

FCG.

Finnish
Consulting
Group



POHJOIS-KARJALA
Maakuntaliitto

Pohjois-Karjalan tuulivoima-alueiden selvitys

LOPPURAPORTTI

Pohjois-Karjalan Maakuntaliitto

8.4.2024

P50145

FCG Finnish Consulting Group Oy

8.4.2024

Sisällys

1	Johdanto	3
1.1	Selvityksen tausta ja tavoite	3
1.2	Vuorovaikutus	3
2	Tuulivoiman potentiaaliset alueet	4
3	Teknitaloudellinen analyysi	6
3.1	Tuulisuus	8
3.2	Alueen tiestön kattavuus	8
3.3	Etäisyys sähkönsiirtoon ja muuntoasemaan	8
3.4	Maaperä	9
4	Tuotantopotentiaalin arviointi	11
5	Tuulivoiman vaikutusten arviointi	14
5.1	Tuulivoima yhteisvaikutukset	14
5.1.1	Kiinteistöverotulot	15
5.1.2	Työllisyysvaikutukset	15
5.1.3	Maanvuokratulot	15
5.1.4	Vaikutukset metsätalouteen	16
5.1.5	Vaikutukset kuntiin	16
6	Tutkimuksen luotettavuus ja epävarmuustekijät	18
	Lähteet	20

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 ja Kari Sainio.

Raportti on toteutettu osaltaan ympäristöministeriön rahoituksella vihreän siirtymän investointihankkeiden edistämiseksi.

8.4.2024

1 Johdanto

1.1 Selvityksen tausta ja tavoite

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. Kaavatyön yhteydessä maakuntaliitto on tehnyt alkukartoitusta poissulkevalla paikkatieto menetelmällä maakunnan potentiaalisista tuulivoima-alueista. FCG oy toteutti Syksyllä 2023 Pohjois-Karjalaan energiainfrastruktuurin kehittäminen ja sen maankäytölliset tarpeet vuoteen 2040 – projektiin, jossa selvitettiin näiden potentiaalisten tuulivoima-alueiden vaatimaa sähkönsiirron tarvetta ja muiden vihreän siirtymän hankkeiden mahdollisuuksia Pohjois-Karjalassa. Tässä työssä selvitetään löydettyjen potentiaalisten tuulivoimaloiden teknistaloudellista rakennettavuutta, voimaloiden sijoittumista ja vaikutusten arviointia.

1.2 Vuorovaikutus

Työ toteutettiin vuoden talvella 2023–2024. Työn aloituskokous järjestettiin 1.12.2023, luonnosta esiteltiin helmikuussa ja lopullinen raportti valmistui maaliskuussa 2024.

Työssä järjestettiin 3 työkokousta sekä loppukokous ohjausryhmän kanssa. Ohjausryhmään kuuluivat: Pasi Pitkänen, Heikki Viinikka, Jukka Nykänen ja Jyrki Suorsa.



Kuva 1. Selvitystyön eteneminen.

8.4.2024

2 Tuulivoiman potentiaaliset alueet

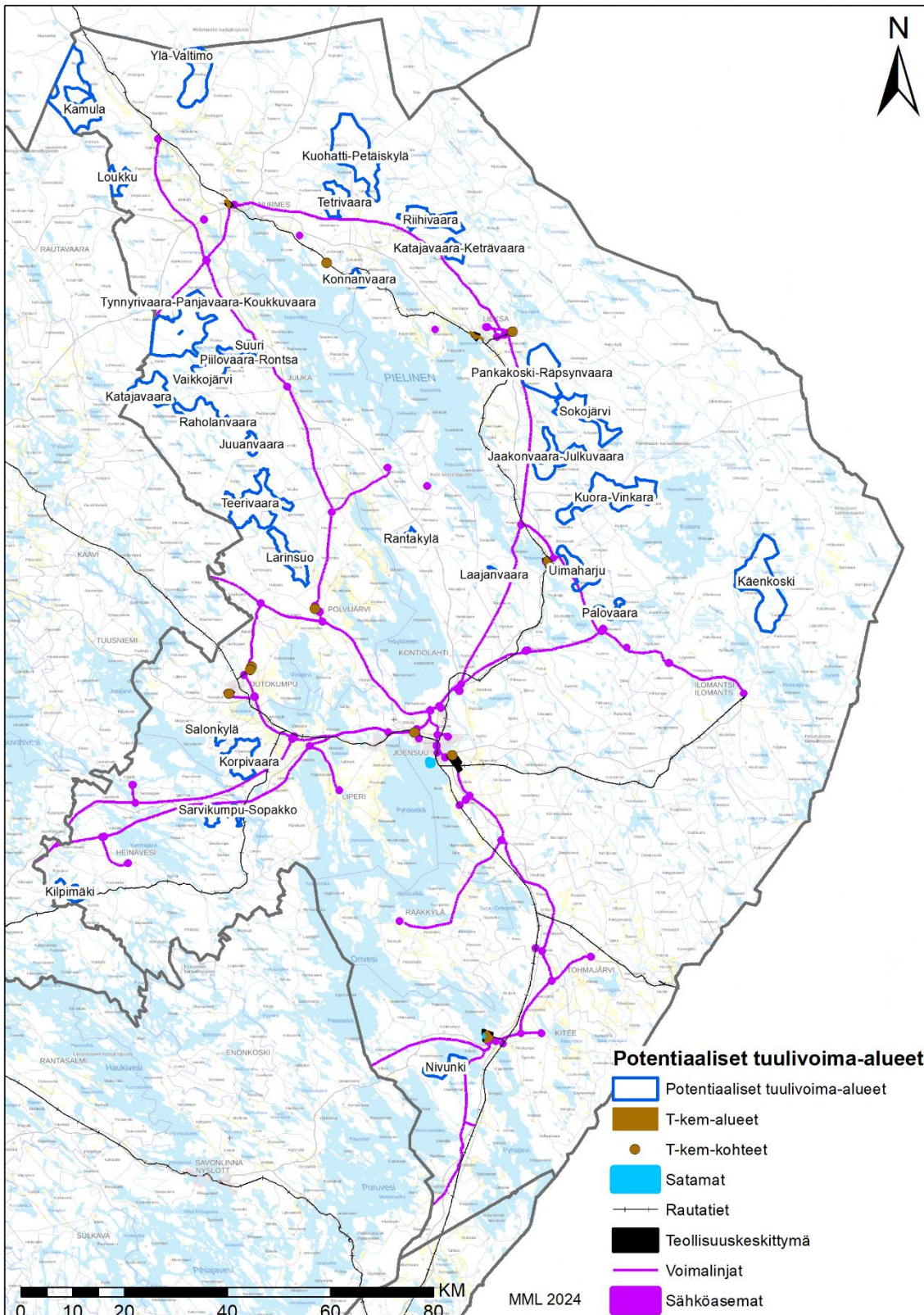
Vähäpäästöisten energiantuotantomuotojen lisääminen on hallitusohjelman, kansallisen energia- ja ilmastostrategian sekä maakunnan omien tavoitteiden mukaista. Tuulivoimaa lisäämällä paitsi hillitään ilmastonmuutosta, kasvatetaan lisäksi sähköntuotannon omavaraisuutta sekä lisätään korkean teknologian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

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 hanke-toimija rakentaa liittymisjohdon alue- tai kantaverkon sähköasemaan tai muuntoasemaan.

Pohjois-Karjalassa sijaitsee 30 poissulkumenetelmällä löydettyä tuulivoiman potentiaalia-alueita. Työssä hyödynnettiin Pohjois-Karjalan liiton rajaamia potentiaalia-alueita, joille konsultti suoritti tarkemman ei-alueanalyysin. Analyysissä huomioitiin infrastruktuuri, sekä arvokohteet linnuston ja luonnon osalta. Lisäksi huomioitiin maastotietokannan asuinrakennukset, joille muodostettiin 1km suojavyöhykkeet. Analyysin myötä alueiden rajaukset muuttuivat hieman, erityisesti asutuksen vuoksi.

Alueiden kokoluokka vaihtelee 4,7-115 hehtaarin välillä. Alueiden yhteenlaskettu teoreettinen voimamäärä on 1162 voimalaa. Varsinaisen hankesuunnittelun yhteydessä voimalasijoittelussa huomioidaan tarkemmin alueiden erityispiirteet, mm. asutus ja vapaa-ajan kiinteistöt. Tästä syystä arviolta noin 2/3 tuulivoimaloista eli yhteensä noin 767 tuulivoimalaa olisi toteutettavissa. Osittain hankkeiden toteuttamista rajoittaa Puolustusvoimat, joka tarkastaa kaikki suunnitteilla olevat hankkeet ja niiden vaikutukset maanpuolustuksellisesti tärkeisiin ilmavalvontatutkiin. Mikäli todetaan, että Pohjois-Karjalan alueella on mahdollista toteuttaa tuulivoimahankkeita, tarvitaan suuria investointeja sähkönsiirtoverkkoon mm. Pielisen länsi- ja itäpuolella. Lisäksi maakunnan pohjois-päässä tarvitaan parempia siirtoyhteyksiä muihin maakuntiin.

8.4.2024



Kuva 2. Potentiaaliset tuulivoima-alueet ja niiden nimet.

8.4.2024

3 Teknistaloudellinen analyysi

Tuulivoimapuiston investoinnin kannalta tärkein lähtökohta on tuulisuusolosuhteet. Tuulisuus vaikuttaa suoraan tuulienergian hyödyntämismahdollisuuteen ja sitä kautta tuulivoimasta saatavaan tuottoon. Tuulisuuden ohella investoinnin suuruuteen vaikuttaa infrastruktuuri, johon kuuluvat tiestön kunto ja saavutettavuus, sähköverkon ja sähköasemien läheisyys ja kytkentämahdollisuudet, yleinen alueen rakennettavuus ja maaperä.

Tässä työssä arviointi perustuu paikkatietopohjaiseen tarkasteluun, jossa kriteerinä käytettiin tuuliatlaksen dataa (Ilmatieteen laitos, 2009) 3 MW:n voimalan tuottoisuudesta 300 m korkeudella. Teknistaloudellinen analyysi toteutettiin 31 potentiaaliselle tuulivoima-alueelle.

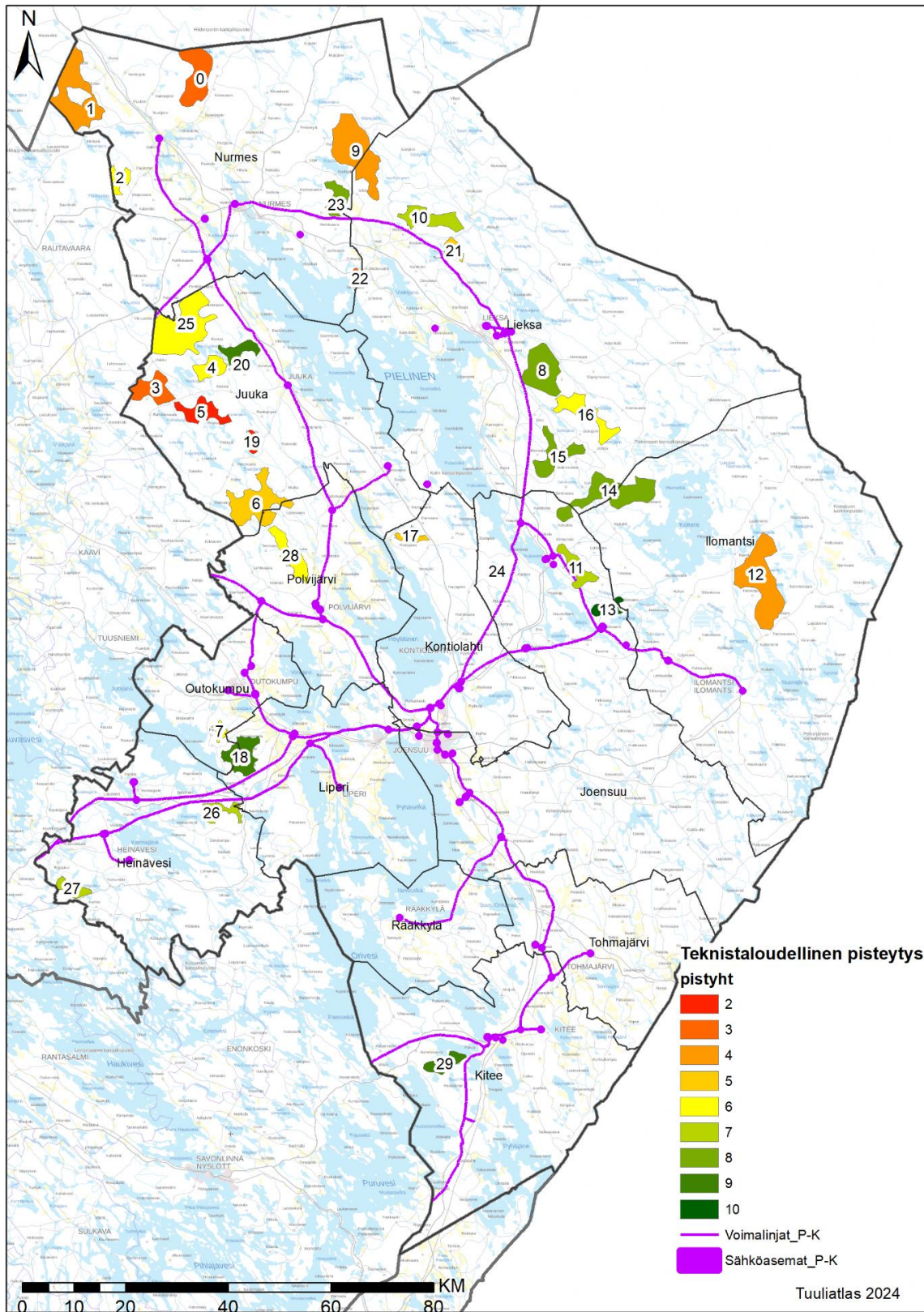
Tunnistettujen alueiden osalta tehtiin teemoittain tertiileihin perustuva teknistaloudellinen luokitus ja alueet pisteytettiin luokkien perusteella (pisteytys 0–2 pistettä). Teemoja oli 5 kpl ja ne olivat seuraavat:

1. Tuulisuus
2. Alueen tiestön kattavuus
3. Etäisyys muuntoasemaan
4. Etäisyys sähköverkkoon
5. Maaperä

Pisteet laskettiin eri teemoja painottamatta yhteen ja sen avulla saatiin lopullinen teknistaloudellinen luokitus (kuva 4). Luokittelun perusteella oli mahdollista saavuttaa yhteensä enintään 10 pistettä. Selvityksessä tunnistetut ja edellä kuvatulla tavalla parhaan luokituksen saaneet alueet sijaitsevat sähköverkon läheisyydessä ja niiden rakennettavuus sekä saavutettavuus olemassa olevaa tieverkostoa pitkin on myös hyvällä tasolla. Teknistaloudellinen analyysi vertailee alueita keskenään eikä välttämättä tarkoita että, vähemmän sopivat alueet eivät olisi toteutettavissa. Lopullinen luokitus on esitetty taulukossa 1.

Yli puolet löydettyistä alueista olivat teknistaloudelliselta luokituksestaan enintään hyviä. Erityisesti Liperin, Heinäveden ja Pielisen itäpuolen potentiaaliset tuulivoima-alueet pärjäsivät hyvin vertailussa.

8.4.2024



Kuva 3. Teknistaloudellinen pisteytys ja alueen numero.

8.4.2024

3.1 Tuulisuus

Tuuliolosuhteiden suotuisuutta arvioitiin Ilmatieteenlaitoksen tuuliatlaksen datalla 3 MW:n voimaloiden potentiaalisesta vuosituotannosta (MWh/vuosi) käyttäen tuuliolosuhteita 300 metrin korkeudessa. Tuotantolaskentaa varten Ilmatieteenlaitoksella on ollut käytössään kolmen yleisesti käytössä olevan 3 MW:n tuuliturbiinin tehokäyrät. Vastaavaa potentiaalista tuotantodataa ei 8 MW:n tuulivoimaloille ole ollut käytettävissä. Arvioimme silti, että 3 MW:n voimaloiden potentiaalinen tuotantodata on kuitenkin parempi parametri arvioida eri sijainneilla olevien 8 MW:n tuulivoimaloiden keskinäistä tuotantopotentiaalia kuin esimerkiksi keskimääräinen tuulennopeus 300 metrin korkeudessa, koska tuotanto riippuu tuulijakaumasta (eikä niinkään keskimääräisestä tuulennopeudesta, koska turbiinin teho on verrannollinen tuulennopeuden kolmanteen potenssiin) ja turbiinin tehokäyrästä.

3.2 Alueen tiestön kattavuus

Nykyinen tieverkoston saavutettavuus ja kantavuus sekä laajentaminen on luonnollisesti tärkeä perusedellytys tuulivoimaloiden rakentumiselle. Suurten tuulivoimaloiden painavat nasellit, teräksiset ja betoniset tornit sekä pitkät lavat edellyttävät kantavia teitä ja vaativat erikoiskuljetuskalustoa. Rakennusaikana joudutaan tieyhteyttä parantamaan, vahvistamaan ja todennäköisesti rakentamaan uusia tielinjoja. Kattava yksityistie- ja metsäautotieverkko tuulivoiman kohdealueella edesauttavat tuulivoiman suunnittelua jatkossa.

Tässä työssä arviointi perustuu paikkatietopohjaiseen tarkasteluun, jossa kriteerinä on tieverkon tiheys potentiaalisella alueella (km/km²). Tieverkon lähtöaineistona on hyödynnetty Digiroadin tietoja.

3.3 Etäisyys sähkönsiirtoon ja muuntoasemaan

Alueverkko on mitoitettu niin, että asiakkaat voivat siirtää tarpeensa mukaisen määrän sähköä liittymispisteensä kautta. Useimpien maakunnallisesti merkittävien tuulivoimahankkeiden kokoluokka edellyttää, että sähkönsiirto tuulivoimapuistosta liittymispisteeseen (sähköasemaan) tapahtuu 110 kV tai 400 kV voimajohdon kautta. Vaikka tuulivoimapuiston läheisyydessä kulkisi 110 kV:n suurjänniteverkko, liittyminen suoraan voimajohtoon ei useimmiten ole mahdollista, vaan tuulivoimatoimija rakentaa lähimpään sähköasemaan liittymisjohdon, jolla tuulivoimapuiston tuotanto siirretään alue- ja kantaverkkoon. Olemassa olevan suurjänniteverkon sähkönsiirtokapasiteetti vaikuttaa tuulivoimapuiston liittymisen mahdollisuuksiin.

Potentiaalisten tuulivoima-alueiden alkukartoituksessa pääpainopiste kohdistuu vähintään 110 kV:n suurjänniteverkkoihin. Tässä työssä arviointi perustui paikkatietopohjaiseen tarkasteluun, jossa kriteerinä toimi potentiaalisen alueen etäisyys sähköverkosta ja sähköasemasta.

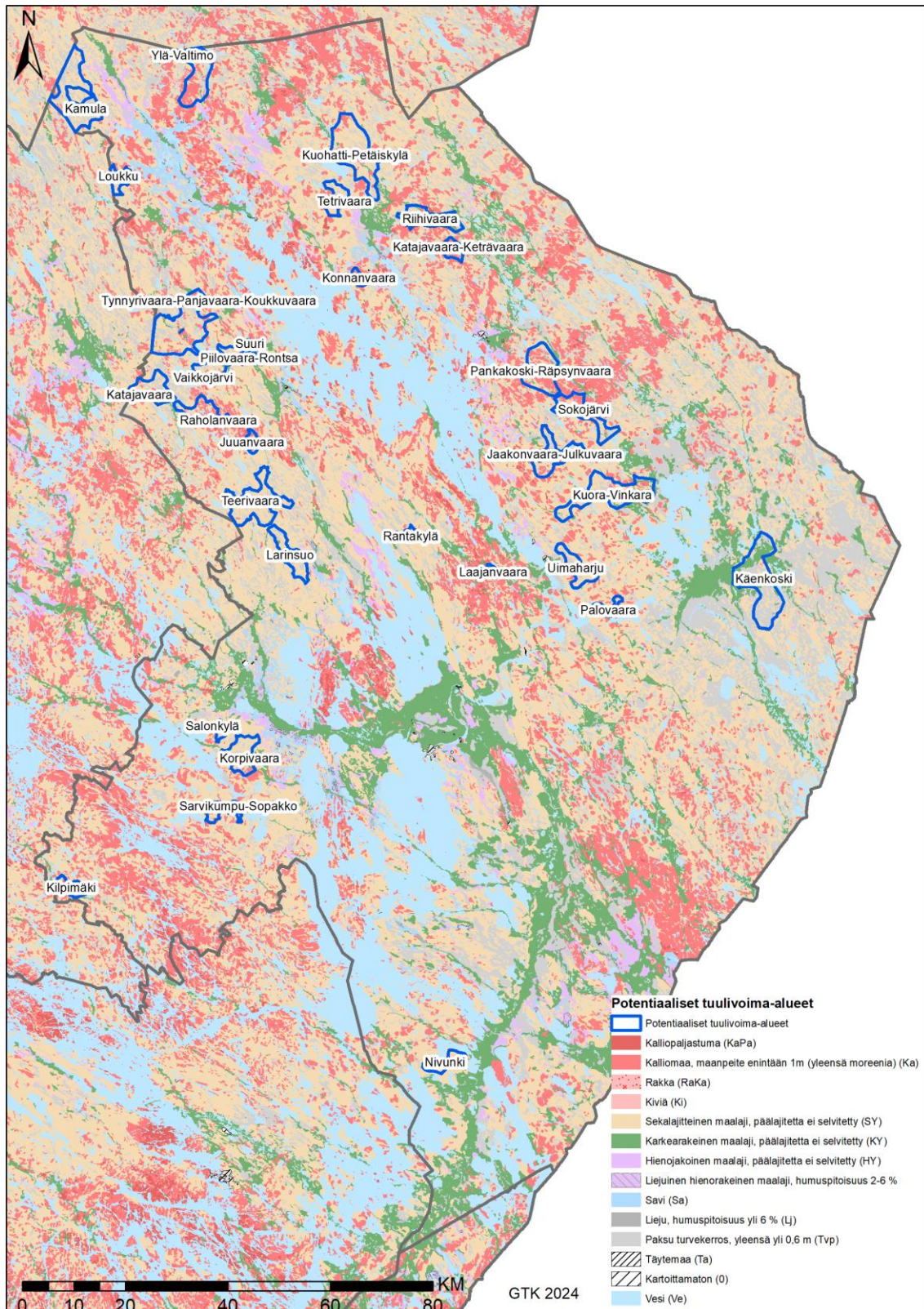
8.4.2024

Sähköverkon ja sähköasemien lähtötietoina hyödynnettiin Maanmittauslaitoksen maastotietokannan tietoja.

3.4 Maaperä

Maanpeitteen osalta parhaana on pidetty laajoja, avoimia ja rakentamattomia alueita. Tuulivoimaloiden perustamistapa riippuu jokaisen yksittäisen voimalan pohjaolosuhteista. Teräsbetoniperustukset voidaan tehdä maavaraisesti, paalujen varaan, ankkuroimalla perustukset kallioon tai mikäli pohjamaa ei ole riittävän kantavaa, voidaan maapohja parantaa massanvaihdolla. Maavaraisesti tuulivoimala voidaan perustaa silloin, kun maapohja on riittävän kantavaa. Maapohjan kantavuuden täytyy olla riittävä tuulivoimalan turbiinille ja sen rakenteille. Riittävän kantavia maalajeja ovat yleensä erilaiset moreenit, luonnonsora ja erirakeiset hiekkalajit. Maapohjan kantavuus vaikuttaa tuulivoimaloiden perustuksien lisäksi nostoalueiden, tieverkoston laajentamisen ja sähkönsiirron kustannuksiin. Potentiaalisten tuulivoima-alueiden alkukartoituksessa pääpainopiste kohdistuu eri maalajien kantavuuteen, joka arvioidaan GTK:n Maaperä 1:200 000 aineistoon perustuen (GTK 2021). Tässä työssä arviointi perustuu paikkatietopohjaiseen tarkasteluun, jossa kriteerinä on kantavien maalajien osuus alueen pinta-alasta.

8.4.2024



Kuva 4. Maaperä Pohjois-Karjalan alueella ja potentiaaliset tuulivoima-alueet.

8.4.2024

Alue Id	Nimi	Pinta-ala, km ²	Etäisyys sähköasemasta m	Etäisyys sähköverkosta m	Tieverkon tiheys km / km ²	3 MW, 300m tuottoisuus per. voimala	Rakennettavuus	Teknistoloudellinen analyysi pisteitys
0	Ylä-Valtimo	53,3	7,7	7,8	1,34	11 300	39 %	3
1	Kamula	83,5	11,7	11,8	1,30	11 500	58 %	5
2	Loukku	17,5	8,4	5,0	0,91	12 000	78 %	7
3	Katajavaara	35,9	21,9	10,5	1,21	11 500	58 %	3
4	Vaikkojärvi	21,3	12,4	7,5	1,20	12 000	69 %	6
5	Raholanvaara	38,8	12,9	12,5	0,94	11 600	42 %	1
6	Teerivaara	87,8	7,5	6,5	0,89	11 600	74 %	6
7	Salonkylä	14,1	6,0	5,7	0,67	11 800	58 %	6
8	Pankakoski-Räpsynvaara	97,8	5,0	0,2	0,83	12 100	35 %	8
9	Kuohatti-Petäiskylä	115,2	15,0	4,0	0,97	11 500	68 %	4
10	Riihivaara	23,8	19,0	0,6	2,09	11 900	55 %	7
11	Uimaharju	24,8	1,1	0,0	1,30	11 300	72 %	7
12	Käenkoski	76,0	12,5	11,0	1,39	12 400	47 %	4
13	Palovaara	13,9	2,0	0,4	1,54	12 000	67 %	10
14	Kuora-Vinkara	75,0	6,8	4,6	1,55	12 400	68 %	8
15	Jaakonvaara-Julkuvaara	39,3	9,7	0,9	1,52	12 000	59 %	8
16	Sokojärvi	52,8	15,7	4,4	0,96	12 300	49 %	6
17	Rantakylä	16,0	8,6	10,8	0,93	11 200	63 %	5
18	Korpivaara	30,8	6,3	0,4	1,99	12 200	71 %	9
19	Juuanvaara	6,9	11,1	9,7	0,36	12 700	41 %	2
20	Suuri Piilovaara-Rontsa	19,9	8,3	0,5	1,37	12 400	73 %	9
21	Katajavaara-Keträvaara	25,4	13,2	0,7	0,54	12 100	24 %	4
22	Konnanvaara	6,9	12,4	9,5	1,14	12 100	44 %	3
23	Tetrivaara	59,9	6,8	0,4	0,53	11 500	80 %	8
24	Laajanvaara	4,7	8,8	1,7	0,19	12 600	49 %	6
25	Tynnyrivaara-Panjavaara-Koukkuvaara	104,9	6,0	0,5	1,09	11 900	59 %	6
26	Sarvikumpu-Sopakko	16,4	12,9	0,5	1,30	12 300	65 %	7
27	Kilpimäki	17,2	9,4	5,3	1,53	12 200	51 %	7
28	Larinsuo	28,9	4,2	2,1	1,19	11 200	71 %	6
29	Nivunki	16,8	5,6	0,7	1,35	11 900	45 %	8

Taulukko 1. Teknistoloudellinen luokitus alueittain.

4 Tuotantopotentialin arviointi

Tuulivoiman tuotantopotentialia voidaan arvioida, kun tiedetään rakennettavissa oleva voimaloiden määrä ja tyyppi, alueen tuulisuus ja toimintaa rajoittavat tekijät. Maakunnan tuulisuusolosuhteita 300 metrin korkeudessa on kuvattu kuvassa 5.

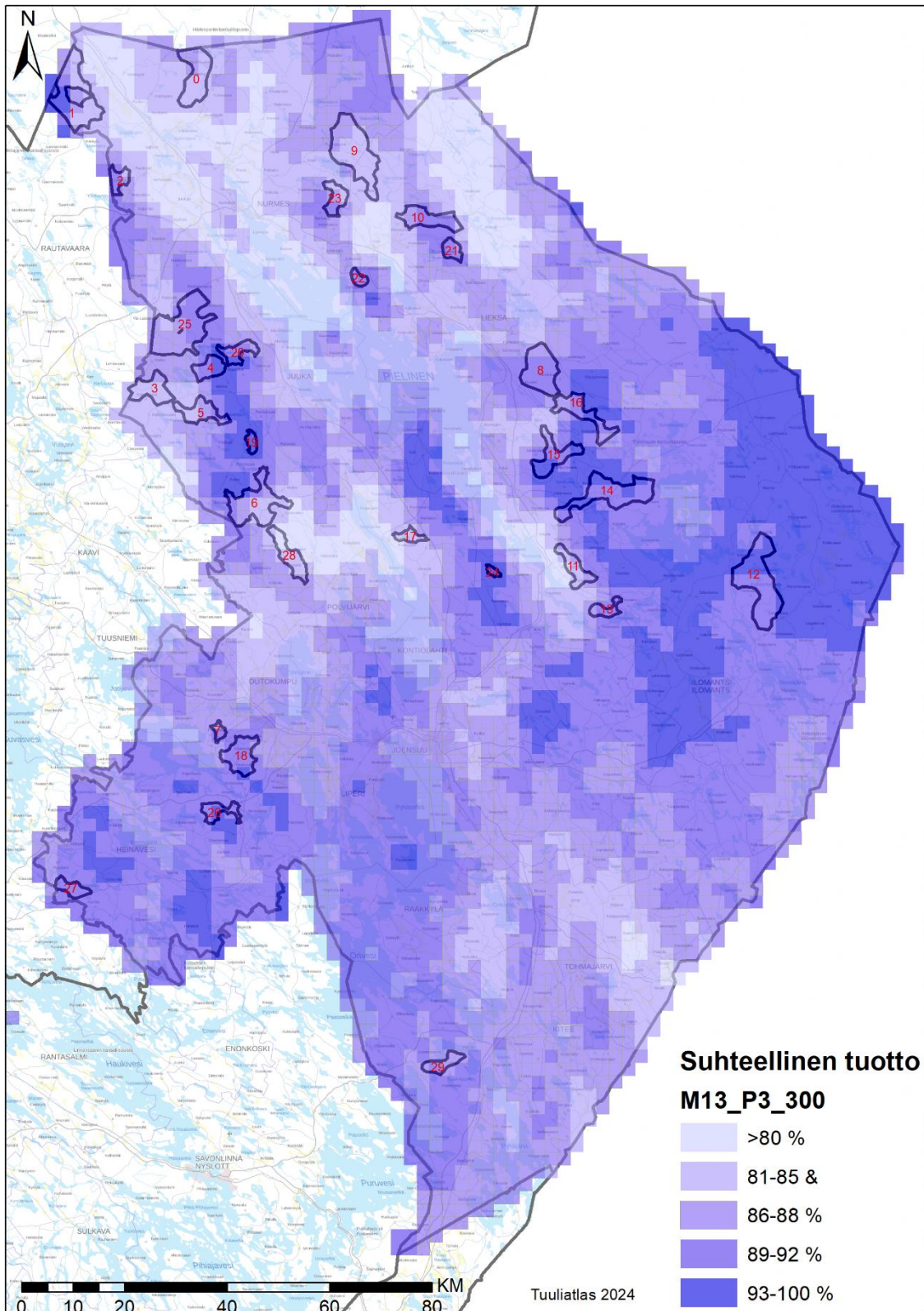
Tuulivoimalla tuotettiin Suomessa vuonna 2022 yhteensä noin 11 500 GWh sähköä. Sähkön kokonaiskäyttö teollisuudessa Pohjois-Karjalassa on ollut vuonna 2022 noin 1 330 GWh (Energiateollisuus 2023). Skenaariosta riippuen, Pohjois-Karjalan maakuntaliiton tuulivoima selvityksessä tunnistetuilla alueilla (kuva 2) olisi mahdollista tulevaisuudessa tuottaa jopa 30 000 GWh sähköä. Yksittäisten alueiden tuotantopotentialit on esitetty taulukossa 2.

8.4.2024

Alue Id	Nimi	Tuulivoimaloi-	Pinta-ala, km ²	Tuulipuiston teho	Sähkön-tuotan- toarvio	3 MW, 300m tuottoisuus per. voimala MWh/v
		den teoreetti- nen maksimi- määrä				
		kpl	km ²	MW	GWh/vuosi	
0	Ylä-Valtimo	43	53,3	344	1 140	11 300
1	Kamula	87	83,5	696	2 347	11 500
2	Loukku	19	17,5	152	535	12 000
3	Katajavaara	38	35,9	304	1 025	11 500
4	Vaikkojärvi	24	21,3	192	676	12 000
5	Raholanvaara	38	38,8	304	1 034	11 600
6	Teerivaara	82	87,8	656	2 231	11 600
7	Salonkylä	11	14,1	88	304	11 800
8	Pankakoski-Räpsynvaara	47	97,8	376	1 334	12 100
9	Kuohatti-Petäiskylä	88	115,2	704	2 374	11 500
10	Riihivaara	46	23,8	368	1 284	11 900
11	Uimaharju	18	24,8	144	477	11 300
12	Käenkoski	84	76,0	672	2 443	12 400
13	Palovaara	12	13,9	96	338	12 000
14	Kuora-Vinkara	78	75,0	624	2 269	12 400
15	Jaakonvaara-Julkuvaara	40	39,3	320	1 126	12 000
16	Sokojärvi	45	52,8	360	1 298	12 300
17	Rantakylä	14	16,0	112	368	11 200
18	Korpivaara	47	30,8	376	1 345	12 200
19	Juuanvaara	9	6,9	72	268	12 700
20	Suuri Piilovaara-Rontsa	26	19,9	208	756	12 400
21	Katajavaara-Keträvaara	12	25,4	96	341	12 100
22	Konnanvaara	8	6,9	64	227	12 100
23	Tetrivaara	26	59,9	208	701	11 500
24	Laajanvaara	6	4,7	48	177	12 600
25	Tynnyrivaara-Panjavaara- Koukkuvaara	107	104,9	856	2 987	11 900
26	Sarvikumpu-Sopakko	25	16,4	200	721	12 300
27	Kilpimäki	22	14,6	176	658	12 200
28	Larinsuo	42	28,9	336	1 103	11 200
29	Nivunki	18	16,8	144	502	11 900
	Yhteensä	1 147	1 242	9 465	32 948	

Taulukko 2. Potentialisten tuulivoima-alueiden tuotantoarvot.

8.4.2024



Kuva 5. 3 MW:n voimalan suhteellinen tuotantokyky 300 metrin korkeudessa.

8.4.2024

5 Tuulivoiman vaikutusten arviointi

Vaikutusalueella tarkoitetaan aluetta, jolle hankkeen ympäristövaikutusten voidaan perustellusti katsoa ulottuvan. Tuulivoimalla on vaikutusta fyysisen ympäristön lisäksi lähialueen elinvoimaan. Tuulivoimaloilla on suorat taloudelliset vaikutukset kuntatalouteen kiinteistöverojen ja uusien työmahdollisuuksien kautta. Aluetaloudelliset vaikutukset ulottuvat laajalle alueelle. Vaikutusten arvioinnissa huomioidaan kiinteistövero yleisellä tasolla perustuen potentiaalisten uusien tuulivoimalueiden laajuuteen ja määrään. Muiden taloudellisten vaikutusten osalta hyödynnetään yleisesti tuulivoimahankkeissa hyödynnettävää, yleistettyä elinkeinovaikutusta (henkilötyövuosia). Hankkeen teknistaloudellisen arvioinnin tulokset huomioidaan myös tässä vaikutusten arvioinnissa.

5.1 Tuulivoima yhteisvaikutukset

Tuulivoimahankkeen välittömät vaikutukset maankäyttöön ilmenevät tuulivoimapuiston fyysisessä ympäristössä. Tuulivoimalat rajoittavat muuta maankäyttöä vain välittömässä lähiympäristössään. Muualla tuulivoimapuiston alueella maankäyttö jatkuu entisellään. Tuulivoimaloita tai hankealuetta ei tulla aitaamaan, joten alueella liikkuminen ei tule rajoittumaan. Ainoastaan sähköaseman alue aidataan turvallisuussyistä. Alueelle rakennettava tiestö voi myös parantaa alueella liikkumista.

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

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.

8.4.2024

Rakentamisen aikainen maanmuokkaus ja liikennemäärien kasvu voivat aiheuttaa ravinnekuormitusta läheisissä vesistöissä.

5.1.1 Kiinteistöverotulot

Tuulivoimapuistojen vaikutukset sijaintikuntien kiinteistöverotuloihin voivat olla merkittävät. Laskennassa käytetyn yhden 8 MWp:n tuulivoimalan arvoidut kiinteistöverotulot 30 vuoden elinkaaren aikana ovat korkeimmalla 3,1 %:n voimalaveroprosentilla ("eräiden laitosten veroprosentti") n. 1,3 M€ ilman rakennuskustannusindeksin todennäköisesti vielä nostavaa vaikutusta tuulivoimalan kiinteistöverotettavaan arvoon. Koska kiinteistövero olisi tuulivoimayhtiölle myyntituloista riippumaton kiinteä kustannus, korkea kiinteistöveroprosentti saattaa estää tuottopotentialtaan heikoimpien hankkeiden toteutumisen.

Tuulivoimapuiston omistavan yrityksen maksama yhteisövero on sen sijaan luultavasti vähämerkityksellinen, koska alkuvuosien suuret veropoistot sekä tuulivoimayhtiöiden tavanomaisesti korkea lainoitusaste ja siitä johtuvat suuret korkomenot pitävät yhteisöverotettavan tulon tavanomaisesti nollassa tai hyvin alhaisena huolimatta verotuksessa hyväksyttävien korkomenojen rajoitussäännöksistäkin. Toisaalta tuulivoimapuiston rakentamisessa tai ylläpidossa mukana olevien paikallisten yhtiöiden verotettavat tulokset saattavat kasvaa.

5.1.2 Työllisyysvaikutukset

Investoinnin koko on noin 10 miljoonaa euroa / voimala ja työllisyysvaikutus noin 150 henkilötyövuotta / voimala. Investoinnin koko on arvioitu WindEuropen julkaiseman maakohtaisen vuonna 2021 rakennettujen maatuulipuistojen investointikustannusdatan perusteella, missä haarukka oli 1,1-1,5 M€/ rakennettu MW. Konsultin asiantuntija-arvion perusteella noin 40 % työllisyysvaikutuksista kohdistuu paikallisille yrityksille ja työvoimalle.

5.1.3 Maanvuokratulot

Tuulivoimayhtiöiden maanomistajille maksamia maanvuokria on arvioitu yksinkertaisesti yksikköhinnalla 6.000 €/MW/vuosi, mikä perustuu Kauppalehden 23.8.2023 julkaisemaan artikkeliin. Näin laskettuna yksi 8 MW:n tuulivoimala tuottaisi vuokratuloja 48.000 € vuodessa ja 30 vuoden aikana (ilman indeksikorotuksia) yhteensä 1.440.000 €. Vuokrasopimusten vuokranmääräytymispykälät ovat kuitenkin samaisen artikkelin mukaan monesti monimutkaisempia ja todennäköisesti enemmän tuotannon määrään tai kannattavuuteen kuin nimellistehoihin sidottuja. Todelliset maanvuokrat määrittyvät tietenkin markkinoilla eli neuvotteluissa, missä tuulivoimayhtiön näkemys tuulivoimalan mahdollisista tulevista tuotoista määrittää kysynnän ja maanomistajan näkemys maan vaihtoehtokäytöstä tai -tuotosta määrittää tarjonnan.

8.4.2024

5.1.4 Vaikutukset metsätalouteen

Tuulivoimapuistojen rakennuspaikkojen kohdat muuttuvat maa- ja metsätalousalueesta rakennetuksi alueeksi alueelle sijoitettavien voimalapaikkojen, teiden ja kaapelikaivantojen myötä. Metsän pinta-ala vähenee keskimäärin 1,5 hehtaaria voimalaa kohden.

5.1.5 Vaikutukset kuntiin

Potentiaalisten voimaloiden määrä on suurin Juuassa, jossa potentiaalisia voimalasijainteja on 311 (Taulukko 1). Paljon voimaloita sijoittuu myös Lieksaan ja Nurmekseen. Voimaloista saatavat hyödyt jakaantuvat samassa suhteessa voimaloiden määrään. Rääkkylän ja Tohmajärven kuntiin ei sijoitu potentiaalisia tuulivoimaloita. Alla olevassa taulukossa on esitetty alueelle kohdistuvat työllisyysvaikutukset henkilötyövuosina.

	Voimalamäärä	Alueelliset työllisyysvaikutukset (htv)
Heinävesi	47	1 771
Ilomantsi	123	4 635
Joensuu	44	1 658
Juuka	311	11 718
Kitee	18	678
Kontiolahti	14	528
Lieksa	257	9 684
Liperi	32	1 206
Nurmes	235	8 855
Outokumpu	26	980
Polvijärvi	55	2 072
Rääkkylä	0	0
Tohmajärvi	0	0

Taulukko 3. Potentiaalisten voimaloiden määrä kunnittain, sekä alueelliset työllisyysvaikutukset.

Tuulivoimaloiden elinkaaren aikana (noin 30 v.) Tuulivoimaloista voisi kertyä kiinteistövero tuottoa Juuassa jopa 420 miljoonaa euroa. Maanomistajien saamat vuokratuotot voimaloista voivat olla myös Nurmeksessa ja Lieksassa yli 300 miljoonaa euroa tuulivoimaloiden elinkaaren aikana (taulukko 4).

8.4.2024

	Kiinteistöverotulot M/€/30v	Maanomistajien vuokratulot M/€/30v
Heinävesi	64	68
Ilomantsi	167	177
Joensuu	60	63
Juuka	423	448
Kitee	24	256
Kontiolahti	19	20
Lieksa	350	370
Liperi	44	46
Nurmes	320	338
Outokumpu	35	37
Polvijärvi	75	79
Rääkkylä	0	0
Tohmajärvi	0	0

Taulukko 4. Kiinteistöverotulot ja maanomistajien vuokratulot kunnittain.

Alue Id	Nimi	Sähkön-tuotantoarvio	Investointi	Kiinteistövero tulot	Työllisyys-vaikutukset	Alueellinen työllisyys-vaikutus	Maan-omistajien vuokratulot	Metsän pinta-alan menetys
		GWh/vuosi	M€	M€/30 v	htv	?	M€/30 v	ha
0	Ylä-Valtimo	1 140	430	58	4 051	1 620	62	65
1	Kamula	2 347	870	118	8 195	3 278	125	131
2	Loukku	535	190	26	1 790	716	27	29
3	Katajavaara	1 025	380	52	3 580	1 432	55	57
4	Vaikkojärvi	676	240	33	2 261	904	35	36
5	Raholanvaara	1 034	380	52	3 580	1 432	55	57
6	Teerivaara	2 231	820	112	7 724	3 090	118	123
7	Salonkulä	304	110	15	1 036	414	16	17
8	Pankakoski-Räpsynvaara	1 334	470	64	4 427	1 771	68	71
9	Kuohatti-Petäiskylä	2 374	880	120	8 290	3 316	127	132
10	Riihivaara	1 284	460	63	4 333	1 733	66	69
11	Uimaharju	477	180	24	1 696	678	26	27
12	Käenkoski	2 443	840	114	7 913	3 165	121	126
13	Palovaara	338	120	16	1 130	452	17	18
14	Kuora-Vinkara	2 269	780	106	7 348	2 939	112	117
15	Jaakonvaara-Julkuvaara	1 126	400	54	3 768	1 507	58	60
16	Sokojärvi	1 298	450	61	4 239	1 696	65	68
17	Rantakylä	368	140	19	1 319	528	20	21
18	Korpivaara	1 345	470	64	4 427	1 771	68	71
19	Juuanvaara	268	90	12	848	339	13	14
20	Suuri Piilovaara-Rontsa	756	260	35	2 449	980	37	39
21	Katajavaara-Keträvaara	341	120	16	1 130	452	17	18
22	Konnanvaara	227	80	11	754	301	12	12
23	Tetrivaara	701	260	35	2 449	980	37	39
24	Laajanvaara	177	60	8	565	226	9	9
25	Tynnyrivaara-Panjavaara-Koukkuvaara	2 987	1 070	146	10 079	4 032	154	161
26	Sarvikumpu-Sopakko	721	250	34	2 355	942	36	38
27	Kilpimäki	658	230	31	2 167	867	33	35
28	Larinsuo	1 103	420	57	3 956	1 583	60	63
29	Nivunki	502	180	24	1 696	678	26	27
	Yhteensä	32 392	11 630	1 582	109 555	43 822	1 675	1 745

Taulukko 5. Potentiaalisten tuulivoima-alueiden vaikutukset lähialueilleen ja maanomistajille.

8.4.2024

6 Tutkimuksen luotettavuus ja epävarmuustekijät

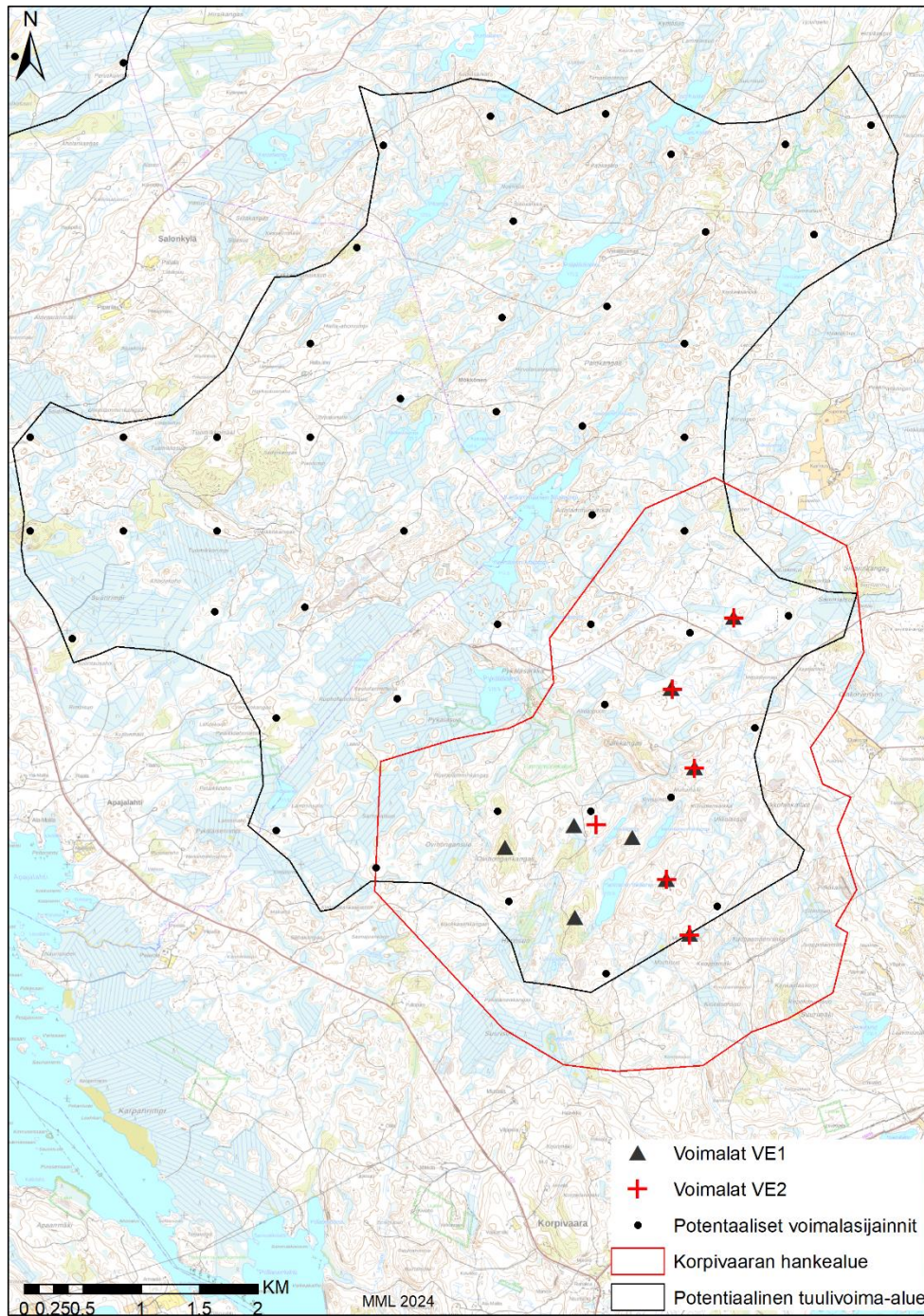
Selvityksen tarkkuustaso sekä selvityksessä hyödynnettyjen lähtötietojen laatu vaikuttavat luonnollisesti myös selvityksen tuloksiin. Lähtötietoina hyödynnetyn aineiston laatu perustuu maakuntaliiton aineistoon sekä Pohjois-Karjalan maakunnan alueella olevaan rakennustietoon sekä erilaisista viranomaislähteistä saatavilla olevaan paikkatietoaineistoon ja sen voidaan olettaa olevan ajantasainen.

Lähtöaineistoon liittyvät epävarmuustekijät ovat suurimmat asutuksen osalta. Maanmittauslaitoksen maastotietokannan vakituisten ja lomarakennusten luokituksen liittyy epävarmuus, jonka mukaan osa asuin- ja lomarakennuksista voi olla erilaisia muun käyttötarkoituksen rakennuksia (metsästysmajoja, varastorakennuksia, taukotupia ym.) tai autioituneita sekä purkukuntoisia rakennuksia ja rakennelmia. Tämä epävarmuus voidaan huomioida tarkemman suunnittelun tasolla tuulivoimahankkeen yhteydessä.

Kuvassa 6. nähdään Liperin Korpivaaran hankkeen YVA-vaiheen hankerajaus ja voimaloiden sijainnit hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Samalla kartalla on esitetty myös tähän projektiin tehty potentiaalisten tuulivoima-alueiden rajaus ja potentiaaliset voimaloiden sijainnit. Kartasta voidaan havaita, että lopullinen voimaloiden määrä on pieni suhteessa voimaloiden teoreettiseen maksimimäärään. Lisäksi lopullinen hankealueiden rajaus ei välttämättä noudata eri kohteiden suositeltuja etäisyysvyöhykkeitä; Tässä tapauksessa asutusta sijaitsee hankerajan välittömässä läheisyydessä ja voimalinja kulkee alueen läpi. Voimaloiden lopulliseen sijoittumiseen vaikuttaa eniten niiden määrä suhteessa hankealueeseen.

On huomattava, että teknistaloudellinen luokitus viiden paikkatietoon perustuvan teeman avulla on tehty ilman mitään painotuskertoimia. Käytetyt teemat kuvaavat karkealla tasolla hankkeen investointikustannusten ja tuottojen syntymistä. Tuulivoimahankekehittäjät kuitenkin laskevat hankkeiden taloudellista kannattavuutta selvittämällä kustannuksia ja potentiaalisia tuottoja paljon suuremmalla tarkkuudella. Näin ollen hankekehittäjien investointilaskelmat voivat tuottaa hankkeiden houkuttelevuudesta erilaisia tuloksia kuin tässä selvityksessä.

8.4.2024



Kuva 6. Liperin Korpivaaran hanke, suhteessa tässä projektissa tuotettuun potentiaaliseen tuulivoima-alueeseen ja voimaloihin.

8.4.2024

Lähteet

Finnish Consulting Group, 2024. Pohjois-Karjalan energiainfrastruktuurin kehittäminen ja sen maankäytölliset tarpeet vuoteen 2040.

Kauppalehti. 2023. Asiantuntija paljastaa harvinaista hintatietoa tuulivoimaloiden vuokrista – maanomistajille maksettava ”epävirallinen Suomen ennätys” on muhkea potti raha. Luettu 18.3.2024. <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/asiantuntija-paljastaa-harvinaista-hintatietoa-tuulivoimaloiden-vuokrista-maanomistajille-maksettava-epavirallinen-suomen-ennatys-on-muhkea-potti-raha/bbf2714f-11f6-40c1-b350-cde287d55a93>

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

WindEurope. Financing and investment trends 2021. <https://windeurope.org/intelligence-platform/product/financing-and-investment-trends-2021/>

Julkinen aineisto Pohjois-Karjalan maakuntaliiton internetsivuilla:

- Itä-Suomen energiatilasto 2022
- 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
- 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 maaseudun uusiutuvien energialähteiden nykytila ja tulevaisuuden käyttöpotentiaali, 2021.
- Sisä-Suomen tuulivoimaselvitys, 2012.

8.4.2024

Paikkatietoaineistojen osalta käytetty mm. seuraavia lähteitä:

- Pohjois-Karjalan maakuntaliiton aineisto potentiaalisista tuulivoima-alueista.
- 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