuta maankäyttöä näillä alueilla ja voi myös heikentää maisemakuvaa. Linjoja uudistettaessa tai muutettaessa tulee tukeutua ensi sijassa olemassa oleviin johtokäytäviin vähentämään uusia haitallisia vaikutuksia. Kaukolämpölaitosten ja sähkölinjojen sijainnit rajoittavat rakentamisrajoitusten muodossa maankäyttöä. Suurjännitelinjojen mahdollinen terveyshaitta tulee myös ottaa huomioon asuntorakentamisessa. Ympäristöön kohdistuvia vaikutuksia voidaan vähentää sijoittamalla erityistoiminnot arvokkaimpien luontoarvojen ulkopuolelle. (Maakuntakaava 2040 kaavaselostus, kappale 6.2.7)

### *Energia- ja jätehuolto sekä yhdyskuntatekninen huolto*

Maakunnan sähköhuolto perustuu nykytilanteessa 110 kV:n suurjännitelinjaverkostoon, vesivoimaloihin ja muuntamoasemiin. Nykytilanteessa sähköhuollon 110 kV:n suurjänniteverkosto ulottuu maakunnassa kaikkiin kuntakeskuksiin. Rakennettuja vesivoimalaitoksia on Nurmeksessa Kuokkastenkoski, Lieksassa Pankakoski ja Lieksankoski, Enossa Kaltimonkoski ja Pamilo, Kontiolahdessa Kuurna ja Puntarinkoski, Joensuussa Ruskeakoski ja Vihtakoski ja Tohmajärvellä Saario ja Vääräkoski. Lisäksi teollisuudella on sähkövoimalaitoksia Enossa Enocell, Joensuussa Fortumin sähkö- ja kaukolämpövoimalaitos, Lieksan Vapon turvelämpölaite sekä Kiteen Puhoksen teollisuuslämpölaite. Lisäksi kunnilla on useita hakkeella toimivia kaukolämpölaiteksia. Maakuntakaavassa osoitetaan 110 kV:n suurjänniteverkosto, siihen liittyviä voimalaitoksia ja muuntamoita sekä 110 kV:n ja 400 kV:n pääsähkölinjojen yhteystarpeet.

Maakuntakaavan tavoitteena esitetään olemassa olevien energiaverkoston hyödyntäminen, maakunnan saattaminen 400 kV:n suurjänniteverkkoon sekä kaikkien kuntakeskusten ja suurteollisuuden liittäminen 110 kV:n suurjänniteverkkoon. Tällä hetkellä sähköhuollon 110 kV:n suurjänniteverkosto ulottuu kaikkiin kuntakeskuksiin. 110 kV:n voimajohtoverkoston palvelevia muuntoasemia on Pohjois-Karjalassa 31 eri puolilla maakuntaa. 110 kV linja ulottuu kaikkiin kuntakeskuksiin ja vanha 110 kV:n linja Varkaudesta Kontiolahteen on korvattu uudella vuonna 2014. Kaavassa säilyy edelleen varaus 400 kV:n linjalle. Sähkölinjat voidaan toteuttaa myös maakaapeleina. Maakaapeliyhteyksiä tai -yhteystarpeita ei ole



21.2.2024

osoitettu kaavakartalla. 110 kV:n yhteystarve on esimerkiksi Joensuussa Rantakylän ja Niinivaaran sähköasemien välillä.

Tulevassa maakuntakaavassa tulisi osoittaa uusia 400 kV voimalinjayhteystarpeita seuraavilla alueilla: Huutokosken sähköasemalta Kohtiolahdelle, Lieksaan, Nurmekseen ja Tappojolle sekä Nurmeksesta Juukaan ja Nurmeksesta Kainuuseen.

### *Muut alueet*

Pohjavesialueilla maakuntakaavoituksessa on huolehdittava siitä, että muu alueiden käyttö, kuten teollisuusalueet, uudet tielinjaukset tai asutus maakuntakaavassa osoitetuilla pohja- ja pintavesialueilla ja niiden valuma- sekä kerääntymisalueilla ei uhkaa vesivarojen määrää ja laatua.

### *Tuulivoima*

Pohjois-Karjalan 3. vaihemaakuntakaavasta voimassa ovat ainoastaan tuulivoima-alueet. Maakuntakaavatasolla tarkastellaan maankäytöllisiä edellytyksiä teollisen mittakaavan tuulivoimatuotannolle. Kaavassa esitetyt maakuntakaavatarkastelut eivät koske lainkaan pienen kokoluokan tuulivoiman tuotantoa, jolle voi löytyä edellytyksiä eri puolilta maakuntaa. Pohjois-Karjalan maakuntakaavan maakunnallisilla tuulivoimapuistoilla tarkoitetaan lähtökohtaisesti vähintään kahdeksan (8) suuren kokoluokan voimalan ( $a \geq 2$  MW) muodostamia tuulivoimala-alueita. Kuitenkin luonnon- ja kulttuuriympäristön kannalta arvokkaiden alueiden välittömässä läheisyydessä sekä kokonaisuutena Keski-Karjalan seutukunnan alueella maakunnallisilla tuulivoimapuistoilla tarkoitetaan jo vähintään viiden (5) suuren kokoluokan voimalan ( $a \geq 2$  MW) muodostamia tuulivoimala-alueita. Kaikki näitä edellytyksiä pienemmät tuulivoimapuistot eivät edellytä maakuntakaavamerkintää, vaan ne voidaan tutkia ja osoittaa suoraan yksityiskohtaisemman suunnittelun kautta kuntatasolla. Tuulivoimapuistojen rakentaminen luonnon- ja kulttuuriympäristön kannalta arvokkaille alueille ei ole pääsääntöisesti lainkaan mahdollista. (Pohjois-Karjalan maakuntakaavan 3. vaihe, maakuntakaavaselostus)

### *Ajantasaisuus ja kehitysehdotukset:*

- *Ilmastonmuutoksen lisäksi maakuntakaavan selostuksessa tulisi tuoda vahvemmin esiin huoltovarmuusnäkökulman merkitystä.*
- *Energiatuotannon kannalta maakuntakaavan selostusta ja määräyksiä tulisi kehittää niin, että ne huomioivat entistä paremmin monipuolistuva energiantuotannon rakenteen.*
- *Energiatuotannon kannalta maakuntakaavan selostusta ja määräyksiä tulisi kehittää niin, että ne nostavat esille Pohjois-Karjalan maakunnan roolia ja mahdollisuuksia*

21.2.2024

*teollisen mittakaavan uusiutuvan energian tuotannossa (mm. bioenergia, aurinkovoima, tuulivoima ja pienydinvoima) ja varastoinnissa (vetylaitokset).*

- *Lisäksi tulee varmistaa kehitysedellytykset vedystä jalostettuja tuotteita valmistavalle teollisuudelle (polttoaineita, kemikaaleja ja lannoitteita jalostava teollisuus).*
- *Energiantuotannoltaan yliomavaraisuutta ja sen hyödyntämistä edistää toimiva infrastruktuuri eli voimajohtoverkot eri puolille maakuntaa sekä maakunnan ulkopuolelle.*

#### *Mahdolliset uudet määräykset (aurinkoenergia)*

Maakuntakaavassa ei ole juurikaan aurinkoenergiaan liittyviä mainintoja. On todettu, että hajautettu energiantuotanto, joka perustuu uusiutuviin raaka-ainelähteisiin, kuten vesivoima, bioenergia, tuulivoima ja *aurinkosähkö* tarvitsee hyvän ja toimivan infrastruktuurin eli voimajohtoverkot eri puolille maakuntaa.

Pohjois-Karjalan maakuntaliitto on vuoden 2022 lopulla tehnyt kannanoton, jonka mukaan metsäisiä alueita ei tulisi muuttaa aurinkopuistoiksi. Sen sijaan aurinkopuistot tulisi sijoittaa ensisijaisesti jo rakennettujen alueiden yhteyteen, puuttomille alueille, joutomaille tai esimerkiksi käytöstä poistetuille turvesoille, jotka sijaitsevat lähellä olemassa olevia energiansiirtoverkkoja.

*Kehitysehdotus ja esimerkkejä mahdollisista kaavamääräyksistä:*

- *Suunniteltaessa laajoja aurinkoenergian tuotantoalueita tulee ne ensisijaisesti sijoittaa olemassa olevan yhdyskuntarakenteen, infrastruktuurin ja sähköverkon liityntäpisteiden läheisyyteen. Alueen suunnittelussa on otettava huomioon alueen ympäristön arvot ja reunaehdot sekä asumiseen, virkistykseen, alkutuotantoon ja maisema-, kulttuuriympäristö- ja luontoarvoihin kohdistuvat vaikutukset.*

#### *Mahdolliset uudet määräykset (bioenergia)*

Maakuntakaavassa ei ole juurikaan bioenergiaan liittyviä mainintoja. On todettu, että hajautettu energiantuotanto, joka perustuu uusiutuviin raaka-ainelähteisiin, kuten vesivoima, *bioenergia*, tuulivoima ja aurinkosähkö tarvitsee hyvän ja toimivan infrastruktuurin eli voimajohtoverkot eri puolille maakuntaa.

Valtakunnallisissa alueidenkäyttötavoitteissa on linjattu, että varaudutaan uusiutuvan energian tuotannon ja sen edellyttämien logististen ratkaisujen tarpeisiin. Alueidenkäytössä on tarpeen varautua uusiutuvan energiatuotannon, erityisesti bioenergian tuotannon ja käytön merkittävään lisäämiseen.

21.2.2024

*Kehitysehdotus ja esimerkkejä mahdollisista kaavamääräyksistä:*

- *Alueidenkäytön ja toimenpiteiden suunnittelussa tulee kiinnittää erityistä huomiota maankäytön vaatimiin energiantuotannon ratkaisuihin uusiutuvia energialähteitä hyödyntäen sekä logistiikkaan.*

*Vety, vesivoima, geoenergia, pienydinvoima ja muut energiantuotantomuodot*

Maakuntakaavan selostuksessa ei ole vetyyn ja pienydinvoimaan liittyviä mainintoja.

Maakunnan 15 energiantuotantolaitoksesta maakuntakaavaan on osoitettu 11 kappaletta. Loput neljä merkitsemätöntä tuotantolaitosta ovat Jänisjoen vesivoimalaitoksia Tohmajärvellä ja Joensuun Kiihtelysvaarassa. Maakuntakaavassa on varauduttu uusiutuvan energian tuotannon kasvattamiseen esimerkiksi bioöljyn tuotantolaitosten suunnitelmin Nurmekassa, Lieksassa ja Joensuun Iiksenvaaralla, joista viimeksi mainittu on Suomen ensimmäinen CHP-laitokseen kytketty puusta jalostetun bioöljyn tuotantolaitos maailmassa. Alerakenteen keskeinen tavoite on myös luoda edellytyksiä kestäväälle ja toimivalle biotalousosaamiselle.

*Kehitysehdotus ja esimerkkejä mahdollisista kaavamääräyksistä:*

- *Energiansiirtoa, esim. vedyn, bio- tai maakaasun siirtoa kehitetään siten, että merkittävät vedyntuottajat, vedyn kuluttajat ja vetypohjaisten tuotteiden logistiset keskuskeskukset tulevat verkoston piiriin.*
- *Maakunnan vesivoimalaitoksista voidaan esittää laitokset, joiden teho on yli 1 MW ja joihin liittyy vesistön säännöstely (mm. vastaavasti Keski-Suomen maakuntakaavassa).*

## 7.2.2 Yleismääräykset

Maakunta-aluetta koskevissa *yleismääräyksissä* ei ole annettu erityisiä määräyksiä energiantuotantoon tai energiainfrastruktuuriin liittyen.

*Ajantasaisuus ja kehitysehdotukset yleismääräyksiin:*

- *Ilmaston kannalta kestävään energiajärjestelmään siirtymistä on edistettävä. Yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa on edistettävä kestävää luonnonvarojen käyttöä, kierto- ja biotaloutta, uusiutuvan energian tuotantoa sekä hukkalämmön hyödyntämistä. Yhdyskuntateknisen huollon verkostojen ja laitosten toimintamahdollisuudet ja kehittämistarpeet tulee huomioida yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa.*

21.2.2024

### 7.2.3 Energianinfrastruktuurin kannalta keskeiset maakuntakaavamerkinnot ja määräykset

Seuraavassa esitetään keskeisten energiantuotantoon liittyvien tai tuotantolaitoksen sijoittamisen mahdollistavien kaavamerkintöjen lyhenteet, otsikot, selitykset ja suunnittelumääräykset, jos sellaisia on annettu.



#### Teollisuus- ja varastoalue (T, T-kem, t, t-1, t-kem):

Merkinnällä osoitetaan aluerakenteen kannalta merkittävää teollisuus-, bioteollisuus ja varastoaluetta, jolla on vähintään seudullista merkitystä. Alue on tarkoitettu pääasiassa tuotannollista toimintaa varten. Lisämerkinnällä -1 osoitetaan alueita, jotka sijaitsevat osittain tai kokonaan luokitelluilla pohjavesialueilla. Lisämerkinnällä -kem osoitetaan alueita, joilla on tai joille on suunnitteilla merkittävä, vaarallisia kemikaaleja valmistava tai varastoiva laitos.

#### Suunnittelumääräys

Alue on suunniteltava siten, että merkittävät ympäristölle aiheutuvat häiriöt estetään. Lisämerkinnällä -1 osoitettujen alueiden suunnittelussa on otettava huomioon pohjavesien suojeleminen. Lisämerkinnällä -kem osoitetuille alueille saa sijoittaa merkittävän, vaarallisia kemikaaleja valmistavan tai varastoivan laitoksen.



#### Satama-alue (LS)

Merkinnällä osoitetaan syväsatama-alueet. Alueella on voimassa MRL:n 33 §:n mukainen rakentamisrajoitus.

#### Suunnittelusuositus

Joensuun syväsatama-alueen käyttöä suunniteltaessa on otettava huomioon asutukselle satamatoiminnasta aiheutuvat haitat.



#### Turvetuotantoalue (EO/tu):

Merkinnällä osoitetaan tuotannossa olevat tai tuotantoon luvitetut alueet.

#### Suunnittelumääräys

Turvetuotantoalueiden käyttöönoton suunnittelussa on otettava huomioon tuotantoalueiden yhteisvaikutus vesistöihin turvetuotannon osuus kokonaiskuormituksesta huomioiden sekä rajoitettava tarpeen vaatiessa samanaikaisesti käytössä olevien alueiden määrää. Turvetuotantoalueiden jälkikäyttömahdollisuuksia suunniteltaessa tulee huomioida erityisesti suopohjan ominaisuudet.

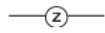


#### Energiahuollon alue (en)



Merkinnällä osoitetaan energiaverkostoon liittyviä voimalaitoksia sekä muuntoasemia ja suurjännitelinjan muuntamoalue. Alueella on voimassa MRL 33 §:n mukainen rakentamisrajoitus.

21.2.2024

**Pääsähkolinja 110 kV**

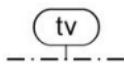
Merkinnällä osoitetaan 110 kV:n pääsähkolinjat. Alueella on voimassa MRL:n 33 §:n mukainen rakentamisrajoitus.

**Pääsähkolinjan 110 kV yhteystarve**

Merkinnällä osoitetaan 110 kV:n pääsähkolinjan yhteystarpeet.

**Ohjeellinen pääsähkolinja 400 kV**

Merkinnällä osoitetaan 400 kV:n pääsähkolinjavaraus. Alueella on voimassa MRL:n 33 §:n mukainen rakentamisrajoitus

**TUULIVOIMALOIDEN ALUE (tv, tv-1)**

Merkinnällä osoitetaan maakunnallisesti merkittävät tuulivoimaloiden sijoittamiseen soveltuvat alueet eli tuulivoimapuistot. Tuulivoimapuistojen laajuus sekä toteuttamisedellytykset selvitetään ja määritellään yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa. Tuulivoimapuistoilla tarkoitetaan lähtökohtaisesti vähintään kahdeksan (8) sekä luonnon- ja kulttuuriympäristön kannalta arvokkaiden alueiden välittömässä läheisyydessä ja koko Keski-Karjalan alueella vähintään viiden (5) suuren kokoluokan voimalan ( $a \geq 2$  MW) muodostamia tuulivoimala-alueita.

**Suunnittelumääräys**

Suunnittelussa on kiinnitettävä huomioita tuulivoimapuistojen ympäristövaikutuksiin, erityisesti maisema- ja meluvaikutuksiin. Yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa tulee ottaa huomioon puolustusvoimien tutkajärjestelmistä ja lentoliikenteen turvallisuusvaateista johtuvat rajoitteet.

Lisämerkinnällä -1 osoitetun tuulivoimapuiston (Juaanvaara, Juuka) yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa tulee ottaa huomioon Juaanvaaran valtakunnallisesti arvokas kallioalue sisältäen maisemalliset, biologiset ja geologiset arvot.

*Kuva 13. Teollisen mittakaavan energiantuotannon kannalta keskeiset kaavamerkinnot ja suunnittelumääräykset Pohjois-Karjalan maakuntakaavassa.*

## T, t TEOLLISUUS JA VARASTOALUE

Merkinnällä osoitetaan aluerakenteen kannalta merkittävää teollisuus-, bioteollisuus ja varastoaluetta, jolla on vähintään seudullista merkitystä. Alue on tarkoitettu pääasiassa tuotannollista toimintaa varten. Lisämerkinnällä -1 osoitetaan alueita, jotka sijaitsevat osittain tai kokonaan luokitelluilla pohjavesialueilla. Lisämerkinnällä -kem osoitetaan alueita, joilla on tai joille on suunnitteilla merkittävä, vaarallisia kemikaaleja valmistava tai varastoiva laitos.

Suunnittelumääräys:

Alue on suunniteltava siten, että merkittävät ympäristölle aiheutuvat häiriöt estetään. Lisämerkinnällä -1 osoitettujen alueiden suunnittelussa on otettava huomioon pohjavesien suojeleminen. Lisämerkinnällä -kem osoitetuille alueille saa sijoittaa merkittävän, vaarallisia kemikaaleja valmistavan tai varastoivan laitoksen.

21.2.2024

*Ajantasaisuus ja kehitysehdotukset:*

- *Energiatuotannon kannalta kaavamerkintä ja suunnittelumääräys on ajantasainen. Kaavamerkintä ja suunnittelumääräys mahdollistavat energiaa kuluttavien toimintojen sekä energiateollisuutta tukevien toimintojen sijoittelua.*
- *Energiaa kuluttavan teollisuuden alueiden sijoittelussa ja kehittämisessä tulee huomioida kantaverkon kapasiteetti sekä sähkönsiirtoverkko (esim. datakeskushankkeet ja kaivoshankkeet)*

**LS, ls SATAMA-ALUE**

Merkinnällä osoitetaan syväsatama-alueet. Alueella on voimassa MRL:n 33 §:n mukainen rakentamisrajoitus.

Suunnittelusuositus:

Joensuun syväsatama-alueen käyttöä suunniteltaessa on otettava huomioon asutukselle satamatoiminnasta aiheutuvat haitat.

*Ajantasaisuus ja kehitysehdotukset:*

- *Energiatuotannon kannalta kaavamerkintä ja suunnittelumääräys on ajantasainen.*
- *Kaavamerkintä ja suunnittelumääräys mahdollistavat energihuollon toimintojen sijoittelua (esimerkiksi vetylaitoksen sijoittelua).*

**EO/tu TURVETUOTANTOALUE**

Merkinnällä osoitetaan tuotannossa olevat tai tuotantoon luvitetut alueet.

Suunnittelumääräys:

Turvetuotantoalueiden käyttöönoton suunnittelussa on otettava huomioon tuotantoalueiden yhteisvaikutus vesistöihin turvetuotannon osuus kokonaiskuormituksesta huomioiden sekä rajoitettava tarpeen vaatiessa samanaikaisesti käytössä olevien alueiden määrää. Turvetuotantoalueiden jälkikäyttömahdollisuuksia suunniteltaessa tulee huomioida erityisesti suopohjan ominaisuudet.

*Ajantasaisuus ja kehitysehdotukset:*

- *Turvetuotannon kannalta kaavamerkintä ja suunnittelumääräys on ajantasainen. Toisaalta turpeen rooli energiatuotannossa heikennee ja sen käytöstä luovutaan.*

21.2.2024

- *Kaavamerkintää ja suunnittelumääräystä tulisi kehittää niin, että ne mahdollistavat myös energihuollon toimintojen sijoittelua (esimerkiksi teollisen mittakaavan aurinkovoimaloiden sijoittelua).*

**en ENERGIAHUOLLON ALUE**

Merkinnällä osoitetaan energiaverkostoon liittyviä voimalaitoksia sekä muuntoasemia ja suurjännitelinjan muuntamoalue. Alueella on voimassa MRL 33 §:n mukainen rakentamisrajoitus.

*Ajantasaisuus ja kehitysehdotukset:*

- *Energiatuotannon kannalta kaavamerkintä ja suunnittelumääräys on ajantasainen.*
- *Kaavamerkintä ja suunnittelumääräys mahdollistavat energihuollon toimintojen sijoittelua. Merkinnällä voidaan osoittaa myös vesivoimalaitos.*

**z PÄÄSÄHKÖLINJA 110 kV**

Merkinnällä osoitetaan 110 kV:n pääsähkolinja. Alueella on voimassa MRL:n 33 §:n mukainen rakentamisrajoitus.

*Ajantasaisuus ja kehitysehdotukset:*

- *Kaavamerkintä tulisi ajantasaistaa Fingridin kehittämissuunnitelman mukaiseksi.*

**<z> PÄÄSÄHKÖLINJA 110kV yhteystarve**

Merkinnällä osoitetaan 110 kV:n pääsähkolinjan yhteystarpeet.

*Ajantasaisuus ja kehitysehdotukset:*

- *Kaavamerkintä tulisi ajantasaistaa Fingridin kehittämissuunnitelman mukaiseksi.*
- *Joensuusta Ilomantsiin menevälle yhteystarpeelle toimii perusteena potentiaaliset aurinkovoima-alueet.*

**z Ohjeellinen pääsähkolinja 400 kV**

Merkinnällä osoitetaan 400 kV:n pääsähkolinjavaraus. Alueella on voimassa MRL:n 33 §:n mukainen rakentamisrajoitus

*Ajantasaisuus ja kehitysehdotukset:*

21.2.2024

- *Kaavamerkintä tulisi ajantasaistaa Fingridin kehittämissuunnitelman mukaiseksi.*
- *Tulevassa maakuntakaavassa osoitetaan uusia 400 kV voimalinjayhteystarpeita alueille: Huutokosken sähköasemalta Kohtiolahdelle, Lieksaan, Nurmekseen ja Tapojolle sekä Nurmeksesta Jukaan ja Nurmeksesta Kainuuseen.*

## **tv TUULIVOIMALOIDEN ALUE**

Merkinnällä osoitetaan maakunnallisesti merkittävät tuulivoimaloiden sijoitusalueet.

Suunnittelumääräys:

Suunnittelussa on kiinnitettävä huomioita tuulivoimapuistojen ympäristövaikutuksiin, erityisesti maisema- ja meluvaikutuksiin. Yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa tulee ottaa huomioon puolustusvoimien tutkajärjestelmistä ja lentoliikenteen turvallisuusvaateista johtuvat rajoitteet. Lisämerkinnällä -1 osoitetun tuulivoimapuiston (Juuanvaara, Juuka) yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa tulee ottaa huomioon Juuanvaaran valtakunnallisesti arvokas kalioalue sisältäen maisemalliset, biologiset ja geologiset arvot.

*Ajantasaisuus ja kehitysehdotukset:*

- *Tuulivoimatuotannon kannalta kaavamerkintä ja suunnittelumääräys on pääosin ajantasainen. Toisaalta teknologia on kehittynyt ja tuulivoimalan kokonaiskorkeuden kasvun myötä Pohjois-Karjalassa on mahdollisesti löydettävissä uusia potentiaalisia alueita.*
- *Kaavamerkintää ja suunnittelumääräystä tulisi kehittää niin, että hybridimerkintä mahdollistaa myös muiden energiahuollon toimintojen sijoittelua (esimerkiksi teollisen mittakaavan aurinkovoimaloiden sijoittelua).*



21.2.2024

## 8 Yhteenveto ja loppupäätelmät

Pohjois-Karjalan ilmasto- ja energiaohjelman 2030 mukaisesti tavoite on saada maakuntaan vähäpäästöistä energiaa perustuen pääsääntöisesti maakunnan omaan energiantuotantoon paikallisista luonnonvaroista. Energia, olipa kyseessä sitten liikenne, lämmitys tai sähkön tuotanto on suurin haaste ja kehittämisen kohde tässä ohjelmassa. Pohjois-Karjalassa on edellytykset lisätä energiaomavaraisuutta paikallisilla energialähteillä. Pohjois-Karjalassa käytettiin vuonna 2022 primäärienergiaa 10 951 GWh, jossa on laskua edelliseen tarkasteluun verrattuna. Uusiutuvan energian osuus primäärienergian kulutuksesta nousi ollen nyt luokkaa 72 % ja sen lisäämisen potentiaali on iso:

- Pohjois-Karjalan maakuntaliiton tuulivoima selvityksessä tunnistetuilla alueilla (30 kpl) olisi mahdollista tulevaisuudessa tuottaa vuodessa jopa 20 000 GWh sähköä. Merkittävin tuulivoiman rakentamisen potentiaali (yli 50 % kokonaispotentiaalista) sijaitsee Lieksassa, Juuassa ja Nurmeksessa, eli Pielisen länsi-, pohjois- sekä itäpuolella. Lisäksi potentiaalisia alueita löytyy esimerkiksi Joensuussa, Kontiolahdella, Liperissä ja Heinävedellä.
- 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 (31 kpl) olisi mahdollista tulevaisuudessa tuottaa vuodessa jopa 7 500 GWh sähköä. Jos tuulivoimapotentiaali sijoittuu maakunnan pohjois-puolelle, vastaavasti isoimmat potentiaaliset aurinkovoima-alueet sijaitsevat maakunnan kaakkoispuolella. Suurimmat alueet sijaitsevat Ilomantsissa, Joensuussa, Tohmajärvellä ja Kiteellä. Myös muualta maakunnassa löydettiin potentiaalisia alueita. Aurinkovoiman päällekkäiskäyttö esimerkiksi viljelyn tai laiduntamisen kanssa voi avata myös uusia mahdollisuuksia tulevaisuudessa. Alan nopea kehittyminen ja vaihtoehtoiset tulevaisuuspolut on hyvä huomioida maakuntakaavoituksessa.
- Mahdollisuus hyödyntää geoenergiaa Pohjois-Karjalassa riippuu voimakkaasti maakerroksen paksuudesta, kallioperän ominaisuuksista ja sijaitseeko alue

21.2.2024

pohjavesialueella. Kivilajien lämmönjohtavuuksien perusteella Pohjois-Karjalan ja Heinäveden alue soveltuu keskimäärin kohtalaisesti geoenergian käyttöön. Geoenergiapotentiaaliltaan paras laajahko alue ulottuu Juuasta Kontiolahteen. Tällä alueella geoenergiapotentiaali on pääosin hyvä tai erittäin hyvä. Vastaavantyyppiset hyvät alueet löytyvät Lieksan ja Ilomantsin rajalla, Joensuussa, Tohmajärvellä ja Kiteellä.

- Pohjois-Karjalassa on vireillä lukuisia bioenergiaan liittyviä hankkeita, suunnitelmia ja investointeja, jotka ovat tärkeitä niin hiilitaseen, huoltovarmuuden kuin työllistävyydenkin näkökulmasta. Suurimpia ovat Lieksaan suunnitellut puunjalostus- ja biokaasulaitos, Juukaan rakenteilla oleva biokaasulaitos, Joensuun biohiililaitos, Nurmeksen biokaasuhanke ja Kiteen uusi lämpölaite. Bioenergia muodostaa maakunnan energiahuoltovarmuuden selkärangan. (Rantanen 2023)

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 Pohjois-Karjalassa. Pohjois-Karjalassa 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. Pohjois-Karjalan vetyhankkeista pisimmällä on synteettisen metaanin tai synteettisen metanolin tuotantolaitoksen rakentamisen suunnitelma Joensuun liksenvaaraan. Pohjois-Karjalassa ei ole vielä suunnitelmia pienydinvoiman varalle. Teollisen mittakaavan kulutuksen kannalta merkittävät teollisuuskeskittymät sijaitsevat Nurmeksessa, Lieksassa, Uimaharjussa, Outokummussa, Joensuussa ja Kiteellä.

Haastattelujen mukaan 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, Lieksa, Särkivaara jne.). Alueellisesti verkkoon voi tulla lisää kapasiteettia voimajohdon uusimisen ja kulutuksen kasvun yhteydessä.

- Mikäli selvityksessä löydetyt potentiaaliset tuuli- ja aurinkovoimahankkeet voidaan toteuttaa, tarvitaan suuria investointeja sähkösiirtoverkkoon maakunnan alueella, erityisesti Pielisen länsi-, itä- ja pohjoispuolella. Myös yhteystarpeita muuhun Suomeen on, jotta tuotettu sähkö saadaan kokonaan hyödynnettyä.

21.2.2024

- Tällä hetkellä vapaata sähkösiirtokapasiteettia vielä löytyy Joensuusta, Kontiolahdelta ja Kiteeltä, joten sen osalta ei pitäisi olla esteitä alueilla sijaitsevien keskikokoisten potentiaalisten aurinkovoima-alueiden toteuttamiselle.
- Ilomantsissa sijaitsevien tuotantoalueiden yhdistämiseksi kantaverkkoon, tarvitaan jatkoyhteys Palojärven sähköasemalta Ilomantsin taajamasta. Pampalossa kulta louhiva Endomines, sekä alueesta kiinnostuva hanketoimija voisivat olla mukana rakentamassa siirtoyhteyttä.
- Isot investoinnit sekä tuotantoon että kulutukseen mahdollistavat myös pohjois-eteläsuuntaisen siirtokapasiteetin kehittämistä ja yhteyden vahvistamista maakuntarajojen yli. Paikallisella tasolla tulisi tarkastella tapauskohtaisesti mahdolliset kapasiteetin kasvutarpeet mm. teollisuuskeskittymien kehittämisen yhteydessä.

Maakuntakaavan ajantasaisuusarvioinnin yhteydessä kappaleessa 6 on annettu määräys- ja merkintäkohtaisia suosituksia. Tässä luvussa annettiin suosituksia energiainfrastruktuurin maankäytölliseen ohjaamiseen vuoteen 2040 mennessä maakuntakaavatyöhön ja muuhun alueidenkäytön suunnittelutyöhön liittyen yleisesti.

21.2.2024

## Lähteet

- 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>
- 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 (MVM) kartta-aineisto <https://www.opendata.fi/data/dataset/monilahteisen-valtakunnan-metsien-inventoinnin-mvmikartta-aineisto-2017>
- Motiva.fi. Bioenergia. Päivitetty 18.8.2023. [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/bioenergia](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/bioenergia)
- Pentikäinen, Petri. 2020. Turvesoille syntyy uutta elämää. Insinööriliitto ry. Insinööri-digilehti 6/2020. <https://insinööri-lehti.fi/digilehti/in0620/turvesoille-syntyy-uutta-elamaa>
- Pohjois-Karjalan maakuntaliitto, 2023. Pohjois-Karjalan energiainfrastruktuurin nykytilan selvitys, luonnos, Rantanen 13.9.2023
- 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. Wisser, 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)
- 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)
- 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)

21.2.2024

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\\_final\\_AR\\_150323.pdf/ed8981bb-e8dd-fc65-eeb1-4d999256002c/Tuulivoimaselvitys\\_final\\_AR\\_150323.pdf?t=1678882585236](https://tem.fi/documents/1410877/153287519/Tuulivoimaselvitys_final_AR_150323.pdf/ed8981bb-e8dd-fc65-eeb1-4d999256002c/Tuulivoimaselvitys_final_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.

Paikkatietoaineistojen osalta käytetty mm. seuraavia lähteitä:

- GTK:n kallioperä ja maanpeiteaineisto.
- Fingrid, Sähköverkko ja kapasiteettitiedot.
- Maanmittauslaitos, avoin rajapinta, 2023. taustakartta, maastokartta, kiinteistörajat- ja tunnuukset
- 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

21.2.2024

## 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)