

ojitettua. Osa alueesta on turvetuotantoaluetta. Peltoja ja poistuneita maatalousmaita on vain 1,2 %. Valuma-alueella on seitsemän kiinteistöä, jossa on vakituista asumista ja neljä loma-asuntoa. (Syke 2023c, 2021.) Valuma-alueiden tyyppi ja maankäyttö ovat todennäköisesti jo pitkään vaikuttaneet hankealueen läheisten pintavesien tilaan. Todennäköisesti turvemaiden ojitustyöt ovat aiheuttaneet uomien hiekoittumista ja ylipäänsä kiintoainespitoisuuksien nousua alueen vesissä.

Pienvedet

Petäärpuro on Petääjärvestä pohjoisen suuntaan laskeva uoma. Uoman pituus on 4,6 km. Korkeuseroa alkupisteen ja loppupisteen välillä on 21,3 m (Syke 2023c). Purohelmi-aineistossa Petäärpuron hankealueelta pohjoiseen laskeva osuus on arvioitu luonnontilaisuusluokkaan 2 (tila voimakkaasti heikentynyt). Petääjärvestä lähtevä osuus, joka sijaitsee hankealueen rajalla, on säilynyt paremmin. Uoma on mutkitteleva. Ylemmällä valuma-alueella ei ole maataloutta ja rakennettua aluettakin on vain 0,5 %. Osuus on arvioitu luonnontilaisuusluokkaan 3 (tila heikentynyt). (Syke 2021.)

Taulukossa Taulukko 39 on esitetty tutkimustulokset Petäärpurosta. Näytteet on otettu manuaalisesti vuosien 2000–2022 välisen ajanjakson aikana samasta paikasta. Näytteenotto paikka sijaitsee Saprantien kohdalla n 1,5 km hankealueelta pohjoiseen. Näytteenottokertoja on ollut 21. Olosuhteet näytteenottohetkenä on vaihdellut. Näytteenottosyvyys on vaihdellut 0,1–0,8 m välillä. Vesisyvyys purossa on näytteenottohetkillä vaihdellut välillä 0,1–1,2 m. Kaikkia muuttujia ei ole mitattu jokaisella näytteenottokerralla. (Syke 2023c.)

Taulukko 39. Yhteenveto Petäärpuron näytteenottotuloksista väliltä 2000–2022 (Syke 2023c).

	Yksikkö	Keskiarvo	Vaihteluväli
Kemiallinen hapenkulutus	mg/l	28	16–43
Kokonaisfosfori	µg/l	24	10–34
Kokonaistyyppi	µg/l	640	430–820
Kiintoaine	mg/l	4,6	1,1–14
pH		6,2	4,8–7,1
Sähkönjohtavuus	mS/m	3,4	2,4–4,4
Väriluku	mg/l Pt	200	120–320

Petääjärvi (14.464.1.003) on vesialtaan 15,7 ha suuruinen järvi. Järven keskisyvyys on 2,32 m ja suurin syvyys 5,9 m (Syke 2023c). Järven valuma-alue on 9,34 km² (SCALGO Live 2023). Alueesta suurin osa sijaitsee hankealueen ulkopuolella. Järveen vesi laskee Horonpurosta. Suoalueen kaivettuja ojia laskee kartta-aineiston perusteella suoraan Petääjärveen vain muutamia.

Horonpuro on Horonjärvestä Petääjärveen laskeva uoma. Uoman pituus on 2,1 km. Korkeuseroa järvien välillä on 8,3 m. Järven yläpuolisen valuma-alueen koko 9,2 km² (Syke 2023c). Horonjärven lisäksi Horonpuroon tulee vesiä suoalueen kaivetun ojaverkoston kautta. Horonpuro on arvioitu luonnontilaisuusluokkaan 3 (tila heikentynyt). Uoma on mutkitteleva. Sen valuma-alueesta 28 % on ojitettua suoaluetta. Muuten valuma-alue on lähes kokonaan rakentamatonta (Syke 2021). Horonpuron varsi on arvotettu metsälain 10 § mukaisiksi erityisen tärkeiksi elinympäristöiksi (pienvesistöjen välittömät lähiympäristöt) (Metsäkeskus 2023). Puron varressa on lehtokorpea ja mustikkakorpea, joiden säilyttämiseksi uoman vesitalous tulisi säilyttää ennallaan. (Granroth & Ahlman 2022).

Horonjärvi (14.464.1.004) on vesialtaan 83,2 ha suuruinen järvi. Järven keskisyvyys on 3,43 m ja suurin syvyys 15 m (Syke 2023c). Horonjärvi sijaitsee hankealueen kaakkoiskulmassa. Järven valuma-alue on 4,8

km² (SCALGO Live 2023). Valuma-alue on lähes kokonaan hankealueen ulkopuolella. Valuma-alueella sijaitsee Sammakkokankaan jäteasema. Hankealueesta vain kaakkoisin osa on Horonjärven valuma-alueella. Horonjärven rantavyöhykkeellä on luonnontilaisia suoalueita, jotka on esitetty suojeltavaksi. Niiden vesitalous tulisi säilyttää ennallaan (Granroth & Ahlman 2022).

Karvaslampi (14.464.1.002) on pieni lampi hankealueen keskellä. Sen vesiala on 5,26 ha, keskisyyvyys 1,19 m ja suurin syvyys 2,9 m (Syke 2023c). Lammen ja siitä Petäjäpuroon laskevan uoman valuma-alue on noin 3,4 km² (SCALGO Live 2023). Valuma-alue sijaitsee lähes kokonaan hankealueella. Nykytilassa se on suurelta osalta ojitettua suoaluetta. Karvaslammesta lähtevä purkuoja laskee Petäjäpuroon Petäjäjärven pohjoispuolella. Se on osittain suoalueen kuivatusverkoston kokoavaa kaivettua uomaa. Uoma on arvioitu luokkaan 1 (suojeluarvo vähäinen) (Syke 2021).

Jyskylampi (14.464.1.001) on pieni suoalueen lampi (vesiala 2,6 ha), jonne vesiä valuu pääosin ojitetulta alueelta. Valuma-alueen koko on noin 1 km² (SCALGO Live 2023). Jyskylammen rannalta on aikaisempia viitasammakkohavaintoja. Koko lammen alue on rajattu viitasammakon lisääntymis- ja levähdyspaikaksi. Sen hävittäminen ja heikentäminen on luonnonsuojelulailla kielletty (Ahlman 2022i). Viitasammakkoa on käsitelty tarkemmin luvussa 9.3.

Jyskypuro on Jyskylammesta Petäjäpuroon laskeva uoma. Sen pituus on 0,9 km. Korkeuseroa Jyskylammen ja uoman loppupisteen välillä on 5 m (Syke 2023c). Puron valuma-alue on noin 11 km² (SCALGO Live 2023). Suurin osa puron vesistä tulee suoalueen kaivettujen ojien kautta. Hankealueesta Kannonkoskentien (mt 648) länsipuolinen osa kuuluu Jyskypuron valuma-alueeseen. Alueella on kaksi nykyistä turvetuotantoaluetta. Valuma-alueella on kaivettuja oja ja alkuperäisen luonteensa menettäneitä entisiä uomia. Jyskypuron varressa on myös kasvillisuusselvityksen yhteydessä todettua erityisen tärkeää elinympäristöä (pienvesistöjen välittömät lähiympäristöt). Purouomassa on osuus, jonka varsi koostuu kosteasta saniaislehdosta, ruokokorvesta ja metsäkortekorvesta. Puron vesitalous, pienilmasto ja puusto tulisi säilyttää ennallaan (Granroth & Ahlman 2023b). Jyskypuron luonnontilaisuusluokka on 2 (tila voimakkaasti heikentynyt) (Syke 2021).

Hankkeen lähialueen vesistöihin kuuluvat Pieni Haapajärvi, Iso Haapajärvi ja Kannonjärvi, joiden yläpuolisilla valuma-alueilla koko hankealue sijaitsee. Hankealueelta virtaavat vedet kulkeutuvat Pieneen Haapajärveen Hepokosken kautta. Hepokoski alkaa hankealueen pohjoispuolella kohdasta, jossa Jyskypuro ja Petäjäpuro yhdistyvät. Hepokosken uoman pituus on 2 km. Korkeuseroa alkupisteestä Pieneen Haapajärveen on 4,4 m. Hepokoski on arvioitu luokkaan 1 (suojeluarvo vähäinen) (Syke 2021).

Pieni Haapajärvi (14.461.1.007) on matala 48 ha suuruinen järvi, jonka suurin syvyys on vain 1,0 m. Iso Haapajärvi (14.461.1.006) on matala humusjärvi (mh). Järven vesiala on 103 ha, keskisyyvyys 2,13 m ja suurin syvyys 5,3 m (Syke 2023c). Vedenlaatuluokituksessa järven ekologinen tila on tyydyttävä (Syke 2019). Järven koko valuma-alueen pinta-ala on noin 39 km² (SCALGO Live 2023). Tukkimäen hankealue kattaa 40 % Ison Haapajärven valuma-alueesta.

Kannonjärvi (14.461.1.001) on keskikokoinen humusjärvi (kh). Sen vesiala on 1132 ha, keskisyyvyys 4,74 m ja suurin syvyys 19,44 m (Syke 2023c). Vedenlaatuluokituksessa järven ekologinen tila on erinomainen (Syke 2019). Valuma-alueen pinta-ala on noin 215 km² (SCALGO Live 2023). Tukkimäen hankealue kattaa noin 7 % Kannonjärven valuma-alueesta.

Hankealueen läheisyydessä länsi- ja eteläpuolella olevat järvet: Saarilampi, Suolikko, Loukkulammit ja Saarikkolampi kuuluvat Vuosjoen osavaluma-alueeseen (14.682), jonka uomien virtaussuunta on etelän suuntaan (Syke 2023c). Nykytilanteessa Tukkimäen hankealueelta ei ohjaudu vesiä Vuosjoen osavaluma-alueen suuntaan.

Hankealueen pintavesien tilaan vaikuttavat tekijät

Hankealueen lähialueiden vesistöjen valuma-alueet ovat suurelta osin voimakkaasti ojitettuja turvemaita. Alueella on myös turvetuotantoa. Valuma-alueiden tyyppi ja maankäyttö ovat todennäköisesti jo pitkään vaikuttaneet hankealueen läheisten pintavesien tilaan. Todennäköisesti turvemaiden ojitustyöt ovat aiheuttaneet uomien hiekoittumista ja ylipäänsä kiintoainespitoisuuksien nousua alueen vesissä.

Rakentamisen valuma-aluekohtainen tarkastelu

Tukkimäen tuulivoimahankkeeseen liittyvä rakentaminen ei muuta valuma-alueita eli kaikki rakentaminen sijoittuu Kannonjärven, Ison Haapajärven, Pienen Haapajärven ja Hepokosken valuma-alueelle. Vaihtoehtojen välillä on pieniä eroja hankealueen sisällä olevien lampien ja purojen valuma-alueissa. Hankkeen toteutuksella ei ole vaikutusta Vuosjoen osavaluma-alueella olevien Saarilammen, Suolikon, Loukkulampien eikä Saarikkolammen pintavesiolosuhteisiin.

Petääjärven valuma-alueelle sijoittuu vaihtoehdossa 1 kaksi voimalaa (numerot 1 ja 11). Lisäksi valuma-alueella on voimaloiden 9 ja 10 huoltoteitä. Vaihtoehdossa 2 valuma-alueelle sijoittuu yksi voimala (numero 8) sekä voimalan 9 huoltoteitä.

Horonjärven valuma-alueelle sijoittuu vaihtoehdossa 1 voimala numero 11. Etäisyyttä voimalasta järven rantavyöhykkeelle on alle 200 m. Vaihtoehdossa 2 ei Horonjärven valuma-alueelle sijoitu rakentamista. Horonpuron valuma-alueella on lisäksi vaihtoehdon 1 voimala 1 ja vaihtoehdon 2 voimala 8. Molemmilta voimalapaikoilta etäisyyttä kaivettujen ojien kautta Horonpuroon on noin 500 metriä.

Vaihtoehdossa 1 Karvaslammen valuma-alueelle sijoittuu neljä voimalaa (numerot 6, 7, 8 ja 12). Lisäksi valuma-alueelle sijoittuu voimaloiden 9 ja 11 huoltoteitä. Vaihtoehdossa 2 Karvaslammen valuma-alueelle sijoittuu kolme voimalaa (numerot 1, 6 ja 7) sekä lisäksi voimaloiden 8 ja 9 huoltoteitä. Molemmissa vaihtoehdoissa Karvaslammen ja siitä lähtevän uoman valuma-alueelle sijoittuu lisäksi sähkönsiirtolinjoja sekä energiahuollon aluevarauksia.

Jyskypuron valuma-alueelle sijoittuu neljä voimalaa (numerot 2,3,4 ja 5). Näistä voimala 2 sijoittuu myös Jyskylammen valuma-alueelle. Karttatarkastelun perusteella voimaloiden rakentaminen ei merkittävästi vaikuttaisi Jyskylammen läheisyydessä olevien turvetuotantoalueiden vesienhallintarakenteisiin.

Hankkeen yhteydessä rakennetaan uusia teitä ja parannetaan vanhoja teitä yhteensä yli 30 km. Tielinjaukset ylittävät lukuisia kaivettuja oja.

Vaihtoehtojen välinen ero pintavesiin kohdistuviin vaikutuksiin johtuu erosta rakentamisen määrästä. Vaihtoehdossa 1 rakennetaan kolme voimalaa enemmän kuin vaihtoehdossa 2, Myös rakennettavien ja parannettavien teiden määrä on noin 10 % suurempi. Merkittävin eroavaisuus on Horonjärveen kohdistuvassa kuormituksessa, koska vaihtoehdossa 2 Horonjärveen eikä sen ranta-alueen suojelluiksi esitetyille suoalueille kohdistuisi rakentamisesta johtuvaa lisäkuormitusta lainkaan. Myös Petääjärveen ja Karvaslampeen kohdistuva kuormitus on hieman suurempi vaihtoehdossa 1. Jyskypuron ja Jyskylammen osalta valuma-alueelle sijoittuvan rakentamisen määrä on sama molemmissa vaihtoehdoissa, joten vaikutus Jyskypuron varren arvokkaaseen elinympäristöön on samanlainen.

Hankkeen toteutus ei muuta valuma-alueita, joten hankkeen toteutuksella ei ole vaikutusta Saarilammen, Suolikon, Loukkulampien, Saarikkolammen pintavesiolosuhteisiin. Pintavesivaikutukset eivät myöskään ulotu Pieneen Saarijärveen eikä sen vesistöalueen luonnonsuojelualueeseen.

9.7.2 Arviointimenetelmä ja epävarmuustekijät

Vaikutukset on arvioitu asiantuntija-arviona. Vaikutukset arvioidaan hankealueen sisään jääviin pintavesiin ja lisäksi hankealueen ulkopuolisiin vesiin, jos katsotaan, että vaikutuksia voi ilmetä. Arviot perustuvat pääasiassa julkisiin seuranta-aineistoihin, paikkatietoaineistoihin, tieteelliseen kirjallisuuteen ja erilaisiin raportteihin. Oleelliset epävarmuustekijät liittyvät mm. biologisen tiedon ja vedenlaadun osalta näytteiden vähäiseen määrään. Pitkiä aikasarjoja vedenlaadun tai lajiston osalta on vain vähän saatavissa. Lisäksi omat haasteensa tuo ojitettujen alueiden hydrologia.

9.7.3 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rakennusvaiheen pintavesivaikutukset liittyvät pääasiassa hulevesien mukana kulkeutuvaan kiintoainekuormitukseen, vesistöylitysten aiheuttamiin kalan kulkuun liittyviin vaikutuksiin sekä tuulivoimaloiden ja tiestön kuivatusojien aiheuttamiin hydrologisiin muutoksiin. Kalan kulkuun liittyvät muutokset ja kuivatusojien aiheuttamat hydrologiamuutokset ovat pysyviä vaikutuksia. Ne on kuitenkin tässä käsitelty rakentamisen aikaisten vaikutusten yhteydessä, sillä niiden aiheuttamat haitat alkavat jo hankkeen rakentamisvaiheessa ja vastaavasti näiden haittojen hallinta tulee ajoittaa rakentamisvaiheeseen. Kiintoainekuormituksen lisäksi muita mahdollisia rakennusaikaisia ympäristöä kuormittavia päästöjä ovat työmaakoneiden öljy- ja polttoainepäästöt häiriö- tai onnettomuustilanteissa.

Kiintoainekuormitusta aiheutuu rakennusaikaisesta maanmuokkauksesta rakennettavilta alueilta: tuulivoimaloiden perustusten rakennuspaikoilta tuulivoimaloiden nosto- ja asennusalueilta, rakennettavan tai kunnostettavan tiestön alueilta sekä sähkönsiirtoreittien alueilta. Rakentamisen aikaiset hulevedet ovat poikkeuksetta laadultaan huonoja. Rakentamisen aikaisia kuormituslähteitä ovat mm. suojaamattoman maanpinnan eroosio ja maa-ainesten huolimaton säilytys. Ilman hallintaa näistä aiheutuva tilapäinen kiintoainekuormitus voi nousta haitallisemmaksi kuin valmiin alueen aiheuttama pitkäaikainen kuormitus. Esimerkiksi Suomessa on yksittäisessä tutkimuksessa mitattu rakennustöiden aikana 20–60-kertaisia kiintoainepitoisuuksia ja 5–9-kertaisia fosforipitoisuuksia keskimääräisiin pitoisuuksiin nähden (Kuntaliitto 2012). Hulevesien laatu vaihtelee myös rakentamisen eri vaiheissa, mutta tärkeimmät hulevesiin liittyvät ulkoiset ympäristötekijät ovat säähän ja varsinkin sateisuuteen liittyviä (Sillanpää & Koivusalo 2015) ja siten vaikeasti ennustettavia. Suuria kiintoainespäästöjä voi aiheutua myös poikkeustilanteissa, jossa suuri määrä kiintoainesta huuhtoutuu puuroumaan yhtäkkiä (esimerkiksi penkkasortuma tai muu vastaava tilanne).

Kiintoainekuormitus aiheuttaa haitallisia ekologisia vaikutuksia kasviplankton- ja vesikasviyhteisöissä sekä pohjalla eläville selkärangattomille jo 8 mg/l tasolla. Alle 100 mg/l kiintoainepitoisuus aiheuttaa haittaa myös eläinplanktonissa ja virtavesien pohjaeläimistössä. (Bilotta & Brazier 2008.)

Rakentamisen aikaisen kiintoainekuormituksen määrää on vaikea arvioida. Siihen vaikuttaa uomaan pääsevän kiintoaineksen määrän lisäksi vesistön hydrologia ja muut alueelliset tekijät (sadanta, virtaama, virtausnopeus yms.), jotka pitkälti määrittävät sitä, mikä on sen hetkinen taustapitoisuus ja miten suuri osa kiintoaineksesta sedimentoituu pohjalle tietyn ajan kuluessa.

Kuivatus

Uudet ja parannettavat huoltotiet ylittävät Jyskypuron kolmessa kohdassa. Myös Karvaslammesta laskevan uoman yli on suunniteltu uusi tie. Nykyinen Horonpuron ylittävä tie on esitetty parannettavaksi. Suoalueelle kaivettujen kuivatusojien ylityksiä on useita. Ylityskohdat edellyttävät rumpujen rakentamista. Vesitaseen ja olosuhteiden säilyttäminen uomissa edellyttää rumpujen mitoittamista sellaisiksi, etteivät ne aiheuta vesien padottumista. Ne eivät kuitenkaan saa merkittävästi vaikuttaa uoman virtausnopeuteen.

Kuivatuksen toimivuuden säilyttämiseksi autoteiden ja voimalapaikkojen hulevesien hallinta vaatii rumpujen rakentamista tieylitysten kohdille sekä jonkin verran ojituksia ja maanrakennustöitä. Nämä vaikuttavat paikalliseen hydrologiaan. Valunnan muutokset voivat aiheuttaa tulvimisriskiä tai kuivumista alapuolisissa uomissa, riippuen siitä, miten valuntaa ohjataan. Tulviminen kiihdyttää eroosiota ja siten voi johtaa vedenlaadun muutoksiin alajuoksulla. Kohtalaisen lyhytaikainenkin kuivuminen voi tuhota kaiken vesilajiston eräiden lajien lepovaiheita (esim. vesikirppujen lepomunat, kultalevien kystat) lukuun ottamatta.

9.7.4 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Toiminnan aikaiset vaikutukset pintavesiin ovat vähäisiä. Rakentamisen aikana tehdään mahdollisesti pysyviä kuivausjärjestelyjä, joilla voi olla vaikutuksia alueen pintavesiin. Todennäköisesti näiden ojitusten vaikutukset ovat kuitenkin vähäisiä, eivätkä poikkea alueen muusta maankäytöstä.

Suurten valumien aikaiset virtaamat kasvavat ilmastomuutoksen aiheuttaman sademäärän lisääntymisen vuoksi, mutta eivät oleellisesti hankkeen rakentumisen seurauksena lisääntyvän vettä läpäisemättömän pinnan osuuden vuoksi. Rakennettavat alat koostuvat lähinnä tieverkosta ja huollon alueista, joiden osuus valuma-alueiden pinta-aloista on pieni. Vettä kokonaan tai huonosti läpäisemättömien pintojen määrien osuudet eivät valuma-alueella lisäännä merkittävästi.

Merkittävimmät vaikutukset voivat syntyä lähinnä onnettomuuksista, joihin ei ole osattu varautua. Esimerkiksi voiteluaineita tai polttoaineita voi päästä pintavesiin tuulivoimalaonnettomuudessa tai liikenneonnettomuudessa.

Tuulivoimaloiden konehuoneissa käytetään öljyä, jäähdytysaineita ja voiteluaineita. Laiterikon sattuessa etävalvotussa tuulivoimalassa vahinko huomataan nopeasti ja mahdollinen nestevuoto jää eristettyyn konehuoneeseen. Tulipalotilanteessa kemikaaleja voi kuitenkin päästä ympäristöön rikkoutuneesta konehuoneesta ja/tai sammutusjätevesien mukana. Sammutusjätevesien koostumus ja aineiden pitoisuudet riippuvat pitkälti sammutukseen käytetyn veden määrästä ja palavasta materiaalista. Tuulivoimaloiden konehuoneiden sammuttaminen on vaikeaa ja käytännössä sammutusjätevesiä voi syntyä voimalan kaaduttua tai palavien osien pudottua maahan. Sammutusjätevesistä tavataan tyypillisesti mm. metalleja, aromaattisia hiilivetyjä, kuten bentseeniä, tolueenia, etyylibentseeniä, styreeniä ja polyaromaattisia yhdisteitä, kuten naftaleeniä ja fenantreeniä (Noiton ym. 2001, Paloposki ym. 2005). Sammutusjätevesillä on haitallisia vaikutuksia pintavesien laatuun ja eliöstöön. Uudet tielinjaukset ylittävät kaivettuja ojia, jotka sijaitsevat kohtalaisen kaukana suuremmista uomista. On epätodennäköistä, että kaivetuissa ojissa eläisi kalastoa, rapuja tai esimerkiksi suojeltuja jokisimpukoita.

9.7.5 Toiminnan lopettamisen vaikutukset

Toiminnan lopettamisen yhteydessä riskit pintavedelle liittyvät mahdollisiin purkutöissä tapahtuviin kemikaalipäästöihin, sillä maanmuokkaus on vähäisempää kuin rakentamisvaiheessa. Toiminnan lopettamisen pintavesivaikutukset eivät ole merkittäviä.

9.7.6 Yhteisvaikutukset

Välittömästi hankealueen eteläpuolella sijaitsee Sammakkokankaan jäteasema. Alueella on toiminut yhdyskuntajätteen kaatopaikka 1980-luvun alkupuolilta asti. Jäteaseman vedet käsitellään tasausaltaassa ja maa-suodattimessa. Käsitellyt vedet johdetaan suo-ojen kautta Horonjärveen (Sammakkokangas Oy 2021). Jäteaseman vesille tehdään ympäristöluvan mukaista velvoitetarkkailua. Sekä Tukkimäen hankkeen työnaikaiset vedet (vaihtoehdossa 1) että Sammakkokankaan suotovedet kuormittavat Horonjärveä sekä Horonpuroa mikäli vesien käsittely on puutteellista.

Hankealueella Jyskypuron valuma-alueella on kaksi turvetuotantoaluetta. Turvetuotantoon rakennetuilla alueilla pintavesivaikutuksia yleensä lievennetään erilaisilla pidätysrakenteilla, joiden tarkoituksena on vähentää alapuolisiin vesiin päätyviä päästöjä, kuten kiintoaines- ja ravinnepäästöjä. Tuulivoimapuiston rakentamisella ja turvetuotannolla saattaa olla yhteisvaikutuksia kiintoaines- ja ravinnepäästöihin, mikäli tuulivoimapuiston rakentaminen muuttaa pintavesien virtausreittejä pidätysrakenteiden läheisyydessä. Erityisesti tulee huomioida, että turvetuotannon vesiensuojelurakenteet on mitoitettu kyseisen toiminnan mukaisesti ja hankkeen rakentamisen aikaiset huonolaatuiset vedet tulee käsitellä omissa rakenteissaan tai sitten niiden syntyminen ja/tai pääsy ojaverkostoon tulee estää.

Winda Energyn Haapalamminkankaan tuulivoimapuiston alue sijaitsee noin neljä kilometriä Tukkimäen lähimmästä voimalapaikasta, Tukkimäen hankealueen eteläpuolella. Haapalamminkankaan alue sijoittuu etelään suuntautuvien vesistöjen valuma-alueelle eikä se kuormita samoja vesistöjä Tukkimäen hankkeen kanssa.

Vireillä olevan Abo Wind Oy:n Vuorijärvien tuulivoimahankkeen yksi sähkönsiirtovaihtoehdoista on suunniteltu kulkevan Tukkimäen alueen kautta itä-länsi suunnassa. Sähkönsiirtoreitin vaikutukset pintavesiin ovat

lähinnä rakentamisen aikaisia. Vuorijärvien hankealue sijaitsee yli 10 km päässä. Hanke ei vaikuta Petäjäpuuron eikä Kannonselän valuma-alueen pintavesiin muuten kuin sähkönsiirtoreitin osalta. Hankealueiden valuma-alueiden virtausreitit yhdistyvät vasta Vuosjärvessä. Yhteisvaikutuksia saattaa syntyä uomien kiintoainekuormitukseen tuulivoimapuiston ja sähkönsiirtolinjan rakentamisen aikana.

9.7.7 Vaikutusten merkittävyyden arviointi ja vaihtoehtojen vertailu

Vaihtoehdossa VE0 alueen kehitys jatkuu samanlaisena kuin tähänkin asti, eli metsäteollisuuden vaikutukset pintavesiin jatkuvat entisellään.

Tuulivoimahankkeen (VE1 ja VE2) vaikutukset pintavesiin ovat negatiivisia, mutta niiden laajuus ja kesto vähäisiä. Pääasiassa vaikutukset kohdistuvat ojaverkostoon. Ojaverkostossa kulkeva vesimäärä on tyypillisesti alhainen, joka tekee niistä alttiita vedenlaadun muutoksille. Toisaalta kaivettujen ojien merkitys luontoarvojen suhteen on vähäinen, eikä kaivettuja metsäojia pääsääntöisesti suojella lainsäädännön keinoin. Vaikutukset vähenevät hankealueen uomia (Jyskypuro, Horonpuro) kohti mentäessä. Suurempiin järviin ja jokiin tai kauempana rakennusalueista sijaitseviin vesiin vaikutuksia ei arvioida syntyvän. Vaihtoehdon VE2 pintavesivaikutukset ovat vaihtoehtoon VE1 verrattuna vähäisempiä vähäisemmän rakentamisen määrän vuoksi.

Hankealueen vesistöt ovat jo olleet alttiina samankaltaisille (hakkuut, ojitukset, uomien ylitykset) maankäyttötöimille jo vuosikymmeniä ja näihin verrattuna tuulivoimahankkeen vesistövaikutukset ovat vähäisiä. Mikäli asianmukaiset lieventämiskeinot otetaan huomioon, tuulivoimahanke ei aiheuta merkittäviä negatiivisia pintavesivaikutuksia.

Eri vaihtoehdoista aiheutuvat pintavesiin kohdistuvat vaikutukset on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 40).

Taulukko 40. Pintavesiin kohdistuvien vaikutusten merkittävyyden arviointi eri hankevaihtoehdoissa.

VE0	
–	Vähäinen, nykyinen maankäyttö aiheuttaa (ja on aiheuttanut) kiintoainespäästöjä ja purojen hiekoittumista.
VE1	
–	Vähäinen, liittyy maankäytön muutoksiin. Vaikutuksia lähinnä ojaverkoston vedenlaadulle. Vaikutukset pääasiassa rakentamisen aikaisia.
VE2	
–	Vähäinen, liittyy maankäytön muutoksiin. Vaikutuksia lähinnä ojaverkoston vedenlaadulle. Vaikutukset pääasiassa rakentamisen aikaisia.

9.7.8 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

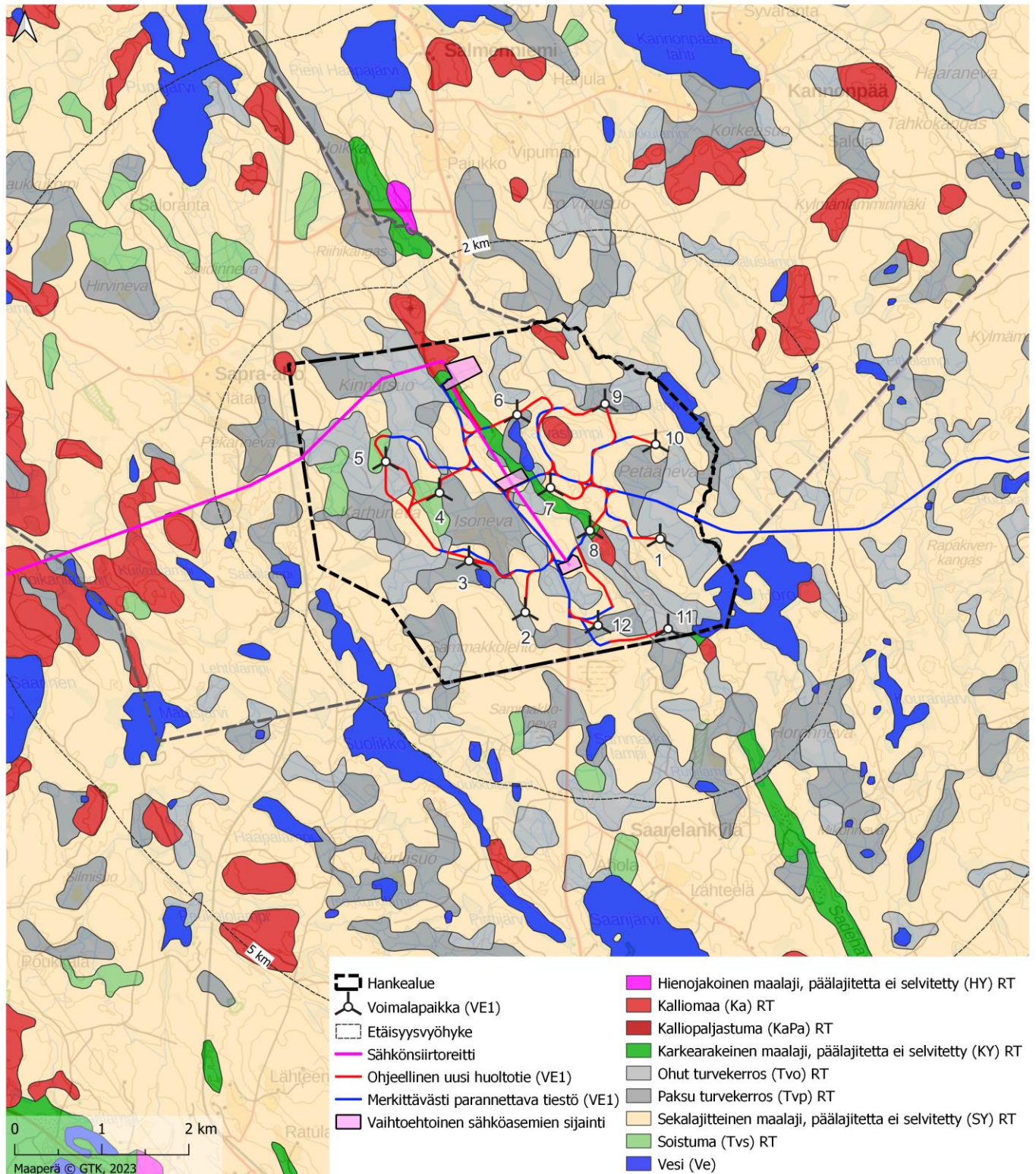
Tuulivoimahankkeen vesistövaikutuksia voidaan vähentää hyvällä suunnittelulla ja rakentamisen aikaisten vesien pidättämis- ja imeyttämistoimilla sekä maamassojen järkevällä sijoittelulla. Suoria kiintoainespäästöjä voidaan vähentää työmaavesien hallintakeinoin ja eroosiota voidaan estää jättämällä ojauomien ja rakennusalueiden väliin riittävät suojakaistat. Tiepenkereiden muotoileminen loiviksi vähentää eroosiota. Maan pintaerosion minimoimiseksi voimala-, tie- ja sähkönsiirron rakennustyöt kannattaa pyrkiä tekemään kuivaan aikaan tai talvella. Rakentamisen aikaisten hulevesien hallintaan ja hulevesien laatuun liittyviä oppaita on olemassa. Niissä suositeltuja käytäntöjä ja raja-arvoja voidaan hyödyntää myös tuulivoimarakentamisessa. Eroosion vähentämiskeinoja on esitelty tarkemmin näihin perehtyvissä julkaisuissa (esim. Keto 2022).

9.8 Vaikutukset maa- ja kallioperään

9.8.1 Nykytila

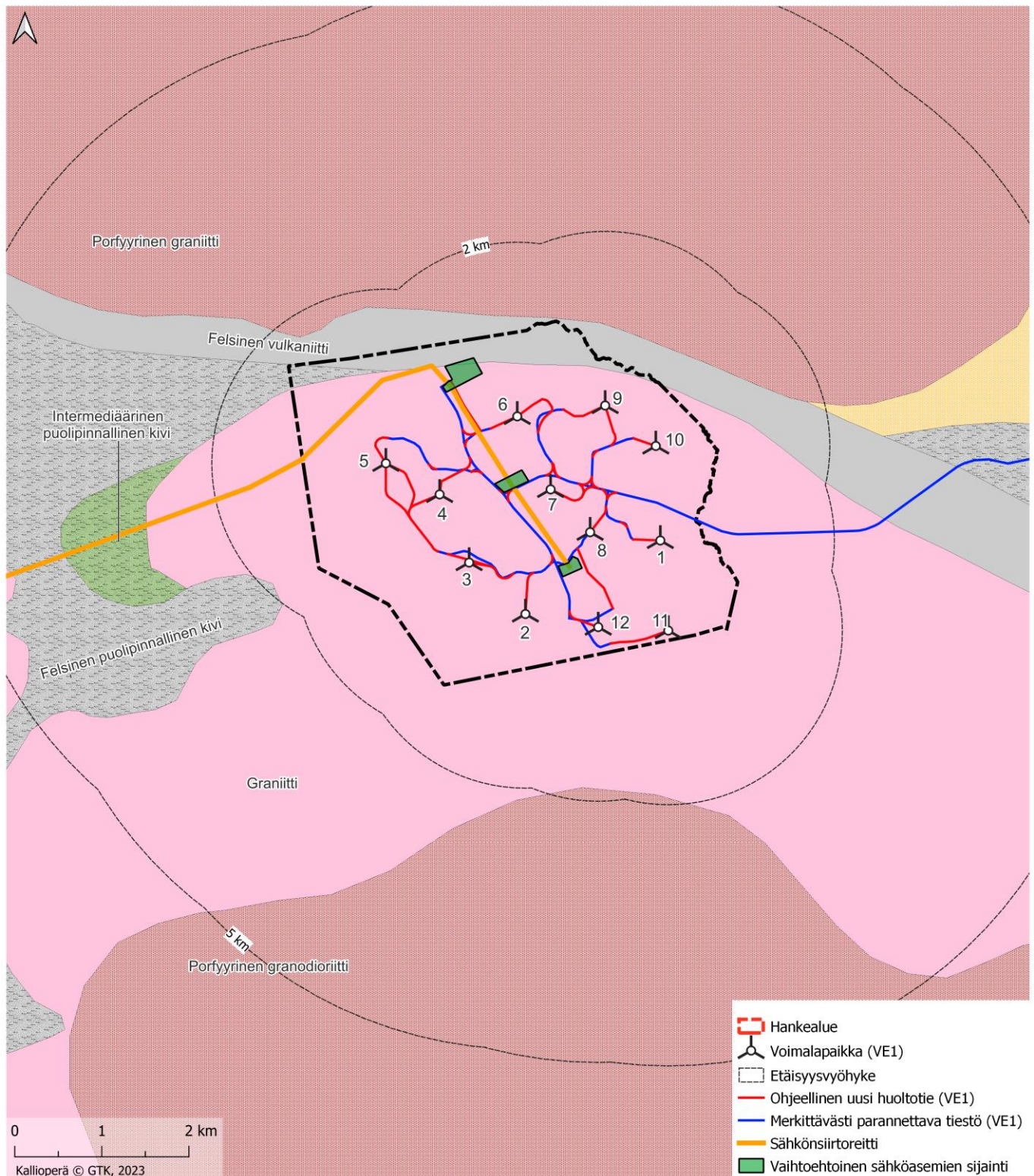
Hankealueen maaperä on pääasiassa turvetta ja sekalajitteisia maalajeja (moreeni) ja sitä täplittävät soistumat, kalliomaat sekä karkearakeiset maalajit (Kuva 112). Hankealueella tai suunnitellulla voimajohtoreitillä ei ole valtakunnallisesti arvokkaiksi luokiteltuja geologisia muodostumia eli kallioalueita, kivikoita, moreeni-muodostumia eikä tuuli- ja rantakerrostumia. Lähin arvokas kumpumoreenialue sijaitsee Horonjärven kaakkoispuolella (MOR-Y09-088, arvoluokka: 3), noin 1 km päässä hankealueen rajasta (GTK 2023a).

Alueella ei ole happamia sulfaattimaita, vaan ne keskittyvät pääosin rannikkoa myötäilevälle kaistaleelle. Happamien sulfaattimaiden esiintymistodennäköisyyttä ei ole määritetty hankealueella eikä sen läheisyydessä sillä alue ei sijaitse sulfaattimaiden esiintymisvyöhykkeellä. Lähin sulfaattimaiden esiintymistodennäköisyyden alue on Alajärven länsipuolella, noin 80 km etäisyydellä hankealueen rajasta (GTK 2023b).



Kuva 112. Maaperä hankealueella (GTK 2023a). Hankealueen rajausta VE1 mukaisesti. Hankealueen sisäinen maakaapelointi kulkee tiestön yhteydessä.

Hankealueen kallioperä koostuu pääosin graniitista (GTK 2023a). Hankealueen pohjoispuolella on myös pitkä itä-länsisuuntainen vulkaniittisten syväkivien intruusio, jonka pääkivilajeina on dioriittia, gabbroa, peridotittia, anortosiittia sekä matalan piipitoisuuden plutonisia kiviä. Hankealueen 5 km vaikutusalueelle ulottuu myös porfyriset graniitti- ja granodioriittikontaktit sekä felsisiä ja intermediäärisiä puolipinnallisia kivilajeja (Kuva 113).



Kuva 113. Kallioperä hankealueella (GTK 2023a). Hankealueen rajaus VE1 mukaisesti. Hankealueen sisäinen maakaapelointi kulkee tiestön yhteydessä.

9.8.2 Arviointimenetelmä ja epävarmuustekijät

Tuulivoimahankkeen maa- ja kallioperävaikutukset liittyvät maanmuokkaukseen, kuten kaivuu-, louhinta- ja läjitystöihin. Vaikutusten suuruus riippuu erityisesti voimaloiden perustamistavasta, jonka valinta kytkeytyy pohjaolosuhteisiin. Tiestön vaikutukset voivat olla merkittäviä varsinkin luonnontilaisilla suoalueilla ja muu maanmuokkaus voi aiheuttaa merkittäviä vaikutuksia esimerkiksi arvokkailla geologisilla kohteilla. Tuuli- ja vesieroosio voi kiihtyä pintamaan poistosta johtuen varsinkin voimalapaikoilla ja tielinjauksilla. Maaperään voi päästä haitallisia aineita esimerkiksi onnettomuuden yhteydessä.

Maa- ja kallioperävaikutuksia käsitellään asiantuntija-arviona hyödyntäen saatavilla olevia aineistoja, kuten ympäristöhallinnon aineistoja, paikkatietotyö-kaluja, tieteellistä kirjallisuutta ja muuta ammattikirjallisuutta. Vaikutukset ulottuvat pääasiassa rakentamistoimenpiteiden alueelle ja arviointi tehdään hankealueelta ja sähkönsiirtoreitin välittömästä läheisyydestä.

9.8.3 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Tuulipuistojen rakentamisen aikaiset vaikutukset maa- ja kallioperään aiheutuvat pääasiassa maamassojen poistosta ja läjityksestä tuulivoimaloiden, maakaapelointien ja tiestön rakennuspaikkojen kohdalla.

Suoria vaikutuksia muodostuu tuulivoimaloiden perustusten rakentamisessa, jolloin maaperää kaivetaan ja muokataan perustustavasta riippuen. Tuulivoimaloiden perustamistavat määritetään myöhemmin pohjatutkimustulosten perusteella. Perustusten rakentamisen yhteydessä tehdään mahdollisesti tilanteen vaatiessa massanvaihtoja, jossa heikosti kantavaa maa-ainesta vaihdetaan louheeseen, murskeeseen tai vastaavaan paremmin kantavaan maa-ainekseen. Lisäksi jokaisen tuulivoimalan kohdalle varataan noin 1,5 ha kokoinen kenttä, jossa pintamaata voidaan joutua muokkaamaan. Kenttäalue maisemoidaan lukuun ottamatta huolto-toimenpiteisiin tarvittavia alueita. Voimalakenttä nostoalueineen on noin 1,5 ha jokaista tuulivoimalaa kohti. Tuulivoimapuistoon, sähköaseman läheisyyteen, osoitetaan noin hehtaarin suuruinen varaus akkukentän rakentamiselle. Kyseessä kokonaisuus, minkä välityksellä tuulivoimapuisto liitetään valtakunnan verkkoon.

Jokaiselle voimalaitokselle rakennetaan huoltotie, jonka tiealueen 4leveys on noin 20 m (10 + 10). Uusia teitä rakennetaan vaihtoehdossa VE1 arviolta noin 13,4 km ja olemassa olevia hyödynnettäviä (mahdollisesti parannettavia) teitä on noin 22,4 km. Vaihtoehdossa VE2 pituudet ovat vastaavasti n. 11,8 km ja 20,1 km. Teiden rakentaminen on normaalia soratierakentamista, joiden yhteydessä voidaan joutua tekemään maa-leikkauksia ja täyttöjä. Teiden yhteydessä kaivetaan maakaapelien kaivannot. Tarvittaessa tielinjauksilta kaadetaan puustoa. Rakennusvaiheessa voidaan joutua tekemään pienimuotoista louhintaa, mikäli ollaan kalliisella alueella. Jos maassa on kokoonpuristuvia aineksia, tapahtuu painaumia. Maaperän kuormitus kasvaa, jos pohjavedenpintaa joudutaan alentamaan tai jos se alenee rakentamistoimenpiteiden vuoksi lisä-ten painaumia.

Maanrakennustyöt, kuten täyttöjen tiivistystyöt, voivat aiheuttaa tärinää maaperään ja ympäristöön. Tärinää syntyy myös, jos tehdään paalutusta. Rakentamistyöt aiheuttavat myös pölyämistä. Rakentamisen aikai- sessa onnettomuudessa maaperään voisi päästä haitallisia aineita. Rakentamisen aikaiset maaperään ja kallioperään kohdistuvat vaikutukset voivat heijastua pintavesien laatuun, jos huonolaatuisia hulevesiä pää- see pintavesiin. Rakentamisen aikaisia pintavesivaikutuksia on käsitelty omassa luvussaan (9.7).

Sähkönsiirron rakentamisen aikaiset vaikutukset maa- ja kallioperään ovat pääasiassa rakentamisen aikaisia ja kohdistuvat lähinnä pintamaihin. Kaivuu- ja maansiirtotyöt muokkaavat maaperää sähkönsiirtoreitin koh- dalta. Maakaapelit sijoitetaan pääsääntöisesti huoltoteiden yhteyteen kaivettaviin maakaapeliojiin.

9.8.4 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Tuulivoimalaitosten ja tiestön kohdalla tehty maanmuokkaus ja kasvillisuuden poisto saattaa johtaa vesieroo- sion kiihtymiseen ja tuulen aiheuttamaan eroosioon paljastetulla tuulisella alueella. Toiminnan aikana hanke rajoittaa maa- ja kallioperän hyödynnettävyyttä tiestön ja voimalapaikkojen kohdalla ja välittömässä

läheisyydessä. Onnettomuuden sattuessa voi maaperään päästä haitallisia aineita, kuten ajoneuvojen polttoaineita tai öljyä. Riittävällä varautumisella onnettomuusriskiä voidaan vähentää, jolloin toiminnan aikana riski maaperän pilaantumisella arvioidaan olevan vähäinen.

9.8.5 Toiminnan lopettamisen vaikutukset

Toiminnan lopettamisella ei ole merkittäviä ympäristövaikutuksia maa- tai kallioperään. Mikäli tuulivoimaloiden perustukset poistetaan, syntyy samankaltaisia vaikutuksia kuin rakentamisvaiheessa.

9.8.6 Yhteisvaikutukset

Hankealueella tiestöä on suunniteltu parannettavaksi ja uutta tiestöä tullaan rakentamaan. Maanmuokkauksesta johtuvat muutokset arvioidaan kuitenkin jäävän pieniksi ja paikallisiksi. Hankkeessa pyritään hyödyntämään olemassa olevaa tiestöä, ja uuden tiestön rakentamisessa pyritään minimoimaan vaikutukset maa- ja kallioperään. Hankealueen ajoreittien muokkaukset eivät lisää hakkuita. Voimaloiden rakentamisessa arvioidaan maanmuokkausmääräksi n. 10 t kiintokuutiota per voimala eli n. 100 tm^3 luvittettavaa yhteensä. Saatavaa maa-ainesta arvioidaan otettavan n. 90 % hankealueen sisältä ja 10 % hankealueen ulkopuolelta. Muualta tulevaa kiviainesta hyödynnetään kantaviin kerroksiin, koska hankealueen kiviaineksen laatu on osin epävarmaa. Muualta tulevan kiviaineksen ottoaluetta ei vielä tiedetä, mutta ottopaikan paikalliset vaikutukset tullaan arvioimaan huolellisesti ja mahdolliset vaikutukset arvioimaan tarvittaessa.

Tuulivoimapuistoon, sähköaseman läheisyyteen, osoitetaan noin hehtaarin suuruinen varaus akkukentän rakentamiselle. Akkukentän rakentamisella uskotaan olevan vain paikallisia vaikutuksia maa- ja kallioperään, jotka jäävät pieniksi.

Uutta tai suunniteltavaa tiestöä on suunniteltu kulkeväksi Jyskypuron ylitse. Vaikutuksia puron kulkeutumiseen ja vedenlaatuun voidaan vähentää suunnittelulla ja esimerkiksi ojarummuilla. Mahdollisten vaikutusten uskotaan jäävän pieniksi ja sijoittuvan pienelle alueelle. Suurimmat riskit liittyvät onnettomuustilanteisiin.

Luonnontilaisiin lähteisiin sekä lampiin ja järviin ei uskota kohdistuvan vaikutuksia maanmuokkauksesta. Onnettomuustilanteissa on otettava huomioon nopea reagointi ja valmiusmahdollisuus, jotta esimerkiksi öljyvuodot voidaan havaita ja siivota oikeaoppisesti. Maanmuokkauksella, maanotolla tai teiden rakentamisella ja korjauksella ei katsota olevan muihin tuulivoimahankkeisiin ulottuvia vaikutuksia.

9.8.7 Vaikutusten merkittävyyden arviointi ja vaihtoehtojen vertailu

Eri vaihtoehtoista aiheutuvat maa- ja kallioperään kohdistuvat vaikutukset on esitetty taulukossa Taulukko 41. Vaihtoehdolla 0 ei ole maa- ja kallioperään kohdistuvia vaikutuksia. Vaihtoehdot VE1 ja VE2 aiheuttavat vähäisen kielteisen vaikutuksen. Vaikutukset kohdistuvat ensisijaisesti hankealueen sisälle. Vaihtoehdossa VE1 uuden tiestön (n. 13,4 km) tarvitsema maa-alue, johon kohdistuu suoria vaikutuksia, on noin 26,9 ha. Vaihtoehdossa VE2 uuden tiestön (n. 11,8 km) tarvitsema maa-alue on 23,6 ha. Lisäksi vaikutuspinta-alaa syntyy myös voimaloiden tarvitsemasta maa-alasta. Tämän perusteella suorien maa- ja kallioperään kohdistuvien vaikutusten osuus koko hankealueesta uuden tiestön osalta on VE1:ssä n. 1,7 % ja VE2:ssä n. 1,5 % hankealueen pinta-alasta. Näin ollen vaihtoehtojen VE1 ja VE2 välillä ei ole merkittäviä eroavaisuuksia, mutta vaihtoehdossa VE2 vaikutusten laajuus on hieman pienempi.

Taulukko 41. Maa- ja kallioperään kohdistuvien vaikutusten merkittävyyden arviointi eri hankevaihtoehdoissa.

VE0	
0	Ei vaikutuksia.
VE1	
–	Vaikutukset maa- ja kallioperään ovat vähäisiä ja paikallisia. Vaikutusten pinta-alaosuus on suhteellisen pieni. Syntyviä maamassoja voidaan hyödyntää hankkeen sisällä.
VE2	
–	Vaikutukset maa- ja kallioperään ovat vähäisiä ja paikallisia. Vaikutusten pinta-alaosuus on suhteellisen pieni. Syntyviä maamassoja voidaan hyödyntää hankkeen sisällä.

9.8.8 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Haitallisia vaikutuksia voidaan vähentää tekemällä riittävä selvitys pohjaolosuhteista ennen rakentamisen aloittamista. Maanrakennustöiden osalta pyritään hyödyntämään hankkeen sisällä rakentamisessa muodostuvat ylijäämämaat ja minimoimaan ulkopuolelta tuotavan materiaalin määrä. Tiestön aiheuttamia vaikutuksia voidaan vähentää hyödyntämällä mahdollisuuksien mukaan olemassa olevaa tiestöä. Uusien teiden suunnittelussa otetaan huomioon maastonmuodot. Maamassojen sijoittamisen suunnittelulla voidaan vähentää myös mm. pintavesivaikutuksia. Mahdollisten onnettomuuksien aiheuttamaa maaperän pilaantumisriskiä voidaan vähentää esimerkiksi koneiden riittävien huoltojen sekä öljyn imeytysmateriaalien avulla.

9.9 Vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiseen

Tuulivoimatuotanto vaikuttaa luonnonvarojen hyödyntämiseen tuulivoimalan elinkaaren aikana useissa vaiheissa. Luonnonvaroilla tarkoitetaan kaikkea luonnossa olevaa, jota ihminen pystyy hyödyntämään omaksi edukseen. Aineettomia luonnonvaroja ovat muun muassa auringonsäteily, tuuli ja ilma. Aineellisia uusiutuvia luonnonvaroja ovat muun muassa puu, vesi, sienet, marjat, riista ja kalat. Aineellisia uusiutumattomia ovat muun muassa maa- ja kiviaines sekä turve.

Hankkeen aiheuttamat luonnonvarojen hyödyntämiseen liittyvät vaikutukset muodostuvat lähinnä hankealueen metsätalousalueiden pinta-alojen ja luonteen muutoksista sekä maa-aineksen oton estymiseen rakennettavilta alueilta riittävine suojaetäisyyksineen. Lisäksi tuulivoimahankkeen infrastruktuurin rakentaminen edellyttää raaka-aineiden (mm. maa-ainekset) hankintaa.

9.9.1 Nykytila

Karstulan tuulivoimapuiston alue on pääasiassa metsätalousaluetta. Lisäksi aluetta käytetään myös turvetuotantoon ja maatalouskäyttöön. Hankealueella sijaitsee Isonen ja Sileäkankaan alueilla tuotannossa olevat turvetuotantoalueet. Aluetta hyödynnetään myös virkistytymiseen ja luonnontuotteiden hyödyntämiseen kuten marjastukseen ja sienestykseen.

9.9.2 Arviointimenetelmä ja epävarmuustekijät

Hankkeen vaikutuksia luonnonvarojen hyödyntämiseen arvioidaan alueen olemassa olevan ja hankkeen vaikutusarviointin aikana tuotetun aineiston perusteella asiantuntija-arviona. Vaikutuksia metsätalouteen arvioidaan tuulivoiman voimalakenttien, sähköaseman ja tiestön vaatiman pinta-alan perusteella. Maa- ja kiviaineksien käyttöä arvioidaan nykyisen käytön ja potentiaalın mukaisesti Syken Maa-ainesten ottoluvat ja

kiviainesvarannot -karttapalvelusta ja kunnilta saatujen tietojen perusteella. Tuulivoimaloiden tarvitsemia materiaaleja arvioidaan tiedossa olevien tuulivoimaloiden elinkaariarvioiden perusteella. Arviointi tehdään tiedossa olevien tietojen perusteella. Mikäli esimerkiksi malmeja etsittäisiin ja löydetäisiin alueelta, sillä olisi vaikutusta arviointiin. Muuten arviointiin ei liity epävarmuuksia.

9.9.3 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rakentamisen aikana maa- ja kallioperää muokataan ja vaikutukset kohdistuvat tuulivoimaloiden perustusten sekä nosto- ja asennusalueille, tiestön ja sähkönsiirtoreitin alueille. Rakentamiseen tarvitaan maa- ja kiviaineksia. Kohteita, joilla on maa-ainesten ottolupa, on käsitelty tässä luvussa sekä luvussa 1.6.7. Rakentamisessa syntyviä ylijäämämaita voidaan hyödyntää rakentamisessa, esimerkiksi tiivistys-, tasointus- ja pengerrystöissä.

Karstulan hankkeessa tarvittava maa-aineksen määrä rakentamisaikana on arvioitu olevan noin 10 tuhatta kiintokuutiota per voimala. Kokonaistarve VE1 mukaisessa 12 voimalan vaihtoehdossa on tällöin noin 120 000 k-m³ ja VE2 mukaisessa 9 voimalan vaihtoehdossa noin 90 000 k-m³. Rakentamiseen tarvittavasta maa-aineksesta suurin osa on kalliokiviainesta (murske).

Tarvittavista maa-aineksista tavoitteena on hankkia 90 % hankealueelle suunnitellulta kalliokiviaineksen ottoalueelta. Tämä tarkoittaa VE1 tilanteessa noin 108 000 k-m³ ja VE2 tilanteessa noin 81 000 k-m³. Kalliokiviaineksen ottoa ei suunnitella suoritettavaksi alueilta, jotka ovat luonnonsuojelullisesti arvokkaita. Suunnitellun ottoalueen koko on noin 1–1,5 hehtaaria, josta on arvioitu keskimäärin 0–1 metrin kerrospaksuudella olevan ennen maa-ainesten ottoa poistettavaa maa-ainesta. Tällaisessa arviossa poistettavan maa-aineksen määrä arvioidaan olevan noin 10 000 k-m³. Poistettavasta maa-aineksesta arvioidaan olevan noin 30 % kunntaa ja noin 70 % muuta käyttökelpoista maa-ainesta. Kyseinen alue tulee luvittaa asianmukaisesti myöhemmin.

Loput tarvittavista maa-aineksista, eli 10 %, on tarkoitus hankkia lähialueen olemassa olevista maa-ainesten ottoapaikoista. Tämä tarkoittaa VE1 tilanteessa 12 000 k-m³ ja VE2 tilanteessa 9 000 k-m³. Alle 10 kilometrin etäisyydellä Karstulan hankealueen rajasta sijaitsee yksi voimassa olevaa maa-ainesten ottolupa (sora ja hiekka), jonka luvan mahdollistama otto on yhteensä 85 000 k-m³. Kyseisestä maa-ainesten ottoluvasta on jo 34 633 k-m³ otettu, jolloin luvan jäljellä oleva maa-ainesten otto on yhteensä 50 367 k-m³. Kyseinen maa-ainesten ottolupa on voimassa 22.12.2029 saakka. (Syke 2023a.) Hankealueella on yksi voimassa oleva maa-ainesten ottolupa kalliokiviainekselle (Syrjänsuo) ja alle 10 kilometrin etäisyydellä Karstulan hankealueen rajasta sijaitsee lisäksi kaksi voimassa olevaa maa-ainesten ottolupaa kalliokiviainekselle. Lupien mahdollistama kalliokiviaineksen otto edellä mainituista alueista on yhteensä 639 000 k-m³. Näistä kahden ottoluvan jo otettu määrä on yhteenlaskettuna 86 453 k-m³ ja yhden ottoluvan osalta jo otettua määrää ei tiedetä. (Syke 2023a.)

Mikäli 10 % Karstulan tuulivoimaloiden rakentamiseen arvioidusta maa-ainesmäärästä hankitaan hankealueen ulkopuolelta, arvioidaan sillä olevan vähäinen negatiivinen vaikutus molempien hankevaihtoehtojen tapauksessa hankealueen ulkopuolisiin maa-ainesvarantoihin määrällisen tarkastelun perusteella. Vaikka kaikki arvioidusta, rakentamiseen tarvittavasta, maa- ja kiviaineksesta hankintaan hankealueen ulkopuolisista maa-ainesten ottoalueilta, arvioidaan sillä silti olevan vähäinen vaikutus hankealueen ulkopuolisiin maa-ainesvarantoihin määrällisen tarkastelun perusteella.

Tuulivoimahankkeen yhteyteen rakennettaviin uusiin ja parannettaviin tiestöihin tarvitaan myös maa- ja kiviaineksia. Alla olevassa taulukossa (Taulukko 42) on esitetty massamääräarviot Karstulan tuulivoimahankkeen uuteen ja parannettavaan tiestöön tarvitsemille maa- ja kiviaineksen massamäärille. Massamääräarviot on laskettu 0,8 m rakennekerroksella. Uusien tiealueiden leveytenä laskelmissa on käytetty 20 metriä ja tien leveytenä 6 metriä. Laskelmissa on arvioitu, että uuden tiestön rakentamiseen tarvitaan 6 000 m³/km ja parannettavaan tiestön rakentamiseen 2 000 m³/km.

Taulukko 42. Arvio uusien ja parannettavien tieyhteysien rakentamiseen tarvittavasta maa- ja kiviainesmäärästä.

Hankevaihtoehto	VE1 (12 voimalaa)	VE2 (9 voimalaa)
Uusien tieyhteysien pituus	13,3 km	12 km
Parannettavien tieyhteysien pituus	22,3 km	20,8 km
Massamääräarvio, uudet tieyhteydet (0,8 m rakennekerroksella)	79 800 m ³	72 000 m ³
Massamääräarvio, parannettavat tieyhteydet (0,8 m rakennekerroksella)	44 600 m ³	41 600 m ³

Rakentaminen vaatii myös muualta tuotavia materiaaleja, joita käytetään tuulivoimaloiden tuottamiseen. Arvio turbiinin ja perustusten rakentamiseen tarvitsemasta materiaalmäärästä molemmille vaihtoehdoille on esitetty alla olevassa taulukossa. Tiedot perustuvat Vestaksen 6,2 MW:n voimalaan, jonka kokonaiskorkeus on 230 metriä (napakorkeus 149 m ja roottorin halkaisija 162 m). (Vestas 2023.) Karstulan tuulivoimahankkeessa suunniteltujen tuulivoimaloiden kokonaiskorkeus on korkeintaan 300 metrin ja roottorin halkaisija on korkeintaan 240 metriä. Todellisuudessa materiaalmäärät ovat todennäköisesti suurempia kuin alla esitetyssä arviossa (Taulukko 43), mikäli rakennettavat voimalat ovat tässä YVA-selostuksessa esitettyjen enimmäismittojen mukaisia. Merkittävimmät kuluvat materiaalit ovat perustuksiin tarvittava betoni sekä tuulivoimalaan tarvittava teräs ja rauta, joiden kulutukselle ei ole nykyisellään vaihtoehtoja. Rakentamisen aikana kuluu polttoainetta kuljetuksiin ja työkoneisiin. Tuulivoimaloiden valmistamiseen tarvitsemaa energiaa on arvioitu luvussa 9.10.

Taulukko 43. Esimerkkiarvio tuulivoimalan rakentamiseen tarvittavasta materiaalmäärästä (turbiini ja perustukset). (koottu lähteestä: Vestas 2023)

Materiaali	VE1 (12 voimalaa) tonnia	VE2 (9 voimalaa) tonnia	Prosenttiosuus (%)
Teräs ja rauta	9831	7373	24,2
Alumiini ja sen seokset	104	78	0,3
Kupari, sinkki ja niiden seokset	58	43	0,1
Polymeerit	452	339	1,1
Muut materiaalit (keramiikka, lasi, betoni, magneetit, SF ₆ -kaasu, modifioitu orgaaninen luonnonmateriaali)	30 020	22 515	73,9
Elektroniikka/sähkölaitteet	82	62	0,2
Voiteluaineet ja nesteet	6	5	0,01
Määrittelemätön	60	45	0,1
Yhteensä	40 612	30 459	

9.9.4 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Hankealueen metsät ovat nykyisin pääosin metsätalouskäytössä. Puustoa kaadetaan tiestön ja tuulivoimaloiden tieltä. Tukkimäen hankealueella metsäpinta-alan määrä vähenee 86 ha 12 voimalan sijoitussuunnitelmalla ja 76 ha 9 voimalan sijoitussuunnitelmalla. Tuulivoimahankkeella on myös myönteisiä vaikutuksia alueen metsätalouteen, kun hanketta varten rakennettavaa tiestöä voidaan käyttää metsänhoitoon ja puunkuljetuksiin.

Hankealueella sijaitsee Isonen alueella tuotannossa oleva turvetuotantoalue. Molempien hankevaihtoehtojen voimalasijoitteluissa lähimmän suunnitellun voimalan (voimala 3) etäisyys kyseiselle turvetuotantoalueelle on noin 100 metriä. Tukkimäen tuulivoimapuiston normaalista toiminnasta ei arvioida aiheutuvan vaikutuksia kyseisen turvetuotantoalueen nykyiseen toimintaan. Tukkimäen hankkeen uutta ja parannettava tiestöä voidaan myös hyödyntää Isonen alueen turvetuotantoalueelle kuljettaessa.

Hankealueella sijaitsee lisäksi Sileäkankaan alueella tuotannossa oleva turvetuotantoalue. Hankevaihtoehtojen VE1 tilanteessa etäisyys lähimmän suunnitellun voimalan osalta kyseiselle turvetuotantoalueelle on noin 300 metriä. Hankevaihtoehtojen VE2 tilanteessa etäisyys lähimmän suunnitellun voimalan osalta kyseiselle turvetuotantoalueelle on noin 500 metriä. Karstulan tuulivoimapuiston normaalista toiminnasta ei arvioida aiheutuvan vaikutuksia Sileäkankaan alueen turvetuotantoalueen nykyiseen toimintaan.

Tuulivoimalat rajoittavat alueen mahdollista käyttöä tulevaisuudessa maa- ja kiviainestenottoalueena. Hanke-alueella sijaitsee Syken maa-ainestenottoluvat ja kiviainesvarannot -karttapalvelun perusteella kolme maa-ainesmuodostumaa: Kaarvinkki, Tukkimäki ja Sadeharjunneva (Syke 2023a). Hankevaihtoehtojen VE1 tilanteessa voimalat eivät sijoitu kyseisten maa-ainesmuodostumien kohdalle. Hankevaihtoehtojen VE2 tilanteessa yksi voimala sijoittuu Tukkimäen maa-ainesmuodostuman kohdalle. Maa-ainesmuodostumalle suunniteltu voimala rajoittaa maa-ainesmuodostuman mahdollista käyttöä maa-ainesten ottoalueena tuulivoimalan kohdalla, kun voimala on rakennettu.

Molempien hankevaihtoehtojen tilanteessa suunniteltua uutta tiestöä kulkee Kaarvinkin maa-ainesmuodostuman kohdalta ja vähäisesti Tukkimäen maa-ainesmuodostuman eteläosan kohdalta. Lisäksi vaihtoehdon VE2 tilanteessa uutta tiestöä suunnitellaan Tukkimäen maa-ainesmuodostumalle pohjoisemmasta. Uusi tiestö rajoittaa maa-ainesmuodostuman maa-ainesten ottoon hyödynnettävää aluetta tiestön kohdalta, mutta toisaalta uusi tiestö parantaa kulkuyhteyksiä maa-ainesmuodostumalle.

Molempien hankevaihtoehtojen tilanteessa parannettavaa tiestöä on suunniteltu kulkemaan Tukkimäen maa-ainesmuodostuman halki ja vähäisesti Kaarvinkin maa-ainesmuodostuman kohdalta. Teiden parantamisen arvioidaan vähäisesti rajoittavan maa-ainesmuodostumien mahdollista käyttöä maa-ainesten ottamiseen, mutta tiestön parantamisella arvioidaan olevan myös positiivinen vaikutus maa-ainesmuodostumalle kulkemiseen.

Alueella liikkumista ei ole estetty ja vain sähköaseman alue aidataan. Aluetta voi käyttää marjastukseen ja sienestykseen jatkossakin, mutta luonnontuotteiden hyödyntämiseen soveltuvat alueet pienentyvät hieman kuten talousmetsäaluekin.

9.9.5 Toiminnan lopettamisen vaikutukset

Tuulivoimalan käyttöikä on tyypillisesti noin 25 vuotta ja uusimpien voimaloiden tilanteessa jopa yli 30 vuotta. Elinkaaren lopussa tuulivoimala puretaan ja sen osat kierrätetään (Suomen Tuulivoimayhdistys 2023b). Tuulivoimalan purkamisesta vastaa voimalan omistaja (Ympäristöministeriö 2016a). Tuulivoimaloiden materiaalien tehokkaan kierrättämisen ja uusiokäytön avulla vähennetään tarvetta uusien raaka-aineiden tuotannolle, mikä vähentää osaltaan loppusijoituksen tarvetta niiden osalta. Yli 80–95 % tuulivoimalasta voidaan kierrättää (Suomen Tuulivoimayhdistys 2023e). Voimaloiden metallikomponenttien (lyijy, teräs, kupari, alumiini) osalta kierrätysaste on yleensä hyvin korkea, jopa 100 % (Motiva 2021).

Vaikeimmin kierrätettävä osa ovat lavat, jotka ovat sekoitus polymeerejä kuten kertamuoveja, epoksia ja polyesteria, balsapuuta, metallia sekä hiili- ja lasikuituja (Suomen Tuulivoimayhdistys 2023e). Lasikuitumuovijätettä syntyy muillakin aloilla, ja sen kierrätyksen haasteisiin on etsitty ja kehitetty vaihtoehtoja myös Suomessa (Paalatie & Viikki 2019). Lapajätettä voidaan käyttää esimerkiksi sementin valmistusprosessissa. Tuulivoimalan lapojen polttoarvo on melko huono suhteessa poltossa syntyvän tuhkan määrään, minkä takia ne ovat jätteenpolton näkökulmasta haastavia hyödyntää. (Paalatie 2020.)

Tuuligeneraattorien sisältämien kestopagneettien purkamista ja erottelua on tutkittu Suomessa, ja niiden uusiokäyttö uusien magneettien raaka-aineena on mahdollista. Magneettien sisältämät harvinaiset maametallit (neodyymi, dysprosium ja terbium) on luokiteltu EU:ssa kriittisiksi ja niiden saaminen kiertoon on tärkeää myös saatavuuden epävarmuuden takia. (Suominen & Haavisto 2019.)

Purettujen voimaloiden tilalle on mahdollista rakentaa uudet voimalat, tai alue voidaan poistaa tuulivoimakäytöstä ja maisemoida. Turvallisuussyistä uusien voimaloiden rakentamisen vaatimuksena on aina vanhojen perustusten uusiminen. Tuotannon päättyessä perustukset voidaan kuitenkin jättää maahan ja maisemoida. (ELY-keskus 2022.) Maisemoinnissa alue voidaan mahdollisesti ottaa takaisin samaan käyttöön, kuin ennen tuulivoimapuiston rakentamista.

9.9.6 Yhteisvaikutukset

Tuulivoimahankkeiden rakentamisessa käytetään samoja raaka-aineita, kuten maa-aineksia, jolloin hanke-
määrien kasvaessa rakentamisessa käytettävien materiaalien toimitusmatkat ja -ajat voivat kasvaa.

9.9.7 Vaikutusten merkittävyyden arviointi ja vaihtoehtojen vertailu

Eri vaihtoehtojen vaikutukset on esitetty seuraavassa taulukossa. Vaihtoehdolla VE0 on arvioitu negatiivinen vaikutus, sillä tuulivoiman sijasta käytettäisiin edelleen fossiilista energiaa ja uusiutuvan energian tuotanto ei kasva.

Vaihtoehdot VE1 ja VE2 aiheuttavat vähäisen kielteisen vaikutuksen metsätalouteen, maa- ja kiviainesten ottoon sekä marjojen ja sienien määrään alueella. Vaihtoehdot VE1 ja VE2 pienentävät hankealueella olevan maa-aineksen potentiaalista määrää maa-ainesmarkkinoilla, koska hankealueelta on suunniteltu maa-ainesten ottoa tuulivoimarakentamista varten. Vaihtoehdon VE1 tilanteessa maa-ainesten potentiaalinen määrä maa-ainesmarkkinoilla vähenee enemmän kuin VE2 tilanteessa, mutta molempien hankevaihtoehtojen tapauksessa negatiivinen vaikutus on arvioitu vähäiseksi. Vähäinen kielteinen vaikutus on lisäksi arvioitu tuulivoimaloiden rakentamisesta aiheutuvalle materiaali- ja energiakulutukselle molempien hankevaihtoehtojen tapauksessa. Kuitenkin tuulivoima lisää uusiutuvan energian tuotantoa, mille on arvioitu myönteinen vaikutus molempien hankevaihtoehtojen tapauksessa. Lisäksi hanke parantaa tiestöä, mikä helpottaa alueen metsätaloutta ja turvetuotantoa sekä mahdollista kulkemista maa-ainesmuodostumille. Kyseiselle vaikutukselle on arvioitu vähäisesti myönteinen vaikutus molempien hankevaihtoehtojen tilanteessa.

Eri vaihtoehdoista aiheutuvat luonnonvarojen hyödyntämiseen kohdistuvat vaikutukset on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 44).

Taulukko 44. Luonnonvarojen hyödyntämiseen kohdistuvien vaikutusten merkittävyyden arviointi eri hankevaihtoehdoissa.

VE0	
--	Ei lisää uusiutuvan energian tuotantoa.
-	Hankealueelta saatavan maa-aineksen potentiaalinen määrä maa-ainesmarkkinoilla pienee.
VE1	
+++	Tuulivoima lisää uusiutuvan energian tuotantoa.
+	Parantunut tiestö auttaa metsätaloutta ja turvetuotantoalueelle sekä maa-ainesmuodostumille kulkemista.
-	Pienentää metsätalouteen, maa- ja kiviainestenottoon, marjastukseen ja sienestystykseen sekä maa- ja kiviainesten ottoon käytettävää aluetta.
-	Tuulivoimaloiden rakentaminen kuluttaa materiaalia ja energiaa.
-	Hankealueelta saatavan maa-aineksen potentiaalinen määrä maa-ainesmarkkinoilla pienee.
VE2	
+++	Tuulivoima lisää uusiutuvan energian tuotantoa.
+	Parantunut tiestö auttaa metsätaloutta ja turvetuotantoalueelle sekä maa-ainesmuodostumille kulkemista.
-	Pienentää metsätalouteen, maa- ja kiviainestenottoon, marjastukseen ja sienestystykseen sekä maa- ja kiviainesten ottoon käytettävää aluetta.
-	Tuulivoimaloiden rakentaminen kuluttaa materiaalia ja energiaa.
-	Hankealueelta saatavan maa-aineksen potentiaalinen määrä maa-ainesmarkkinoilla pienee.

9.9.8 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Kielteisiä vaikutuksia pystytään parhaiten ehkäisemään uusiokäyttämällä ja kierrättämällä käytetyt materiaalit mahdollisimman tehokkaasti. Tarvittavat kiviainekset tuodaan mahdollisimman läheltä kuljetusmatkojen minimoimiseksi.

9.10 Vaikutukset ilmastoon

9.10.1 Nykytila

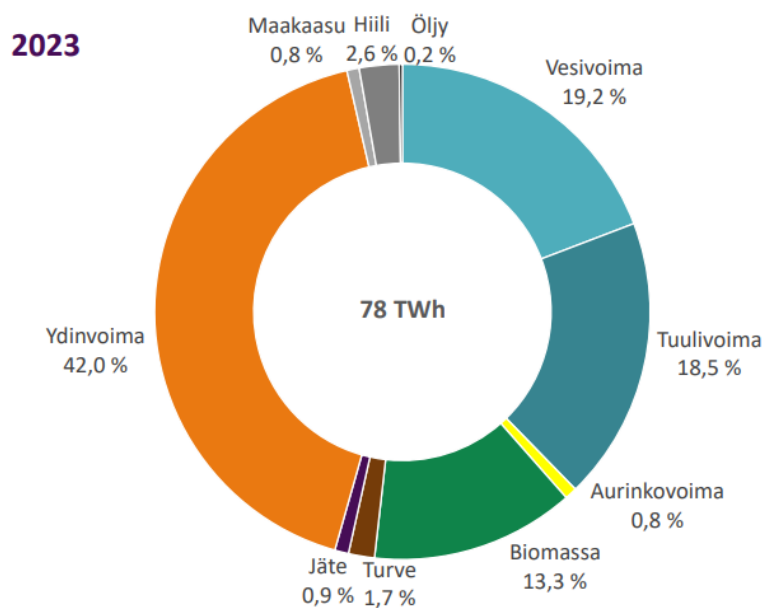
Ilmastollisesti Tukkimäen tuulivoimapuiston hankealue kuuluu eteläboreaaliseen ilmastovyöhykkeeseen, joka kattaa Järvisuomen ulottuen Pohjanlahden rannikolla Kokkolan seudulle. Eteläboreaalaisessa ilmastovyöhykkeessä ilmastoon vaikuttaa se, että puusto on runsasta ja kesä on lämmin ja pitkä. Vain laaksoissa esiintyy soita. (Ilmatieteen laitos 2023.) Koko Suomen ja myös Keski-Suomen ilmasto on lämmennyt 1800-luvun lopun jälkeen noin kaksi astetta. Eniten lämpenemistä on tapahtunut talvella (Ilmasto-opas 2022).

Ilmastonmuutoksen vaikutukset sääolosuhteisiin

Käynnissä oleva ihmiskunnan aiheuttama ilmastonmuutos aiheutuu lähinnä kasvihuonekaasujen, erityisesti hiilidioksidin (CO₂) määrän lisääntymisestä ilmakehässä. Kiihtyvän ilmastonmuutoksen myötä lämpötilojen odotetaan kohoavan nykyisestä ja sademäärien kasvavan. Myös talvien lumipeiteajan arvioidaan lyhenevän. Talvien ilmasto näyttäisi arvioiden mukaan muuttuvan kesiä enemmän. Keskimääräisten tuuliolosuhteiden ei odoteta muuttuvan, mutta sään ääreistyminen voi tarkoittaa nykyistä voimakkaampia myrskytuulia myös sisämaassa (Ilmasto-opas 2022). Ilmastonmuutoksen myötä jäätävien olosuhteiden määrä voi lisääntyä, jos lämpötila saavuttaa 0 °C molemmiin puoliin ja samaan aikaan sateisuus lisääntyy.

Päästöt ja energia

Vuonna 2023 sähköä tuotettiin Suomessa 78 TWh. Tämän lisäksi sähköenergiaa tuotiin Suomeen Pohjoismaista ja vietiin Viroon, jolloin sähköenergian nettotuonti oli noin 1,8 TWh. Tuonti Pohjoismaista väheni 40 % ja vienti kasvoi 15 %. Kotimaisesta sähköntuotannosta 52 % tuotettiin uusiutuvilla energiatuotantomuodoilla, ja hiilidioksidineutraalisti 94 %. Polttoaineiden alkuperän kotimaisuusaste oli 54 %. Suomen sähköntuotannosta 18,5 % oli tuulivoimalla tuotettua sähköä vuonna 2023 (kuva 114, Energiateollisuus ry, 2024).



Kuva 114. Kotimaisen sähköntuotannon alkuperä vuonna 2023 (Energiateollisuus ry 2024).

Keski-Suomen maakunnan päästökaupan ulkopuoliset kasvihuonekaasupäästöt Hinku-laskentamenetelmän mukaan olivat vuonna 2021 olivat 1 517,1 ktCO₂ekv (tuhatta tonnia hiilidioksidiekvivalenttia). Karstulan osuus tästä oli 40,0 ktCO₂ekv. Vuoden 2005 tasosta Karstulan päästöt olivat laskeneet 27 % sekä koko Keski-Suomen maakunnan 29 % (Syke 2023d).

Suomen sähköntuotannon päästökerroin oli 55 gCO₂/kWh vuonna 2022. Kertoimessa on huomioitu vain kotimainen sähköntuotanto ja se huomioi myös uusiutuvat energiamuodot. Suomessa kulutetun sähkön päästökerroin oli 60 gCO₂/kWh. (Fingrid 2023b.)

9.10.2 Arviointimenetelmä ja epävarmuustekijät

Tuulivoima ei tuotantovaiheen aikana aiheuta päästöjä ilmaan, sillä se ei toimiakseen tarvitse polttoainetta toisin kuin perinteiset polttoon perustuvat energiantuotantomuodot. Tuulivoimaloiden elinkaaren aikana päästöä syntyy kuitenkin sekä alkuvaiheessa rakentamisessa että lopussa purkuvaiheessa (Taulukko 45).

Taulukko 45. Tuulivoiman elinkaaren aikana päästöjä aiheuttavia toimintoja.

Maanrakennus	Rakentamisvaihe	Tuotantovaihe	Purkaminen
 Maankäytön muutokset; hiilivarastojen väheneminen  Massojen kuljetukset	 Raaka-aineiden ja komponenttien valmistus  Perustusten valaminen  Kuljetukset  Rakentamisen aikaiset päästöt	 Huollot  Materiaalikorvaukset  Hiilinielujen pientyminen	 Materiaalien hävittäminen  Materiaalien kierrätys  Purkamisen työmaatoiminnot

Tuulivoimahankkeesta aiheutuu päästöjä maanrakennusvaiheesta maankäytön muutoksiin liittyvistä toiminnoista, kun tuulivoimapuistojen tieltä raivataan olemassa olevaa metsää huoltoteille tai rakennettavien sähkölinjojen tieltä. Alueen hiilivarastot pienenevät, kun hankkeen tieltä joudutaan kaatamaan hiilivarastoina ja -nieluinä toimineita puita. Hankkeen päätyttyä alueen maisemointi ja metsittäminen voidaan tehdä uudelleen.

Päästöjä syntyy rakennusvaiheessa raaka-aineiden ja komponenttien valmistamisesta, rakenteiden ja materiaalien kuljettamisesta, rakentamisesta ja itse pystytyksestä. Varsinaisen toimintavaiheen aikana päästöjä syntyy ainoastaan huoltotoimenpiteistä ja siihen liittyvästä liikenteestä. Tuotantovaiheen päätteeksi tuulivoimalat puretaan ja päästöjä syntyy purkamisen työmaavaiheista ja materiaalien kuljetuksesta kierrätykseen tai hävitykseen. Myös materiaalien kierrätys ja hävittäminen aiheuttavat päästöjä.

Tuulivoimatuotannon merkittäväksi myönteiseksi vaikutukseksi luetaan se, että sen avulla voidaan vähentää merkittävä määrä fossiililla polttoaineilla tuotettua energiaa ja siten edistää päästövähennystavoitteiden saavuttamista. Tuulivoiman päästöarvoja verrataan alueen muun energiantuotannon päästöarvoihin.

9.10.3 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Yksi tuulivoimalakenttä nostoalueineen tarvitsee aukeaa tilaa noin 1,5 ha. Tuulivoimahanketta varten alueen nykyistä tieverkkoa levennetään ja alueelle rakennetaan myös uusia teitä. Tien ajettava leveys hankealueella on keskimäärin noin 6 m, jonka lisäksi tulevat vielä pientareet (luiskat). Maakaapeli asennetaan tien luiskaan

(Kuva 17). Puut poistetaan teiden kohdalta noin 20 m leveydeltä. Sähköasemia rakennetaan yksi ja tällä hetkellä vaihtoehtoiset kolme asemaa ovat tilantarpeeltaan noin 9 ha, 5 ha ja noin 3 ha. Ulkoista sähkönsiirtoa varten 400 kV voimajohdon vaatima avoin puuton alue on 42 metriä. Sähkönsiirron vaikutuksia on tarkasteltu kappaleessa 10.13. Alla olevassa taulukossa (Taulukko 46) on esitetty eri hankevaihtoehtojen vaatimat uusien ja parannettavien teiden pituudet.

Taulukko 46. Uusien ja parannettavien teiden pituudet hankevaihtoehtojen mukaan.

Vaihtoehto	Uudet tiet	Parannettavat tiet
VE1	13,3 km	22,3 km
VE2	12 km	20,8 km

Yhteensä tuulivoimapuiston sisäistä tieverkkoa, perustuksia, nostoalueita, sähkönsiirtoa ja hankealueella olevaa sähköasemaa varten tarvitaan vaihtoehtossa VE1 aukeaa tilaa noin 86 hehtaaria, jo olemassa olevien tiealueiden kuten Kannonkoskentien ja Tiilikka-Kolunlampi välisen tiealueen lisäksi. Tältä alueelta tulisi raivata yhteensä noin 10 204 m³ puuta (Luke 2023g). Syken tuottaman laskurin avulla arvioituna tämä määrä puuta energiapuuna vastaa 9 439 tCO₂ (hiilidioksiditonnia) hiilivaraston vähenemää (Syke 2023e). Vaihtoehtossa VE2 raivattavaa aluetta on 76 hehtaaria, jolloin puustoa poistetaan hankealueelta kaikkiaan noin 8 858 m³. Tämä puustomäärä vastaa 8 194 tCO₂. Alla olevassa taulukossa (Taulukko 47) on esitetty eri hankevaihtoehtojen aiheuttamat poistuvat hiilivarastot ja puuston määrät.

Taulukko 47. Hankealueelta poistuva puuston määrä ja hiilivarasto hankevaihtoehtojen mukaan.

Vaihtoehto	Raivattava alue	Poistuvan puuston määrä	Poistuva hiilivarasto
VE1	86 ha	10 204 m ³	9 439 tCO _{2ekv}
VE2	76 ha	8 858 m ³	8 194 tCO _{2ekv}

Tuulivoimapuiston ja SVE toteutuessa, tarvitaan myös sisäinen sähkönsiirto, joka toteutetaan pääasiassa maakaapeleina ja rakennetaan teiden yhteyteen. Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 arvioinnin kappaleisiin sisältyy sisäisen sähkönsiirron aiheuttama maankäytön muutoksen arviointi, mutta eriteltynä sisäistä sähkönsiirtoa SVE tapauksessa tarvitaan noin 20 kilometrin verran.

Päästöjä aiheutuu puiden kuljettamisesta energiantuotantoon, työkoneiden päästöistä pintamaan kasvuston raivaamisesta ja kaivannoista tuulivoimaloiden perustuksia varten. Mitä lyhempanä puiden, pintamaan ja kaivantojen massojen kuljetusmatkat pystytään pitämään, sen vähemmän kuljetuksen aikaisia päästöjä syntyy.

Hankealueen tuulivoimaloiden elinkaaren hiilijalanjälkiarvioinnissa hyödynnetään erään potentiaalisen laite-toimittajan, Vestaksen, arvioimia massa- ja päästötietoja (Sweco Infra & Rail Oy 2022) ja yleistetään ne koskemaan myös tätä hanketta. Vestaksen arvioimien yksittäisten tuulivoimaloiden teho oli 5,6 MW, napakorkeus 166 m ja lapojen halkaisija 162 m ja pyyhkäisykorkeus 247 m. Vestaksen voimalat ovat suunnittelu-arvoiltaan pienempiä kuin alueelle nyt kaavaillut tuulivoimat (napakorkeus 225 m, roottorin halkaisija 250 m, pyyhkäisykorkeus 350 m), mutta niitä käytetään seuraavassa esimerkkinä, antamaan suuruusluokka-arviota tuulivoimapuiston rakentamisen hiilidioksidipäästöistä. Laitetoimittaja Vestas arvioi laitteille ominaispäästökseen

7,8 gCO₂ekv/kWh ja kierrätettävyyssasteeksi 88 %. Tuulivoimaloiden käyttöiäksi on arvioitu vähintään 20 vuotta. Nyt arvioitava tuulivoimapuisto käsittää 12 tuulivoimalaa vaihtoehdossa VE1 ja 9 voimalaa vaihtoehdossa VE2.

Tuulivoimalan perustusten massaksi Vestas arvioi 2 863 tonnia, tornin massaksi 693 tonnia, turbiinin massaksi 168 tonnia ja roottoreiden massaksi 119 tonnia. Tuulivoimala koostuu taulukon 48 mukaisesti eri materiaaleista, joista teräs- ja rautatuotteiden osuus on merkittävin. Syken ylläpitämän rakentamisen päästötietokannan (Syke 2023f) mukaan näiden teräs- ja metallituotteiden päästöt olisivat tuulivoimapuiston kaikkien voimaloiden osalta noin 51 000 tCO₂ekv VE1 ja 38 300 tCO₂ekv VE2. Lapojen tarvitsemalle hiilikuidulle ei ole päästökerrointa saatavilla. Arvio ei myöskään sisällä materiaalien työstämisen päästöjä, kuljetusten päästöjä tai rakentamisen päästöjä. Tuulivoimalan varsinainen pystytys kestää noin 4–5 päivää. Lopullinen perustamistapa tarkentuu rakennuslupavaiheessa. Alla olevassa taulukossa on koottu tuulivoimalan eri materiaalien osuudet (Taulukko 48).

Taulukko 48. Tuulivoimalan eri materiaalien osuudet Vestaksen arvion mukaan ilman perustusten osuutta.

Materiaali	OSUUS
Teräs ja rauta	89,1 %
Alumiini ja sen yhdisteet	1,3 %
Kupari ja sen yhdisteet	0,5 %
Muovit	2,6 %
Lasi- ja hiilikuidut	5,4 %
Elektroniikka	0,5 %
Öljyt ja jäähdytysnesteet	0,6 %

Perustukset koostuvat valtaosin, 94 %, betonista, jonka päästö kerroin Syken ylläpitämän rakentamisen päästötietokannan (Syke 2023f) mukaan on 0,19 kgCO₂ekv/kg. Perustusten kokonaismassa on hankevaihtoehdossa VE1 noin 34 356 tonnia ja 25 767 tonnia vaihtoehdossa VE2. Arviolta 6 % massasta olisi betoniraudoitusta, jonka päästökerroin on 0,67 kgCO₂ekv/kg. Näin ollen tuulivoimapuiston kaikkien voimaloiden perustusten hiilijalanjälkiarvio olisi noin 7 600 tCO₂ekv VE1 ja 5 700 tCO₂ekv VE2. Kuljetuksien tai työmaatoimintojen päästöjä ei ole arvioitu tähän mukaan. Niiden voidaan arvioida kuitenkin olevan materiaalipäästöjä selvästi pienempiä.

Näin ollen koko tuulivoimapuiston perustusten ja voimalaitosten rakentamiseen tarvittavien metalli- ja terästuotteiden hiilidioksidipäästöt olisivat karkean arvion mukaan yhteensä noin 58 500 tCO₂ekv VE1 ja 43 900 tCO₂ekv VE2 (Taulukko 49).

Taulukko 49. Hankevaihtoehtojen materiaalivaiheen päästöt.

Vaihtoehto	Rakenteiden päästöt tCO ₂ ekv	Perustusten päästöt tCO ₂ ekv	Yhteensä tCO ₂ ekv
VE1 (12 voimalaa)	51 000	7 600	58 500
VE2 (9 voimalaa)	38 300	5 700	43 900

9.10.4 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Tuulivoiman toiminnan aikaiset päästöt liittyvät pääsääntöisesti huoltoihin liittyvään liikenteeseen sekä lapojen mahdolliseen uusimiseen. Sähkön tuottaminen tuulivoimaloilla ei tuotantovaiheen aikana aiheuta hiilidioksidipäästöjä.

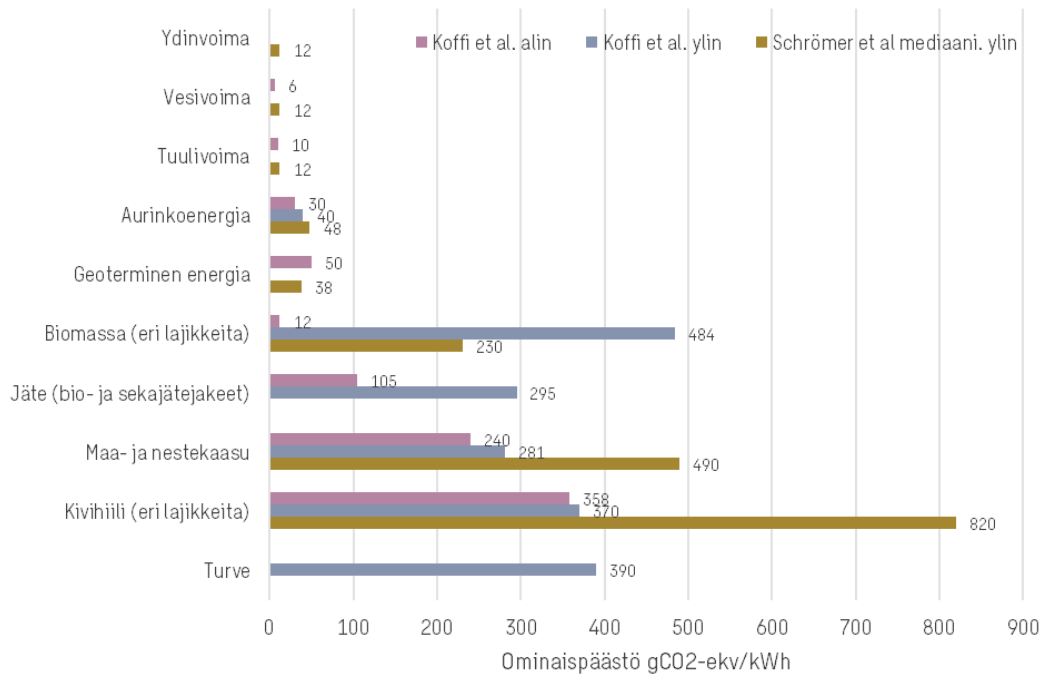
Yleisesti vuositasolla tuulivoiman tuotannolle arvioidaan Suomen vallitsevien tuuliolosuhteiden perusteella olevan otolliset toimintaolosuhteet noin 30 % vuoden tunneista. Näin ollen 63–168 MW (VE1 ja VE2, 9–12 tuulivoimalaa, 7–14 MW) tuulipuistoilla tuottaisi vuositasolla arviolta noin 166–442 GWh sähköenergiaa. Kokoluokan hahmottamiseksi voidaan todeta, että koko sähkönkulutus Karstulassa on vuosittain noin 40 GWh (Energiateollisuus ry 2022). Nelihenkisen perheen sähkölämmitteisen omakotitalon asumisen kokonaisenergiakulutus Suomessa on noin 20 MWh/a. Vaihtoehdossa VE1 (12 kpl 7–14 MW tuulivoimaloita) tuotettaisiin sähköenergiaa noin 11 000–22 100 omakotitalon vuotuisen sähkönkulutuksen verran ja vaihtoehdossa VE2 (9 kpl 7–14 MW tuulivoimaloita) vastaavasti noin 8 300–16 600 omakotitalon verran.

Tuulivoimaenergian käytön kasvihuonekaasujen vähentämispotentiaali riippuu siitä, mitä sähköntuotantomuotoja se korvaa markkinoilta. Tukkimäen tuulivoimahankkeen suunniteltu rakentamisen aloitus olisi noin vuonna 2025–2026 ja tuotannon aloittaminen noin vuonna 2027. Koko Suomen sähköntuotanto muuttuu jatkuvasti hiilineutraalimpaan suuntaan koska tavoitteena on, että Suomi on hiilineutraali jo vuoteen 2035 mennessä. Yksittäisellä tuulivoimahankkeella saavutettavat päästövähennykset suhteessa muihin energiantuotantomuotoihin pienenevät siten jatkuvasti. Tämä kehitys on positiivista ilmastolle ja sitä edesauttavat ja kiihdyttävät kaikki toteutuneet uusiutuvan energian hankkeet, niin myös Tukkimäen tuulivoimahanke toteutuessaan. Tuulivoimaenergian lisäksi päästöttömiksi energiantuotantomuodoiksi lasketaan mm. aurinko-, vesi- ja ydinvoima.

Tuulivoimapuiston rakentamisen takia menetetään puuttomiksi raivattavilta alueilta hiilinielu eli metsä ei näillä alueilla enää sido vuosittain ilmasta kasvuunsa tiettyä määrää hiilidioksidia. Keski-Suomessa puuston vuotuinen kasvu metsä- ja kitumaalla on keskimäärin 6,8 m³/ha (Luke 2023g). Puuston keskimääräisenä tiheytenä on käytetty 450 kg/m³ ja puun biomassasta on oletettu olevan puolet hiiltä. Vaihtoehdossa VE1 raivatavan alueen tilan osalta hiilinielun menetys on noin 483 tCO₂ vuodessa ja 16 901 tCO₂ puiston koko elinkaaren eli 35 vuoden aikana. Vaihtoehdossa VE2 hiilinielun menetys on noin 427 tCO₂ vuodessa eli 14 936 tCO₂ puiston koko elinkaaren aikana.

Kaikilla energiantuotantomuodoilla on elinkaaren aikaisia päästöjä ja siksi energiantuotantomuotoja vertailaan myös niiden elinkaaren ominaispäästöjen avulla. Syken Canemure-hankkeessa on koottu arvioita energiantuotantomuotojen elinkaaripäästöistä IPCC:n ja EU:n julkaisemien yhteenvetokatsausten aineistoista. Yleisesti tuulivoiman keskimääräiseksi ominaispäästökseksi arvioidaan noin 10 gCO_{2ekv}/kWh. Tämä hiilijalanjälkiarvio sisältää kokonaisarvion tuulivoiman rakentamisen, pystyttämisen, kuljetuksien ja huollon aiheuttamista päästöistä (Kuva 115).

Mikäli tuulienenergialla korvattaisiin esimerkiksi turpeenpolttoa, hiilipäästöt vähentyisivät noin 380 gCO_{2e}/kWh. Tuulivoimaenergian päästöt ovat siis merkittävästi pienemmät elinkaarensa ajalta tarkasteltuna kuin päästointensiivisempien energiantuotantomuotojen.



Kuva 115. Arvioita energialähteiden elinkaaren aikaisista päästöistä (Syke 2020).

Tuulivoima tarvitsee rinnalleen säätövoimaa ja sen tarvetta on käsitelty tarkemmin kappaleessa 9.10.6. Säättövoiman käyttö ei sinänsä lisää Suomen kasvihuonekaasupäästöjä. Jollei tuulivoimaa olisi, tulisi koko sähköntarve tyydyttää jotenkin eli käytännössä vastaavin energiantuotantomuodoin kuin säätövoimaa toteutetaan. Jos tuulivoimalla tyydytetty sähköntarve täytetään esim. tuonnilla Ruotsista, päästöjä ei silloin synny Suomessa, mutta globaalilla tasolla asialla ei ole merkitystä. Tyypillisesti lyhytaikainen säätövoiman tarve tyydytetään vesivoimalla, josta ei aiheudu suoria päästöjä.

Ilmastonmuutokseen sopeutumisen suurin haaste on epävarmuus muutoksen tarkoista vaikutuksista ja niiden kohdentumisesta. Ilmastonmuutoksen ennustetaan tulevaisuudessa esimerkiksi lisäävän sademääriä, vaikuttavan vedenkorkeuksien ja virtaamien vuodenaikaisvaihteluun ja lisäävän tulvariskiä sekä lisäävän tuulisuutta ja myrskyjä. Näistä muutoksista erityisesti tuulisuuden muutokset voivat aiheuttaa vaikutuksia tuulivoimapuiston käyttöön ja tuotantoon sen toiminnan aikana. Liian kovalla tuulella tuulivoimalat pysäytetään esimerkiksi niiden vaurioitumisen ja tarpeettoman kulumisen vuoksi.

Ilmastonmuutoksen seurauksena keskituulen nopeus lisääntyy jonkin verran Suomessa, etenkin rannikko- ja merialueilla, minkä arvioidaan entisestään parantavan tuulivoiman tuotantomahdollisuuksia Suomessa tulevaisuudessa. Yleistyvät sään ääri-ilmiöt, kuten myrskyt ja heikkotuuliset jaksot, kuitenkin saattavat ajoittain vähentää tuulivoiman kokonaistuotantoa. Ilmaston lämpenemisen myötä leudontuvat talvet voivat helpottaa tuotantoa muun muassa vähentämällä tuulivoimaloiden torneihin ja lapoihin kertyvää jäätä. (Ilmasto-opas 2022.)

9.10.5 Toiminnan lopettamisen vaikutukset

Tuulivoimatoiminnan loputtua hankealueella kiinnitetään erityistä huomiota tuulivoimaloissa käytettyjen materiaalien kierrättämiseen. Samoin, alueen maisemointi ja metsittäminen huolehditaan käytön jälkeen kuntoon.

Tuulivoimalan elinkaaren pituus on noin 30–35 vuotta, jonka jälkeen tuulivoimalat puretaan. Yleisen arvion mukaan jopa noin 88 % materiaaleista voidaan kierrättää. Noin 80 % tuulivoimaloissa käytetyistä raaka-aineista on kierrätettäviä, ja metalliosista (teräs, kupari, alumiini, lyijy) lähes 100 % on kierrätettävää. Kun lapojen lasikuitu ja muut komposiittimateriaalit saadaan kiertoon, voidaan puhua koko tuulivoimalan kohdalla jopa yli 90 % kierrätysasteesta.

Luonnonvarojen hyödyntämisen kappaleen (9.9) taulukon 43 mukaan suurin osa VE1 vaihtoehdon turbiinien materiaaleista on muita materiaaleja kuten keramiikkaa, ja lasia ja perustuksista suurin osa betonia ja terästä. Suurimmat päästöt aiheuttaa heterogeenisen jätteen jätteenkäsittely ja loppusijoitus (0,057 kg CO₂e/kg). Materiaalien lisäksi toiminnan lopettamisen päästöjä aiheuttavat käytettävät työkoneet ja kuljetukset. Näiden päästöt riippuvat esimerkiksi työkoneiden käyttötunneista, käyttövoimasta sekä kuljetusmatkoista. Purkamisen päästöihin liittyy paljon epävarmuuksia, joten niiden laskeminen ei ole erityisen mielekäästä.

Vaikeimmin kierrätettävä osa voimalasta ovat lavat, jotka ovat sekoitus polymeerejä, kuten kertamuoveja, epoksia ja polyesteria, balsapuuta, metallia sekä hiili- ja lasikuituja (Suomen Tuulivoimayhdistys 2023b). Lاپojen haastavaan kierrätykseen on kauan etsitty ratkaisuja globaalisti, ja nyt myös Suomessa on kehitetty lupaavia ratkaisuja. Lasikuitu saadaan hyvin kiertoon, mutta suuri hiilikuidun määrä voi hankaloittaa kierrättämistä. Kierrättämättä jäävä jäte voidaan joko polttaa tuottaen energiaa tai viimeisimpänä vaihtoehtona loppusijoittaa kaatopaikalle. Toisaalta tuulivoimateollisuuden eurooppalainen etujärjestö WindEurope on esittänyt Euroopan komissiolle, että lapajätteen sijoittaminen kaatopaikoille pitäisi kieltää vuoteen 2025 mennessä (WindEurope 2021). Purkamisvaiheessa aiheutuu päästöjä työkoneiden ja nostureiden käytöstä sekä materiaalien kuljettamisesta kierrätykseen ja hävitykseen.

Muoviteollisuus Ry:n ”KiMuRa”-hanke pilotoi muovikomposiittijätteen kierrätystä laajan toimijajoukon kanssa, jossa tuulivoimaloiden lapoja kierrätetään menestyksekkäästi sementtiteollisuudessa. Kierrätysprosessissa lavat murskataan ja seulotaan, jonka jälkeen murskattua jätettä hyötykäytetään sementin valmistuksessa niin, että komposiittimurska hyödynnetään sementin raaka-aineena ja muovi, kuten polyesteri tai epoksi, energiana. Näin lapajäte korvaa neitseellisten raaka-aineiden käyttöä ja pienentää sementin valmistuksen CO₂-päästöjä merkittävästi. ”KiMuRa”-hankkeen lisäksi myös Suomessa toimiva Stena Recycling kierrättää tuulivoimaloiden lasikuidun sementin valmistukseen, jossa materiaali korvaa sementin raaka-aineita tai täydentää niitä (Stena Recycling 2022). Lapajätteen hyötykäyttö sementtiteollisuudessa on tällä hetkellä kustannustehokkain kierrätysmenetelmä, jolla on Suomessakin potentiaalia saavuttaa teollisuuden mittakaava. European Composites Industry Association (EuCIA) on arvioinut, että jos kierrätetty komposiittimateriaali muodostaa 75 prosenttia sementin raaka-aineista, tämä vähentää hiilidioksidipäästöjä 16 prosenttia ja on näin ollen perusteltu kierrätyskohde (WindEurope 2020). (Kuusakoski Recycling 2021.)

Toinen kierrätysesimerkki Suomessa on Orimattilassa sijaitseva Conenor Oy, joka on kehittänyt teknologian, joka mahdollistaa lapajätteestä rakennusteollisuuden komposiittimateriaalin valmistamisen ilman neitseellistä muovia. Tuote on edullinen, kestävä, ei homehdu tai mätäne, eikä vaadi huoltoa. Tuotteen elinkaaren päässä se on myös mahdollista polttaa energiana (Suomen Tuulivoimayhdistys 2023b).

Innovatiivisia kierrätysteknologioita tuulivoimaloiden lavoille kehitetään jatkuvasti globaalisti, mutta ongelmana on usein teknologian riittämätön kustannustehokkuus ja teollisen mittakaavan sopimattomuus. Yksi lupaavimmista uusista ratkaisuista voimaloiden lapojen täydelliseen kierrätykseen on tällä hetkellä kehitteillä CETEC-yhteisprojektissa Vestas Oy:n, Stena Recycling Oy:n ja Olin Oy:n välillä. Teknologiaratkaisu koostuu uudesta kemiallisesta prosessista, joka voi pilkkoa lavoissa käytetyn epoksihartsin takaisin uudelleenkäytettäväksi raaka-aine komponentiksi, jota mahdollisesti voi käyttää uusien lapojen valmistamiseen. Koska kemiallinen prosessi perustuu laajalti saatavilla oleviin kemikaaleihin, teknologiaratkaisulla on myös potentiaalia saavuttaa teollisen mittakaavan toiminta. Innovaation takana olevat toimijat alkavat seuraavaksi kaupallistamaan teknologiaa ja tavoitteena on kierrättää sekä elinkaarensa päättäviä voimaloita, että tällä hetkellä maantäytteenä olevia voimaloiden lapoja. (Vestas 2023)

Voimajohdon johtimet ja pylväsrakenteet voidaan kierrättää lähes täysin käytön jälkeen. Sähkö- ja tiedonsiirtokaapelit voidaan käyttövaiheen päätyttyä poistaa tai jättää maahan. Poistetuilla metalleilla on romuarvoa ja ne voidaan kierrättää, joka koskee myös kaapeleissa käytettyjä metalleja.

Tuulivoimaloiden perustusten betoni voidaan murskata ja hyödyntää uudelleen esimerkiksi maanrakennuksessa. Betoni sitoo koko elinkaarensa aikana hiilidioksidia ilmasta ilman kanssa kosketuksissa olevien pintojen kautta. Betonin murskaaminen voimistaa tätä karbonatisaatioreaktiota betonin pinta-alan kasvaessa (Helsinki, Espoo, Tampere, Turku, Vantaa 2019). Kierrätyksen päästöjen vähentämiseksi betonimurske on suositeltavaa hyödyntää mahdollisimman lähellä tuulivoimapuistoa, jolloin kuljetusmatkat jäävät lyhyiksi.

Purkamisen jälkeen raivatut alueet voidaan uudelleen metsittää, minkä jälkeen ne toimivat jälleen hiilinieluina. Voimapaikat maisemoidaan maa-aineksilla. Tarvittaessa tuulivoimaloiden perustukset voidaan poistaa, mutta niiden jättäminen paikoilleen ja edelleen maisemoiminen voi olla vähemmän vaikutuksia aiheuttava toimenpide. Perustukset sijoittuvat pääsääntöisesti suljettuun maisematilaan metsämaastoon, jolloin maisemallinen haittavaikutus jää vähäiseksi. Perustusten päälle on myös mahdollista rakentaa uusi tuulivoimala.

9.10.6 Yhteisvaikutukset

Yhteisvaikutuksia tarkastellaan vertailemalla tuulivoimaa suhteessa muuhun energiantuotantojärjestelmään. Yhteiskunta pyrkii hillitsemään ilmastomuutosta irtautumalla fossiilisiin polttoaineisiin perustuvasta energiantuotannosta ja perinteinen energiantuotanto on murrosvaiheessa. Energiantuotanto tulevaisuudessa on kehittymässä suurista energiantuotantoyksiköistä kohti hajautetumpaa järjestelmää, jossa energiaa tuotetaan paljon uusiutuville energiamuodoilla. Uusiutuville energiamuodoista tuuli- ja aurinkoenergian tuotanto riippuu sääolosuhteista. Siten yhteiskunnassa on voimakas tarve aiemmin tasaiseen tuotantoon perustuneelle mallille löytää vaihtoehtoja, jossa tuotannonvaihtelu ei haittaa. Näitä ratkaisuja ovat säätövoiman lisäksi esimerkiksi kysyntäjoustot ja erilaisten energiavarastojen kehittäminen.

Säätövoima on energiantuotantomuoto, joka voidaan ajaa ylös tai alas nopeasti ja helposti. Suomi kuuluu pohjoismaiseen Nordpool sähkömarkkina-alueeseen, joka isona alueena parantaa sähkömarkkinan toimivuutta. Pohjoismaissa säätövoimaa tuotetaan paljon esimerkiksi vesi- tai lauhdevoimalla. Säätövoimakapasiteettia Suomessa on tällä hetkellä noin 5 000 MW ja tuulivoiman kokonaistuotantoa noin 2 000 MW (Mansikkamäki 2021).

Säätövoimaa tarvitaan vähemmän silloin, kun voidaan hyödyntää älykkäitä energiaratkaisuja, kuten kysyntäjoustoa. Kysyntäjoustolla esimerkiksi isojen julkisten tilojen jäähdytystä ja energiankulutusta vähennetään hetkellisesti silloin, kun energiaa tuotetaan vähemmän ja se on kalleimmillaan. Kysyntäjoustolla kulutuskuormaa siis pienennetään. Energiavarastojen, akkujen tavoitteena on ottaa varastoida tuulivoiman tuottamaa energiaa silloin kun sitä tuotetaan yli tarpeiden ja vapauttaa käyttöön, kun tuotanto alittaa kysynnän. Energiavarastoina voivat toimia esimerkiksi erilaiset lämpövarastot, pumppuvoimalaitokset sekä sähköakut. Uusia energianvarastointitapoja tutkitaan ja kehitetään tällä hetkellä paljon.

Tuulivoiman tuotantoennusteita voidaan tehdä nykyään luotettavasti seuraamalla tuulisuusennusteita muutamien päivien tarkkuudella. Tuulivoiman tuotanto ei siis vaihtelee kovin äkillisesti ja sitä voidaan pitää ennustettavana. Tällöin sähköjärjestelmän on mahdollista sopeuta ennalta joustamalla tai tuottamalla säätövoimaa hallitusti (Suomen Tuulivoimayhdistys 2023f).

Tuulivoiman on laskettu tuottavan takaisin sen valmistamiseen, käyttöön, huoltoon ja purkamiseen kuluvan energian noin 5–8 kuukaudessa (Suomen Tuulivoimayhdistys 2023g). Mikäli jokin läheisistä tuulivoimahankkeista toteutuu myös, yhteisvaikutuksena voi todeta, että takaisinmaksuaika tälle hankkeelle lyhenee entisestään. Tulevaisuuden sähkön päästökertoimia on haasteellista arvioida, mutta yhtenä Suomen tavoitteena on että kaikki sähkö tuotettaisiin tulevaisuudessa päästöttömästi.

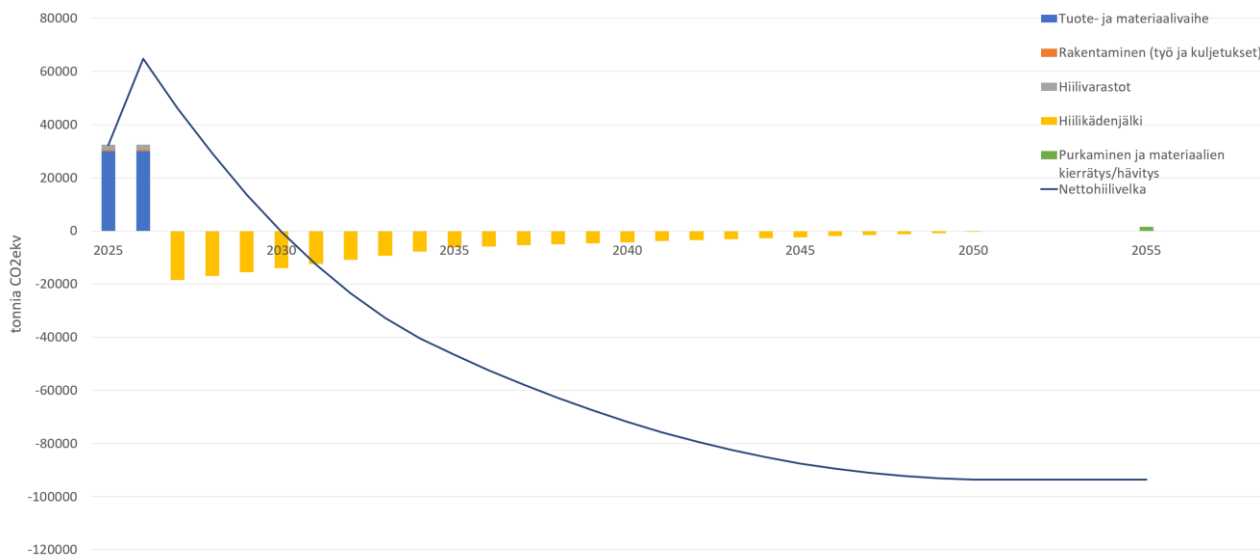
9.10.7 Vaikutusten merkittävyyden arviointi ja vaihtoehtojen vertailu

Vaihtoehdossa VE0 nykyisen energiantuotannon haittavaikutukset ovat sitä merkittävämpiä, mitä saastuttavammalla tuotantomuodolla energia tuotetaan. Puulla, turpeella ja kivihiilellä tuotetun energian päästöt ovat korkeampia kuin esimerkiksi nestemäisillä polttolaineilla tai kaasulla. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 tuulivoiman suurin ilmastohyöty saavutetaan, kun sillä korvataan fossiilisia energiantuotantomuotoja. Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 väliset erot aiheutuvat suoraan voimaloiden lukumäärästä. Tuulivoimaloiden rakentamisesta, materiaalityöstöstä ja kuljetuksista aiheutuu päästöjä, mutta niiden arvioidaan olevan vähäisiä. Tuulivoimaloiden hiilijalanjälki on fossiilisia energiantuotantomuotoja huomattavasti pienempi. Alla olevaan taulukkoon (Taulukko 50) on koottu hankevaihtoehtojen päästöt rakentamisen ja toiminnan aikana.

Taulukko 50. Hankevaihtoehtojen päästöt.

	VE1 (12 voimalaa), t CO ₂	VE2 (9 voimalaa), t CO ₂
<u>Rakentamisaika</u>		
Rakenteet ja perustukset	58 500	43 900
Poistuva hiilivarasto	9 439	8 194
<u>Toiminta-aika</u>		
Hiilinielun menetys 35 vuoden aikana	16 900	14 900

Koko hankkeen elinkaaren aikaisia päästöjä tarkasteltaessa päästöt ovat suurimmat rakennusvaiheessa ja tuotannon alkamisen jälkeen päästöt painuvat negatiivisen puolelle (Kuva 116). Purkamisen ja rakentamisen päästöt ovat hyvin karkeita arvioita kokoluokan hahmottamista varten. Hiilikädenjälkeä on arvioitu sähkön- ja lämmön tuotannon päästökehityksen skenaarioihin perustuen. Energiateollisuuden tiekartan skenaarioiden mukaan sähkön- ja lämmön tuotannon ominaishiilipäästöjen päästökerroin olisi 14 gCO₂/kWh vuonna 2035 ja 1 g CO₂/kWh vuonna 2050 (Afry 2020).



Kuva 116. Karkea arvio hankkeen VE1 vaihtoehdon elinkaaren aikaisista päästöistä ja nettohiilivelan kehityksestä.

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 tuulivoimaloiden rakennus- ja nostoalueiden, huoltoteiden ja sähkönsiirron tieltä joudutaan kaatamaan metsää, jolloin alueen hiilinielut ja varastot pienenevät. Vaihtoehdossa VE2 raivattava pinta-ala on pienempi kuin vaihtoehdossa VE1. Molemmissa vaihtoehdoissa tuulivoimaloiden vaatima aukea tila, nostoalueet ja osa huoltoteistä voidaan kuitenkin metsittää uudelleen toiminnan loppumisen jälkeen (taulukko 51).

Taulukko 51. Ilmastoan kohdistuvien vaikutusten merkittävyyden arviointi eri hankevaihtoehdoissa.

VE0	
--	Nykyisen energiantuotantomuodon vaikutus vaihtelee välillä Vähäinen–Erittäin suuri.
VE1	
++++	Tuulivoiman tuottama energia on päästötöntä.
–	Tuulivoimapuiston rakentamisesta ja purkamisesta aiheutuu päästöjä (mm. kuljetukset ja materiaalit).
–	Rakennettavan alueen hiilivarasto ja hiilinielu vähenevät puiden kaatamisen yhteydessä.
VE2	
++++	Tuulivoiman tuottama energia on päästötöntä.
–	Tuulivoimapuiston rakentamisesta ja purkamisesta aiheutuu päästöjä (mm. kuljetukset ja materiaalit).
–	Rakennettavan alueen hiilivarasto ja hiilinielu vähenevät puiden kaatamisen yhteydessä.

9.10.8 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Tuulivoimalla on pääosin positiivisia vaikutuksia ilmastoon, joten haitallisten vaikutusten vähentämistä ei ole tässä yhteydessä käsitelty. Toisaalta rakentamisen aikana aiheutuvia päästöjä voidaan vähentää käyttämällä vähemmän päästöjä aiheuttavia materiaaleja kuten vähähiilistä ja kierrätettyä terästä sekä vähähiilistä betonia, ja minimoimalla kuljetusmatkat.

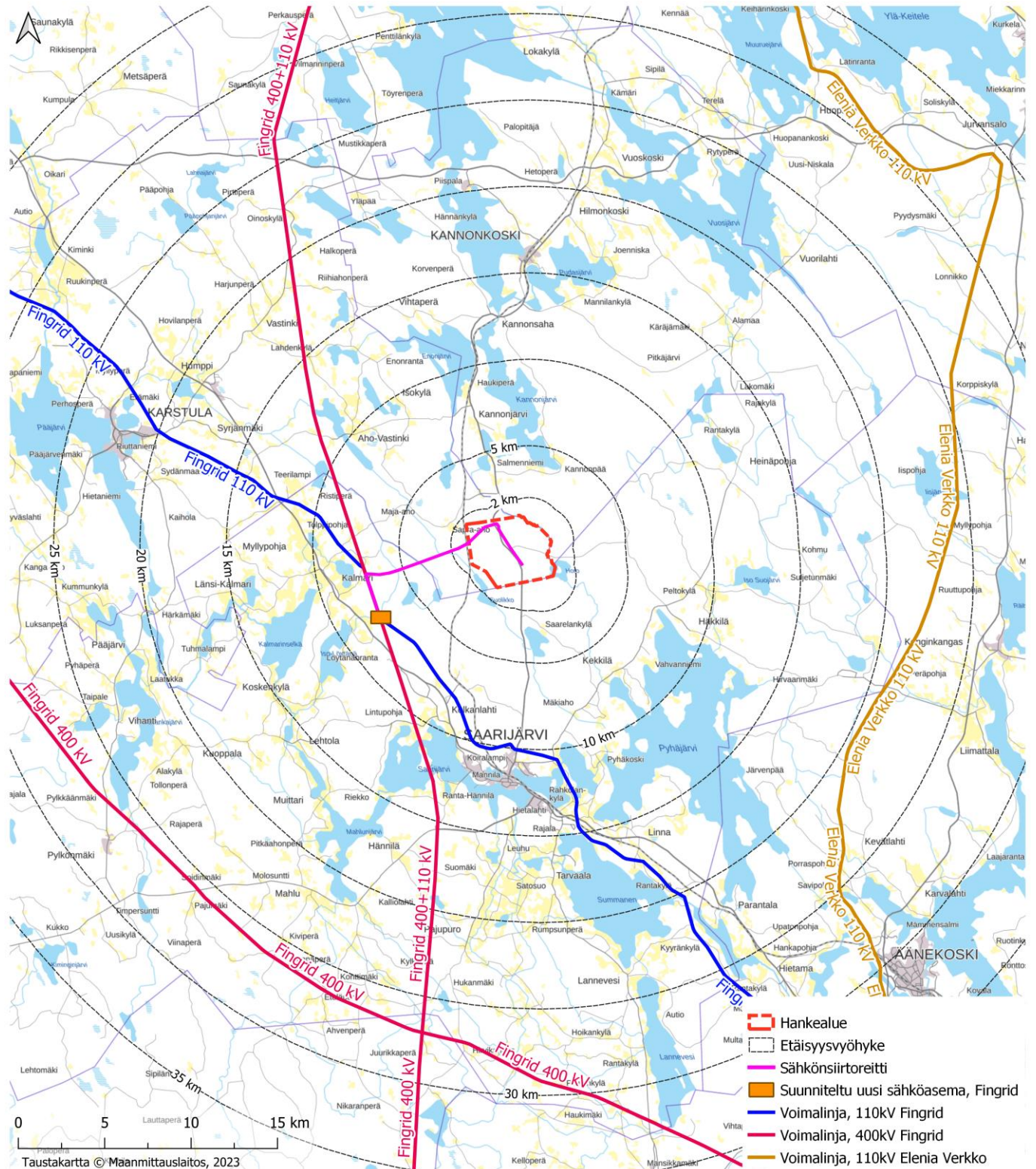
10. Sähkön siirron vaikutukset

Fingrid on rakentanut noin 305 kilometriä pitkän, Metsälinjaksi nimetyn, uuden 400 kV voimajohtoyhteyden. Metsälinja on otettu käyttöön 29.9.2022 (Fingrid 2022) ja se sijoittuu noin kuusi kilometriä hankealueelta länteen.

ABO Wind Oy on selvittänyt Kannonkosken Vuorijärvien tuulivoimahankkeessa yhtenä vaihtoehtona sähkönsiirtoa samaan Fingridin osoittamaan liityntäpisteeseen Saarijärvellä, kuin Tukkimäen hankkeessa. Tutkittu linjaus kulkee osan matkaa Tukkimäen hankealueen pohjoisosassa. Mikäli Vuorijärvien hanke toteutuu, ja hankkeen sähkönsiirtoreitiksi valikoituu Tukkimäen hankealueen läpi kulkeva vaihtoehto, voidaan Tukkimäen hankkeen sähkönsiirto toteuttaa samassa johtokäytävässä, sen rinnalla. YVA-menettelyssä Tukkimäen sähkönsiirtoreitti on kuitenkin tutkittu siten, että se voidaan toteuttaa itsenäisesti omassa käytävässä, riippumatta siitä toteutuuko Vuorijärvien sähkönsiirto Tukkimäen kautta vai ei.

Sähkön siirron osalta Tukkimäen hankkeen YVA-menettelyssä tutkitaan uuden 400 kV ilmajohtojen rakentamista Tukkimäen hankealueelta Metsälinja 2:n varteen suunnitteilla olevalle Fingridin sähköasemalle (Kuva 117). On myös mahdollista, että suunnitelmien edetessä hanke päädytään toteuttamaan 110 kV ilmajohtojen. YVA-menettelyssä vaikutukset on tutkittu hankealueen eteläisimmältä vaihtoehtoiselta sähköasemalta aina Fingridin liityntäpisteeseen saakka. Mikäli hankealueelle toteutetaan sijainniltaan pohjoisin tai keskimäinen sähköasema niin vaikutukset tulee tutkituksi samalla myös niiden suhteen. Sähkönsiirtoreitin kokonaispituus on noin 13,7 kilometriä. Etäisyys eteläisimmältä sähköasemalta Metsälinjalle on noin 11 km ja Metsälinjaa pitkin sähköasemalle 2,7 km. Tämä viimeinen 2,7 km osuus ilmajohtojen tulee kulkemaan samassa johtokäytävässä kuin Metsälinja, mutta Metsälinjan itäpuolella.

Tuulivoimapuistoon, sähköaseman läheisyyteen, osoitetaan noin yhden hehtaarin suuruinen varaus sähkövarastokokonaisuuden rakentamiselle. Kyseessä on kokonaisuus, minkä välityksellä tuulivoimapuisto liitetään kantaverkkoon.



Kuva 117. Hankkeen sähkösiirtoreitti ja liittyminen Fingridin voimajohtokäytäviin.

10.1 Sosiaaliset vaikutukset

Sosiaalisten vaikutusten arvioinnissa keskeisiä aineistoja ovat toteutettu kysely ja haastattelut sekä muu vuorovaikutusaineisto (mm. seurantaryhmä). Kyselyn tuloksia ja muita aineistoja syventämään on tehty haastatteluja keskeisille sidosryhmille. Kyselyvastauksissa katsottiin ilmajohdosta syntyvän haittaa mm. metsästykselle ja toivottiin sähkönsiirron toteuttamista mahdollisimman lyhyin maakaapelein.

Arvioinnissa on hyödynnetty mahdollisuuksien mukaan myös muiden vastaavien hankkeiden tuloksia. Lisäksi on huomioitu soveltuvilta osin muiden arviointiosioiden tulokset (mm. melu ja välke, maiseman muutos, liikennevaikutukset). Sosiaaliin vaikutuksiin kuuluvat myös terveyteen ja turvallisuuteen kohdistuvat vaikutukset. Työllistäviä vaikutuksia sekä elinkeinovaikutuksia käsitellään osana tuulivoimahankkeen laajempia vaikutuksia kappaleessa 5.1.

10.1.1 SVE (ilmajohtoreitti)

Nykytilan kuvaus

Suunniteltu voimajohtoreitti sijoittuu lähes kokonaan metsätalouskäytössä olevalle ojitetulle metsäalueelle, joka on entuudestaan rakentamatonta. Heti hankealueen länsipuolella voimajohtoreitti ylittää neljässä kapeassa kohdassa Pekannevan turvetuotantoalueen. Voimajohtoreitti ylittää hankealueen ja turvetuotantoalueen välissä Jyväskylän-Haapajärvi-radon sähköistämättömän osuuden. Muuten reitille osuu vain muutamia pieniä yksityisiä metsäautoteitä, eikä isojen valtateiden ylityksiä tule.

Voimajohtoreitin läheisyydessä on yhden kilometrin säteellä 14 asuinrakennusta ja 13 lomarakennusta (Taulukko 52). Asuinrakennukset on osoitettu sivujen 107–108 kartoilla (Kuva 37 & Kuva 38). Niistä lähimmät ovat noin 500 metrin päähän voimajohtolinjauksesta sijoittuvat loma-asunto Valkeinenlammen rannalla hankealueen läheisyydessä sekä asuinkäytössä oleva Mäntylän tila lähellä voimajohdon länsipäätä. Kolmea voimajohtoreitin itäpään tuntumassa sijaitsevaa rakennusta lukuun ottamatta alle kilometrin päähän jäävät rakennukset sijaitsevat myös alle kilometrin etäisyydellä olemassa olevasta Fingridin 400 kV voimajohdosta, jonka johtokäytävään hankkeen voimajohto liittyy Valkeinen-järven itäpuolella.

Taulukko 52. Asuin- ja lomarakennusten lukumäärät 1 km etäisyydellä ilmajohdolla toteutettavasta voimajohtoreitistä.

Rakennukset	SVE
Asuinrakennukset	14
Loma-asunnot	13
Yhteensä	23

Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Voimajohdon rakentamista varten raivataan metsään puustosta avoin johtoaukea. Johtokäytävän reunoille, reunavyöhykkeelle, jätetään johtoaukean molemmin puolin lisäksi suoja-alueet, jossa puuston kasvua rajoitetaan. Voimajohdon rakentamisesta voi aiheutua rakennusajankohdan mukaan vähäisiä vaikutuksia alueella harjoitettavaan liikkumiseen ja virkistyskäyttöön, kuten metsästykseseen, marjastukseen tai sienestykseen. Haittaa aiheutuu työkonien liikkumisesta, työmaaliikenteestä, melusta ja liikkumisrajoituksista.

Vaikutuksia liikenteeseen syntyy rakentamisen aikana voimajohdon osien kuljettamisesta sekä muista rakentamiseen liittyvistä kuljetuksista sekä työmaaliikenteestä. Rakentamisen aikainen liikenne on pääosin raskasta liikennettä, johon lukeutuu myös erikoiskuljetuksia. Kuljetuksilla ei kuitenkaan ole merkittäviä vaikutuksia teiden liikennemääriin. Rakentaminen etenee vaiheittain ja vaikutukset liikenteeseen ovat tilapäisiä ja paikallisia. Vaikutukset kohdistuvat rakennettavaan kohtaan sekä paikallisesti sinne johtaville teille tai rata-osuuksille. Lisääntyvä liikenne voi vaikuttaa paikallisesti liikenneturvallisuutta heikentävästi sekä aiheuttaa päästöjä. Hanke toteutetaan vaiheittain, joten lisääntyvän liikenteen vaikutukset kohdistuvat eri aikaan eri alueille ja riippuvat työmaan käyttämistä reiteistä.

Lisääntyvästä liikenteestä, samoin kuin rakentamisesta aiheutuu jonkin verran meluvaikutuksia. Rakentamisajan kesto on kohtalaisen lyhyt, arviolta noin 8–12 kk, ja rakentamisen aikaiset meluvaikutukset ajoittuvat pääasiallisesti päiväaikaan, joten meluvaikutusten ei katsota kasvavan merkittäviksi. Rakentamisvaiheessa maisemavaikutukset ovat paikallisia ja kohdistuvat sähkönsiirron lähialueiden muutostöihin, mm. metsänraivaukseen.

Toiminnan aikaiset vaikutukset

Voimajohdon valmistuttua ajoneuvoliikenne voimajohtoreitille on vähäistä, ja se koskee reitillä tehtäviä tavanomaisia tarkistuksia ja ylläpitotoimia. Pylväspaikat sijoitetaan siten, etteivät ne aiheuta haittaa metsäteiden liikenneturvallisuudelle, junien liikennöinnille tai turvetuotantoalueella tapahtuvalle toiminnalle. Voimajohtojen harukset voivat aiheuttaa vähäisen törmäysriskin, jos alueella liikutaan maastoajoneuvoilla. Suunnittelu tehdään Väyläviraston ohjeen Sähkö- ja telejohdot ja maantiet 3/2018 (Liikennevirasto 2018a) mukaisesti. Metsäautotiet, joiden varrelle voimajohto rakennetaan, ovat liikennemääriltään vähäisiä.

Voimajohtojen sähköturvallisuus varmistetaan johtorakenteiden ja johtoalueen säännöllisten tarkastusten ja kunnossapitotöiden avulla. Voimajohtolinjauksen läheisyydessä ei sijaitse sellaista toimintaa, joka voisi lisätä sähköturvallisuusriskiä.

Voimajohdoilla on usein kielteisiä vaikutuksia myös metsätalouden harjoittamiseen, sillä voimajohtokäytävät pienentävät metsätalouden käytössä olevaa metsäpinta-alaa. Pieniä kiinteistöjä pirstoessaan vaikutukset voivat olla yksittäisille maanomistajille merkittäviä. Voimajohto sijoittuu paikoin siten, että lunastettava johtoalue vie merkittävän osan kiinteistön pinta-alasta ja näin aiheuttaa haittaa metsätalouden harjoittamiselle sen alueella. Koska uusi voimajohtoyhteys toteutetaan olemassa olevan johtokäytävän yhteyteen, aiheutuu vaikutuksia metsätalouteen keskimääräistä vähemmän.

Keskeisimmät voimajohdon aiheuttamat vaikutukset asumiselle ovat maisemallisia vaikutuksia, jotka kuitenkin rajoittuvat niiden lähivaikutusalueelle. Voimajohtoreitin läheisyydessä ei sijaitse sellaisia asumuksia, joiden pihapiiristä olisi selkeä näköyhteys voimalinjalle. Voimajohtoreitti kulkee sulkeutuneella metsäalueella, missä maastonmuodot eivät avaa näkymiä puuston yli.

Tuulivoimapuiston toiminnan aikana sähkönsiirron alueet voivat aiheuttaa virkistyskäyttövaikutuksia luonnossa liikkumiseen ja keräilyyn, mikäli voimajohtojen lähialueella ei haluta enää liikkua tai marjastaa ja sienestää. Voimajohtojen sähkö- ja magneettikenttien terveysvaikutuksia on tutkittu pitkään, mutta terveydellisistä haitoista ei ole tieteellistä näyttöä. Sosiaali- ja terveysministeriö on asettanut sähkömagneettisten kenttien aiheuttamalle ionisoimattomalle säteilylle raja-arvot, jotka eivät ylitä edes suoraan voimajohtojen alapuolella. Kun etäisyys voimajohdon keskilinjasta on 25–40 metriä, magneettikentän voimakkuus on alle puoli prosenttia väestölle asetetusta toimenpidetasosta. (Fingrid 2019.) Voimajohtojen alla tapahtuvan marjojen poimimisen, maanviljelyn tai metsätöiden tekemisen rajoittaminen ei täten ole tarpeellista.

Voimajohdon läheisyydessä häiriötä ja huolta terveysvaikutuksista voi aiheuttaa myös sirisevä ääni, joka johtuu johtimien tai eristimien pinnalla ilmenevistä koronapurkauksista. Ilman ionisoitumisesta johtuva

koronaäänäni on ihmisille harmitonta. Se on voimakkaimmillaan kostealla säällä tai talvella, kun johtimiin muodostuu huurretta.

Tuulivoimapuistojen sisällä käytetään maakaapeleita, joilla ei ole sosiaalisia vaikutuksia ilmajohtovaihtoehtoon lyhyemmän rakennusvaiheen ja sitä seuraavan uudelleenkasvuun tarvittavan ajanjakson ulkopuolella.

Toiminnan lopettamisen vaikutukset

Toiminnan päätyttyä sähkönsiirron rakenteiden purkaminen voi tulla kyseeseen. Sähkönsiirtolinjaa ja muita toimintoja varten avoimena pidetty aukea palautuu vähitellen entiselleen ja metsittyy, ellei rakennetulle sähkönsiirtoyhteydelle ole muuta käyttöä. Tällöin alueet palautuvat nykyisenlaiseen käyttöön.

Voimajohdon lopettamisen aiheuttamat vaikutukset liikenteeseen ovat samankaltaisia kuin rakennettaessa. Kuljetuksia syntyy voimajohtorakenteiden purkamisesta ja poiskuljettamisesta.

Yhteisvaikutukset

Vähäisiä yhteisvaikutuksia voi syntyä muiden voimajohdon varrella mahdollisesti toteutettavien töiden kanssa. Tällaisia voivat olla esimerkiksi kaikenlainen rakentaminen ja metsäteollisuuden toimenpiteet, joista voi koitua liikenteen lisäystä alueella.

Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Rakentamisaikana rakennustöiden ajoittamisella on mahdollista pienentää vaikutuksia. Päiväaikaan liikenteen ja melun vaikutukset ovat vähiten häiritseviä. Muulloin kuin syksyllä ei synny vaikutuksia keräilylle ja metsästykselle. Haitallisia vaikutuksia voidaan vähentää myös tiedottamalla kuljetuksista ja rakennustöistä avoimesti sekä informoimalla asukkaita sähkönsiirrosta aiheutuvan magneettikentän ja koronaäänien vaarattomuudesta. Myös maanomistajia on syytä kuulla pylväiden sijoittelua suunniteltaessa.

10.1.2 Vaikutusten yhteenveto

Vaikutusten yhteenvetoa ja merkittävyyttä on kuvattu oheisessa taulukossa (Taulukko 53).

Taulukko 53. Sosiaalisten vaikutusten merkittävyyden arviointi sähkönsiirtoreitillä.

SVE	
–	Vähentää metsätaloustyössä olevaa pinta-alaa ja vaikuttaa marjastukseen ja sienestykseen käytettävään alueeseen noin 6,5 kilometrin matkalla uutta voimajohtoa.
–	Rakennusaikainen liikenteen lisääntyminen heikentää väliaikaisesti liikenneturvallisuutta ja lisää ilmapäästöjä.
–	Ilmajohto voi vaikuttaa virkistyskokemukseen, vaikkei siitä synnykään terveydellisiä haittoja.

10.2 Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö

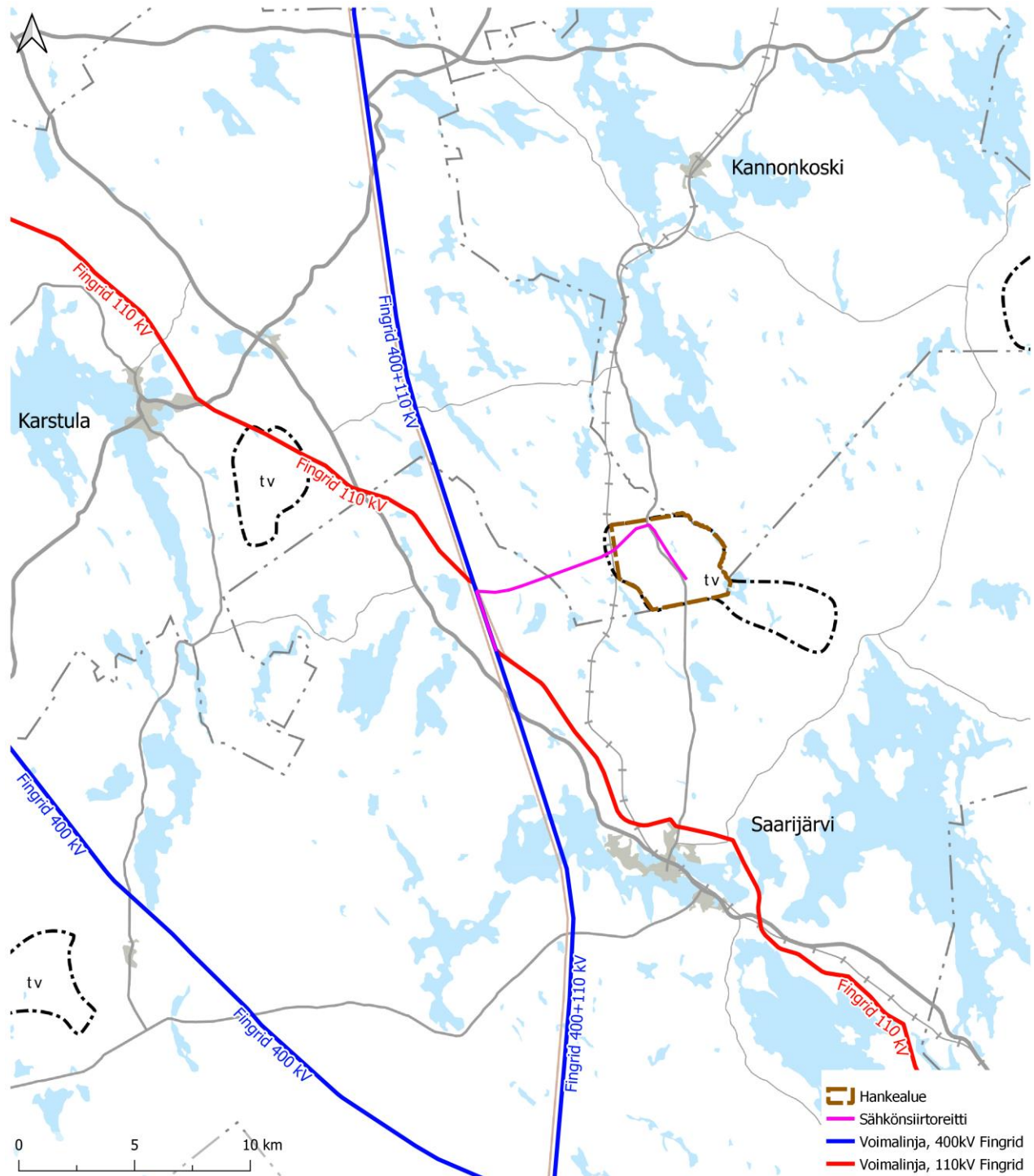
Keski-Suomen maakuntakaava 2040

Keski-Suomen maakuntavaltuusto on 8.12.2023 hyväksynyt Keski-Suomen maakuntakaavan 2040. Tukkimäen hankealue on osoitettu maakuntakaavassa tuulivoimatuotantoon soveltuvaksi alueeksi, tv. Sähkönsiirtoireitille ei, hankealueen ulkopuolelle, ole osoitettu maakuntakaavamerkintöjä (

Kuva 118).

Maakuntakaavan tv-merkintää koskevassa suunnittelumääräyksessä todetaan, että sähköverkkoon liittymisessä on pyrittävä hyödyntämään olemassa olevia johtokäytäviä. Lisäksi kaavamääräyksessä mainitaan, että tuulivoima-alueiden liittämisen sähköverkkoon on pyrittävä hyödyntämään yhteisiä johtokäytäviä. Lisäksi sähkönsiirtolinjat tulee toteuttaa luontovaikutusten sekä maa- ja metsätalouden harjoittamisen kannalta mahdollisimman vähäisin vaikutuksin.

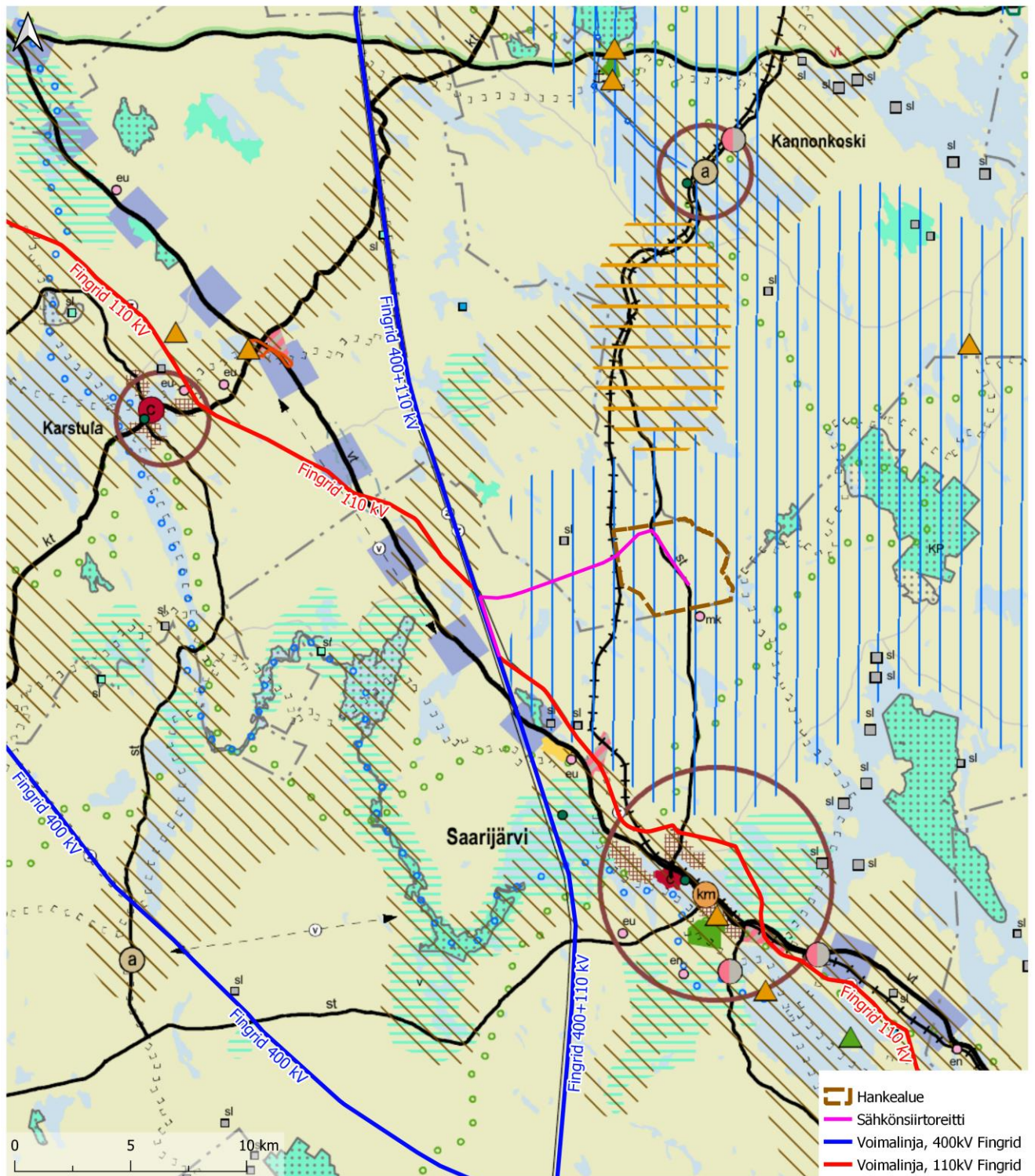
Maakuntakaavassa on annettu uusiutuvan energian osalta koko maakuntaa koskeva suunnittelumääräys, jonka mukaan tuulivoiman ja siihen liittyvän sähkönsiirron suunnittelussa tulee ottaa huomioon vaikutukset asutukseen, liikenneväyliin, maisemaan, kulttuuriperintöön, virkistykseen, elinkeinoihin, luontoon, pinta- ja pohjavesiin ja eri hankkeiden yhteisvaikutukset sekä vaikutukset ilmastoon ja luonnon monimuotoisuuteen.



Kuva 118. Ote Keski-Suomen maakuntavaltuuston 8.12.2023 hyväksymästä Keski-Suomen maakunta-kaava 2040:stä, jonka päälle on lisätty Tukkimaen tuulivoimahankealue, olemassa olevat voimajohdot ja sähkönsiirtoreitti.

Keski-Suomen maakuntakaava

Sähkönsiirtoreitti on Keski-Suomen maakuntakaavassa osa maakunnan strategiaa painottavaa biotalouteen tukeutuvaa aluetta (vaalean vihreä pohjaväri) sekä osalla johtokäytävää matkailuun ja virkistykseen liittyvää vetovoima-aluetta (sininen pystyrasteri) (Kuva 119).

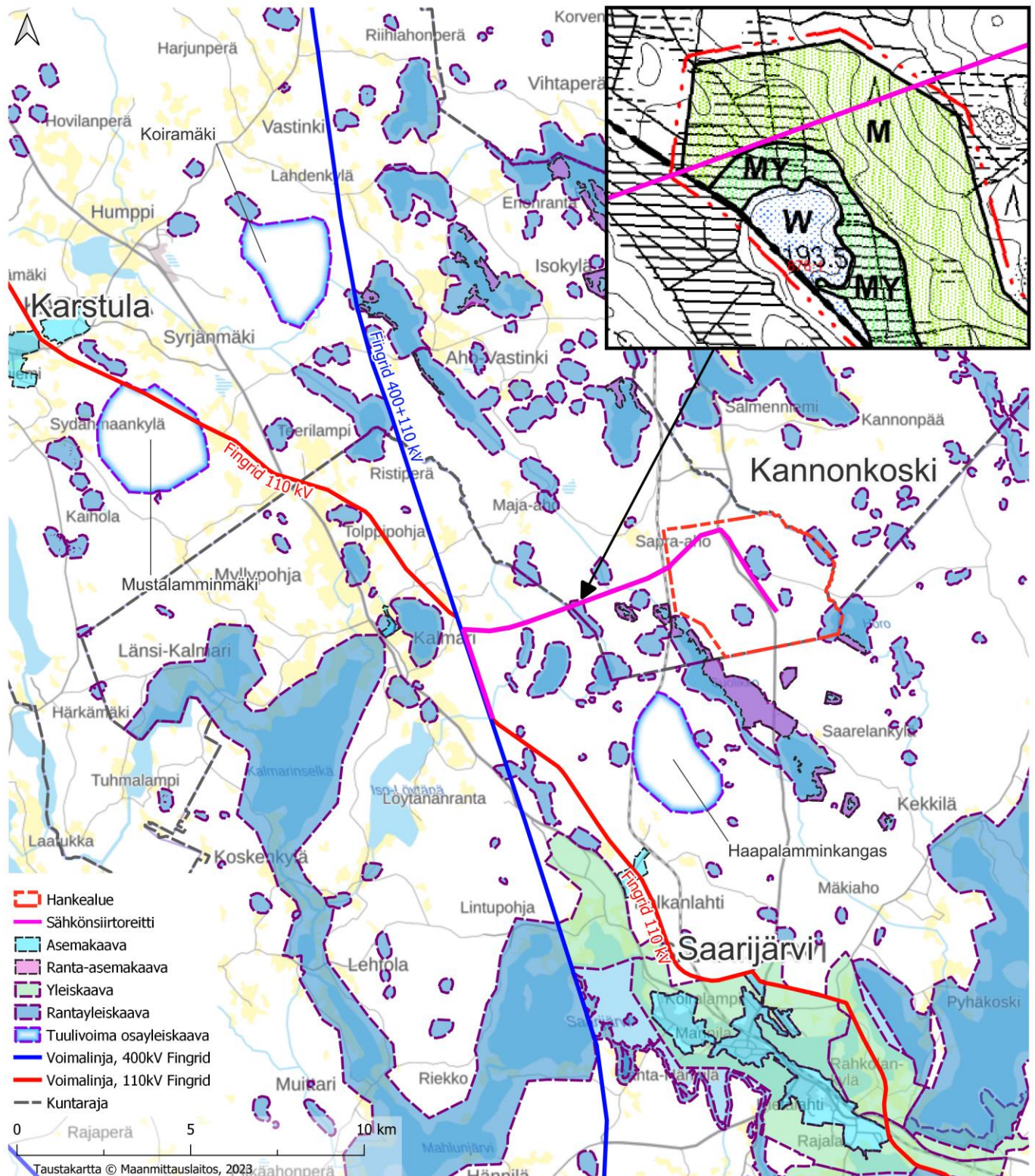


Kuva 119. Ote Keski-Suomen maakuntakaavasta, jonka päälle on lisätty Tukkimäen tuulivoimahankealue, olemassa olevat voimajohdot ja sähkönsiirtoreitti.

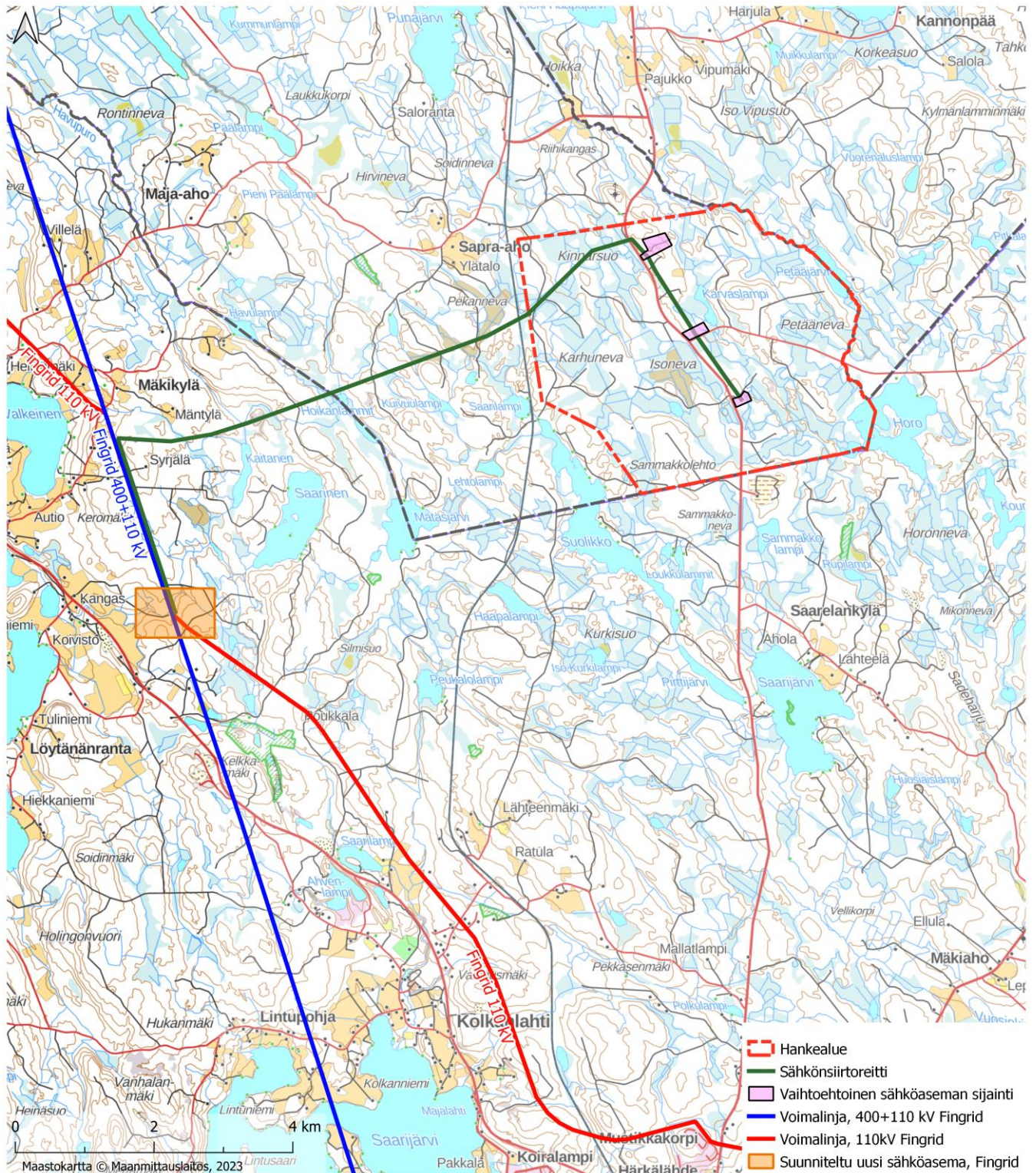
Yleis- ja asemakaavat

Hoikanlampien pohjoispuolella sähkönsiirtoreitti sijoittuu 15.4.2021 voimaan tulleen Karstulan itäisten ja läntisten vesien oikeusvaikutteisen rantaosayleiskaavalle maa- ja metsätalousvaltaiselle alueelle (M). Reitti sivuaa maa- ja metsätalousvaltaista aluetta, jolla on erityisiä ympäristöarvoja (MY). W-alueelle on etäisyyttä noin 70 metriä. Sähkönsiirtoreitille ei sijoitu asemakaavoitettuja alueita (Kuva 120).

Kuva 121 on sähkönsiirtoreitti osoitettu maastokarttapohjalla.



Kuva 120. Lähialueen voimassa olevat ja vireillä olevat yleis- ja asemakaavat, hankealue ja sähkönsiirtoreitti. Kuvaan on upotettu ote Karstulan itäisten ja läntisten rantaosayleiskaavasta, jossa näkyy sähkönsiirtoreitti.



Kuva 121. Sähkösiirtoreitin sijainti peruskarttapohjalla.

10.2.1 SVE (ilmajohtoreitti)

Nykytilan kuvaus

Suunniteltu sähkönsiirtoreitti kulkee maastonmuodoiltaan kumpuilevan ja louhikkoisen maaston läpi kohti Fingridin (110 kV ja 400 kV) voimalinjojen liityntäkohtaa. Reitille sijoittuu metsätaloustaloudessa olevaa metsää ja ojitettua suota. Reitin itäosassa Pekannevan ja Härkänevan kankaan alueilla, lähellä hankealuetta, sijaitsee turvetuotantoalueita, joiden yli reitti kulkee. Reitin varrella ei ole luonnontilaisia avovesistöjä.

Sähkönsiirtoreitti ylittää yksittäisiä metsäautoteitä ja hankealueen länsipuolella, länsireunan suuntaisesti kulkevan sähköistämättömän Jyväskylän ja Haapajärven välisen rautatien. Rata on tällä hetkellä tavaraliikenteen käytössä.

Asutusta sijoittuu lähimmillään sähkönsiirtoreitin pohjoispuolella Mäntylässä noin 450 metrin etäisyydelle- ja eteläpuolella Syrjälässä noin 400 metrin etäisyydellä sähkönsiirtoreitistä.

Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Voimajohdon rakentamista varten raivataan metsään puustosta avoin johtoauea. 400 kV:n johtoalue muodostuu 42 metriä leveästä johtoaukeasta ja johtoauean molemmin puolin olevista 10 metriä leveistä reunavyöhykkeistä, joissa puuston kasvua rajoitetaan. Rakennusrajoitusta merkitsevä lunastuksen mukainen rakennusraja ulottuu molemmin puolin 31 metrin etäisyydelle voimajohdon keskilinjasta. Kaavoituksessa voimajohtoa varten varattavana alueena tulee käyttää koko johtoalueen leveyttä (62 metriä). Voimajohdon rakentamisella voi olla vähäisiä vaikutuksia alueelle harjoitettavaan muuhun maankäyttöön, kuten metsätalouden harjoittamiseen, virkistyskäyttöön ja muuhun alueella liikkumiseen.

Toiminnan aikaiset vaikutukset

Johtoalueella maankäytölle on selkeät rajoitukset, mutta muuallakaan voimajohdon ympäristössä ei saa harjoittaa sellaista toimintaa, josta saattaa aiheutua vaaraa voimajohdon käytölle tai kunnossa pysymiselle. Näin ollen voimajohdon toteuttaminen tuo rajoituksia voimajohdon alueen muuhun maankäyttöön. Aluetta voidaan kuitenkin soveltuvilta osin tyypillisesti hyödyntää muun muassa virkistyskäytössä. Toiminnan aikaiseen kunnossapitoon kuuluu voimajohtoauean säännöllinen raivaus ja reunavyöhykepuiden käsittely. Hyödyntämällä voimajohtoaueita monimuotoisesti voidaan vaikuttaa myönteisesti useiden luontoon tai ihmisten elinoloihin liittyvien kansainvälisten ja valtakunnallisten tavoitteiden toteutumiseen. Voimajohtojen luomat avoimet elinympäristöt ja yhteydet voivat olla hyödyksi niin ihmisille kuin kasvi- tai eläinlajien säilymiselle tai esimerkiksi pölyttäjähäynteisille. Voimajohtojen alla luonto voi olla hyvinkin monimuotoista ja tarjota useita mahdollisuuksia virkistäytyä ja harrastaa.

Toiminnan lopettamisen vaikutukset

Toiminnan loputtua sähkönsiirtolinjaa ja muita toimintoja varten avoimena pidetty aukea vähitellen palautuu entiselleen ja metsittyä, ellei rakennetulle sähkönsiirtoyhteydelle ole muuta käyttöä. Toiminnan loputtua aluetta voidaan hyödyntää laajemmin myös muussa maankäytössä.

Yhteisvaikutukset

Vähäisiä yhteisvaikutuksia voi syntyä muiden voimajohdon varrella toteutettavien maankäytöllisten toimien, kuten mahdollisen muun uuden rakentamisen kanssa. Yhteisvaikutuksia voi myös syntyä mahdollisten myöhemmin käynnistyvien hankkeiden kanssa, jos muut hankkeet hyödyntävät samaa sähkönsiirtoreittiä.

Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Haitallisia maankäyttöön kohdistuvia vaikutuksia voidaan vähentää esimerkiksi pylvässuunnittelun avulla, jolloin mahdolliset herkät alueet, kuten tässä hankkeessa valkolehdokin esiintymäalue, voidaan väistää. Toteutettavan voimajohdon aukeaa on hyvä mahdollisuuksien mukaan hyödyntää muussa maankäytössä, kuten reittien toteuttamispaikkana.

10.2.2 Vaikutusten yhteenveto

Sähkönsiirtoreitin ja sen lähiympäristön herkkyys maankäytön ja yhdyskuntarakenteen muutoksille on kokonaisuudessaan vähäinen. Sähkönsiirtoreittiä ympäröivät alueet ovat asumattomia. Suunniteltu sähkönsiirtoreitti kulkee maastonmuodoiltaan kumpuilevan ja louhikkoisen maaston läpi kohti Fingridin (110 kV ja 400 kV) voimalinjojen liityntäkohtaa. Reitille sijoittuu metsätalouskäytössä olevaa metsää ja ojitettua suota. Reitit itäosassa Pekannevan ja Härkänevankankaan alueilla, lähellä hankealuetta, sijaitsee turvetuotantoalueita, joiden yli reitti kulkee. Reitit varrella ei ole luonnontilaisia avovesistöjä.

Sähkönsiirtoreitillä ei ole merkittäviä vaikutuksia mahdollisten tulevien kaavahankkeiden toteuttamiselle. Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja muuhun maankäyttöön ovat varsin vähäiset, sillä sähkönsiirto on suunniteltu toteutettavaksi yhdyskuntarakenteen ulkopuolelle ja maankäytölliset vaikutukset rajoittuvat lähinnä metsätalouteen (Taulukko 54). Optimaalisella reitin valinnalla ja pylväiden sijoittamisella voidaan vaikuttaa siihen, että reitin läheisyydessä olevia erityisiä ympäristöarvoja (MY) ei häiritä.

Taulukko 54. Maankäytön vaikutusten merkittävyyden arviointi sähkönsiirtoreitillä.

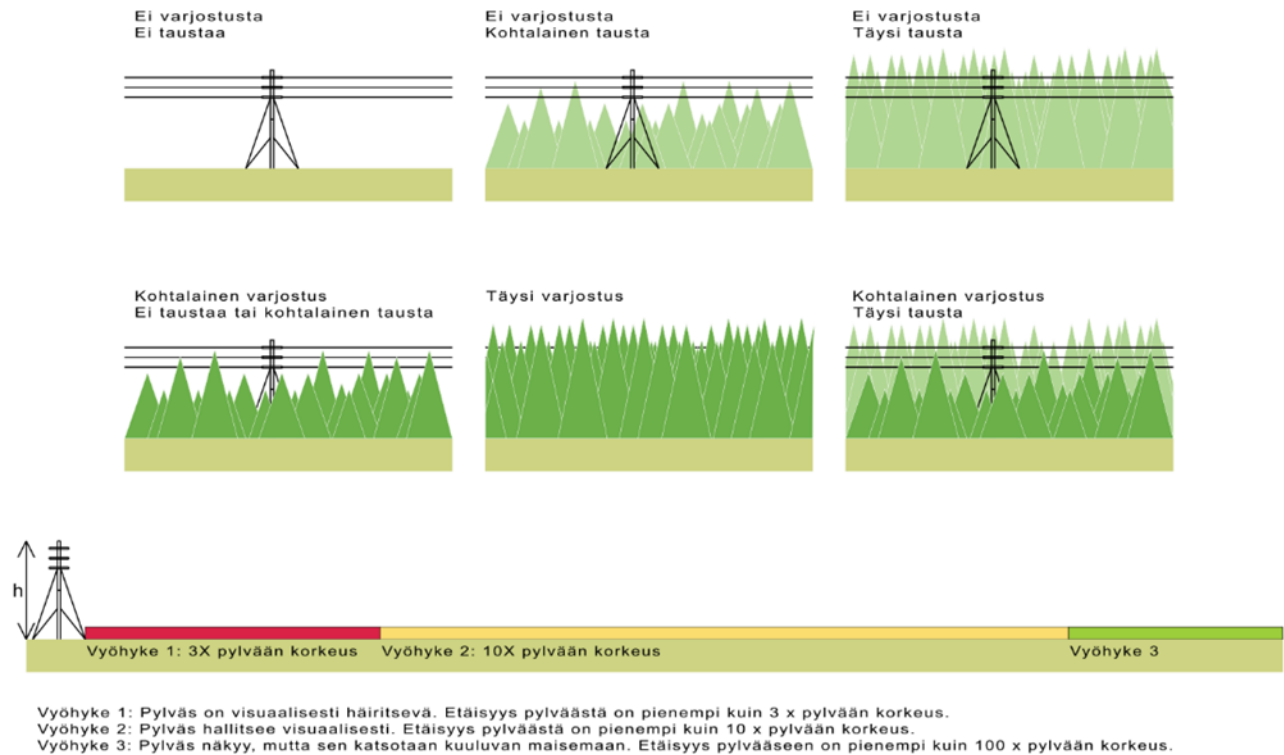
SVE	
–	Metsätalouden käytössä olevan maapinta-alan määrä vähenee voimajohtoalueella ja sen reuna-alueilla
–	Voimajohdon alueen hyödyntämismahdollisuudet muussa maankäytössä vähenevät

10.3 Maisema ja rakennettu kulttuuriympäristö

Maiseman kannalta valitulla sähkönsiirron ratkaisulla on merkitystä tuulivoimahankkeen vaikutusten arvioinnissa. Sähkönsiirron maisemavaikutukset ovat kuitenkin selvästi erilaisia ja helpommin ennakoitavia kuin tuulivoimaloiden maisemavaikutukset. Sähkön siirron maisemavaikutukset kohdistuvat suoraan sähkölinjoille, sähköasemien paikoille ja niiden lähiympäristöön. Varsinkin ilmajohtoreittien näkyvyyttä maisemassa korostaa niiden jatkuvuus. Huonosti ja näkyvälle paikalle suunniteltu leveä ilmajohtoreitti voi hallita maisemaa voimakkaasti vähän samalla tapaa kuin leveä tie, joka ei mukaile maisemaa (Kuva 122).

Voimajohdot koetaan usein maisemassa häiritsevimpinä entuudestaan rakentamattomilla alueilla. Erityisesti erämaiset alueet, joilla ihmisen vaikutus maisemaan jää vähäiseksi, ovat herkkiä muutoksille. Samoin

arvokkaat maisema-alueet sekä rakennetun kulttuuriympäristön arvoalueet ja arvokohteet ovat herkkiä muutoksille. Sen sijaan entuudestaan voimakkaasti rakennetut alueet ovat usein vähemmän herkkiä muutoksille.



Kuva 122. Voimajohdon näkyvyyteen vaikuttavia tekijöitä (Mukaelma Maisema-arkkitehdit Byman ja Ruononen Oy 2001, Kuva: Sweco Finland Oy 2023).

Voimajohto näkyy periaatteessa laajemmin avoimessa maisemassa, koska sillä ei ole lainkaan esimerkiksi metsänreunan tai rakennetun ympäristön luomaa taustaa. Toisaalta voimajohdon sijoittaminen metsäiseen maisemaan tarkoittaa puuston kaatamista johtoreitiltä ja sitä ympäröivältä varoalueelta. Tuolloin voimajohdon kohta näyttäytyy helposti maisemavauriona, erityisesti jos linjalle osuu maastonmuotoja. Pelkkien ilmajohdojen teoreettisen näkyvyyden vyöhyke on noin 3 kilometriä (Kuva 122), mutta maiseman muokkaukset voivat näkyä paljon pidemmälle ja laajemmin.

Sähkön siirrossa hankealueella käytettävät maakaapelit muuttavat maisemaa ainoastaan hyvin paikallisesti. Kaapelilinjat (ellei niitä ole sijoitettu huoltoteiden yhteyteen) näkyvät maisemassa kapeina pitkänomaisina avotiloina. Huoltoteiden yhteyteen kaivettavat maakaapelit lisäävät ainoastaan hieman tieaukon leveyttä.

10.3.1 SVE (ilmajohtoreitti)

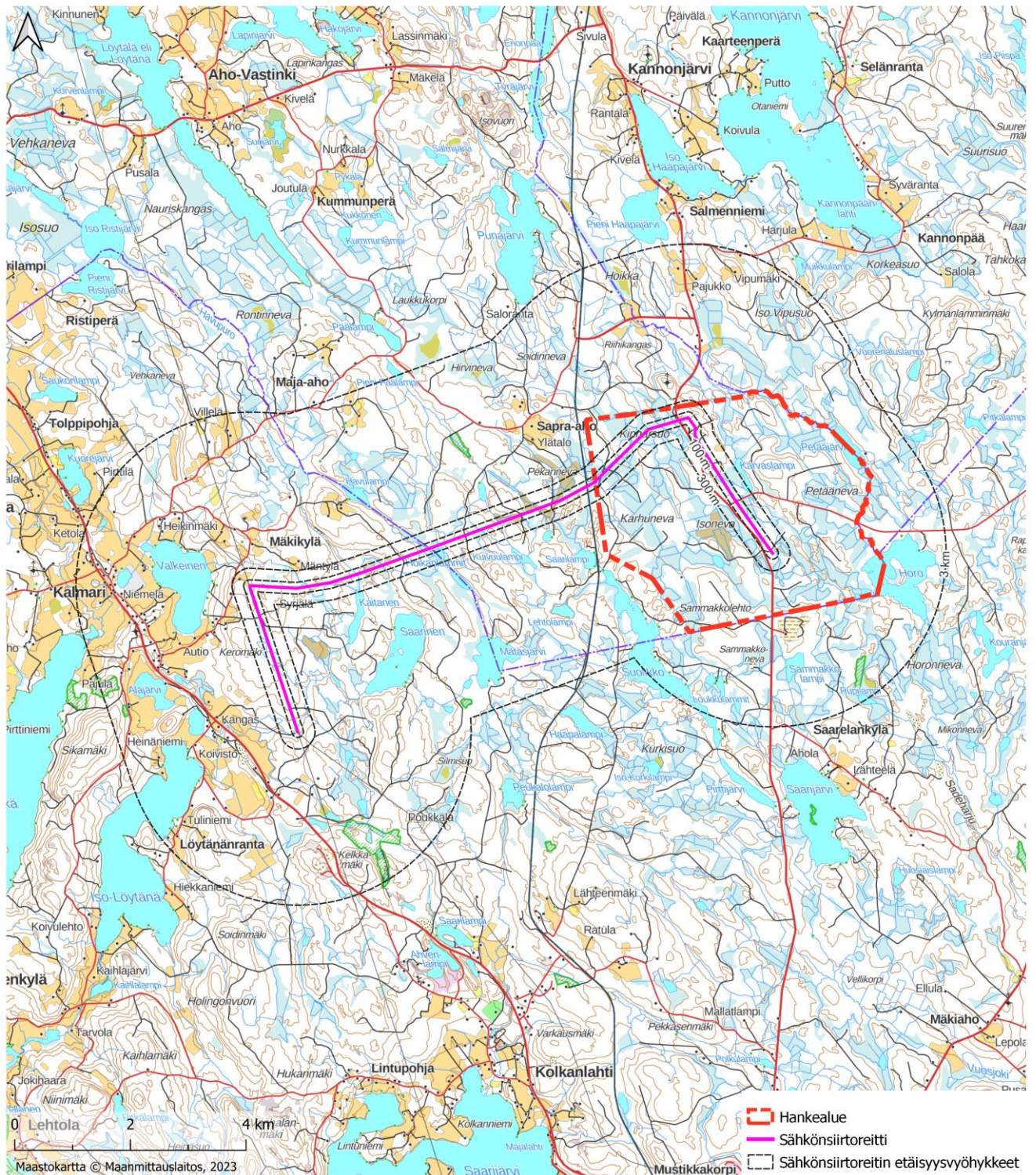
Voimajohdon vaikutusten arvioinnissa maisemavaikutuksia tarkastellaan etäisyysvyöhykkeittäin:

- Välitön lähialue, alle 100 metriä voimajohdon keskilinjasta. Tällä etäisyydellä pylväs voi avoimessa maisemassa olla visuaalisesti häiritsevä.
- Lähivaikutusalue, 100–300 metriä voimajohdon keskilinjasta. Tällä etäisyydellä pylväs voi hallita avointa maisemaa visuaalisesti.

- Kaukomaisema, 300 metriä-3 kilometriä voimajohdon keskilinjasta. Pylväs voi näkyä avoimessa maisemassa, mutta se voidaan katsoa kuuluvan osaksi maisemaa.

Nykytilan kuvaus

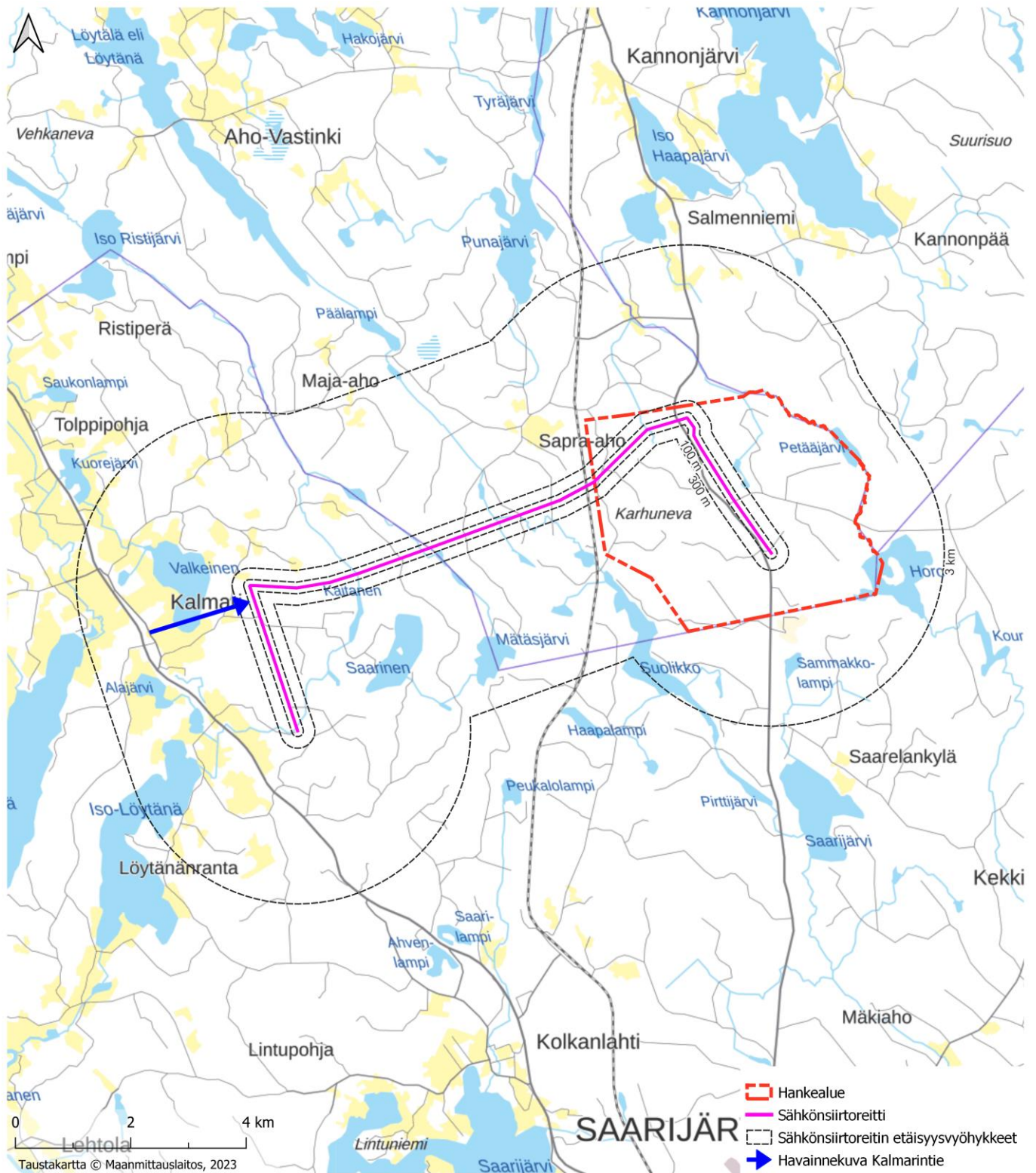
Tukkimäen tuulivoimapuiston suunniteltu sähkönsiirtoreitti sijoittuu pääasiassa metsäiseen maastoon. Lännessä linjaus sijoittuu nykyisen voimajohdon varteen. Sähkönsiirtoreitti kulkee Pekannevan ja Härkänevan kankaan turvetuotantoalueiden läpi sekä Hoikanlampien pohjoispuolelta, missä kohdin maisema on avoimempaa. Hoikanlampien kaakkoispuolella on hakkuista johtuvaa avonaisempaa metsämaisemaa. Lisäksi sähkönsiirtoreitti ylittää rautatien sekä muutamia pienempiä metsäautoteitä. Hankealueella sähkönsiirtoreitti ylittää Kannonkoskentien. Ks. liite 6 (Maisemaselvitys ja -vaikutusten arviointi, Sweco 2023) ja alla oleva kuva (Kuva 123).



Kuva 123. Tukkimäen sähkönsiirtoreitti osoitettu violetilla viivalla.

Lähin asutus sijaitsee alle 300 metrin päässä olemassa olevan voimajohtolinjan ja suunnitellun sähkönsiirtoreitin liitoskohdasta. Lähimpien asuinrakennusten ja suunnitellun sähkönsiirtoreitin väliin jää kuitenkin puustoa, minkä lisäksi maastonmuodot luovat näköestettä. Liitoskohdasta on reilun kahden kilometrin etäisyys

valtakunnallisesti arvokkaaseen maisema-alueeseen, Saarijärven reitin kulttuurimaisemat. Reilun kahden kilometrin päähän sijoittuvat myös Iso-Aholan ja Puustin laidunten perinnebiotooppikohteet. Edellä mainitut arvokohteet sijoittuvat Kokkolantien toiselle puolelle. Kokkolantien varren puusto sekä Kalmarintien varren asutus pihapiireineen estävät näkymiä näiltä alueilta kohti suunniteltua sähkönsiirtoreittiä (Kuva 124, Kuva 125 ja Kuva 126).



Kuva 124. Sähkönsiirtoreitin havainnekuvan kuvauspiste Kalmariintiellä.



Kuva 125. Nykyinen tilanne Kalmarintieltä katsottuna.



Kuva 126. Sähkönsiirtoreitin maisemavaikutukset Kalmarintieltä katsottuna. Vaikutusten alainen alue on ympäröity keltaisella. Käytännössä voimajohtoreittiä ei havaitse Kalmarintielle, sillä uuden johdoreitin ja kuvauspisteen väliin jää puustoa.

Maiseman ja kulttuuriympäristön kannalta merkittävillä alueilla, Saarijärven reitin kulttuurimaisemien ja Iso-Aholan sekä Puustin laidunten perinnebiotooppikohteiden kannalta vaikutukset maisemaan eivät ole merkittäviä, koska arvoalueiden ja sähkönsiirtoreitin välille ei muodostu näköyhteyttä. Lisäksi uusi sähkönsiirtoreitti sijoittuu nykyistä voimajohtolinjaa kauemmaksi.

Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Voimajohtoauekan raivaaminen aiheuttaa avohakkuun kaltaisia vaikutuksia maisemaan.

Toiminnan aikaiset vaikutukset

Metsäalueen osalta maisemaan muodostuu avohakkuun kaltaisia vaikutuksia, jotka muuttavat aiemmin sulkeutunutta maisemaa. Ilmajohdtoa varten tarvitaan 400 kV:n johdolle 42 metriä leveä johtoaueka, joka pidetään puuttomana. Johtoalueen leveys, jonka sisäpuolelle johtoaueka kuuluu, on 62 metriä ja sen reunoilla on 10 metrin reunavyöhykkeet, joissa puuston kasvua on rajoitettu.

Voimajohto aiheuttaa muutoksen maisemassa ja erityisesti uuteen maastoon sijoittuva voimajohto voidaan kokea maisemassa häiritseväksi. Voimajohtolinja pylväineen erottuu avoimessa maisemassa, kuten pelloilla tai paikoilla, mistä avautuu näkymiä johtolinjan suuntaan. Metsäisessä maastossa linja näkyy vain paikoin.

Merkittävimpiä maisemallisia vaikutuksia voi aiheutua voimajohtopylväistä, jotka sijoittuvat avoimeen maisemaan, korkeille maastonkohdille tai maisemalliseen solmukohtaan.

Merkittävimmät maisemalliset vaikutukset kohdistuvat voimajohtoaukeaan ja sen välittömään läheisyyteen reitin länsiosassa sekä liitoskohdassa, missä voimajohto liittyy olemassa olevaan suurjännitelinjaan. Lähimmät asuinrakennukset sijaitsevat olemassa olevan voimajohdon tuntumassa Mäkikyläntien varrella. Reitin länsiosassa Mäntylän tilan pieni peltotilkku saattaa mahdollistaa voimajohtorakenteiden vähäisen näkymisen taustapuuston yläpuolella tilalle johtavalta tieltä katsottuna. Toisaalta pihapiirin muut rakennukset muodostavat näköestettä asuinrakennuksen ja sähkönsiirtoreitin välille. Myös muiden läheisten asuinrakennusten ja sähkönsiirtoreitin väliin jää puustoa.

Ilmajohdon rakenteet voivat näkyä Hoikanlammilta. Lammen muodon vuoksi vaikutukset jäävät pienilaisiksi ja kohdistuvat kaakko-luodenäkymiin lammen suuntaisesti.

Alle kilometrin päässä sähkönsiirtoreitin länsipuolella on Valkeinen-järvi ja sen länsipuolella avonaisia peltoaukeita. Näiltä osin Valkeisen-järven ranta- ja Valkeistenmäen rinnepuustolla on vaikutusta Kalmarista avautuviin näkymiin. Tällä hetkellä nykyisen voimajohdon ja Valkeinen-järven välissä on metsää sekä puustoisia pihapiirejä, jotka estävät näkymistä Kalmarin suunnasta.

Maiseman ja kulttuuriympäristön kannalta merkittävillä alueilla, Saarijärven reitin kulttuurimaisemien ja Iso-Aholan sekä Puustin laidunten perinnebiotooppikohteiden kannalta vaikutukset maisemaan eivät ole erityisen merkittäviä, koska arvoalueiden ja sähkönsiirtoreitin välille ei muodostu näköyhteyttä. Lisäksi uusi sähkönsiirtoreitti sijoittuu nykyistä voimajohtolinjaa kauemmaksi.

Muutos maisemassa on vähäinen.

Toiminnan lopettamisen vaikutukset

Voimalinja häviää maisemasta, kun se puretaan. Avoimet voimajohtoaukeat vähitellen metsittyvät ja maisema sulkeutuu.

Yhteisvaikutukset

Mikäli Vuorijärvien hanke toteutuu, ja hankkeen sähkönsiirtoreitiksi valikoituu Tukkimäen hankealueen läpi kulkeva vaihtoehto, voidaan Tukkimäen hankkeen sähkönsiirto toteuttaa samassa johtokäytävässä, sen rinnalla. Tukkimäen koillispuolelle sijoittuvilta osin sähkönsiirtoreitin vaikutuksia tarkastellaan Vuorijärven hankkeen YVA-menettelyn yhteydessä.

Metsänhakkuut voivat aiheuttaa maisemaan yhteisvaikutuksia avaamalla näkymiä.

Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Haitallisten maisemavaikutusten vähentämiseksi voimalinjan pylväspaikkojen suunnittelu on tärkeää erityisesti voimajohdon välittömään läheisyyteen sijoittuvien pihapiirien ja maiseman kiintopisteiden ja avoimien näkymäalueiden kohdalla.

10.3.2 Vaikutusten yhteenveto

Maisemallisesti vaikutukset jäävät vähäisiksi (Taulukko 55). Voimajohtoreitti sijaitsee suljetussa maisemassa, jolloin vaikutukset kohdistuvat johtoaukean välittömään läheisyyteen. Metsäisessä maisemassa puusto katkaisee näkymiä ja visuaaliset vaikutukset jäävät paikalliseksi.

Taulukko 55. Maisemavaikutusten merkittävyyden arviointi sähkönsiirtoreitillä.

SVE	
–	Vähäinen, linjaus metsämaisemassa ja olemassa olevan voimajohtoreitin varrella. Vaikutukset havaittavissa vain lyhyeltä etäisyydeltä.

10.4 Arkeologiset kohteet

10.4.1 SVE (ilmajohtoreitti)

Nykytilan kuvaus

Sähkönsiirtoreitille tehtiin arkeologinen inventointi syksyllä 2020 (Keski-Pohjanmaan Arkeologiapalvelu 2020). Inventointi kattoi Kannonkosken Vuorijärvien tuulivoimahankkeen sähkönsiirtoreitin, josta osa reitistä on täysin sama kuin Tukkimäen sähkönsiirtoreitti. Selvityksessä todettiin, että Tukkimäen hankkeen sähkönsiirtoreitin varrella ei sijaitse yhtäkään kiinteää muinaisjäännöstä.

Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Vaihtoehdolla ei ole vaikutusta kiinteisiin muinaisjäännöksiin tai muihin kulttuuriperintökohteisiin.

Toiminnan aikaiset vaikutukset

Vaihtoehdolla ei ole vaikutusta kiinteisiin muinaisjäännöksiin tai muihin kulttuuriperintökohteisiin toiminnan aikana.

Toiminnan lopettamisen vaikutukset

Arkeologisiin kohteisiin ei kohdistu vaikutuksia toiminnan lopettamisesta.

Yhteisvaikutukset

Muita voimajohtohankkeita ei SVE ilmajohtoreitin alueella ole tiedossa, joten vaihtoehdolla ei ole vaikutusta kiinteisiin muinaisjäännöksiin tai muihin kulttuuriperintökohteisiin.

Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Ilmajohtoreitin linjaus ja voimalinjan pylväiden paikat suunnitellaan siten, että muinaisjäännökset eivät vaarannu.

10.4.2 Vaikutusten yhteenvedo

Arkeologisiin kohteisiin ei kohdistu vaikutuksia sähkönsiirtoreitillä (Taulukko 56).

Taulukko 56. Arkeologisiin kohteisiin kohdistuvien vaikutusten merkittävyyden arviointi sähkönsiirtoreitillä.

SVE	
0	Ei vaikutuksia.

10.5 Kasvillisuus ja luontotyypit

Sähkönsiirtoreitin nykytilan kuvaus perustuu kesällä 2023 tehtyyn kasvillisuus- ja luontotyyppiselvitykseen (Granroth & Ahlman 2023a). Kasvillisuus- ja luontotyyppiselvitys on tehty maastonselvityksenä 12.7.2023 jolloin voimajohtolinjauksen itä-länsisuuntainen kuusi kilometriä pitkä osa hankealueen länsirajalta Metsälinjalle käveltiin läpi. Tutkimusalueena oli viisikymmentä metriä voimajohtoreitin keskilinjaa molemmin puolin. Tausta-aineistona käytettiin Metsäkeskuksen paikkatietoaineistoa (Metsäkeskus 2023) ja Vuorijärvien tuulivoimapuiston sähkönsiirtoreitin luontoselvitysraporttia (FCG 2022). Selvityksessä on kartoitettu luonnonsuojelulain (64 §) suojellut luontotyypit, metsälain (10 §) erityisen tärkeät elinympäristöt ja vesilain (2. luvun 11 §) luontotyypit sekä uhanalaiset luontotyypit (Kontula ja Raunio 2018) ja muut luontoarvojensa puolesta huomioitavat kohteet. Maastotöiden aikana kirjattiin lajilistalle kaikki havaitut putkilokasvit. Myös huomionarvoisten kasvilajien kasvupaikat kirjattiin ylös.

Sähkönsiirtoreitin länsipäässä reitti kulkee 2,6 kilometrin matkan pohjois-eteläsuunnassa Fingridin Metsälinjan vieressä. Tämän pohjois-eteläsuuntaisen Metsälinjan viereisen pätjän kasvillisuus- ja luontotyyppitieto on peräisin Vuorijärvien tuulivoimapuiston sähkönsiirtoreitin luontoselvitysraportista (FCG 2022), jossa kasvillisuus ja luontotyypit selvitettiin olevan metsälinjan molemmin puolin.

10.5.1 SVE (ilmajohtoreitti)

Nykytilan kuvaus

Voimajohdon alue on suurelta osin kasvillisuudeltaan pirstoutunutta ja talouskäytössä olevaa kangasmetsää sekä ojitettua suoalaa, eikä luonnontilaista tai luonnontilaista kaltaista metsää ja suota ole paljon. Voimajohdon kasvillisuusselvityksen yhteydessä löydettiin kuitenkin yksitoista arvokasta kohdetta (Taulukko 57, Kuva 127), jotka kaikki koskevat erilaisia suotyypppejä. Kaikki arvokkaat kohteet eivät sijaitse tutkitun sata metriä leveän väylän sisällä, mutta ne huomioitiin inventoinneissa, jotta suunnittelutyöt voidaan tehdä kattavamman aineiston perusteella. Kuvioista yhdeksän täyttää metsälain 10 § mukaiset kriteerit, mutta ne eivät ole Metsäkeskuksen rajaamia lakikohteita. Lisäksi yksi kohde on uhanalaisuudeltaan erittäin uhanalainen ja yksi äärimmäisen uhanalainen. Reitillä varrella ei esiinny luonnonsuojelulain mukaisia suojeltuja luontotyypppejä. Reitillä pohjoispuolella johtoaukean ja varsinaisen selvitysalueen ulkopuolella sijaitseva pieni lähteinen metsäkortekorpi on vesilain 2. luvun 11 §:n tarkoittama lähdeluontotyyppi.

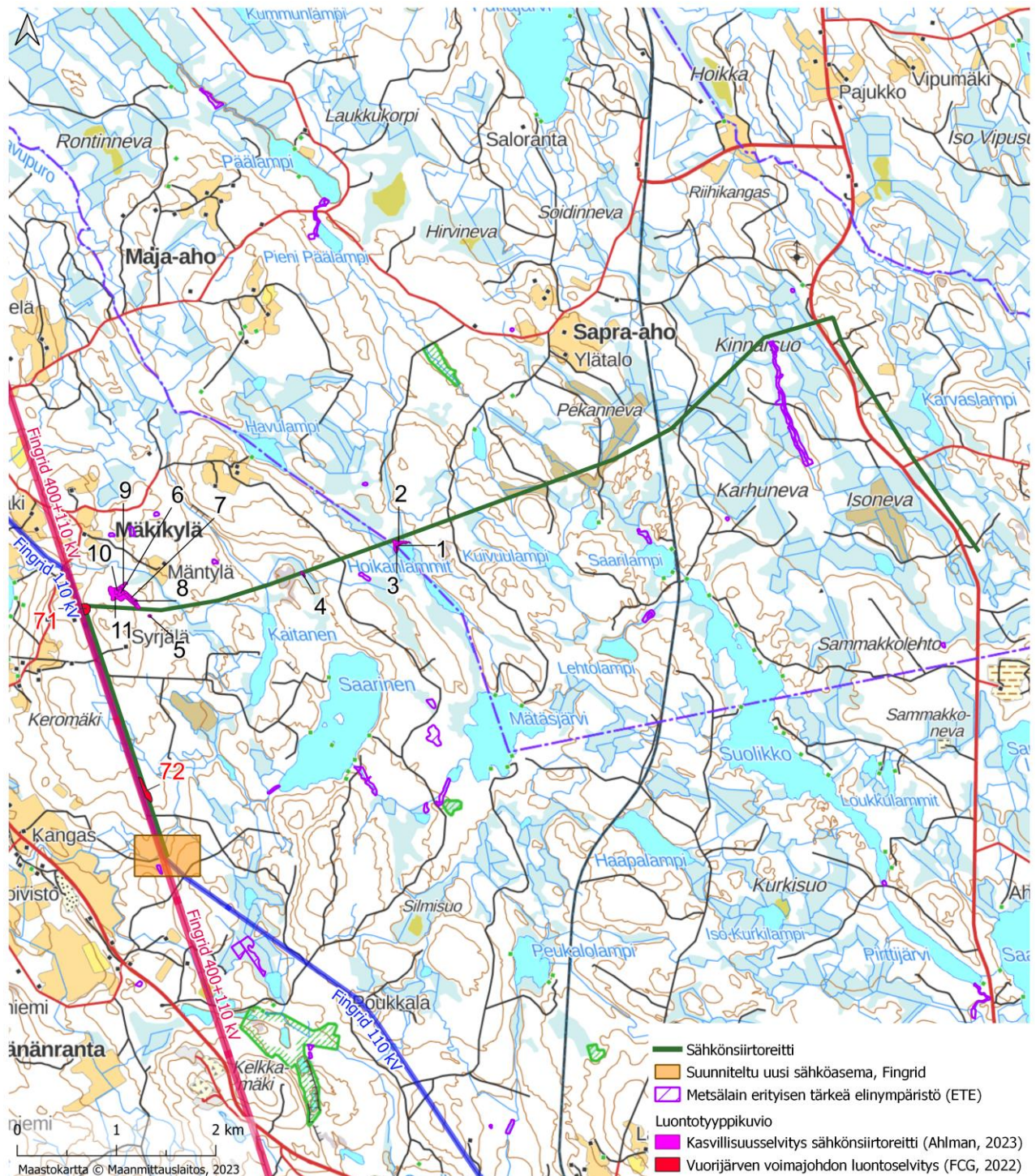
Taulukko 57. Sähkönsiirtoreitin arvokkaat luontotyyppikohteet.

Sähkönsiirtoreitin arvokkaat luontotyyppikohteet kasvillisuus- ja luontotyyppiselvityksen (Granroth & Ahlman 2023a) mukaan. Luokitus oppaan Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi (Mäkelä & Salo 2021) luontokohteiden luokitteluohteistusta soveltaen: luokka 1: Lainsäädännöllä turvatut kohteet; luokka 2: Erityisen tärkeät kohteet; luokka 3: Monimuotoisuutta turvaavat kohteet; luokka 4: Monimuotoisuutta tukevat kohteet: Tämän uusimman luontoselvityksiä koskevan viranomaisoppaan mukainen luokittelu ei huomioi mahdollisia metsälain 10 § mukaisia erityisen tärkeitä elinympäristöjä, vaan nämä kohteet on luokiteltu luokkaan 1, jos ne ovat tai saattavat olla myös vesiläköhteitä (2. luvun 11§:n kohteita tai vesilain 3.luvun 2 §:n yleisen lupavelvollisuuden tarkoittamia luonnontilaisia tai sen kaltaisia puroja). Ohjeen mukaisesti uhanalaiset luontotyypit edustavat luokkaa 2, jos ne ovat merkittäviä kohteita ja luokkaa 3, jos ne ovat muita kohteita. Tähän arvioon on vaikuttanut mm. kohteen koko ja luontotyyppin uhanalaisuusluokka. Nelosluokkaan on otettu silmälläpidettävää luontotyyppiä edustavat kohteet sekä elinvoimaista luontotyyppiä edustavat kohteet, jotka on rajattu hankkeen luontoselvityksessä huomionarvoiksi kohteiksi. Lyhenteiden selitykset: CR= äärimmäisen uhanalainen, EN= erittäin uhanalainen, VU= uhanalainen, vaarantunut, NT= silmälläpidettävä; LC= elinvoimainen. Selvitysraportin numeron pesässä oleva yläindeksi 3) tarkoittaa voimajohdon kasvillisuus- ja luontotyyppiselvitystä (Granroth & Ahlman 2023a). VL= vesiläki. ML= Metsäkeskuksen rajaama ML 10§:n kohde), (ML) hankkeen selvityksen (Granroth & Ahlman 2023a) perusteella täyttää ML 10§:n kriteerit, vaikkei Metsäkeskus rajannut kohteeksi.

Kuvio-numero	Luontotyyppi	Uhanalaisuus Etelä-Suomi/ koko Suomi	Laki	Arvoluokka (Mäkelä & Salo 2021)
1 ³⁾	ruohoinen saraneva	VU / NT	(ML)	3
2 ³⁾	tupasvillaräme	VU/NT	(ML)	3
3 ³⁾	oligotrofinen/minetrotrofinen lyhytkorsineva	VU/NT	(ML)	3
4 ³⁾	oligotrofinen saraneva	VU/NT	(ML)	3
5 ³⁾	ruohokorpi	EN/VU	(ML)	3
6 ³⁾	isovarpuräme	VU/NT	(ML)	3
7 ³⁾	kangasräme	EN/VU		3
8 ³⁾	lähteinen metsäkortekorpi/ lähteikkö	EN/EN EN/VU	VL 2./11§ (lähteikkö), (ML)	3 1
9 ³⁾	muurainkorpi	EN/EN	(ML)	3
10 ³⁾	oligotrofinen saraneva	VU/NT	(ML)	3
11 ³⁾	kangaskorpi	CR/EN		2

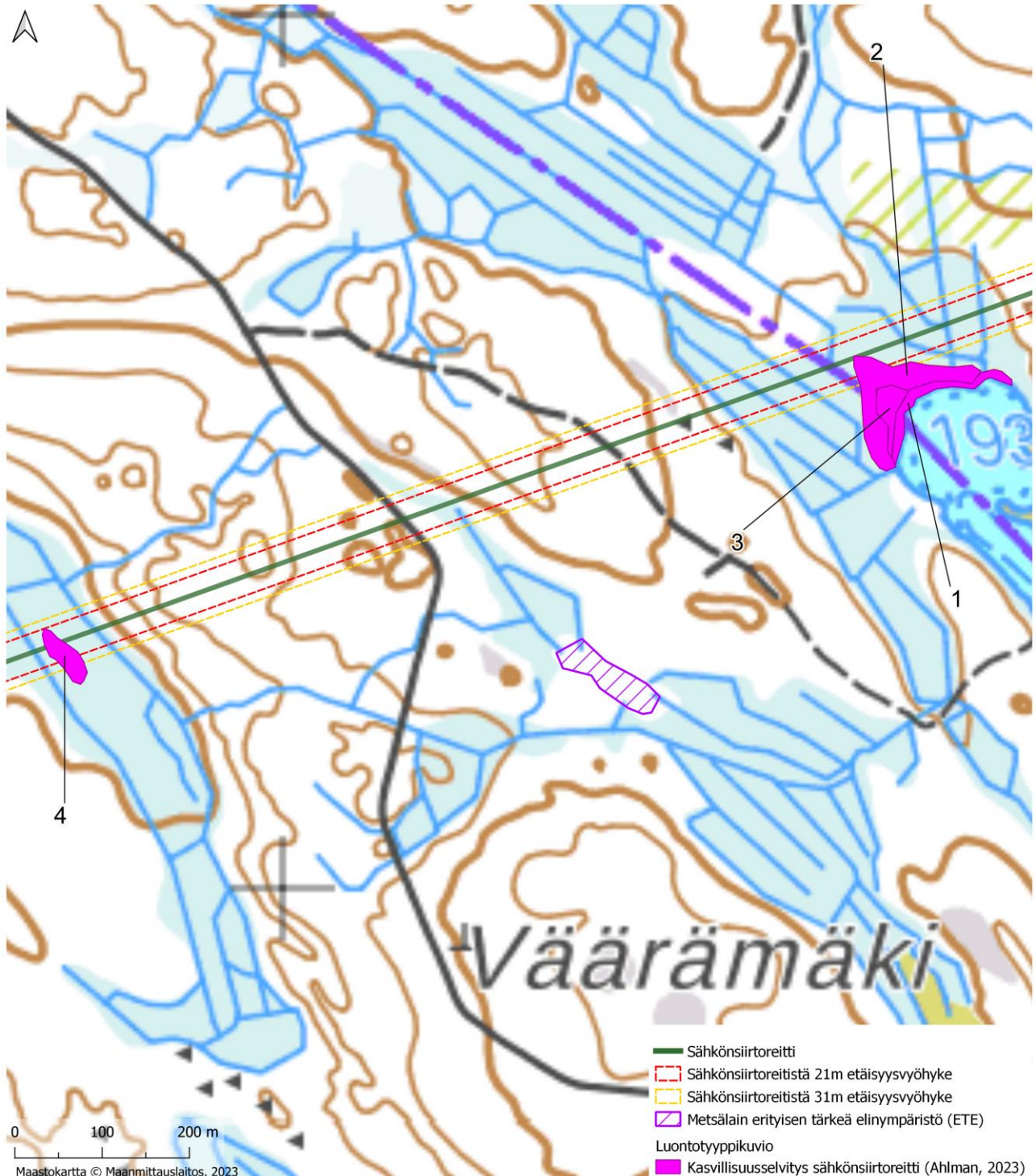
Sähkönsiirtoreitin länsipäässä reitti kulkee 2,6 kilometrin matkan pohjoiseteläsuunnassa Fingridin Metsälinjan vieressä. Metsälinjan itälaidalla sijaitsee kaksi Vuorijärvien tuulivoimapuiston sähkönsiirtoreitin luontoselvitysraportissa (FCG 2022) tunnistettua luontotyyppikohdetta (kohteet 71 ja 72 seuraavilla kartoilla (Kuva

127, Kuva 129 ja Kuva 130)). Nämä luontotyyppikohteet ovat uhanalaisia luontotyyppejä: Uhanalaista, vaarantunutta (VU) luontotyyppiä tuoreet keskiravinteiset lehdot edustava Itämaen lehto (kohde 71), sekä uhanalaista (VU) luontotyyppiä korpirämeet edustava Salmennevan korpiräme (kohde 72). Salmennevan korpiräme on luokiteltu Vuorijärven voimajohdon luontoselvityksessä arvoluokkaan Monimuotoisuutta turvaavat kohteet (luokka 3). Itämaen lehto on vastaavasti luokiteltu FCG:n (2022) selvityksessä arvoluokkaan Muut huomionarvoiset kohteet (luokka 4), mutta uhanalaisen luontotyypin esiintymänä se kuuluu todellisuudessa luokkaan Monimuotoisuutta turvaavat kohteet (Luokka 3).

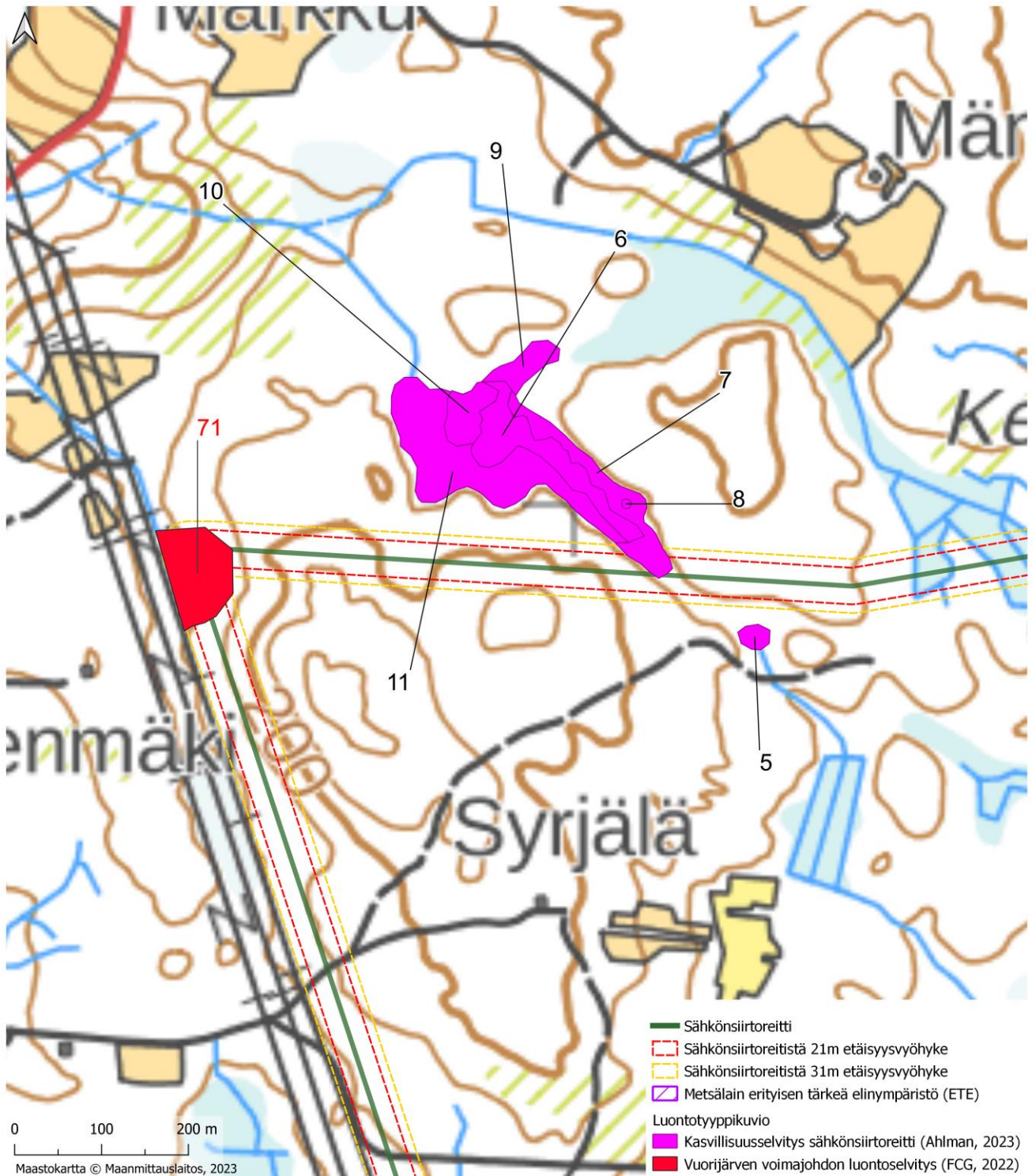


Kuva 127. Sähkösiirtoreitin arvokkaat luontotyypit kasvillisuusselvityksen mukaan (Granroth & Ahlman 2023a), ja Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt (Metsäkeskus 2023). Kartassa mukana Vuorijärven tuulivoimapuiston sähkösiirtoreitin luontoselvityksen (FCG 2022) kohteet 71 ja 72 eli sähkösiirtoreitin pohjois-eteläsuuntaisen länsiosan kohteet.

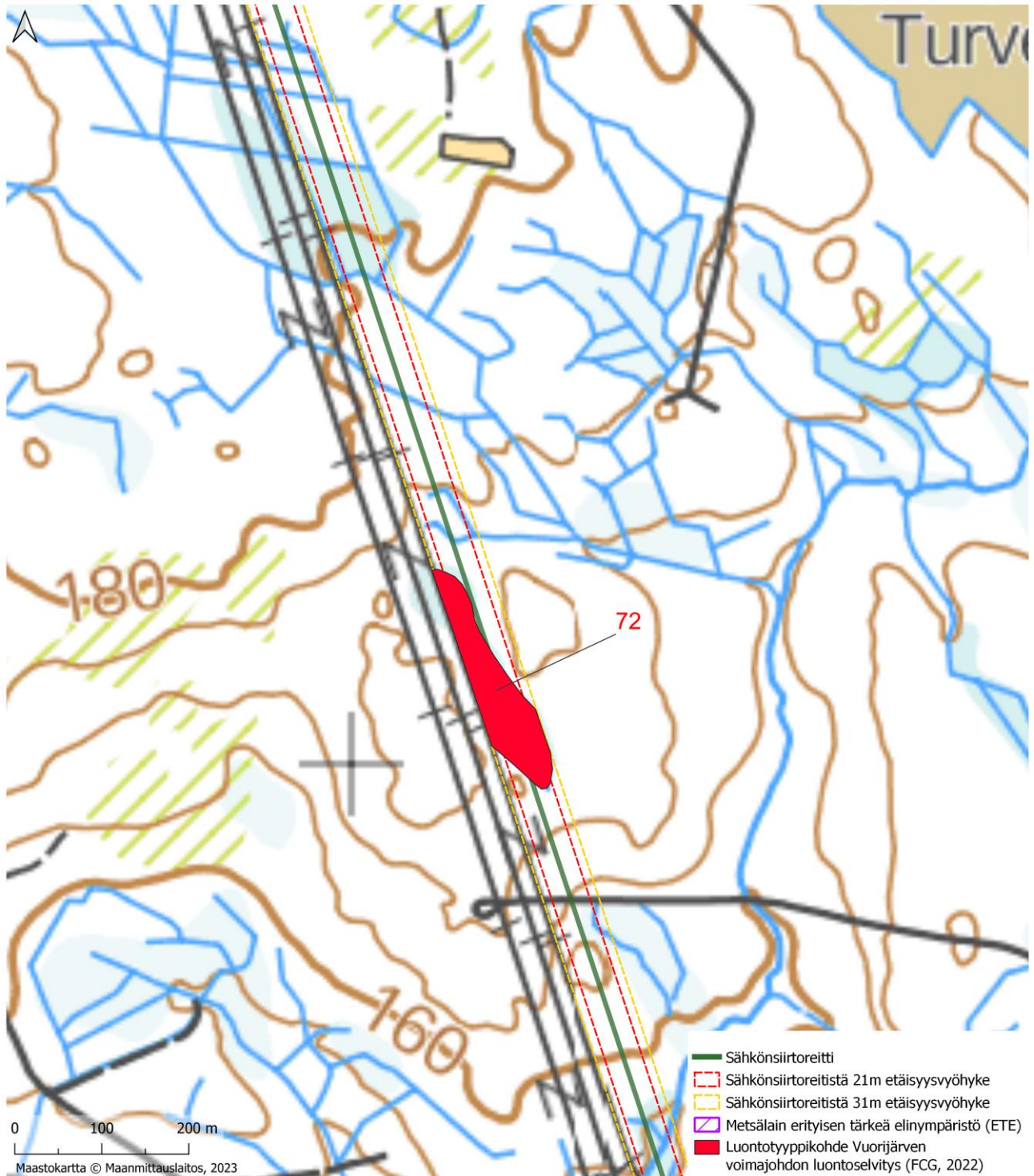
Seuraavissa kuvissa on (Kuva 128 ja Kuva 129) esitetty sähkönsiirtoreitin kasvillisuusselvityksen (Granroth & Ahlman 2023a) arvokkaat luontotyyppikohteet lähikartoilla.



Kuva 128. Sähkönsiirtoreitin arvokkaat luontotyytit kasvillisuusselvityksen mukaan (Granroth & Ahlman 2023a), lähikartta kohteet 1–4. Kuvassa näkyy 2x21 metriä leveän johtoauekan ja sitä ympäröivän kymmenen metriä leveän reunavyöhykkeen (matalan puuston vaihtumisalue) sijainnit.

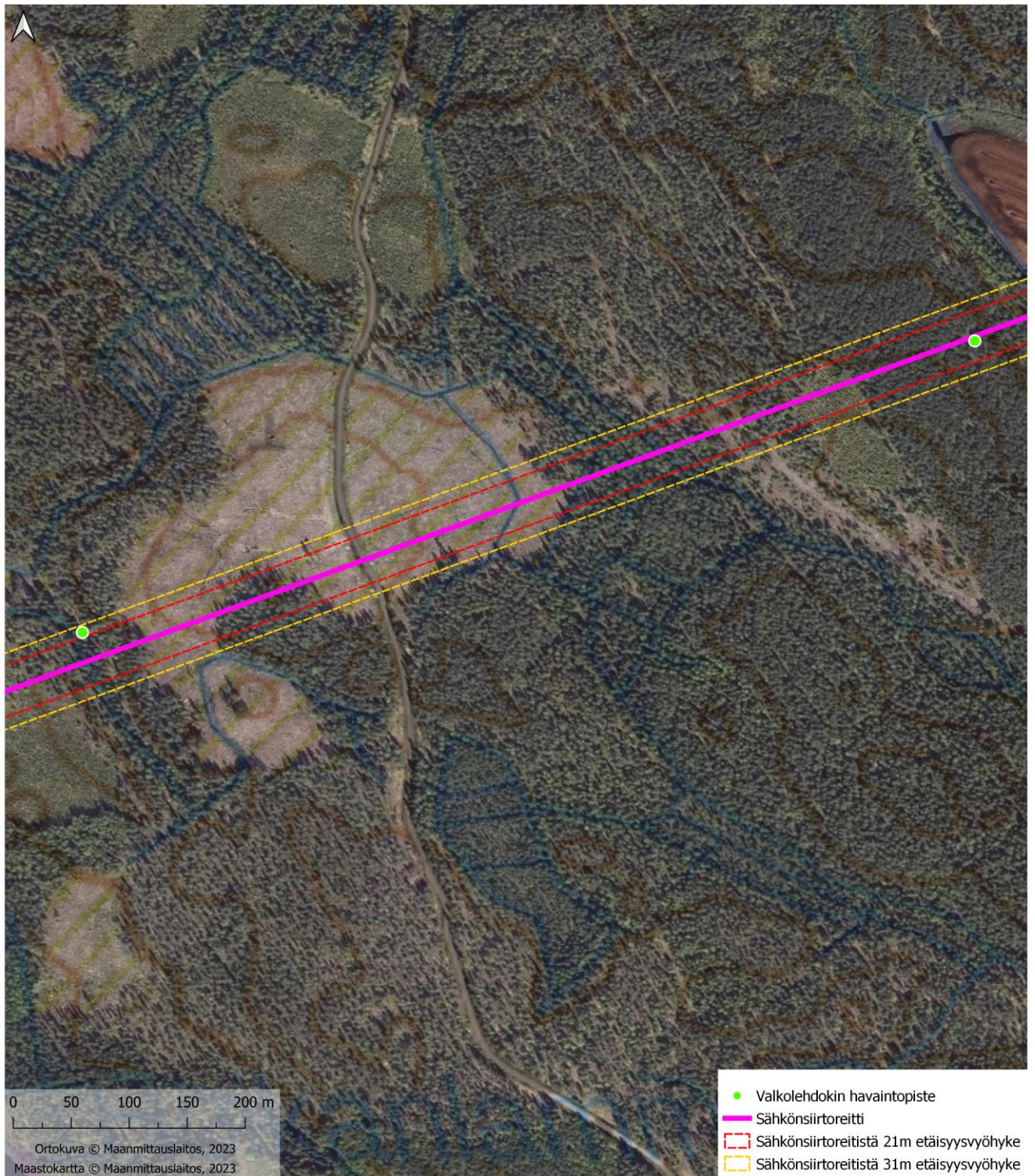


Kuva 129. Sähkönsiirtoreitin arvokkaat luontotyytit kasvillisuus selvityksen (Granroth & Ahlman 2023a) ja kaksi Vuorijärvien tuulivoimapaiston sähkönsiirtoreitin luontoselvityksen (FCG 2022) mukaan, lähikartta kohteet 5–11 ja 71. Kuvassa näkyy 2x21 metriä leveän johtoauekan ja sitä ympäröivän kymmenen metriä leveän reunavyöhykkeen (matalan puuston vaihtumisasi alue) sijainnit.



Kuva 130. Sähkösiirtoreitin arvokkaat luontotyypit Vuorijärven tuulivoimapaiston sähkösiirtoreitin luontoselvityksen (FCG 2022) mukaan, lähikartta kohde 72. Kuvassa näkyy 2x21 metriä leveän johtoaukean ja sitä ympäröivän 10 metriä leveän reunavyöhykkeen (matalan puuston vaihtetumisuusalue) sijainnit.

Voimajohdon kasvillisuusselvityksessä (Granroth & Ahlman 2023a) havaitun 115 kasvilajin joukossa ainoa huomionarvoinen putkilokasvilaji on valkolehdokki, joka lukeutuu koko maassa rauhoitettuihin kasvilajeihin luonnonsuojelulain 74 § mukaisesti. Lajista tehtiin kaksi havaintoa, joiden kasvupaikkojen sijainti on esitetty seuraavassa kartassa (Kuva 131). Muita huomionarvoisia lajeja ei löydetty, eikä alueelta tunneta aiempia havaintoja uhanalaisista, luontodirektiivin liitteisiin kuuluvista tai lakisääteisesti suojelluista lajeista (Suomen Lajitietokeskus 2023a).



Kuva 131. Rauhoitetun valkolehdokin kasvupaikat suhteessa voimajohtolinjaan. Kuvassa näkyy 2x21 metriä leveän johtoaukean ja sitä ympäröivän 10 metriä leveän reunavyöhykkeen (matalan puuston vaihtumisasialue) sijainnit. Valkolehdokin havaintopisteen ympärille on piirretty säteeltään 5 metriset ympyrät.

Valkolehdokin ekologiasta, uhanalaisuudesta ja asemasta lainsäädännössä

Valkolehdokki on koko maassa rauhoitettu kasvilaji (luonnonsuojeluasetuksen (14.2.1997/160) liite 3a). Myös uuden luonnonsuojeluasetuksen luonnoksessa (Valtioneuvosto 2023) laji on koko maassa rauhoitettu. Valkolehdokin kasvupaikat kuuluvat oppaan Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi (Mäkelä & Salo 2021) luontokohteiden luokitteluohjeistusta soveltaen luokkaan 1: Lainsäädännöllä turvatut kohteet. Rauhoitettua kasvia, sen osaa tai siemeniä ei saa Luonnonsuojelulain (9/2023) 74 §:n mukaan poimia, kerätä, leikata irti, ottaa juurineen eikä hävittää. Luonnonsuojelulain 82 §:n mukaan poiketen siitä, mitä 74 §:ssä säädetään, aluetta saa käyttää maa- ja metsätalouteen tai rakennustoimintaan ja rakennuksia sekä laitteita taroituksensa mukaisesti. Tällöin on kuitenkin vältettävä vahingoittamista tai häiritsemistä rauhoitettuja eläimiä ja kasveja, jos se on mahdollista ilman merkittäviä lisäkustannuksia. Luonnonsuojelulain 83 §:n 1. momentin mukaan Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus voi myöntää luvan poiketa 74 §:ssä säädetystä, jos siitä ei ole haittaa eliölajin suotuisan suojelutason säilyttämiselle tai sen saavuttamiselle.

Valkolehdokki on tuoreimmassa uhanalaisluokituksessa (Hyvärinen ym. 2019) luokiteltu elinvoimaiseksi kasvilajiksi. Sitä ei ole luokiteltu selvitysalueella myöskään alueellisesti uhanalaiseksi (Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus 2021). Valkolehdokin elinympäristöä ovat rehevähköt kangasmetsät, lehtomaiset metsät, lehdot, letto- ja lehtokorvet sekä niityt (Suomen Lajitietokeskus 2023b). Valkolehdokki ei ole kovin herkkä valaistuksen lisääntymiselle viereisen maankäytönmuutoksen myötä, sillä sitä kasvaa mm. harvennushakatuissa metsissä, ainakin kapeilla sähkölinjan aukoilla ja maanteiden laidoilla metsänrajan tuntumassa.

Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Voimalinjan rakennusvaiheessa rakennuspaikalta raivataan puusto. Uusien pylväspaikkojen kasvillisuus häviää rakentamisen aikana ja paikasta riippuen lajikoostumus voi muuttua. Voimajohtoon rakentamisen vaikutukset ovat suoria; nykyisin metsäiset alueet muuttuvat voimajohtoaukealla avoimeksi ympäristöksi. Avosoilla ja harvapuustoisilla soilla voimajohtopylväiden väliin jäävän johtoalueen kasvillisuus ei juuri muutu. Puustoisilla soilla puuston poisto lisää etenkin varpujen ja heinien kasvua. Rakentaminen pirstoo yhtenäisiä metsäalueita.

Rakennusaikainen työkoneilla ajo tuottaa ajouria ja rikkoo pintakasvillisuutta etenkin, jos se tapahtuu sulan maan aikaan. Herkimpiä kasvillisuuden kulumiselle ovat hyvin karut ja toisaalta hyvin rehevät tai kosteat kasvupaikat: kalliot, lehdot, suot ja vesistöjen rannat. Kulunut kasvillisuus kuitenkin palautuu vähitellen.

Vaikutukset voimajohto aukeaa ympäröivään kasvillisuuteen ovat saman tapaisia kuin metsätaloudellisten hakkuiden reunavaikutukset hakkuiden kaltaisia. Voimajohtoaukeiden ympäristössä reunavaikutus lisääntyy, kun valon määrä kasvaa. Muuttuneet valaistus- ja kosteusolosuhteet vaikuttavat lajistoon ja sitä kautta luontotyyppeihin. Vaikutusetäisyys ja vaikutuksen merkittävyys riippuu mm. luontotyyppistä sekä kohteiden keskinäisistä ilmansuunnista.

Ilmajohtoa käytettäessä tarvitaan 400 kV:n johdolle 42 metriä leveä johtoaukea, joka pidetään puuttomana. Johtoalueen leveys, jonka sisäpuolelle johtoaukea kuuluu, on 62 metriä ja sen reunoilla on kymmenen metrin reunavyöhykkeet, joissa puuston kasvua on rajoitettu.

Voimajohtoon kasvillisuusselvityksessä rajatuista yhdestätoista arvokkaasta luontotyyppikohteesta kolme eli kohteet 2, 4 ja 7 sijoittuvat suoran maankäytön muutoksen alueelle eli 31 metrin säteelle voimajohtoon keskilinjasta. Nämä kolme kohdetta ovat ajantasaisen viranomaisoppaan Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi (Mäkelä & Salo 2021) luontokohteiden luokitteluohjeistusta soveltaen luokkaa 3 eli monimuotoisuutta turvaavia kohteita.

Kohde 2 on alueellisesti uhanalainen tupasvilläräme. Tämänhetkisten suunnitelmien mukaan kohteen 2 tupasvillärämeestä noin 0,05 hehtaaria jää kokonaan hakattavalle johtoaukealle. Koska tupasvillärämekohde on hyvin vähä- ja matalapuustoinen, tältä alueelta tupasvillärämeen edustavuus heikkenee, mutta ei häviä kokonaan. Noin 0,06 hehtaaria tupasvillärämeestä jää reunavyöhykkeelle, jossa puuston kasvua rajoitetaan. Tällä ei juuri arvioida olevan vaikutusta jo nykytilassaan vähäpuustoiselle tupasvillärämeelle. Suurin osa eli noin 0,43 hehtaaria tupasvillärämekohteesta jää suoran maankäytönmuutoksen ulkopuolelle. Voimajohdolla ei ole merkittäviä välillisiä vaikutuksia tupasvillärämeeseen.

Kohde 4 on alueellisesti uhanalainen oligotrofinen saraneva. Tämänhetkisten suunnitelmien mukaan kohteen 4 saranevasta noin 0,07 hehtaaria jää kokonaan hakattavalle johtoaukealle. Koska saranevakohde on puuton, tältä alueelta saranevan edustavuus ei heikkene hakkuiden takia. Rakennusaikainen työkonella ajo saattaa heikentää edustavuutta, mutta mahdollinen muutos on palautuva. Noin 0,03 hehtaaria saranevasta jää reunavyöhykkeelle, jossa puuston kasvua rajoitetaan. Tällä ei arvioida olevan vaikutusta jo nykytilassaan puuttomalle saranevalle. Noin 0,04 hehtaaria saranevakohdeesta jää suoran maankäytönmuutoksen ulkopuolelle. Voimajohdolla ei ole merkittäviä välillisiä vaikutuksia saranevaan.

Kohde 7 on uhanalainen kangasräme. Tämänhetkisten suunnitelmien mukaan kohteen 7 kangasrämeestä noin 0,06 hehtaaria jää kokonaan hakattavalle johtoaukealle. Tältä alueelta kangasräme häviää. Noin 0,07 hehtaaria kangasrämeestä jää reunavyöhykkeelle, jossa puuston kasvua rajoitetaan. Tällä alueella kangasrämeen edustavuus ja luonnontilaisuus heikkenee. Suurin osa eli noin 0,55 hehtaaria kangasrämekohteesta jää suoran maankäytönmuutoksen ulkopuolelle. Voimajohdon välilliset vaikutukset kangasrämeeseen valaistus- ja kosteusolojen muutoksen kautta arvioidaan korkeintaan vähäisesti kielteisiksi.

Muut Tukkimäen sähkönsiirtoreitin luontoselvityksessä rajatut luontotyyppikohteet sijaitsevat suoran maankäytönmuutosalueen ulkopuolella, ja niihin kohdistuu korkeintaan hyvin vähäisiä kielteisiä välillisiä vaikutuksia. Lähteinen metsäkortekorpi/ lähteikkö (kohde 8) sijaitsee noin viisikymmentä metriä lähimmän suoran maankäytönmuutosalueen eli voimajohdon pohjoisreunan reunavyöhykkeen pohjoispuolella. Voimajohdon rakentamisella ei arvioida olevan vaikutusta lähteikköön myöskään välillisesti pohja- tai pintavesiolosuhteiden tai valaistusolosuhteiden muutoksen kautta.

Sähkönsiirtoreitin länsipäässä reitti kulkee 2,6 kilometrin matkan pohjoiseteläsuunnassa Fingridin Metsälinjan vieressä. Metsälinjan itä laidalla sijaitsee kaksi Vuorijärvien tuulivoimapuiston sähkönsiirtoreitin luontoselvitysraportissa (FCG 2022) tunnistettua luontotyyppikohdetta. Nämä luontotyyppikohteet ovat uhanalaisia luontotyyppejä: Uhanalaista, vaarantunutta (VU) luontotyyppiä tuoreet keskiravinteiset lehdot edustava Itä-mäen lehto (kohde 71), sekä uhanalaista (VU) luontotyyppiä korpirämeet edustava Salmennevan korpiräme (kohde 72). Itä-mäen lehto on luokiteltu Vuorijärven voimajohdon luontoselvityksessä arvoluokkaan Muut huomionarvoiset kohteet (luokka 4) ja Salmennevan korpiräme arvoluokkaan Monimuotoisuutta turvaavat kohteet (luokka 3). Tukkimäen sähkönsiirtoreitti kulkee Fingridin metsälinjan itäpuolella niin, että metsää joudutaan hakkaamaan, jolloin nämä puustoiset luontotyyppikohteet häviävät hakkuualueella ja voivat heikentyä sen vieressä reunavaikutuksen vuoksi.

Tukkimäen voimajohdon kasvillisuus selvityksessä (Granroth & Ahlman 2023a) rajatuista kahdesta rauhoitetun valkolehdokin havaintopaikasta molemmat sijoittuvat suoran maankäytön muutoksen alueelle eli 31 metrin säteelle voimajohdon keskilinjasta. Nämä kaksi kohdetta ovat ajantasaisen viranomaisoppaan Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi (Mäkelä & Salo 2021) luontokohteiden luokitteluohjeistusta soveltaen luokkaa 1 eli lainsäädännöllä turvattuja kohteita. Itäisempi kohde (Kuva 131) jää kokonaan hakattavalle johtoaukealle. Läntisempi kohde jää reunavyöhykkeelle, jossa puuston kasvua rajoitetaan. Mikäli pylväiden sijoittelussa huomioidaan valkolehdokin kasvupaikat ja sekä rakentamisaikaisessa ajoneuvoliikenteessä kierretään kohteet, valkolehdokin kasvupaikkojen arvioidaan säilyvän lajille sopivina eikä voimajohdon rakentamisella ole vaikutusta valkolehdokkiin.

Toiminnan aikaiset vaikutukset

Vaikutukset kasvillisuuteen keskittyvät rakentamisaikaan. Toiminnan aikana voimajohtoaueille kasvava puusto joudutaan säännöllisesti poistamaan.

Ilmajohtoa käytettäessä tarvitaan 400 kV:n johdolle 42 metriä leveä johtoauea, joka pidetään puuttomana. Johtoalueen leveys, jonka sisäpuolelle johtoauea kuuluu, on 62 metriä ja sen reunoilla on 10 metrin reunavyöhykkeet, joissa puuston kasvua on rajoitettu.

Toiminnan aikana metsätyökoneiden ajojäljistä voi aiheutua vähäisiä kielteisiä vaikutuksia johtoauean ja sen reuna-alueen arvokkaisiin luontotyyppikohteisiin 2, 4 ja 7 sekä 71, ja 72, joita käsiteltiin tarkemmin edellisessä kohdassa rakennusaikaiset vaikutukset.

Mikäli toiminnan aikaisessa metsäkoneajossa kierretään valkolehdokin kasvupaikat (Kuva 131), valkolehdokin kasvupaikkojen arvioidaan säilyvän lajille sopivina eikä voimajohdolla ole toiminnan aikaisia vaikutusta valkolehdokkiin.

Toiminnan lopettamisen vaikutukset

Purkutöistä ei aiheudu merkittäviä vaikutuksia kasvillisuuteen, mikäli purkamisen aikaisessa ajossa kierretään valkolehdokin kasvupaikat (Kuva 131). Kun alueita ei enää käytön loputtua pidetä avoimena, kasvillisuus vähitellen peittää voimajohtoaueat.

Yhteisvaikutukset

Voimajohdolla ei arvioida olevan yhteisvaikutuksia muiden tuulivoimahankkeiden kanssa, koska vaikutukset kasvillisuuteen ja luontotyypeihin ovat paikallisia. Mikäli Vuorijärvien hanke toteutuu, ja hankkeen sähkönsiirtoreitiksi valikoituu Tukkimäen hankealueen läpi kulkeva vaihtoehto, voidaan Tukkimäen hankkeen sähkönsiirto toteuttaa samassa johtokäytävässä, sen rinnalla. Sähkönsiirtoreitillä on kasvillisuuteen ja luontotyypeihin liittyviä yhteisvaikutuksia hankealueella. Yhdessä näiden hankkeiden sähkönsiirto johtaa leveämmän johtokäytävän raivaamiseen kuin kumpikaan hanke yksin. Toisaalta kahden hankkeen voimajohdon kuljettaminen samassa johtokäytävässä mahdollistaa kokonaisuudessaan raivattavan metsäpinta-alan minimoinnin. Yhteisvaikutukset huomioidenkin hankkeen kasvillisuus- ja luontotyyppivaikutukset arvioidaan vähäisesti kielteisiksi.

Yhteisvaikutusarvioinnissa on huomioitu Haapalamminkankaan, Kannonkosken Vuorijärven tuulivoimahankkeet, Tukkimäen lähialueen tuulivoimahankkeiden sähkönsiirtoreitit (Kuva 31), sekä muu maankäyttö, kuten hankealueella olevat turvetuotantoalueet, ympäristön vapaa-ajan-, asuin- ja muut rakennukset sekä metsien metsätalouskäyttö.

Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Valkolehdokkiin ja huomionarvoisiin luontotyyppikohteisiin kohdistuvia vaikutuksia voidaan vähentää pylväsuunnittelun avulla, jolloin herkäät alueet voidaan väistää. Rakentamis- ja huolto- ja ylläpitotöistä aiheutuvia vaikutuksia näille kohteille voidaan vähentää myös ajoittamalla alueella ajoneuvolla liikkuminen mahdollisuuksien mukaan roudan ja lumen aikaan ja/tai huomionarvoisten luontotyyppikohteiden ja etenkin valkolehdokin kasvupaikkojen ulkopuolelle.

Valkolehdokin kasvupaikoilta ei tule muokata maata, poistaa aluskasvillisuutta eikä ajaa rakentamisen, huollon/yläpidon ja purkamisen yhteydessä työkoneilla. Mikäli tämä ei ole mahdollista, sen huomioimisesta tulee kysyä ohjeistusta paikallisen ELY-keskuksen luonnonsuojeluyksiköstä. Koska valkolehdokki ei ole alueellisesti tai valtakunnallisesti uhanalainen tai silmälläpidettävä laji ja sen havainnot koskivat itäisempi yhtä ja

läntisempi kolmea yksilöä, havaittujen kasvupaikkojen mahdollisen tuhoutumisen ei arvioida vaikuttavan lajin suotuisan suojelun tasoon.

10.5.2 Vaikutusten yhteenveto

Voimajohdon itä-länsisuuntaisella osalla tehdyssä kasvillisuusselvityksessä (Granroth & Ahlman 2023a) rajatuista arvokkaista luontotyyppikohteista kolme, eli kohteet 2, 4 ja 7, sijoittuvat osittain suoran maankäytön muutoksen alueelle eli 31 metrin säteelle voimajohdon keskilinjasta. Kohteet ovat uhanalaisia suoluontotyyppikohteita, mutta eivät lakisääteisesti suojeltuja.

Kohde 2 on alueellisesti uhanalaisen tupasvillaräme, jonka edustavuus heikkenee voimajohtoaukealle osuvalla osalla kohdetta. Kohteen 4 saranevakohde on puuton, tältä alueelta saranevan edustavuus ei heikkene hakkuiden takia. Kohde 7 on uhanalainen kangasräme. Kokonaan hakattavalle johtoaukealle sijoittuva osa kangasrämeestä häviää ja voimajohdon reuna-alueelle sijoittuvalla osalla kangasrämeen edustavuus ja luontontilaisuus heikkenee.

Muihin, suoran maankäytönmuutosalueen ulkopuolella sijaitseviin luontotyyppikohteisiin kohdistuvat, välilliset vaikutukset arvioidaan korkeintaan hyvin vähäisesti kielteisiksi tai olemattomiksi. Lähteinen metsäkortekorpi/ lähteikkö (kohde 8) sijaitsee noin 50 metriä lähimmän suoran maankäytönmuutosalueen eli voimajohdon pohjoisreunan reunavyöhykkeen pohjoispuolella. Voimajohdon rakentamisella ei arvioida olevan vaikutusta lähteikköön myöskään välillisesti pohja- tai pintavesiolosuhteiden tai valaistusolosuhteiden muutoksen kautta.

Sähkönsiirtoreitin länsipäässä reitti kulkee 2,6 kilometrin matkan pohjois-eteläsuunnassa Fingridin Metsälinjan vieressä. Metsälinjan itälaidalla sijaitsee kaksi Vuorijärvien tuulivoimapuiston sähkönsiirtoreitin luontoselvitysraportissa (FCG 2022) tunnistettua uhanalaista, vaarantunutta luontotyyppikohdetta (kohteet 71 ja 72). Nämä kohteet eivät ole Luonnonsuojelulain 64 §:n eikä 65 §:n kohteita, vesilain 2. luvun 11 §:n tai vesilain 3. luvun 2.§:n lakisääteisesti suojeltuja kohteita. Tukkimäen sähkönsiirtoreitti kulkee Fingridin metsälinjan itäpuolella niin, että metsää joudutaan hakkaamaan, jolloin nämä puustoiset luontotyyppikohteet häviävät hakkuualueella ja voivat heikentyä sen vieressä reunavaikutuksen vuoksi.

Tukkimäen voimajohdon kasvillisuusselvityksessä rajatuista kahdesta luonnonsuojelulain 74 §:n rauhoitetun valkolehdokin havaintopaikasta molemmat sijoittuvat suoran maankäytön muutoksen alueelle eli 31 metrin säteelle voimajohdon keskilinjasta. Nämä kaksi kohdetta ovat ajantasaisen viranomaisoppaan Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi (Mäkelä & Salo 2021) luontokohteiden luokitteluohteistusta soveltaen luokkaa 1 eli lainsäädännöllä turvattuja kohteita. Mikäli pylväiden sijoittelussa huomioidaan valkolehdokin kasvupaikat ja sekä rakentamisaikaisessa, toiminnan aikaisessa ja purkamisen aikaisessa ajoneuvoliikenteessä kierretään kohteet, valkolehdokin kasvupaikkojen arvioidaan säilyvän lajille sopivina eikä voimajohdolla ole vaikutusta valkolehdokkiin.

Yhteisvaikutukset huomioidenkin hankkeen kasvillisuus- ja luontotyyppivaikutukset arvioidaan vähäisesti kielteisiksi (Taulukko 58).

Taulukko 58. Kasvillisuuteen ja luontotyypeihin kohdistuvien vaikutusten merkittävyyden arviointi sähkön-siirtoreitillä.

SVE	
–	Vähäisiä negatiivisia vaikutuksia kohdissa, joissa linjaus kulkee osin uhanalaisten luontotyyppikohteiden alueelle. Vaikutuksia vähentää se, että suuri osa kohteista on puuttomia tai vähäpuustoisia. Arvioinnin oletuksena on, että pylväiden sijoittelussa ja työkonereiteissä kierretään rajatut huomionarvoiset luontotyyppi- ja kasvillisuuskohteet, jotka ovat uhanalaisia suo- ja metsäluontotyypejä sekä rauhoitetun valkolehdokin kasvupaikkoja.

10.6 Linnusto

Sähkönsiirtolinjan nykytilan kuvaus perustuu touko-kesäkuussa 2023 tehtyyn Tukkimäen tuulivoimapuiston voimajohtolinjan pesimälinnustoselvitykseen (Ahlman 2023b). Voimajohtolinjausten pesimälinnustoselvitykset on tehty toteuttaen kaksi kartoituslaskentaa, joista ensimmäinen liito-oravaselvityksen yhteydessä 11.5. (Ahlman 2023a). Toinen inventointipäivä oli 7.6. Kartoituslaskennat toteutettiin kaikkien voimajohtoreittien varrelta siten, että suunniteltujen reittilinjojen molemmin puolin inventoitiin 50 metriä leveä alue. Kokonaisleveys oli näin ollen 100 metriä. Painopisteenä olivat uhanalaiset, EU:n lintudirektiivin liitteen I lajit sekä Suomen erityisvastuulajit. Myös muuta lajistoa kartoitettiin. Kartoituslaskennassa huomionarvoisten lajien reviirit merkittiin kartalle paikan päällä maastossa ja sijainti varmistettiin GPS-vastaanottimen avulla. Maastotyöt tehtiin aamuisin pääosin noin klo 4.00–11.00 välisenä aikana. Sääolosuhteet olivat hyvät, eli aamulla oli tyyntä tai heikkoa tuulta.

Käytössä olivat myös Suomen lajitietokeskuksen (laji.fi) havainnot, joista tietopyyntö on tehty 31.10.2022.

10.6.1 SVE (ilmajohtoreitti)

Nykytilan kuvaus

SVE ilmajohtoreitin varrelta havaittiin yhteensä 32 pesivää lintulajia. Huomionarvoisista lajeista havaittiin 10 paria kyseiseltä reitiltä. Suurin osa huomionarvoisista lajeista on varsin yleisiä ja runsaslukuisia pesijöitä. Voimajohtoreitin linjauksen varrelta ei löydetty linnustollisesti arvokkaita alueita tai selviä huomionarvoista lajien reviirikeskittymiä.

Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Voimalinjojen rakennusvaiheessa rakennuspaikalta raivataan puusto ja kasvillisuus, minkä seurauksena linnuston elinympäristö vähenee jonkin verran. Nykyisin metsäiset alueet muuttuvat voimajohtoaukealla avoimeksi ympäristöksi ja rakentaminen pirstoo yhtenäisiä metsäisiä elinympäristöjä, jolloin myös reunavaikutus lisääntyy valon kasvaessa. Reunavaikutuksen lisääntyminen saattaa hyödyntää tiettyjä lintulajeja, jotka käyttävät ruokailualueina reunametsiköitä. SVE ilmajohtoreitin varrelta ei rajattu linnustollisesti arvokkaita alueita.

Toiminnan aikaiset vaikutukset

Vaikutukset linnustoon keskittyvät rakentamisaikaan häiriön ja kasvillisuuden poiston merkeissä. Toiminnan aikana voimajohtoaukeille kasvava puusto joudutaan säännöllisesti poistamaan ja alue pidetään avoimena, jolloin yhtenäistä metsää vaativa lajisto häviää voimajohtolinjauksen kohdalta, mutta avoimia ympäristöjä ja reuna-alueita suosivat lajit lisääntyvät. Lisäksi ilmajohto lisää linnuston törmäysriskiä ilmajohtoihin. Törmäysriskiä voidaan pienentää lisäämällä huomiopallot ilmajohtoon.

Toiminnan lopettamisen vaikutukset

Purkutöistä aiheutuu hetkellistä melu- ja häiriöhaittaa alueen linnustolle. Kun alueita ei enää käytön loputtua pidetä avoimena, kasvillisuus vähitellen peittää voimajohtoaukeat ja metsän palautuessa vaativampikin linnusto palaa alueelle.

Yhteisvaikutukset

Hankkeen sähkönsiirtoreitillä ei arvioida olevan yhteisvaikutuksia muiden hankkeiden kanssa. Vaikutukset linnustoon ovat paikallisia.

Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Rakentamisen vaikutuksia linnustoon voidaan vähentää ajoittamalla töitä talviaikaan lintujen pesimäajan ulkopuolelle. Lintujen törmäysriskiä voidaan pienentää lisäämällä huomiopallot ilmajohtoon.

10.6.2 Vaikutusten yhteenveto

Voimajohtoreittien varrella tehdyn pesimälinnustoselvityksen (Ahlman 2022) mukaan SVE ilmajohtoreitiltä löytyi 31 pesivää lintulajia joista 10 huomionarvoisia. Suurin osa huomionarvoisista lajeista on varsin yleisiä ja runsaslukuisia pesijöitä, eikä voimajohtoreitin linjauksen varrelta ei löydetty linnustollisesti arvokkaita alueita tai selviä huomionarvoista lajien reviirikeskittyviä. Vaikutukset jäivät siten pieniksi (Taulukko 59).

Taulukko 59. Linnustoon kohdistuvien vaikutusten merkittävyyden arviointi sähkönsiirtoreitillä.

SVE	
+	Vähäisiä positiivisia vaikutuksia avoimen maan linnustolle sekä reunametsän linnustolle.
-	Vähäistä metsän pirstoutumisen vaikutusta vaativalle metsälinnustolle, vähäisiä rakentamisen aikaisia vaikutuksia pesimälinnustolle ja viirupöllön pesään sekä pysyvään metson soitimeen, ilmajohdosta aiheutuva kohonnut törmäysriski.

10.7 Luonnonsuojelualueet, Natura 2000 -alueet, luonnonsuojeluohjelmien kohteet ja muut luonnonympäristön arvoalueet

10.7.1 SVE (ilmajohtoreitti)

Nykytilan kuvaus

Sähkönsiirtoreittiä lähin Natura-alue on Kummunpuro (FI0900133 SAC) lähimmillään noin 1,2 kilometrin etäisyydellä. Lähin linnustoperusteisesti suojeltu Natura-alue on Pyhä-Häkin alue yli neljän kilometrin etäisyydellä. Luonnonsuojelualueita, luonnonsuojeluohjelmien kohteita tai muita arvoalueita ei ole sähkönsiirtoreitin ympäristössä 1 kilometrin säteellä (Kuva 108).

Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Sähkönsiirtoreitin rakentamisesta ei etäisyyden vuoksi aiheudu vaikutuksia Natura-alueille, luonnonsuojelualueille, luonnonsuojeluohjelmien kohteille tai muille arvoalueille.

Toiminnan aikaiset vaikutukset

Sähkönsiirtoreitistä ei etäisyyden vuoksi aiheudu vaikutuksia Natura-alueille, luonnonsuojelualueille, luonnonsuojeluohjelmien kohteille tai muille arvoalueille.

Toiminnan lopettamisen vaikutukset

Sähkönsiirtoreitistä ei etäisyyden vuoksi aiheudu vaikutuksia Natura-alueille, luonnonsuojelualueille, luonnonsuojeluohjelmien kohteille tai muille arvoalueille.

Yhteisvaikutukset

Hankkeella ei arvioida olevan yhteisvaikutuksia muiden hankkeiden kanssa.

Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Sähkönsiirtoreitistä ei etäisyyden vuoksi aiheudu vaikutuksia Natura-alueille, luonnonsuojelualueille, luonnonsuojeluohjelmien kohteille tai muille arvoalueille.

10.7.2 Vaikutusten yhteenvedo

Sähkönsiirtoreitin vaikutusalueella ei sijaitse Natura-alueita, luonnonsuojelualueita, luonnonsuojeluohjelmien kohteita tai muita luonnon arvoalueita, joten alueen herkkyys on vähäinen. Näin ollen voidaan arvioida, että vaikutuksia ei aiheudu Natura- ja suojelualueisiin sähkönsiirtoreitistä (Taulukko 60).

Taulukko 60. Natura- ja suojelualueisiin kohdistuvien vaikutusten merkittävyyden arviointi sähkönsiirtoreitillä.

SVE	
0	Ei vaikutuksia.

10.8 Eläimistö, direktiivilajit ja ekologiset yhteydet

10.8.1 SVE (ilmajohtoreitti)

Nykytilan kuvaus

Ilmajohtoreitti kulkee metsäisten ja soisten alueiden poikki ja osin turvetuotantoalueella. Hankealueen ja sitä ympäröivien alueiden eläimistöä ja ekologisia yhteyksiä laajemmin on käsitelty kappaleissa 9.3 ja 9.4.

Voimajohtoreitin itä-länsisuuntaisen osan liito-oravaselvityksessä (Ahlman 2023a) suunnitellun voimajohtolinjan keskilinjan molemmiin puoliin viisikymmentä metriä linjan varrelta tutkittiin sata metriä leveä vyöhyke. Voimajohtolinjauksen itä-länsisuuntainen kuusi kilometriä pitkä osa hankealueen länsirajalta Metsälinjalle käveltiin läpi 11.5.2023. Maastotöiden aikana etsittiin liito-oravien jätöksiä puiden runkojen tyviltä lajille soveliaista elinympäristöistä. Kohdealueilta tutkittiin järeäheköjen puiden tyvet. Erityisesti huomiota kiinnitettiin kuusiin, koivuihin, leppiin, raitoihin ja haapoihin. Tausta-aineistona hyödynnettiin Suomen Lajitietokeskuksen havaintorekisteriä. (Ahlman 2023a.)

Ilmajohtoreitin liito-oravaselvityksessä (Ahlman 2023a) ei löydetty lainkaan lajin jätöspapanoita, eikä mitään lajiin viittaavia havaintoja kertynyt. Alueella on runsaasti lajille soveltumatonta elinympäristöä, kuten mäntyvaltaista kangasmetsää, talouskäytössä olevia kuusikoita ja turvetuotantokenttiä. Lajille soveliaista

elinympäristöä on erittäin pienialaisesti vain Kaitanen-järven pohjoispuolen ojanvarrella sekä sen itäpuolella Väärämäen pohjoispuolella. Alueelta ei myöskään tunneta vanhoja liito-oravahavaintoja. Lähin tunnettu havaintopaikka sijaitsee voimajohtoreitin länsipään luoteispuolella Kalmarissa noin 2,1 kilometrin etäisyydellä. Havainnot ovat vuodelta 2003 ja 2005 (Ahlman 2023a). Voimajohtoalueen kautta ei arvioida kulkevan liito-oravan lisääntymis- ja levähdyspaikkojen säilymisen kannalta keskeisiä liito-oravayhteyksiä.

Sähkönsiirtoreitin länsipäässä reitti kulkee 2,6 kilometrin matkan pohjois-eteläsuunnassa Fingridin Metsälinjan vieressä. Tämän pohjois-eteläsuuntaisen Metsälinjan viereisen pätjän liito-oravatieto on peräisin Vuorijärvien tuulivoimapuiston sähkönsiirtoreitin luontoselvitysraportista (FCG 2022), joka sisälsi liito-oravaselvityksen. Vuorijärven tuulivoimapuiston sähkönsiirtoreitin luontoselvitysalue sijoittui olevan metsälinjan molemmiin puolin. Tässä luontoselvityksessä ei rajattu liito-oravakohteita Tukkimäen hankkeessa suunnitellulle sähkönsiirtoreitille tai yhden kilometrin säteelle siitä.

Kymmenen kilometrin säteellä sähkönsiirtoreitistä ei ole Luonnonvarakeskuksen (Luke 2023c) rajaamia su-sireviirejä viiden viime vuoden (2019–2023) ajalta.

Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Ilmajohtoreitiltä raivataan puusto. Rakentamisen vaikutukset ovat avohakkuun kaltaisia. Rakentamisen aikainen häiriö voi karkottaa eläimiä alueelta, mutta vaikutus on väliaikainen.

Toiminnan aikaiset vaikutukset

Voimajohtoaukea pirstoo yhtenäisiä metsäalueita, kuten tekevät myös metsätalous ja alueella kulkevat metsätiet. Johtoaukealle kasvaa vesaikkoja, jotka tarjoavat ravintoa hirvälle ja muille hirvieläimille. Myyrille ja muille piennisäkkäille johtoaukeat tarjoavat metsätaloudellisiin hakkuualueisiin verrattavissa olevia elinympäristöjä. Runsaat pikkujärsijäkannat voivat houkutella alueille petolintuja ja pienpetoja. Jotkin lajit, kuten metsäjänis, taas karttavat talvella avoimia lumen peittämiä johtoaukeita.

Voimajohtoaukea ei muodosta estettä maanisäkkäiden liikkumiseen. Suuret eläimet, kuten hirvi, voivat helposti kulkea voimajohtoaukean poikki tai sen myötäisesti. Liito-orava liikkuu puusta toiseen liitämällä, joten sille jatkuva puustoinen yhteys on tärkeää liikkumisen kannalta.

Ilmajohtoreitin liito-oravaselvityksessä (Ahlman 2023a) ei löydetty lainkaan lajin jätöspapanoita, eikä mitään lajiin viittaavia havaintoja kertynyt. Alueella on runsaasti lajille soveltumatonta elinympäristöä, kuten mäntyvaltaista kangasmetsää, talouskäytössä olevia kuusikoita ja turvetuotantokenttiä. Lajille soveliaasta elinympäristöä on erittäin pienialaisesti vain Kaitanen-järven pohjoispuolen ojanvarrella sekä sen itäpuolella Väärämäen pohjoispuolella. Alueelta ei myöskään tunneta vanhoja liito-oravahavaintoja. Lähin tunnettu havaintopaikka sijaitsee voimajohtoreitin länsipään luoteispuolella Kalmarissa noin 2,1 kilometrin etäisyydellä. Havainnot ovat vuodelta 2003 ja 2005. (Ahlman 2023a.) Voimajohtoalueen kautta ei arvioida kulkevan liito-oravan lisääntymis- ja levähdyspaikkojen säilymisen kannalta keskeisiä liito-oravayhteyksiä. Hankkeella ei ole vaikutusta liito-oravan elinpiireihin eikä liito-oravan lisääntymis- ja levähdyspaikkojen säilymisen kannalta keskeisiin liito-oravayhteyksiin.

Toiminnan lopettamisen vaikutukset

Voimajohdon purkamisen jälkeen puusto kasvaa avoimelle johtoaukealle ja alueet metsittyvät. Purkamisvaiheessa ympäristöön aiheutuu väliaikaista häiriötä.

Yhteisvaikutukset

Voimajohtolla ei arvioida olevan yhteisvaikutuksia muiden tuulivoimahankkeiden kanssa eläimistöön ja ekologisiin yhteyksiin. Mikäli Vuorijärvien hanke toteutuu, ja hankkeen sähkönsiirtoreitiksi valikoituu Tukkimäen hankealueen läpi kulkeva vaihtoehto, voidaan Tukkimäen hankkeen sähkönsiirto toteuttaa samassa johtokäytävässä, sen rinnalla. Vuorijärvien hankkeen sähkönsiirron kanssa Tukkimäen hankkeen sähkönsiirrolla on vähäisiä kielteisiä yhteisvaikutuksia. Yhdessä näiden hankkeiden sähkönsiirto johtaa leveämmän johtokäytävän raivaamiseen kuin kumpikaan hanke yksin, mikä vaikuttaa yksittäistä kapeaa johtoaukeaa enemmän paikallisesti metsäeläinten elinympäristöihin ja ekologisiin yhteyksiin. Toisaalta kahden hankkeen voimajohtoon kuljettaminen samassa johtokäytävässä mahdollistaa kokonaisuudessaan raivattavan metsäpinta-alan minimoinnin. Yhteisvaikutukset huomioidenkin voimajohtoon vaikutukset eläimistöön ja ekologisiin yhteyksiin arvioidaan vähäisesti kielteisiksi.

Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Rakentamisen aikainen häiriö voi karkottaa eläimiä alueelta, mutta vaikutus on väliaikainen. Eläimistölle aiheutuvia vaikutuksia voidaan vähentää, mikäli rakentaminen ajoittuu pesimäkauden (useimmilla lajeilla kevät ja kesä) ulkopuolelle.

10.8.2 Vaikutusten yhteenveto

Voimajohtoon rakentamisen vaikutus on avohakkuun kaltainen. Rakentamisen aikainen häiriö voi karkottaa eläimiä alueelta, mutta vaikutus on väliaikainen.

Voimajohtoaukea pirstoo yhtenäisiä metsäalueita. Johtoaukealle kasvaa vesaikkoja, jotka tarjoavat ravintoa hirvälle ja muille hirvieläimille. Runsaat pikkujyrsijäkannat voivat houkutella alueille petolintuja ja pienpetoja. Jotkin lajit taas karttavat johtoaukeita.

Voimajohtoaukea ei muodosta estettä maanisäkkäiden liikkumiseen. Hankkeen luontoselvitysten ja muiden lähtötietojen perusteella voimajohtolinjan vaikutusalueella ei ole liito-oravan lisääntymis- ja levähdyspaikkoja. Hankkeella ei arvioida olevan vaikutusta liito-oravan elinpiireihin eikä liito-oravan lisääntymis- ja levähdyspaikkojen säilymisen kannalta keskeisiin liito-oravayhteyksiin.

Vuorijärvien hankkeen sähkönsiirron kanssa aiheutuvat yhteisvaikutuksetkin huomioidenkin voimajohtoon vaikutukset eläimistöön ja ekologisiin yhteyksiin arvioidaan vähäisesti kielteisiksi (Taulukko 61).

Taulukko 61. Eläimistöön ja ekologisiin yhteyksiin kohdistuvien vaikutusten merkittävyyden arviointi sähkönsiirtoreitillä.

SVE	
–	Vähäinen kielteinen, voimajohtoaukea lisää metsien pirstoutumista omalta osaltaan. Rakentamisen aikainen häiriö voi karkottaa eläimiä alueelta, mutta vaikutus on väliaikainen.

10.9 Pohjavedet

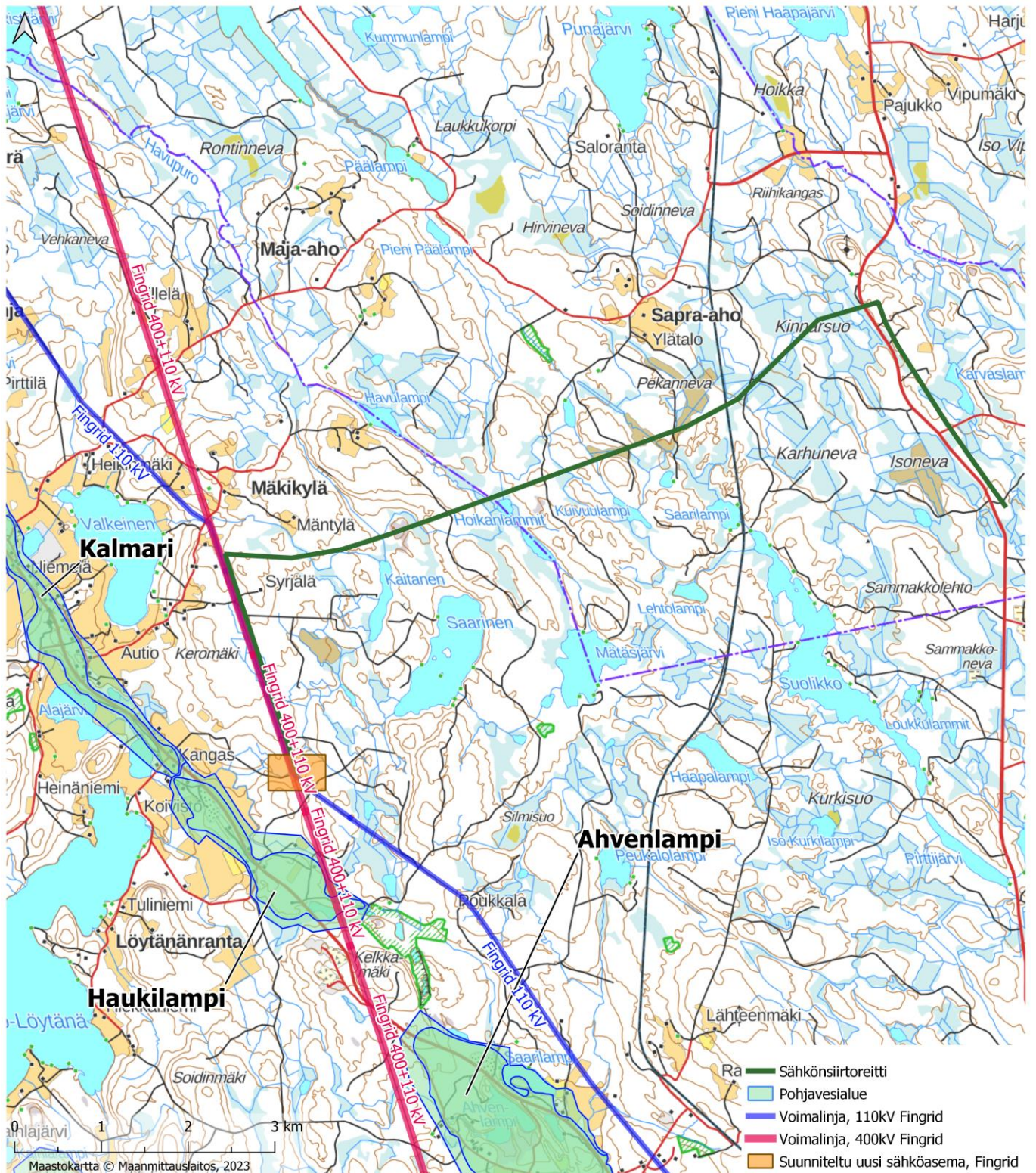
10.9.1 SVE (ilmajohtoreitti)

Nykytilan kuvaus

Fingrid on rakentanut noin 305 kilometriä pitkän, Metsälinjaksi nimetyn, uuden 400 kV voimajohtoyhteyden. Metsälinja on otettu käyttöön 29.9.2022 (Fingrid 2022) ja se sijoittuu noin kuusi kilometriä hankealueelta länteen. Hankkeessa selvitetään mahdollisuutta liittyä samaan käytävään maakaapeli- tai ilmajohdolla. Sähkönsiirron suunnittelu tarkentuu hankkeen edetessä. Tuulivoimapuiston sähkönsiirto tuulivoimalaitoksilta sähköasemalle toteutetaan keskijännite (20–66 kV) maakaapeleilla.

Hankkeessa tarkastellaan ilmajohdoin toteutettavaa liityntää kohtaan, jossa Fingridin voimalinjat (110 kV ja 400 kV) kulkevat samassa käytävässä. Liittyminen tapahtuu hankealueelta länteen yhtyen Fingridin voimalinjojen käytävään, joka sijoittuu hankealueen länsipuolelle, Saarijärven kaupungin alueelle Saarisen ja Valkeisen vesistöjen välimaastoon noin 7–10 km etäisyydelle hankealueesta. Vuorijärven sähkönsiirtoreitti tulisi toteutuessaan kulkemaan hankealueen luoteispuolen läpi.

Hankealuetta lähin pohjavesialue on hankealueen eteläpuolella sijaitseva Sadeharju (2-luokka), johon on etäisyyttä hankealueelta n. 3 000 metriä (Kuva 132). Suunniteltuun voimajohtoreittiin on pohjavesialueelta etäisyyttä n. 7 500 metriä.



Kuva 132. Sähkösiirron reittivaihtoehto ja läheiset pohjavesialueet.

Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Sähkönäsiirron reittivaihtoehto SVE ilmajohtoreitti ei normaalitilanteessa aiheuta vaikutuksia alueen pohjaveteen. Mahdolliset vaikutukset syntyvät lähinnä pylväiden perustamisesta tai onnettomuustilanteista. Onnettomuustilanteet ilmajohtoreitin rakentamisessa liittyvät tilanteisiin, joissa työkoneista pääsee vuotamaan öljyä maaperään.

Pylväiden betoniset perustuselementit kaivetaan maahan noin 1,5–2 metrin syvyyteen. Yhden pylvään perustamisen vaatima kaivuala on yhteensä alle 200 m². Pehmeiköllä perustusrakenteet ulottuvat pääsääntöisesti kantavaan pohjaan saakka joko paaluttamalla tai massanvaihdoilla. Pylväsvälit ovat maaston profiilista riippuen 200–350 metriä. Pylväiden perustamisella ei yleensä ole vaikutuksia pohjaveden laatuun ja määrään muutoin kuin hetkellisesti kaivantojen osalta. Mikäli pohjaveden pinnantas on kaivutason yläpuolella, voi pohjavettä hetkellisesti purkautua kaivantoon. Vaikutus on kuitenkin paikallinen ja lyhytkestoinen.

Toiminnan aikaiset vaikutukset

Ilmajohtoreitti ei aiheuta pohjaveteen kohdistuvia vaikutuksia toiminnan aikana.

Toiminnan lopettamisen vaikutukset

Sähkönäsiirron osalta toiminnan lopettamisen vaikutukset ovat vastaavat kuin rakentamisen aikana.

Yhteisvaikutukset

Sähkönäsiirtoireitillä ei ole pohjaveteen kohdistuvia yhteisvaikutuksia. Jos jo olemassa olevaa Metsälinjan voimajohtoyhteyttä voidaan hankkeessa hyödyntää, vähenevät mahdolliset negatiiviset yhteisvaikutukset pohjaveteen.

Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Sähkönäsiirtoa rakennettaessa tulee kiinnittää erityistä huomiota työkoneiden ja laitteiden ympäristöturvallisuuteen pohjavesialueita ylitettäessä. Mahdollisia onnettomuustilanteista aiheutuvia työkoneiden öljyvuota voidaan vähentää käyttämällä asianmukaisesti huollettuja koneita. Lisäksi mahdollisista öljyvuodoista aiheutuvia pohjavesivaikutuksia voidaan ehkäistä öljynimeytysmateriaalien avulla. Työkoneita ei tankata eikä polttoainesäiliöitä varastoida pohjavesialueella. Perustukset ja kaivuutyöt tulee suunnitella siten, että pohjaveden hallitsematonta purkautumista ei pääse syntymään ja alueella käytetään maanrakentamisessa vain puhtaita maa-aineksia. Pohjavesialueelle sijoittuvien pylväsrakenteiden määrää pyritään minimoimaan. Pohjaveden pinnantas voidaan selvittää jatkosuunnittelussa pylväspaikkojen pohjatutkimusten yhteydessä.

10.9.2 Vaikutusten yhteenveto

Haitallisia vaikutuksia pohjavedelle ei arvioida syntyvän merkittävästi ilmajohtoreitillä. Pylväiden paalutus saattaa aiheuttaa mahdollisesti pohjaveden purkautumista, jos sille on pylväiden sijoituspaikoilla edellytykset. Purkautumista voidaan kuitenkin ehkäistä stabiloimalla ja massanvaihdoilla. Vaikutukset jäävät myös paikallisiksi. Mahdollisia onnettomuustilanteista aiheutuvia työkoneiden öljyvuota voidaan vähentää käyttämällä asianmukaisesti huollettuja koneita. Lisäksi mahdollisista öljyvuodoista aiheutuvia pohjavesivaikutuksia voidaan ehkäistä öljynimeytysmateriaalien avulla. Työkoneita ei tankata eikä polttoainesäiliöitä varastoida pohjavesialueella. Kaivuutyöt tulee suunnitella siten, että pohjaveden hallitsematonta purkautumista ei pääse syntymään ja alueella käytetään maanrakentamisessa vain puhtaita maa-aineksia. Pylväiden perustaminen saattaa kuitenkin vaikuttaa pohjaveden virtaukseen paikallisesti. Vaikutuksia ei arvioida syntyvän, tai ne arvioidaan vähäiseksi negatiiviseksi (Taulukko 62).

Taulukko 62. Pohjavesivaikutusten merkittävyyden arviointi sähkönsiirtoreitillä.

SVE	
0 / -	Ei vaikutusta tai vähäinen negatiivinen vaikutus. Pylväiden paalutuksesta aiheutuva pohjaveden mahdollinen purkautuminen riippuen stabiloinnista/massanvaihdesta. Reitti sijoittuu kuitenkin kokonaisuudessaan pohjavesialueen ulkopuolelle. Onnettomuustilanteissa vaikutukset jäävät paikallisiksi.

10.10 Pintavedet

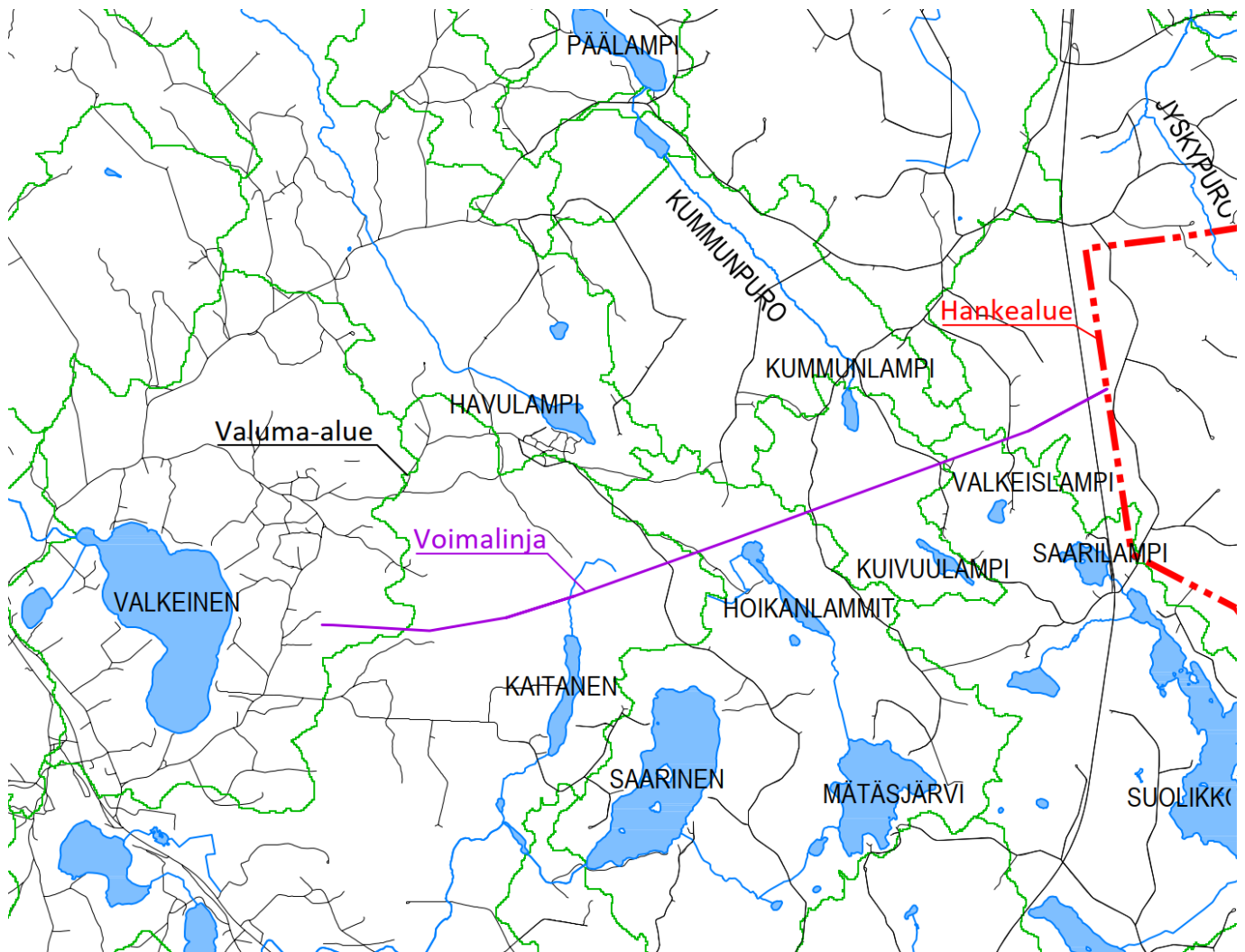
10.10.1 SVE (ilmajohtoreitti)

Nykytilan kuvaus

Tukkimäen hankealueelta lännen suuntaan suunniteltu voimalinja sijoittuu usealle eri osavaluma-alueelle. Lähimmät järvet, joiden yläpuolisella valuma-alueella linjaus sijaitsee, ovat Saarilampi (14.682.1.011), Valkeislampi (14.682.1.012), Kummunlampi (14.633.1.019), Hoikanlammit (14.629.1.012), Kaitanen (14.629.1.011) ja Valkeinen (14.628.1.002). Voimajohtolinjaus ylittää kyseisten järvien suuntaan laskevia kaivettuja uomia.

Valkeinen luokitellaan pieniin ja keskisuuriin vähähumuksisiin järviin (Vh). Järvi on arvioitu ei voimakkaasti muutetuksi järveksi ja sen ekologinen tila on hyvä (Syke 2023c). Saarilampi, Valkeislampi, Kummunlampi, Hoikanlammit ja Kaitanen ovat vesialtaan alle 10 hehtaarin kokoisia pienvesiä.

Sähkönsiirtoreitin kohdalla olevat uomat ovat kaivettuja ja pienten valuma-alueiden uomia. Muutamia pienten järvien valuma-alueilla olevia uomia on tutkittu Purohelmi-hankkeessa. Muilta osin uomat on arvioitu luokkiin tila voimakkaasti heikentynyt (2/5) tai tila heikentynyt (3/5), mutta Kummunlammeesta laskeva Kummunpuro on luokiteltu vain vähän muuttuneeksi purouomaksi (4/5) (Syke 2021). Kummunpuron varressa on suojeltua Natura 2000 -aluetta (FI0900133 SAC), jossa on harvinaista rehevää korpea ja lettokorpea. Myös alueen arvokkaat pienvedet ovat olleet suojeluperusteena. Natura-alueen kohdalla Kummunpuro on vajaan metrin levyinen mutkittileva puro. Alueella on myös avolähteitä sekä tihkupintaa. Voimalinja kulkee Kummunjärven eteläpuolelta n. 500 m etäisyydellä järvestä. Kummunpuro lähtee järven pohjoispäästä pohjoisen suuntaan (Kuva 133).



Kuva 133. Järvet ja uomat valuma-alueineen sähkönsiirtoreitin alueella.

Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Pintavesivaikutuksia voi syntyä voimajohdon pylväiden kaivu- ja pystytystöissä. Kaivuutöiden merkittävimmät vesistövaikutukset liittyvät kiintoainespäästöihin, joita voi syntyä työmaavesien valuessa luontoon. Ilma-johtona toteutettavan linjan kaivuutöet liittyvät lähinnä vain pylväiden perustamiseen ja huoltoteihin, joten sen mahdolliset vaikutukset pintavesiin ovat vähäisiä. Tärkeimmät vaikutuksille altistuvat pintavesikohteet ovat Saarilampi, Valkeislampi, Kummunlampi, Hoikanlammit ja Kaitanen. Kiintoaineshaittaa on käsitelty kohdassa 9.7.3.

Toiminnan aikaiset vaikutukset

Toiminnan aikana vaikutuksia ei arvioida syntyvän.

Toiminnan lopettamisen vaikutukset

Toiminnan lopettamisen vaikutukset ovat todennäköisesti rakentamisen aikaisia vaikutuksia vastaavia.

Yhteisvaikutukset

Yhteisvaikutuksia voi syntyä muiden siirtoreitin varrella toteutettavien töiden ja maankäytöllisten toimien kanssa. Tällaisia voivat olla esimerkiksi kaikenlainen rakentaminen ja metsäteollisuuden toimenpiteet, joista voi koitua esimerkiksi kiintoaines- tai ravinnepäästöjä taikka onnettomuusriskejä (esim. työkonoiden kemikaalionnettomuudet).

Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Vaikutuksia voidaan lieventää pylväiden paikkojen valinnoilla niin, että vesistöjen ja pylväspaikkojen (ja muun työmaan) väliin jää riittävä suojavyöhyke ja että työmaavedet hallitaan niin, ettei haitallisia kiintoainespäästöjä pääse syntymään. Erityisesti Kummunlammen valuma-alueen kohdalla ylitykset tulee rakentaa niin, ettei veteen pääse kiintoaineita.

10.10.2 Vaikutusten yhteenveto

Voimalinjan vaikutukset pintavesiin ovat todennäköisesti vähäisiä negatiivisia. Voimalinjan vaikutusalueen vesistöt ovat olleet alttiina samankaltaisille (hakkuut, ojitukset, uomien ylitykset) maankäyttö-toimille jo vuosikymmeniä ja näihin verrattuna vesistövaikutukset ovat vähäisiä. Mikäli asianmukaiset lieventämiskeinot otetaan huomioon ja huonolaatuisten työmaavesien pääsy järviin ja puroihin estetään, voimalinja ei aiheuta merkittäviä negatiivisia pintavesivaikutuksia (Taulukko 63).

Taulukko 63. Pintavesivaikutusten merkittävyyden arviointi sähkönsiirtoreitillä.

SVE	
–	Vähäinen, vaikutukset liittyvät rakentamisen aikaisiin kiintoainespäästöihin.

10.11 Maa- ja kallioperä

10.11.1 SVE (ilmajohtoreitti)

Nykytilan kuvaus

Maaperä SVE ilmajohtoreitin alueella pohjoisosassa on maaperäkartan perusteella pääasiassa ohuita turvekerroksia ja moreenimaata (Kuva 134). Alueella on myös kalliopaljastumia. Ilmajohtoreitin voimansiirtolinjaksi on suunniteltu jo olemassa olevaa voimansiirtolinjaa, johon yhdistetään hankkeen sähkönsiirto.

Happamien sulfaattimaiden esiintymistodennäköisyyttä ei ole määritetty voimajohtoreitillä eikä sen läheisyydessä sillä alue ei sijaitse sulfaattimaiden esiintymisvyöhykkeellä.

Voimajohtolinjauksella kallioperä koostuu pääosin graniitista (Kuva 135). Hankealueen pohjoispuolella on felsinen vulkaniitti-intruusio, ja länsipuolella suunnitellun sähkönsiirtoreitin alueella kallioperä on puolipinnallista, felsistä ja intermediääristä kiveä. Hankealueen pohjoispuolen kallioperä koostuu porfyirisestä graniitista.

Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Sähkönsiirron rakentamisen aikaiset vaikutukset maa- ja kallioperään ovat pääasiassa rakentamisen aikaisia ja kohdistuvat lähinnä pintamaihin. Voimajohtopylväiden kohdalla tehtävät kaivu- ja maansiirtotyöt muokkaavat maaperää, mutta vaikutukset kohdistuvat hyvin pienelle alueelle. Voimajohtolinjauksella ei arvioida olevan haitallisia vaikutuksia, sillä hankkeessa pyritään hyödyntämään olemassa olevaa voimajohtokäytävää.

Toiminnan aikaiset vaikutukset

Sähkönsiirtoreitti rajoittaa toiminnan aikana maa- ja kallioperän hyödynnettävyyttä reitin kohdalla. Muita maa- ja kallioperään kohdistuvia toiminnan aikaisia vaikutuksia sähkönsiirtoreitti ei aiheuta.

Toiminnan lopettamisen vaikutukset

Toiminnan lopettamisesta aiheutuvat vaikutukset arvioidaan vastaavaksi kuin rakentamisesta aiheutuvat vaikutukset.

Yhteisvaikutukset

Sähkönsiirtoreitillä ja tuulivoimapuistolla ei ole maaperään kohdistuvia yhteisvaikutuksia. Jos jo olemassa olevaa sähkönsiirtokäytävää voidaan hankkeessa hyödyntää, vähenevät mahdolliset rakentamisen ja maanmuokkauksen aikaiset yhteisvaikutukset maa- ja kallioperään, sekä alueen luonnontilaisiin kohteisiin. Muiden hankkeiden osalta ei maa- ja kallioperän negatiivisia yhteisvaikutuksia synny.

Haitallisten vaikutusten vähentäminen

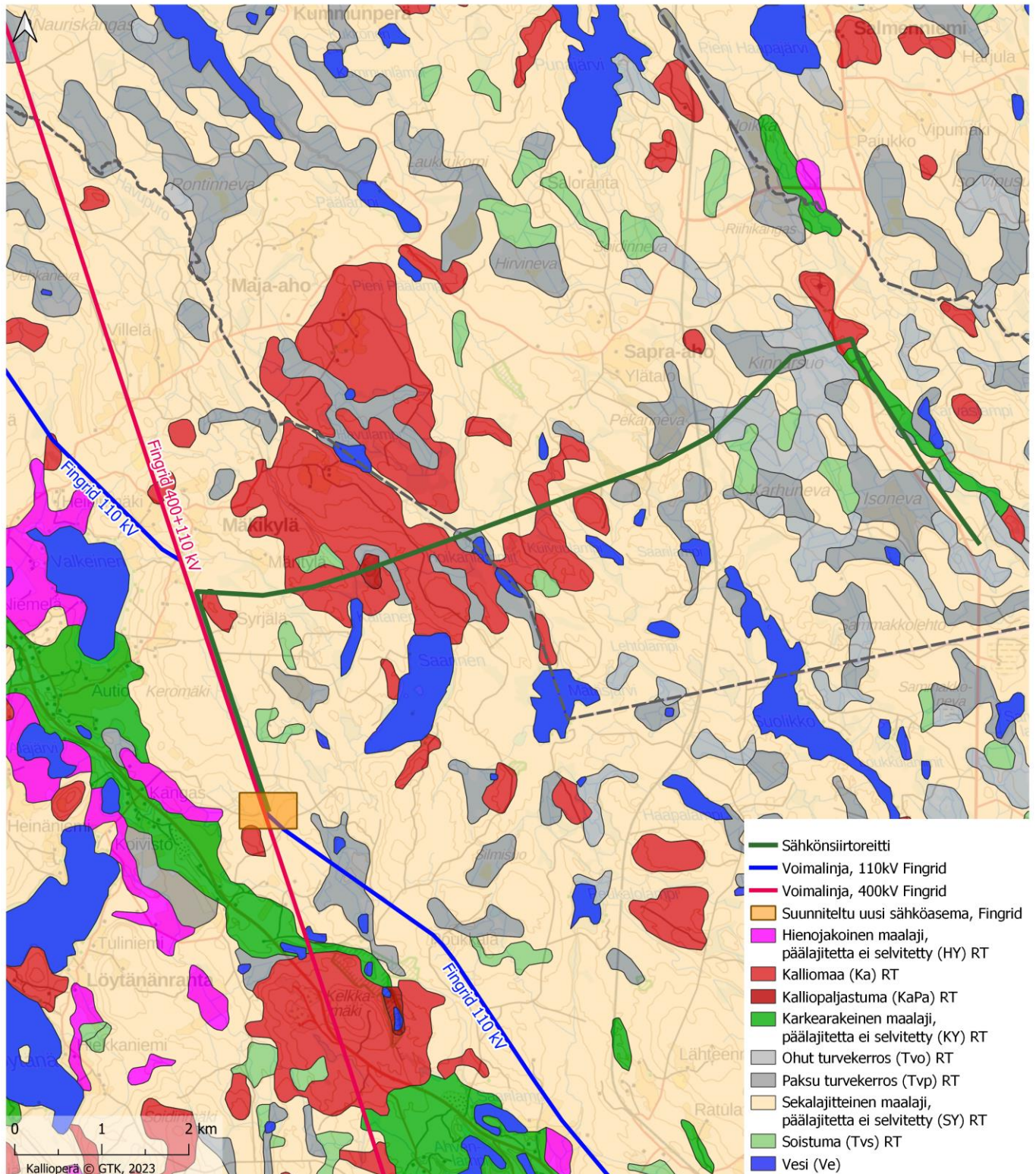
Sähkönsiirron osalta haitallisia vaikutuksia voidaan minimoida hyödyntämällä mahdollisimman pitkälle olemassa olevia voimajohtokäytäviä (Metsälinja) sekä huomioimalla maaston muodot. Maakaapelit pyritään sijoittamaan nykyisten teiden luiskiin ja huoltoteiden yhteyteen kaivettaviin maakaapeliojiin.

10.11.2 Vaikutusten yhteenveto

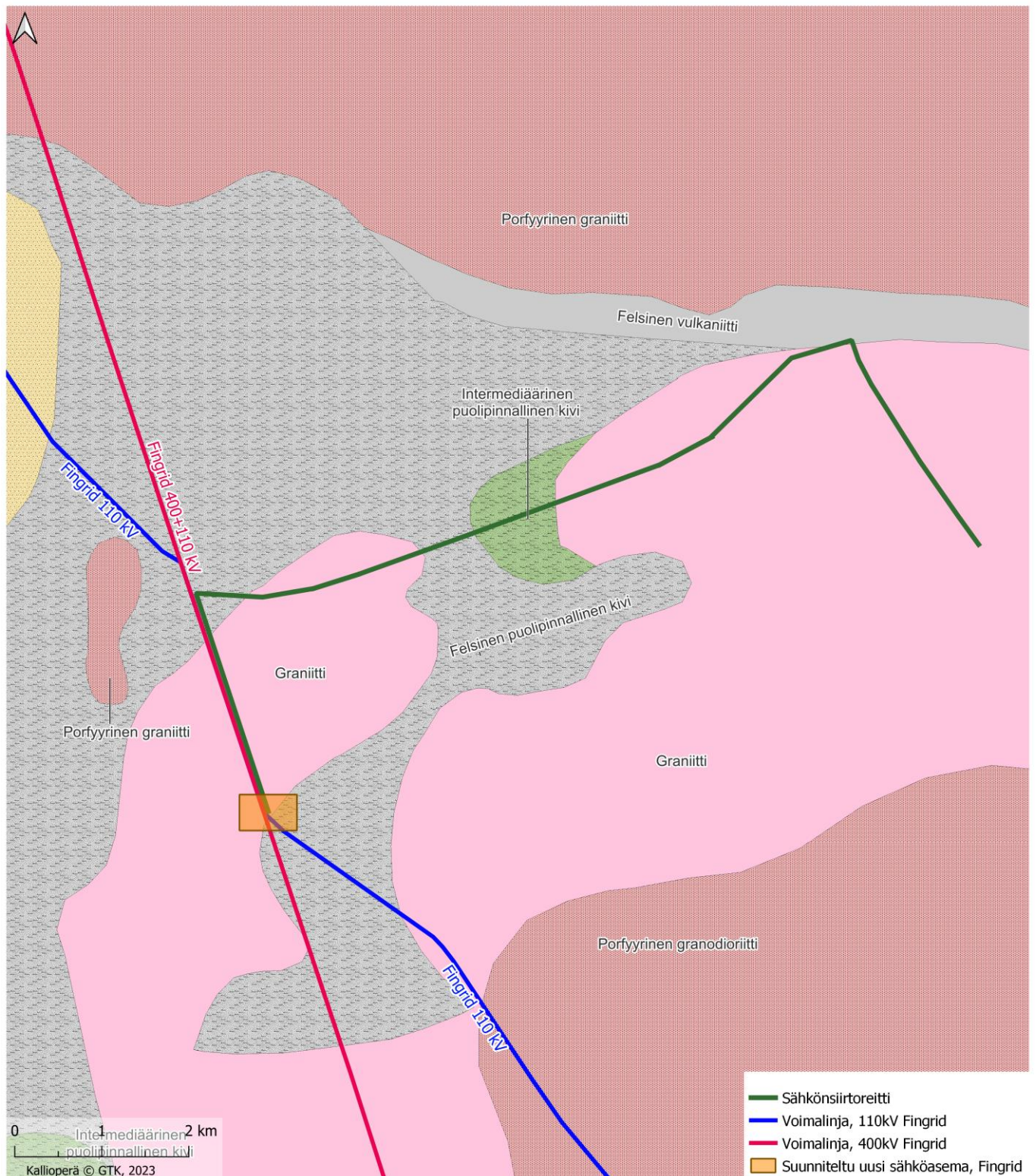
Ilmajohtoreitin osalta vaikutukset kohdistuvat ensisijaisesti pylväiden perustuksiin ja mahdolliseen pienialaiseen maanmuokkauksen pylväiden kohdalla. Vaikutukset ovat paikallisia ja pinta-alaltaan pieniä. Käsiteltäviä maamassoja pyritään hyödyntämään esimerkiksi maisemoinnissa. Jo olemassa olevaa sähkönsiirtokäytävää hyödynnettäessä rakentamisen aikaiset vaikutukset vähentyvät. Vaikutukset sähkönsiirtoreitin osalta on vähäinen kielteinen (Taulukko 64).

Taulukko 64. Maa- ja kallioperävaikutusten merkittävyyden arviointi sähkönsiirtoreitillä.

SVE	
–	Vähäisiä ja paikallisia vaikutuksia maa- ja kallioperään, pylväiden perustusten vaatimat pinta-alat ovat pieniä, olemassa olevaa Metsälinja 2:n sähkönsiirtokäytävää hyödynnetään.



Kuva 134. Maaperä suunnitellun sähkösiirtoreitin alueella (GTK 2023a).



Kuva 135. Kallioperä suunnitellun sähkösiirtoreitin alueella (GTK 2023a).

10.12 Vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiseen

10.12.1 SVE (ilmajohtoreitti)

Nykytilan kuvaus

Suunniteltu voimajohtoreitti SVE kulkee suurelta osin metsäalueita pitkin, rakentamattomilla alueilla. Ajoittain suunniteltu voimajohtoreitti kulkee myös aukeiden halki. Suunnitellun ilmajohtoreitin pituus on noin 13,7 kilometriä.

Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Voimajohdon rakentamista varten raivataan metsään puustosta avoin johtoaukea. Reittivaihtoehdossa SVE, käyttämällä 400 kV:n johtoa, tarvitaan aukeaa tilaa noin 58 ha. Tältä alueelta raivataan noin 8 200 m³ puuta. Ilmajohtoreitin tornien perustusten kaivuun yhteydessä tai tuulivoimahankkeen sisäisen maakaapelireitin rakentamisessa ei lähtökohtaisesti muodostu ylijäämämaita, mutta kaivuun yhteydessä maa-aineksia voidaan joutua väliaikaisesti läjittämään.

Ilmajohtoreitin rakentamiseen tarvitaan muualta tuotavia materiaaleja. Norjalaisen voimajohdon elinkaaritarkastelussa esitettyjen materiaalmäärien perusteella merkittäviä rakentamiseen tarvittavia materiaaleja ovat perustuksiin käytettävä betoni ja voimansiirtolinjan komponentteihin käytettävät metallit (teräs ja alumiini) (EFLA 2018). EFLA 2018 tekemässä elinkaariarviossa esitettyjen materiaalmäärien perusteella lasketut materiaalmääräarviot SVE:n tapauksessa on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 65). Oletuksena laskelmissa on käytetty oletusta, että ilmajohtoreitin jokaisella 2 kilometrin matkalla on kuusi tornia (viisi haruksellista ja yksi jännitetorni) ja ilmajohtoreitin pituus on 13,7 kilometriä. Laskelmissa on myös oletettu, että tornien perustuksina on käytetty betoniperustuksia. Laskelmissa on käytetty tasaisen maaston (flat terrain) arvoja ja oletettu tornien olevan täysin terästä ilmoitetun massamäärän verran. Lasketut materiaalmäärät perustuvat elinkaariarviossa esitettyihin materiaaleihin.

Taulukko 65. Esimerkkiarvio ilmajohtoreittiin tarvittavista materiaalmääristä SVE:n tilanteessa (koottu ja laskettu EFLA 2018 esitettyjen arvojen perusteella).

	Teräs (tonnia)	Alumiini (tonnia)	Kupari (tonnia)	Lasi (tonnia)	Valurauta (tonnia)	Betoni (tonnia)	Pultit (tonnia)	Betoniteräs (tonnia)
Tornit (sisältää kiinnikkeet ja tukivaijerit)	405							
Perustukset						1360	5	60
Johtimet	65	175						
Eristimet	15	5		15	15			
Suojajohto	25	10						
Maadoitusjohdot			1					

Lisäksi tuulivoimahankkeen sisäiseen maakaapelointiin tarvitaan materiaaleja. Tuulivoimahankkeen maakaapeloinnin kaapeleissa käytetään metalleja, kuten alumiinia, ja erilaisia muoveja (Prysmian Group 2023). Sisäiseen maakaapelointiin tarvittavan maakaapelin massamäärän arvioidaan laskelmien perusteella suuntaa antavasti olevan noin 110 tonnia hankevaihtoehdon VE1:n tilanteessa. Laskelmissa on käytetty Prysmian Groupin (2023) esittämiä keskijännitekaapeleiden massamääriä ja oletettu, että sisäiset maakaapelit kulkevat niille suunniteltuja reittiä pitkin ja liittyvät hankealueen eteläosaan suunnitellulle sähköasemalle. Jos tuulivoimahankkeen sisäisen maakaapelin metallin ja muovin massamäärien oletetaan jakautuvan samalla tavalla kuin Bumbyn ym. (2009) elinkaariarviossa eli metallia noin 55 % ja muovia noin 45 %, metallin massa arvioidaan olevan noin 60 tonnia ja muovin massa arvioidaan olevan noin 50 tonnia sisäisen maakaapelin massasta.

Sisäiseen maakaapelointiin tarvittavan maakaapelin massamäärän arvioidaan laskelmien perusteella olevan suuntaa antavasti noin 75 tonnia hankevaihtoehdon VE2:n tilanteessa. Laskelmissa on käytetty Prysmian Groupin (2023) esittämiä keskijännitekaapeleiden massamääriä ja oletettu, että sisäiset maakaapelit kulkevat niille suunniteltuja reittiä pitkin ja liittyvät hankealueen eteläosaan suunnitellulle sähköasemalle. Jos tuulivoimahankkeen sisäisen maakaapelin metallin ja muovin massamäärien oletetaan jakautuvan samalla tavalla kuin Bumbyn ym. (2009) elinkaariarviossa eli noin 55 % metallia ja noin 45 % muovia, metallin massa arvioidaan olevan noin 40 tonnia ja muovin massa arvioidaan olevan noin 35 tonnia sisäisten maakaapeleiden massasta.

Ilmajohtoreitin ja sisäisen maakaapeloinnin rakentamiseen tarvitaan lisäksi myös polttoaineita materiaalien kuljettamiseen ja työkalujen käyttämiseen.

Toiminnan aikaiset vaikutukset

Ilmajohtoreitti SVE:n rakentamisen yhteydessä puustoa pitää kaataa johtoaukean leveydeltä, mikä estää voimajohtoaukean metsätalouuskäytön. Matalakasvuisia puita ja pensaita voidaan jättää kasvamaan johtoaukealle.

Suunniteltu ilmajohtoreitti SVE ei kulje sellaisten alueiden halki, joissa on voimassa olevia maa-ainesten ottolupia. Ilmajohtoreitti SVE on suunniteltu kulkemaan Kaarvinkin maa-ainesmuodostuman halki hankealueella. (Syke 2023a) Ilmajohtoreitti rajoittaa rakentamisen jälkeen johtoaukean alueen mahdollista käyttöä maa- ja kiviainestenottoalueena. Tämän vaikutuksen arvioidaan kuitenkin kokonaisuudessa olevan vähäisesti negatiivisista. Sähkönsiirtoreitti SVE kulkee osittain hankealueen länsipuolella sijaitsevan Pekannevan toiminnassa olevan turvetuotantoalueen poikki. Hyvällä ilmajohtoreitin tornien sijoittelulla suunnitellusta voimajohtolinjasta ei arvioida aiheutuvan vaikutuksia Pekannevan turvetuotantoalueen toimintaan.

Voimajohtoaukeata on mahdollista hyödyntää metsän kasvatuksen sijasta muilla soveltuvilla tavoilla. Esimerkiksi tarhamehiläisten pesien sijoittaminen tai joulukuusien viljely ovat mahdollisia hyödyntämiskeinoja voimajohtoaukealle (Fingrid 2023c).

Toiminnan lopettamisen vaikutukset

Ilmajohtoreitin elinkaaren päättyessä ilmajohtoreitti puretaan ja sen materiaalit toimitetaan kierrätettäväksi. Materiaalien tehokkaan kierrättämisen ja uusiokäytön avulla vähennetään tarvetta uusien raaka-aineiden tuotannolle, mikä vähentää osaltaan loppusijoituksen tarvetta niiden osalta.

Tuulivoimahankkeen sisäisten maakaapeleiden elinkaaren päättyessä maakaapelit mahdollisesti kaivetaan ylös ja kierrätetään. Maakaapeleiden jättäminen maahan voi joissain tapauksissa olla ympäristövaikutusten kannalta vähemmän haitallista. Tällaisissa tilanteissa maakaapeleiden kierrättämisestä saatava materiaalmäärä on suhteettoman pieni verrattuna materiaalien kaivamisesta ja koko kierrättämisprosessista aiheutuvaan ympäristövaikutukseen.

Yhteisvaikutukset

Useat samanaikaiset tuulivoimahankkeet voivat aiheuttaa kasvavaa kysyntää materiaaleista, jolloin rakentamiseen tarvittavien materiaalien toimitusmatkat ja -ajat voivat kasvaa.

Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Kielteisiä vaikutuksia pystytään parhaiten ehkäisemään uusiokäyttämällä ja kierrättämällä käytetyt materiaalit mahdollisimman tehokkaasti. Ilmajohtoreittien ja sisäisen maakaapelin rakentamiseen tarvittavat materiaalit pyritään tuomaan mahdollisuuksien mukaan tuomaan mahdollisimman läheltä kuljetusmatkojen minimoimiseksi.

10.12.2 Vaikutusten yhteenveto

Suunnitellun sähkönsiirron vaihtoehdon rakentamiseen kuluu materiaalia ja energiaa. Kokonaisuudessa tarvittavien määrien ei arvioida kuitenkaan olevan merkittäviä. Vaihtoehdon SVE osalta rakentamiseen tarvittavan materiaalin ja energian kulutukselle on arvioitu vähäinen (kielteinen) vaikutus.

Sähkönsiirtovaihtoehto SVE ei kulje alueiden, joissa on voimassa olevia maa-ainesten ottolupia, halki. Sähkönsiirtovaihtoehto SVE on suunniteltu kulkemaan Kaarvinkin maa-ainesmuodostuman halki. (Syke 2023a) Sähkönsiirtovaihtoehto SVE, mikäli se rakennetaan, rajoittaa ilmajohtoreitin alueiden mahdollista käyttöä maa- ja kiviainesten ottamiseen. Tämän arvioidaan olevan kuitenkin kokonaisuudessaan vähäistä ja tämän vuoksi on arvioitu vähäinen (kielteinen) vaikutus.

Vaihtoehdossa SVE raivataan aukeaa tilaa, joka on pidettävä johtokäytävän osalta avoinna puustolta. Tällöin metsätalousalueen käyttöön hyödynnettävä alue pienenee. SVE:n tilanteessa on arvioitu vähäinen (kielteinen) vaikutus metsätalouteen käytettävän alueen pienenemiselle. Sähkönsiirtovaihtoehdon SVE merkittävyyttä on kuvattu luonnonvarojen hyödyntämisen näkökulmasta alla olevassa taulukossa (Taulukko 66).

Taulukko 66. Luonnonvarojen hyödyntämisen merkittävyyden arviointi sähkönsiirtoreitillä.

SVE	
–	Sähkönsiirron rakentaminen kuluttaa materiaalia ja energiaa.
–	Pienentää metsätalouteen sekä maa- ja kiviainesten ottoon hyödynnettävää aluetta.

10.13 Vaikutukset ilmastoon

10.13.1 SVE (ilmajohtoreitti)

Nykytilan kuvaus

Suunniteltu 13,7 kilometrin pituinen voimajohtoreitti on metsätalouskäytössä olevaa ojitettua metsäaluetta ja entuudestaan rakentamatonta aluetta.

Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Voimajohdon rakentamista varten raivataan metsään puustosta avoin johtoaukea. Johtoaukean leveys on 400 kV:n johdolla 42 metriä. Reittivaihtoehdossa SVE, käyttäen 400 kV:n johtoa, tarvitaan aukeaa tilaa noin 58 ha ja tältä alueelta raivataan noin 8 200 m³ puuta. Syken tuottaman laskurin avulla arvioituna tämä määrä puuta energiapuuna vastaa 7 600 tCO₂ (hiilidioksiditonnia) hiilivaraston vähenemää (Syke 2023e).

Hiilidioksidipäästöjä aiheutuu myös työkalu- ja koneiden päästöistä pintamaan kasvuston raivaamisesta ja kaivannoista tuulivoimaloiden perustuksia varten sekä puiden kuljettamisesta alueelta pois. Mitä lyhempana puiden, pintamaan ja kaivantojen massojen kuljetusmatkat pystytään pitämään, sen vähemmän kuljetuksen aikaisia päästöjä syntyy.

Voimajohtoreitin rakentamiseen tarvitaan muualta tuotavia materiaaleja. Norjalaisen voimajohdon elinkaari-tarkastelun perusteella merkittäviä rakentamiseen tarvittavia materiaaleja ovat perustuksiin käytettävä betoni, voimansiirtolinjan komponentteihin käytettävät metallit (teräs ja alumiini) (EFLA 2018). Oletuksena laskelmissa on käytetty, että linjan pituus on 13,7 kilometriä ja jokaisella 2 kilometrin matkalla on kuusi jännite-tornia. Laskelmissa on myös oletettu, että perustuksina on käytetty betoniperustuksia. Laskelmissa on käytetty tasaisen maaston (flat terrain) arvoja ja oletettu jännitetornien olevan täysin terästä ilmoitetun massamäärän verran.

Näillä samoilla lähtöarvoilla laskettiin myös voimajohdon rakentamiseen tarvittavien materiaalien aiheuttamat hiilidioksidipäästöt. Syken ylläpitämän rakennustietokannan (Syke 2023f) mukaan näiden tuotteiden päästöt olisivat koko ilmajohdon osalta noin 4 000 tCO₂ekv. Sisäisen sähkönsiirron materiaaleista aiheuttavat hiilidioksidipäästöt ovat noin 5 700 tCO₂ekv. Arviot eivät sisällä materiaalien työstämisen päästöjä, kuljetusten päästöjä tai rakentamisen päästöjä.

Toiminnan aikaiset vaikutukset

Voimajohdon käytön aikana ei synny hiilidioksidipäästöjä. Voimajohdon käyttöturvallisuus varmistetaan raivaamalla johtoaukeat mekaanisesti 5–8 vuoden välein. Matalakasvuisia puita ja pensaita voidaan jättää kasvamaan johtoaukealle. Pääsääntönä on, että johtoaukealla puut ja pensaat eivät raivauksen jälkeen ole yli kolme metriä pitkiä.

Tuulivoimapuiston rakentamisen takia menetetään puuttomiksi raivattavilta alueilta hiilinielu eli metsä ei näillä alueilla enää sido vuosittain ilmasta kasvuunsa tiettyä määrää hiilidioksidia. Reittivaihtoehdossa SVE, käyttäen 400 kV:n johtoa, hiilinielun menetys on noin 330 tCO₂ vuodessa ja 16 300 tCO₂ voimajohdon koko elinkaaren eli 50 vuoden aikana.

Ilmajohtoreitin käyttö pienentää puuston raivaamisesta johtuen luonnontuotteiden hyödyntämiseen soveltuvia alueita ja talousmetsäaluetta.

Toiminnan lopettamisen vaikutukset

Toiminnan loputtua alueen maisemointi ja metsittäminen voidaan tehdä uudelleen.

Alueelle tehty sähkönsiirto voidaan jättää paikalleen hyödyntämään paikallista sähkönsiirtoa tai kerätä pois. Hyväkuntoiset johtimet ja eristinvarusteet voidaan hyvin kierrättää sellaisenaan tai materiaalina. Materiaalien tehokkaan kierrättämisen ja uusiokäytön avulla vähennetään tarvetta uusien raaka-aineiden tuotannolle, mikä vähentää osaltaan loppusijoituksen tarvetta niiden osalta.

Yhteisvaikutukset

Voimajohdon rakentamisella ei ole yhteisvaikutuksia muiden hankkeiden kanssa.

Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Kielteisiä vaikutuksia pystytään parhaiten ehkäisemään uusiokäyttämällä ja kierrättämällä käytetyt materiaalit mahdollisimman tehokkaasti. Lisäksi jo rakentamisvaiheessa valitsemalla esimerkiksi kierrätettyä terästä ja minimoimalla materiaalien kuljetusmatkat voidaan vaikuttaa päästöihin vähentävästi.

10.13.2 Vaihtoehtojen vertailu

Sähkönsiirto on välttämätöntä tuulivoimapuiston liittämiseksi valtakunnan verkkoon. Mitä lyhyempi matka voimajohtoa rakennetaan, sitä pienemmäksi sen päästöt jäävät. Sähkönsiirron vaikutukset ilmastoon arvioidaan kokonaisuudessaan vähäisiksi (Taulukko 67).

Taulukko 67. Ilmastovaikutusten merkittävyyden arviointi sähkönsiirtoreitillä.

SVE	
–	Voimajohdon rakentamisesta aiheutuu päästöjä ja se kuluttaa materiaalia ja energiaa.
–	Rakennettavan alueen hiilivarasto ja hiilinielu vähenevät puiden kaatamisen yhteydessä.

11. Ympäristövaikutusten seurantaohjelma

Ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaan toiminnanharjoittajan on oltava selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista. Ympäristövaikutusten seurannan tavoitteena on:

- tuottaa tietoa hankkeen vaikutuksista
- selvittää, mitkä muutokset ovat seurauksia hankkeen toteuttamisesta
- selvittää, miten vaikutusten arvioinnin tulokset vastaavat todellisuutta
- selvittää, miten haittojen lieventämistoimet ovat onnistuneet
- käynnistää tarvittavat toimet, jos esiintyy ennakoimattomia, merkittäviä haittoja.

YVA-selostuksessa on esitettävä ehdotus mahdollisista merkittäviin haitallisiin ympäristövaikutuksiin liittyvistä seurantajärjestelyistä. Seuranta kattaa keskeisimmät ympäristöön kohdistuvat vaikutukset, jotka ovat nousseet esiin ympäristövaikutusten arvioinnin laatimisen aikana. Seurannalla saadaan tietoa hankkeen rakentamisen ja toiminnan aikaisista tosiasiallisista vaikutuksista.

Toiminnan aikaista ympäristövaikutusten seurantaa koskevat sitovat velvoitteet määrätään tarvittaessa hankkeen ympäristölupapäätösten lupaehdoissa ja tällöin ympäristöviranomaisen hyväksyy lopullisen tarkkailuohjelman. Ympäristöluvan tarpeen määrittävät paikalliset viranomaiset eli kunta, jonka alueelle tuulivoimaloita suunnitellaan. Tuulivoimalan toimintaan ei lähtökohtaisesti tarvita ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaista ympäristölupaa. Ympäristölupaa on haettava, mikäli toiminnasta voi aiheutua naapuruussuhdelaisissa (26/1920) tarkoitettua kohtuutonta rasitusta.

Hankkeen seurantavaiheessa ehdotetaan kiinnitettävän huomiota seuraaviin asioihin:

Melu- ja välkemallinnus voidaan tarkastaa vastaamaan lopullista toteutusta. Käytön aikainen melun ja välkkeen seuranta saattaa olla tarpeellista, mikäli ne koetaan haitallisiksi. Välkettä havainnoidaan aistivaraisesti ja melua voidaan mitata vaikutuksille alttiiden kohteiden lähellä. Mittaukset sovitaan ja suunnitellaan tarvittaessa yhteistyössä kunnan ympäristöviranomaisen kanssa.

Tuulivoiman vaikutuksia ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen voidaan havainnoida tarpeen mukaan, kun tuulivoimapuisto on ollut toiminnassa jonkun aikaa. Menetelminä on suositeltavaa käyttää samanlaista kyselyä kuin hankkeen suunnitteluvaiheessa. Hankkeessa on myös syytä seurata palautteita häiriöistä ja niiden syistä sekä reagoida niihin mahdollisuuksien mukaan.

12. Ympäristövaikutusten yhteenveto

12.1 Vaihtoehtojen vertailu

Tukkimäen tuulivoimahankkeen YVA-selostuksessa on vertailtu kolmea eri hankevaihtoehtoa:

- VE0: Hanketta ei toteuteta
- VE1: Hankealueelle rakennetaan enintään 12 tuulivoimalaa.
- VE2: Hankealueelle rakennetaan enintään 9 tuulivoimalaa.

Toiminnan ympäristövaikutukset ajoittuvat pääasiassa rakentamisen aikaisiin ja toiminnan aikaisiin vaikutuksiin. Alla olevassa taulukossa (Taulukko 68) on esitetty asteikko, jolla vaikutuksien merkittävyyttä on arvioitu sekä värimaailma, jolla tässä yhteenvetoluvussa havainnollistetaan vaikutuksia. Taulukko sisältää yhteenvedon arvioituista vaikutuksista sekä vaikutuksen merkittävyyteen vaikuttavista tekijöistä.

Taulukko 68. Vaikutusten merkittävyyden arviointiin käytetty asteikko ja yhteenvetotaulukon havainnollistavat pohjavärit.

++++	Erittäin suuri
+++	Suuri
++	Kohtalainen
+	Vähäinen
0	Ei vaikutusta
-	Vähäinen
--	Kohtalainen
---	Suuri
----	Erittäin suuri

Jos hanketta ei toteuteta (VE0), niin nykytilannetta muuttavia vaikutuksia ei muodostu. Tällöin kuitenkin tuulivoimahankkeen työllistävä vaikutus ja kunnan tulonlähde jäävät saavuttamatta. Myöskään valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden mukainen vaade uusiutumiskykyisestä energiahuollosta ei toteudu. Jos uusiutumattomia energialähteitä ei korvata uusiutuvilla energiamuodoilla, kuten tuulivoimalla, niin asialla on osaltaan vaikutusta myös kansallisen hiilineutraalisuustavoitteen toteutumisessa. Tavoitteena on, että Suomi on hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä. Jos hanketta ei toteuteta niin asialla ei myöskään toteuteta ”Hiilineutraali Keski-Suomi 2030”-tiekartan tavoitetta hiilineutraalista maakunnasta vuoteen 2030 mennessä.

Hankkeen toteuttamisen (VE1 ja VE 2) merkittävimmät positiiviset vaikutukset ovat vaikutukset ilmastoon ja luonnonvarojen hyödyntämiseen, kun tuulienergialla korvataan uusiutumattomia energialähteitä. Lisäksi hankkeella on positiivisia vaikutuksia elinkeinoelämään, työllisyyteen ja talouteen. Paikallisesti alueen saavutettavuus parantuu huoltoteiden rakentamisen myötä, mikä helpottaa esimerkiksi metsänhoitoa ja muuta

virikistyskäyttöä alueella. Hankkeen toteuttamisella edistetään valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden toteuttamista ja edistetään Suomen- ja Keski-Suomen hiilineutraalisuustavoitteita.

Hankkeen toteuttamisen merkittävimmät negatiiviset vaikutukset kohdistuvat muuttuvaan maisemaan etenkin hankealueella (Taulukko 69). Maisemavaikutuksia esiintyy myös laajemmin. Alueen virikistyskäyttökokeumus voi jossain määrin heikentyä, kun nykyisestä luonnonympäristöstä tulee osittain energiantuotantoalue.

ABO Wind Oy on selvittänyt Kannonkosken Vuorijärvien tuulivoimahankkeessa yhtenä vaihtoehtona sähkönsiirtoa samaan Fingridin osoittamaan liityntäpisteeseen Saarijärvellä, kuin Tukkimäen hankkeessa. Tutkittu linjaus kulkee osan matkaa Tukkimäen hankealueen pohjoisosassa. Mikäli Vuorijärvien hanke toteutuu, ja hankkeen sähkönsiirtoreitiksi valikoituu Tukkimäen hankealueen läpi kulkeva vaihtoehto, voidaan Tukkimäen hankkeen sähkönsiirto toteuttaa samassa johtokäytävässä, sen rinnalla. YVA-menettelyssä Tukkimäen sähkönsiirtoreitti on kuitenkin tutkittu siten, että se voidaan toteuttaa itsenäisesti omassa käytävässä, riippumatta siitä toteutuuko Vuorijärvien sähkönsiirto Tukkimäen kautta vai ei.

Sähkönsiirron osalta Tukkimäen hankkeen YVA-menettelyssä on tutkittu uuden 400 kV ilmajohdon rakentamista Tukkimäen hankealueelta Metsälinja 2:n varteen suunnitteilla olevalle Fingridin Leppärinteen sähköasemalle. Liityntäkohta sijoittuisi Saarijärven kaupungin alueella Saarisen ja Valkeisen vesistöjen välimaastoon. YVA-menettelyssä vaikutukset on tutkittu hankealueen eteläisimmältä vaihtoehtoiselta sähköasemalta aina Fingridin liityntäpisteeseen saakka. Mikäli hankealueelle toteutetaan sijainniltaan pohjoisin tai keskimäinen sähköasema, niin vaikutukset tulevat tutkituksi samalla myös niiden osalta. Sähkönsiirtoreitin kokonaispituus on noin 13,7 kilometriä. Etäisyys eteläisimmältä sähköasemalta Metsälinjalle on noin 11 km ja Metsälinjan rinnalla sähköasemalle 2,7 km.

Sähkönsiirtoreitin merkittävimmät negatiiviset vaikutukset muodostuvat maisemavaikutuksista (Taulukko 70). Mikäli Vuorijärvien hankkeen sähkönsiirto ja Tukkimäen hankkeen sähkönsiirto toteutetaan rinnakkain samassa käytävässä niin hankkeilla edistetään valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden toteutumista.

Taulukko 69. Yhteenveto hankevaihtoehtojen vertailusta ja ympäristövaikutusten merkittävydestä.

Vaikutus	VE0 (hanketta ei toteuteta)	VE1 (12 tuulivoimalaa)	VE2 (9 tuulivoimalaa)
Sosiaaliset vaikutukset	Nykytilanteen jatkuessa ei vaikutuksia elinympäristöön, elinkeinoihin, virkistysmahdollisuuksiin, metsästysmahdollisuuksiin, maisemiin tai kulttuuriympäristöön.	(+ +) Vaikutukset alueen elinkeinoelämään ja talouteen tulo- ja työllisyysvaikutuksien myötä.	(+) Vaikutukset alueen elinkeinoelämään ja talouteen tulo- ja työllisyysvaikutuksien myötä.
		(+ +) Kiinteistöveroja kunnalle ja maanvuokratuloja maanomistajille.	(+) Kiinteistöveroja kunnalle ja maanvuokratuloja maanomistajille.
		(+) Alueen saavutettavuus paranee tiestön parantamisen ja ylläpidon myötä.	(+) Alueen saavutettavuus paranee tiestön parantamisen ja ylläpidon myötä.
	(–) Uusiutuvan energian lähde jää käyttämättä. Tiestön parannukset epätodennäköisempiä	(–) Rakentamisajan erikoiskuljetuksista ajoittaista haittaa asukkaille ja elinkeinonharjoittajille.	(–) Rakentamisajan erikoiskuljetuksista ajoittaista haittaa asukkaille ja elinkeinonharjoittajille.
		(–) Voimaloiden, tiestön ja sähkönsiirron toteutuksen myötä metsätalouden alueet vähenvät arviolta 77 hehtaarin alalta.	(–) Voimaloiden, tiestön ja sähkönsiirron toteutuksen myötä metsätalouden alueet vähenvät arviolta 77 hehtaarin alalta.
		(–) Luonnonalueet pirstoutuvat osittain. Metsästystoiminta saattaa joiltain osin hankaloitua.	(–) Luonnonalueet pirstoutuvat osittain. Metsästystoiminta saattaa joiltain osin hankaloitua.
	(– –) Kiinteistöverot ja maanvuokratulot sekä työllisyysvaikutukset jäävät saamatta	(– –) Lähialueen vakituisen ja vapaa-ajan asutuksen rauhallisuus ja viihtyisyys heikkenee lievästi lähinnä maiseman muutoksen vuoksi.	(– –) Lähialueen vakituisen ja vapaa-ajan asutuksen rauhallisuus ja viihtyisyys heikkenee lievästi lähinnä maiseman muutoksen vuoksi.
		(– –) Metsässä, lähialueen Natura-alueilla ja kansallispuistossa liikkujat voivat kokea maiseman muutoksen kielteisenä, jolloin hanke vähentää luontoalueiden arvoa ja käyttöä	(– –) Metsässä, lähialueen Natura-alueilla ja kansallispuistossa liikkujat voivat kokea maiseman muutoksen kielteisenä, jolloin hanke vähentää luontoalueiden arvoa ja käyttöä

		metsästyksen, marjastuksen ja sienestyksen.	metsästyksen, marjastuksen ja sienestyksen.
Meluvaikutukset	Ei vaikutuksia.	(–) Meluvaikutus voimaloiden lähialueella. Keskiäänitasot ylittävät valtioneuvoston ohjearvon yhden vakituisen asuinrakennuksen ja yhden lomarakennuksen kohdalla. Asuinrakennuksen käyttötarkoitus on muutettu talousrakennukseksi ja Metsähallituksen omistaman lomarakennuksen käyttötarkoitus tullaan muuttamaan tarvittaessa sen kaltaiseksi, että valtioneuvoston asetuksen ohjearvot eivät enää koske kyseistä kiinteistöä.	(–) Meluvaikutus voimaloiden lähialueella. Melun ohjearvot eivät ylitä vakituisissa tai vapaa-ajan asunnoissa.
Välkevaikutukset	Ei vaikutuksia.	(–) Välkevaikutuksia aiheutuu lähialueelle. Vuotuinen todennäköinen välkevaikutus ylittää 8 tunnin ohjearvon yhden asuinrakennuksen ja yhden lomarakennuksen kohdalla. Asuinrakennuksen käyttötarkoitus on muutettu talousrakennukseksi ja Metsähallituksen omistaman lomarakennuksen käyttötarkoitus tullaan muuttamaan tarvittaessa sen kaltaiseksi, että valtioneuvoston asetuksen ohjearvot eivät enää koske kyseistä kiinteistöä.	(–) Välkevaikutuksia aiheutuu lähialueelle. Vuotuinen todennäköinen välkevaikutus jää alle 8 tunnin ohjearvon kaikkien asuin- ja lomarakennusten kohdalla.
Terveysvaikutukset	Ei vaikutuksia.	(+) Mikäli tuulivoimalla korvataan päästöjä tuottavaa energiantuotantoa, vaikutuksia päästöjä tuottavan tuotannon ilmanlaatuun. (–) Meluvaikutus voimaloiden lähialueella, vaikutus mm. virkistyskokemukseen. Mahdolliset koetut vaikutukset, jotka voivat tuoda negatiivisia terveysvaikutuksia, vaikka esimerkiksi melun ohjearvot eivät ylittyisikään	(+) Mikäli tuulivoimalla korvataan päästöjä tuottavaa energiantuotantoa, vaikutuksia päästöjä tuottavan tuotannon ilmanlaatuun. (–) Meluvaikutus voimaloiden lähialueella, vaikutus mm. virkistyskokemukseen. Mahdolliset koetut vaikutukset, jotka voivat tuoda negatiivisia terveysvaikutuksia, vaikka esimerkiksi melun ohjearvot eivät ylittyisikään
Turvallisuusvaikutukset	Ei vaikutuksia.	(–) Tuulivoimalan rikkoontumisesta, tulipalosta tai jään putoamisesta aiheutuva vähäinen turvallisuusriski.	(–) Tuulivoimalan rikkoontumisesta, tulipalosta tai jään putoamisesta aiheutuva vähäinen turvallisuusriski.

		(-) Rakentamisen aikana raskaan liikenteen määrä lisääntyy tilapäisesti. Rakentamisen aikana raskaan liikenteen määrä lisääntyy tilapäisesti.	(-) Rakentamisen aikana raskaan liikenteen määrä lisääntyy tilapäisesti. Rakentamisen aikana raskaan liikenteen määrä lisääntyy tilapäisesti.
Liikennevaikutukset	Ei vaikutuksia.	(+) Metsäautoteiden parantaminen vaikuttaa myönteisesti hankealueen huoltoliikenteeseen ja alueen myöhempään talouskäyttöön (metsänhoito)	(+) Metsäautoteiden parantaminen vaikuttaa myönteisesti hankealueen huoltoliikenteeseen ja alueen myöhempään talouskäyttöön (metsänhoito)
		(-) Toiminnan aikainen vähäinen huoltoliikenne heikentää muun ajoneuvoliikenteen sujuvuutta vain vähän.	(-) Toiminnan aikainen vähäinen huoltoliikenne heikentää muun ajoneuvoliikenteen sujuvuutta vain vähän.
		(-) Rakentamisen aikana raskaan liikenteen kuljetusten määrä lisääntyy ja tuulivoimalan osat vaativat erikoiskuljetuksia ja siten alueen liikenteen sujuvuus heikentyy.	(-) Rakentamisen aikana raskaan liikenteen kuljetusten määrä lisääntyy ja tuulivoimalan osat vaativat erikoiskuljetuksia ja siten alueen liikenteen sujuvuus heikentyy.
		(-) Rakentamisen aikana raskas liikenne ja erikoiskuljetukset lisäävät liikenteen onnettomuusriskiä vähän.	(-) Rakentamisen aikana raskas liikenne ja erikoiskuljetukset lisäävät liikenteen onnettomuusriskiä vähän.
		(-) Jalankulun ja pyöräilyn olosuhteet voivat heikentyä rakentamisen aikana lisääntyneen raskaan liikenteen vuoksi.	(-) Jalankulun ja pyöräilyn olosuhteet voivat heikentyä rakentamisen aikana lisääntyneen raskaan liikenteen vuoksi.

Vaikutukset viestintäverk- koihin	Ei vaikutuksia.	(–) Tuulivoimalat saattavat vaimentaa viestiliikenteen signaaleja.	(–) Tuulivoimalat saattavat vaimentaa viestiliikenteen signaaleja.
Maisema- ja kulttuuriympäristövaikutukset	Ei vaikutuksia.	(–) Vähäisiä vaikutuksia kaukomaisemaan Pyhäjärven kaakkoisosissa, Summasessa ja Kuivasselällä. Vaikutukset ilmenevät tuulivoima-aluetta kohti suuntautuvissa näkymissä. Tuulivoima-alue saattaa paikoin näkyä horisontissa osana taustamaisemaa. Se ei kuitenkaan muodostu maisemakokonaisuutta hallitsevaksi. Etäisyyden kasvaessa vaikutuksen voimakkuus kuitenkin vähenee.	(–) Vähäisiä vaikutuksia kaukomaisemaan Pyhäjärven kaakkoisosissa, Summasessa ja Kuivasselällä. Vaikutukset ilmenevät tuulivoima-aluetta kohti suuntautuvissa näkymissä. Tuulivoima-alue saattaa paikoin näkyä horisontissa osana taustamaisemaa. Se ei kuitenkaan muodostu maisemakokonaisuutta hallitsevaksi. Etäisyyden kasvaessa vaikutuksen voimakkuus kuitenkin vähenee.
		(– –) Kohtalaisia vaikutuksia Rahkolan maisema-alueelle. Tuulivoimalat näkyvät. Vaikutukset ilmenevät tuulivoima-aluetta kohti suuntautuvissa näkymissä.	(– –) Kohtalaisia vaikutuksia Rahkolan maisema-alueelle. Tuulivoimalat näkyvät. Vaikutukset ilmenevät tuulivoima-aluetta kohti suuntautuvissa näkymissä.
		(– –) Kohtalaisia vaikutuksia ulommalle vaikutusalueella Pyhäjärvelle, Enonjärvelle ja Kannonjärvelle, alueille, joilta avautuu tärkeitä näkymiä tuulivoima-alueen suuntaan. Tuulivoimalat näkyvät, mutta eivät muodostu maisemakokonaisuutta hallitsevaksi.	(– –) Kohtalaisia vaikutuksia ulommalle vaikutusalueella Pyhäjärvelle, Enonjärvelle ja Kannonjärvelle, alueille, joilta avautuu tärkeitä näkymiä tuulivoima-alueen suuntaan. Tuulivoimalat näkyvät, mutta eivät muodostu maisemakokonaisuutta hallitsevaksi.
		(– – –) Suuria, mutta paikallisia vaikutuksia hankealueen välittömässä lähiympäristössä sijaitseville järville, asuinpaikoille ja loma-asuinpaikoille, joilta avautuu tärkeitä näkymiä kohti tuulivoima-aluetta. Vaikutukset ilmenevät tuulivoima-aluetta kohti suuntautuvissa näkymissä.	(– – –) Suuria, mutta paikallisia vaikutuksia hankealueen välittömässä lähiympäristössä sijaitseville järville, asuinpaikoille ja loma-asuinpaikoille, joilta avautuu tärkeitä näkymiä kohti tuulivoima-aluetta. Vaikutukset ilmenevät tuulivoima-aluetta kohti suuntautuvissa näkymissä.
Vaikutukset arkeologisiin kohteisiin	Ei vaikutuksia.	Vaikutuksia arkeologisiin kohteisiin ei aiheudu.	Vaikutuksia arkeologisiin kohteisiin ei aiheudu.

Vaikutukset maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen	(– –) Uusiutuvan energian lisäämiseen liittyvien valtakunnallisten ja maakunnallisten tavoitteiden edistäminen jää toteutumatta.	(++) Tukee valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden toteutumista mahdollistamalla uusiutuvan energian käyttömahdollisuuksien lisäämisen.	(++) Tukee valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden toteutumista mahdollistamalla uusiutuvan energian käyttömahdollisuuksien lisäämisen.
		(++) Vahvistaa kunnan ja seudun elinvoimaa ja sen myötä maankäytön kehittämismahdollisuuksia.	(++) Vahvistaa kunnan ja seudun elinvoimaa ja sen myötä maankäytön kehittämismahdollisuuksia.
		(+) Ehkäisee vähäisessä määrin yhdyskuntarakenteen hajautumista.	(+) Ehkäisee vähäisessä määrin yhdyskuntarakenteen hajautumista.
	(– –) Tuulivoimahankkeesta saatavat hyödyt jäävät saamatta.	(–) Supistaa vähäisessä määrin metsätalouden käytössä olevaa pinta-alaa.	(–) Supistaa vähäisessä määrin metsätalouden käytössä olevaa pinta-alaa.
		(–) Rajoittaa vähäisessä määrin muiden maankäyttömuotojen kehittämismahdollisuuksia hankealueella ja sen välittömässä läheisyydessä.	(–) Rajoittaa vähäisessä määrin muiden maankäyttömuotojen kehittämismahdollisuuksia hankealueella ja sen välittömässä läheisyydessä.
Vaikutukset kasvillisuuteen ja luontotyypppeihin	Ei vaikutuksia.	(–) Vähäinen kielteinen, rakennettavilta alueilta kasvillisuus häviää. Ei vaikutuksia arvokaisiin luontotyypppeihin tai lajistoon.	(–) Vähäinen kielteinen, rakennettavilta alueilta kasvillisuus häviää. Ei vaikutuksia arvokaisiin luontotyypppeihin tai lajistoon.
Linnustovaikutukset	Ei vaikutuksia.	(–) Vähäistä elinympäristöjen häviämistä, rakentamisen ja toiminnan lopettamisen aikaista hetkellistä meluhäiriötä, hyvin vähäinen törmäysriski, vähäistä toiminnanaikaista melu- ja välkehäiriötä.	(–) Vähäistä elinympäristöjen häviämistä, rakentamisen ja toiminnan lopettamisen aikaista hetkellistä meluhäiriötä, hyvin vähäinen törmäysriski, vähäistä toiminnanaikaista melu- ja välkehäiriötä.
Vaikutukset luontodirektiivin liitteen IV lajeihin	Ei vaikutuksia.	Ei vaikutuksia luontodirektiivin liitteen IV a lajien lisääntymis- ja levähdyspaikkoihin, mikäli rakentaminen ajoitetaan varovaisuusperiaatteen mukaisesti karhun talviunijan ulkopuolelle.	Ei vaikutuksia luontodirektiivin liitteen IV a lajien lisääntymis- ja levähdyspaikkoihin, mikäli rakentaminen ajoitetaan varovaisuusperiaatteen mukaisesti karhun talviunijan ulkopuolelle.

		(-) Rakentaminen/toiminta aiheuttaa häiriötä eläimistöille. Muille lajeille kuin karhulle vaikutus arvioidaan vähäisesti kielteiseksi.	(-) Rakentaminen/toiminta aiheuttaa häiriötä eläimistöille. Muille lajeille kuin karhulle vaikutus arvioidaan vähäisesti kielteiseksi.
		(- -) Rakentaminen/toiminta aiheuttaa häiriötä eläimistöille. Yhteisvaikutukset huomioiden karhulle voi aiheutua kohtalaista haitta-vaikutusta.	(- -) Rakentaminen/toiminta aiheuttaa häiriötä eläimistöille. Yhteisvaikutukset huomioiden karhulle voi aiheutua kohtalaista haitta-vaikutusta.
Vaikutuksen muuhun eläimistöön ja ekologisiin yhteyksiin	Ei vaikutuksia.	(- -) Paikallinen vaikutus vähäinen kielteinen, sillä lajisto tavanomaista ja lajimäärä vähäinen elinympäristöjen yksipuolisuuden vuoksi. Häiriö voi aiheuttaa alueen välttämistä aroilla lajeilla. Ei voida täysin sulkea pois sitä, että kaikkien tuulivoimahankkeiden toteutuessa niillä voi olla yhteisvaikutuksia ekologisiin yhteyksiin erityisesti yhtenäisiä asumattomia alueita suosivien lajien kannalta. Varovaisuusperiaatteen mukaisesti yhteisvaikutukset huomioiden hankkeen vaikutukset eläimiin ja ekologisiin yhteyksiin arvioidaan kohtalaisen kielteisiksi.	(- -) Paikallinen vaikutus vähäinen kielteinen, sillä lajisto tavanomaista ja lajimäärä vähäinen elinympäristöjen yksipuolisuuden vuoksi. Häiriö voi aiheuttaa alueen välttämistä aroilla lajeilla. Ei voida täysin sulkea pois sitä, että kaikkien tuulivoimahankkeiden toteutuessa niillä voi olla yhteisvaikutuksia ekologisiin yhteyksiin erityisesti yhtenäisiä asumattomia alueita suosivien lajien kannalta. Varovaisuusperiaatteen mukaisesti yhteisvaikutukset huomioiden hankkeen vaikutukset eläimiin ja ekologisiin yhteyksiin arvioidaan kohtalaisen kielteisiksi.
Vaikutukset luonnonsuojelu- ja Natura-alueisiin	Ei vaikutuksia.	(-) Tukkimäen tuulivoimapuiston toteutumisesta arvioidaan aiheutuvan vähäisiä ja epätodennäköisiä vaikutuksia Pyhä-Häkin alueen Natura-alueen suojeluperusteena oleville kaakkurille ja kalatiiralle. Kaakkurille ja kalatiiralle aiheutuvat haitalliset vaikutukset johtuvat törmäysriskistä. Kaakkurille voi aiheutua vähäisiä haitallisia vaikutuksia myös voimaloiden kiertämistarpeen takia.	(-) Tukkimäen tuulivoimapuiston toteutumisesta arvioidaan aiheutuvan vähäisiä ja epätodennäköisiä vaikutuksia Pyhä-Häkin alueen Natura-alueen suojeluperusteena oleville kaakkurille ja kalatiiralle. Kaakkurille ja kalatiiralle aiheutuvat haitalliset vaikutukset johtuvat törmäysriskistä. Kaakkurille voi aiheutua vähäisiä haitallisia vaikutuksia myös voimaloiden kiertämistarpeen takia.

		(–) Tukkimäen tuulivoimapuiston toteutumisesta arvioidaan aiheutuvan Pyhäjärven Natura-alueen suojeluperusteena olevalle kaakurille hyvin vähäistä ja epätodennäköistä haittaa. Yhteisvaikutukset muiden tuulivoima-alueiden kanssa arvioidaan kaakurille vähäiseksi.	(–) Tukkimäen tuulivoimapuiston toteutumisesta arvioidaan aiheutuvan Pyhäjärven Natura-alueen suojeluperusteena olevalle kaakurille hyvin vähäistä ja epätodennäköistä haittaa. Yhteisvaikutukset muiden tuulivoima-alueiden kanssa arvioidaan kaakurille vähäiseksi.
		(– –) Tukkimäen tuulivoimapuiston toteutumisesta arvioidaan aiheutuvan kohtalaisia haitallisia vaikutuksia törmäysriskin takia Pyhä-Häkin Natura-alueen suojeluperusteena oleville hiirihaukalle ja mehiläishaukalle. Näidenkään lajien esiintymisen elinkelpoisena Pyhä-Häkin Natura-alueella ei arvioida kuitenkaan vaarantuvan Tukkimäen tuulivoimapuiston toteutuessa.	(– –) Tukkimäen tuulivoimapuiston toteutumisesta arvioidaan aiheutuvan kohtalaisia haitallisia vaikutuksia törmäysriskin takia Pyhä-Häkin Natura-alueen suojeluperusteena oleville hiirihaukalle ja mehiläishaukalle. Näidenkään lajien esiintymisen elinkelpoisena Pyhä-Häkin Natura-alueella ei arvioida kuitenkaan vaarantuvan Tukkimäen tuulivoimapuiston toteutuessa.
Pohjavesivaikutukset	Ei vaikutuksia.	(–) Pohjaveden laatuun tai määrään voi kohdistua lieviä tilapäisiä ja paikallisia vaikutuksia rakentamisen aikana. Vähäinen onnettomuusriski.	(–) Pohjaveden laatuun tai määrään voi kohdistua lieviä tilapäisiä ja paikallisia vaikutuksia rakentamisen aikana. Vähäinen onnettomuusriski.
Pintavesivaikutukset	(–) Vähäinen, nykyinen maankäyttö aiheuttaa (ja on aiheuttanut) kiintoainespäästöjä ja purojen hiekoittumista.	(–) Vähäinen, liittyy maankäytön muutoksiin. Vaikutuksia lähinnä ojaverkoston vedenlaadulle.	(–) Vähäinen, liittyy maankäytön muutoksiin. Vaikutuksia lähinnä ojaverkoston vedenlaadulle.
Maa- ja kallioperävaikutukset	Ei vaikutuksia.	(–) Vaikutukset maa- ja kallioperään ovat vähäisiä ja paikallisia. Vaikutusten pinta-alaosuus on suhteellisen pieni. Syntyviä maa-massoja voidaan hyödyntää hankkeen sisällä.	(–) Vaikutukset maa- ja kallioperään ovat vähäisiä ja paikallisia. Vaikutusten pinta-alaosuus on suhteellisen pieni. Syntyviä maa-massoja voidaan hyödyntää hankkeen sisällä.

Vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiseen	(– –) Ei lisää uusiutuvan energian tuotantoa.	(++++) Tuulivoima lisää uusiutuvan energian tuotantoa.	(++++) Tuulivoima lisää uusiutuvan energian tuotantoa.
		(+) Parantunut tiestö auttaa metsätaloutta ja turvetuotantoalueelle sekä maa-ainesmuodostumille kulkemista.	(+) Parantunut tiestö auttaa metsätaloutta ja turvetuotantoalueelle sekä maa-ainesmuodostumille kulkemista.
		(–) Pienentää metsätalouteen, marjastukseen ja sienestykseen sekä maa- ja kiviainesten ottoon käytettävää aluetta.	(–) Pienentää metsätalouteen, marjastukseen ja sienestykseen sekä maa- ja kiviainesten ottoon käytettävää aluetta.
		(–) Tuulivoimaloiden rakentaminen kuluttaa materiaalia ja energiaa.	(–) Tuulivoimaloiden rakentaminen kuluttaa materiaalia ja energiaa.
		(–) Hankealueelta saatavan maa-aineksen potentiaalinen määrä maa-ainesmarkkinoilla pienenee.	(–) Hankealueelta saatavan maa-aineksen potentiaalinen määrä maa-ainesmarkkinoilla pienenee.
Ilmastovaikutukset	(– –) Nykyisen energiantuotantomuodon vaikutus vaihtelee välillä vähäinen–erittäin suuri.	(++++) Tuulivoiman tuottama energia on päästötöntä	(++++) Tuulivoiman tuottama energia on päästötöntä

		(-) Tuulivoimapuiston rakentamisesta aiheutuu päästöjä (mm. kuljetukset ja materiaalit)	(-) Tuulivoimapuiston rakentamisesta aiheutuu päästöjä (mm. kuljetukset ja materiaalit)
		(-) Rakennettavan alueen hiilivarasto ja hiilinielu vähenevät puiden kaatamisen yhteydessä.	(-) Rakennettavan alueen hiilivarasto ja hiilinielu vähenevät puiden kaatamisen yhteydessä.

Taulukko 70. Yhteenveto sähkönsiirtovaihtoehtojen vertailusta ja ympäristövaikutusten merkittävyydestä.

Vaikutus	SVE
Sosiaaliset vaikutukset	(–) Korvaukset maanomistajille nähdään riittämättöminä.
	(–) Vähentää metsätaloustaloudessa olevaa pinta-alaa ja marjastukseen ja sienestystyöhön käytettävää aluetta.
	(–) Ilmajohdo voi vaikuttaa virkistyskokemukseen.
	(–) Rakentamisen aikana väliaikainen haitta liikenteen sujuvuudelle kyseisellä tiellä.
	(–) Rakennusaikainen liikenteen lisääntyminen heikentää väliaikaisesti liikenneturvallisuutta ja lisää ilmapäästöjä.
Vaikutukset maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen	(++) Sähkönsiirtoreitti on suunniteltu, selvitysten perusteella todettua, optimaalista maastokäytävää pitkin. Mikäli Vuorijärvien hanke toteutuu, ja hankkeen sähkönsiirtoreitiksi valikoituu Tukkimäen hankealueen läpi kulkeva vaihtoehto, voidaan Tukkimäen hankkeen sähkönsiirto toteuttaa samassa johtokäytävässä, sen rinnalla. Näin edistetään myös valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden toteuttamista.
	(–) Voimajohtoalueen hyödyntämismahdollisuudet muussa maankäytössä vähenevät jossain määrin.
	(–) Metsätalouden käytössä oleva maapinta-ala vähenee jossain määrin.
Maisema- ja kulttuuriympäristövaikutukset	(–) Vähäinen, linjaus metsämaisemassa. Vaikutukset havaittavissa vain lyhyeltä etäisyydeltä.
Vaikutukset arkeologiseen kulttuuriperintöön	Ei vaikutuksia arkeologisiin kohteisiin.

Vaikutukset kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin	(–) Vähäisiä negatiivisia vaikutuksia kohdissa, joissa linjaus kulkee osin uhanalaisten luontotyyppikohteiden alueelle. Vaikutuksia vähentää se, että suuri osa kohteista on puuttomia tai vähäpuustoisia. Arvioinnin oletuksena on, että pylväiden sijoittelussa ja työkonereiteissä kierretään rajatut huomionarvoiset luontotyyppi- ja kasvillisuuskohteet, jotka ovat uhanalaisia suo- ja metsäluontotyyppisiä sekä rauhoitetun valkolehdokin kasvupaikkoja.
Linnustovaikutukset	(+) Vähäisiä positiivisia vaikutuksia avoimen maan linnustolle sekä reunametsän linnustolle (–) Vähäistä metsän pirstoutumisen vaikutusta vaativalle metsälinnustolle, vähäisiä rakentamisen aikaisia vaikutuksia pesimälinnustolle ja viirupöllön pesään sekä pysyvään metson soitimeen, ilmajohdosta aiheutuva kohonnut törmäysriski
Vaikutuksen eläimistöön, direktiivilajeihin ja ekologiisiin yhteyksiin	(–) Vähäinen kielteinen, voimajohtoaueat lisäävät metsien pirstoutumista omalta osaltaan. Rakentamisen aikainen häiriö voi karkottaa eläimiä alueelta, mutta vaikutus on väliaikainen.
Vaikutukset luonnonsuojelu- ja Natura-alueisiin	Ei vaikutuksia.
Pohjavesivaikutukset	Ei vaikutusta tai vähäinen negatiivinen vaikutus. Pylväiden paalutuksesta aiheutuva pohjaveden mahdollinen purkautuminen riippuen stabiloinnista/massanvaihdoista. Reitti sijoittuu kuitenkin kokonaisuudessaan pohjavesialueen ulkopuolelle. Onnettomuustilanteissa vaikutukset jäävät paikallisiksi.
Pintavesivaikutukset	(–) Vähäinen, liittyvät rakentamisen aikaisiin kiintoainespäästöihin.
Maa- ja kallioperävaikutukset	(–) Vähäisiä ja paikallisia vaikutuksia maa- ja kallioperään, pylväiden perustusten vaatimat pinta-alat ovat pieniä, olemassa olevaa Metsälinjan sähkönsiirtokäytävää hyödynnetään.
Vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiseen	(–) Sähkönsiirron rakentamiseen kuluu materiaalia ja energiaa. (–) Pienentää metsätaloutteen sekä maa- ja kiviainesten ottoon hyödynnettävää aluetta.
Ilmastovaikutukset	(–) Voimajohdon rakentamisesta aiheutuu päästöjä ja se kuluttaa materiaalia ja energiaa (–) Rakennettavan alueen hiilivarasto ja hiilinielu vähenevät puiden kaatamisen yhteydessä.

12.2 Hankkeen toteuttamiskelpoisuus

Tukkimäen tuulivoimahankkeen ympäristövaikutusten arvioinnissa tarkastellut hankkeen toteuttamisvaihtoehdot eroavat toisistaan voimalamäärien osalta. Vaihtoehdossa VE1 voimaloita on enintään 12 ja vaihtoehdossa VE2 enintään 9. Hankealueen pinta-ala on 1 550 ha. Sähkön siirrosta tutkittiin yksi 400 kV ilmajohtolla toteutettava vaihtoehto.

Voimaloiden sekä sähkönsiirtoreitin sijoittaminen perustuu kattaviin selvityksiin, jotka ovat vaikuttaneet hankesuunnitteluun.

Hanke muuttaa Tukkimäen alueen maankäyttöä ja maisemaa. Hankkeen merkittävimmät vaikutukset kohdistuvatkin maisemaan. Maankäytön muutoksen ja sähkönsiirron rakentamisen vaikutukset kohdistuvat ihmisiin, mutta myös luontoon ja eläimiin. Vaikutukset ovat suurimmat rakentamisaikana, jonka jälkeen toiminnan aikaiset vaikutukset ovat erityisesti maisemallisia.

Hankkeella on merkittäviä myönteisiä elinkeinoelämään liittyviä vaikutuksia. Tuulivoimahanke tuottaa kiinteistövero- ja maanvuokratuloja. Työllisyysvaikutukset ovat merkittäviä erityisesti rakentamisen aikana.

Hankkeen ilmastovaikutukset ovat myönteisiä. Hanke lisää omavaraista uusiutuvan energian tuotantoa ja edistää osaltaan kansallisten ilmastotavoitteiden toteuttamista.

YVA-menettelyssä on tuotu esille vaikutustyypeittäin haitallisten vaikutusten vähentämiseen liittyviä seikkoja, jotka tulevat huomioiduksi hankkeen jatkosuunnittelussa.

YVA-menettelyssä ei tullut esille sellaisia asioita, jotka estäisivät hankkeen toteuttamisen. Molemmat hankkeiden vaihtoehdot todetaan toteuttamiskelpoisiksi sekä voimalavaihtoehtojen että sähkönsiirron osalta.

Lähteet

Afry, 2020, Finnish Energy – Low carbon roadmap. Final report. 1 June 2020. <https://energia.fi/wp-content/uploads/2023/08/Taustaraportti - Finnish Energy Low carbon roadmap.pdf> (luettu 11.12.2023)

Ahlman, S. 2022a. Saarijärven ja Karstulan Leinnevankankaan tuulivoimapuiston lepakkoselvitys 2022. Ahlman Group Oy.

Ahlman, S. 2022b. Saarijärven ja Karstulan Leinnevankankaan tuulivoimapuiston liito-oravaselvitys 2022. Ahlman Group Oy.

Ahlman, S. 2022c. Saarijärven ja Karstulan Leinnevankankaan tuulivoimapuiston lintujen kevätmuuttoselvitys 2022. Ahlman Group Oy.

Ahlman, S. 2022d. Saarijärven ja Karstulan Leinnevankankaan tuulivoimapuiston lintujen syysmuuttoselvitys 2022. Ahlman Group Oy.

Ahlman, S. 2022e. Saarijärven ja Karstulan Leinnevankankaan tuulivoimapuiston metsojen soidinpaikkaselvitys 2022. Ahlman Group Oy. Vain viranomaiskäyttöön.

Ahlman, S. 2022f. Saarijärven ja Karstulan Leinnevankankaan tuulivoimapuiston pesimälinnustoselvitys 2022. Ahlman Group Oy.

Ahlman, S. 2022g. Saarijärven ja Karstulan Leinnevankankaan tuulivoimapuiston päiväpetolintujen kesäseuranta 2022. Ahlman Group Oy. Vain viranomaiskäyttöön.

Ahlman, S. 2022h. Saarijärven ja Karstulan Leinnevankankaan tuulivoimapuiston päiväpetolintujen kevätseuranta 2022. Ahlman Group Oy. Vain viranomaiskäyttöön.

Ahlman, S. 2022i. Saarijärven ja Karstulan Leinnevankankaan tuulivoimapuiston viitasammakkoselvitys 2022. Ahlman Group Oy.

Ahlman, S. 2023a. Karstulan Tukkimäen tuulivoimapuiston 110 kV voimajohdon liito-oravaselvitys 2023. Ahlman Group Oy.

Ahlman, S. 2023b. Karstulan Tukkimäen tuulivoimapuiston 110 kV voimajohdon pesimälinnustoselvitys 2023. Ahlman Group Oy.

Ahlman, S. 2023c. Karstulan Tukkimäen tuulivoimapuiston laajennusalueen lepakkoselvitys 2023. Ahlman Group Oy.

Ahlman, S. 2023d. Karstulan Tukkimäen tuulivoimapuiston laajennusalueen liito-oravaselvitys 2023. Ahlman Group Oy.

Ahlman, S. 2023e. Karstulan Tukkimäen tuulivoimapuiston laajennusalueen metsojen soidinpaikkaselvitys 2023. Ahlman Group Oy. Vain viranomaiskäyttöön.

Ahlman, S. 2023f. Karstulan Tukkimäen tuulivoimapuiston laajennusalueen pesimälinnustoselvitys 2023. Ahlman Group Oy.

Ahlman, S. 2023g. Karstulan Tukkimäen tuulivoimapuiston muuttolintujen törmäysmallinnus 2023. Ahlman Group Oy.

Ahlman, S. 2023h. Karstulan Tukkimäen tuulivoimapuiston nisäkkäiden lumijälkilaskennat 2023. Ahlman Group Oy.

Ahlman, S. 2023i. Karstulan Tukkimäen tuulivoimapuiston pöllöselvitys 2023. Ahlman Group Oy. Vain viranomaiskäyttöön.

Ahlman, S. 2023j. Karstulan Tukkimäen tuulivoimapuiston viitasammakkoselvitys 2023. Ahlman Group Oy.

- Andersson, P. & Lahnala, E-L. 1988. Saarijärven rakennusinventoinnin keruukertomus.
- Bilotta, G.S. & Brazier, R.E. 2008. Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota. Water Research 42, 2849–2861.
- BirdLife International 2021. Data zone. (kansainvälisesti arvokkaat lintualueet (IBA) kartalla). <http://data-zone.birdlife.org/site/mapsearch> (luettu 9.12.2021)
- BirdLife Suomi 2013. Tuulivoimaloiden rakentamisen ja käytön vaikutuksista lintuihin Suomessa.
- BirdLife Suomi 2022. Tärkeät lintualueet. <https://www.birdlife.fi/suojelu/alueet> (luettu 26.9.2023)
- BirdLife Suomi 2023. Tuulivoima ja linnut. <https://www.birdlife.fi/suojelu/vaikuttaminen/tuulivoima> (luettu 27.9.2023)
- Bumby, S., Druzhina, K., Feraldi, R. & Werthmann, D. 2009. Life Cycle Assessment (LCA) of overhead versus underground primary distribution systems in Southern California. Donald Bren School of Environmental Science & Management. University of California, Santa Barbara.
- Burton, T., Jenkins, N., Bossanyi, J., Sharpe, D. & Graham, M. 2021. Wind energy handbook. 3rd edition. John Wiley & Sons LTD.
- CFPA 2012. Wind turbines fire protection guideline. The confederation of fire protection associations in Europe. CFPA-E No 22:2012 F.
- EFLA 2018. Life Cycle Assessment for Transmission Towers. A comparative study of three tower types. <https://www.statnett.no/contentassets/1aa0ae3324714e939efc762f029b0691/life-cycle-assessment-for-transmission-towers---a-comparative-study-of-three-tower-types.pdf>
- Eloranta, A. & Eloranta, A. 2016. Rumpurakenteiden ympäristöongelmat. Keski-Suomen ELY-keskus.
- ELY-keskus 2022. Tuulivoiman yleisopas. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. <https://www.ely-keskus.fi/documents/10191/57296/Tuulivoiman+yleisopas.pdf>
- Energiateollisuus ry 2022. Sähköntuotanto ja -käyttötilastot. https://energia.fi/tilastot/sahkotilastot/sahkontuotanto_ja_kaytto (luettu 28.11.2022)
- Energiateollisuus ry 2024. Energiavuosi 2023. Sähkö. <https://energia.fi/wp-content/uploads/2024/01/Sahko-vuosi-2023.pdf>
- Etha Wind Oy 2016. Tuulivoimaloiden jäävaaraselvitys. <https://www.ymparisto.fi/download/no-name/%7B101E8FA7-9DA8-4D01-BD35-D1061F4150C9%7D/132924> (luettu 30.11.2021)
- FCG 2015a. Koiramäen tuulivoimapuiston osayleiskaava. Kaavaselostus. Karstulan kunta.
- FCG 2015b. Mustalamminmäen tuulivoimapuiston osaleiskaava. Kaavaselostus. Karstulan kunta.
- FCG 2017. Rakennusinventointi Karstulan itäisten ja läntisten vesistöjen rantaosayleiskaavan alueelle. Selvitys. Karstulan kunta. https://karstula.fi/wp-content/uploads/2021/02/Rakennusinventointi_Karstula_VAL-MIS_20170830.pdf
- FCG 2022. Vuorijärvien tuulivoimapuisto ja sähkönsiirto. Luontoselvitys.
- FCG 2023. Vuorijärvien tuulivoimapuisto ja sähkönsiirto. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. ABO Wind Oy. https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/YVA-selostus_Kannonkoski_Vuorij%C3%A4rvet_SAAVUTETTAVA%20%282%29.pdf
- Finanssiala 2017. Tuulivoimalan vahingontorjunta. Turvallisuusohje 2017. Finanssiala ry.
- Fingrid 2019. Kantaverkon voimajohtojen aiheuttamat sähkö- ja magneettikentät. <https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/kantaverkko/turvallisuus/fingrid-sm-kentta-kannanotto-2019.pdf>

Fingrid 2022. Juuri valmistunut Metsälinja vahvistaa Suomen sisäistä sähköverkkoa merkittävästi. Tiedote 5.10.2022. <https://www.fingrid.fi/ajankohtaista/tiedotteet/2022/juuri-valmistunut-metsalinja-vahvistaa-suomen-sisaista-sahkoverkkoa-merkittavasti>

Fingrid 2023a. Suomen kantaverkko. Fingridin karttapalvelut. <https://karttapalaute.fingrid.fi/?link=hDzo> (luettu 12.10.2023)

Fingrid 2023b. Sähköntuotannon ja -kulutuksen CO₂-päästöarviot. www.fingrid.fi/sahkomarkkinainformaatio/co2 (luettu 15.6.2023)

Fingrid 2023c. Maanomistajan ideakortit. <https://www.fingrid.fi/kantaverkko/maankaytto-ja-ymparisto/voima-johtoalueiden-hyodyntaminen/maanomistajan-ideakortit> (luettu 24.10.2023)

Fintraffic 2023. Korkeusrajoitukset paikkatietona. <https://www.fintraffic.fi/fi/ans/korkeusrajoitukset-paikkatietoaineistona>

Gaultier, S. P., Lilley T. M., Vesterinen E. J. & Brommer J. E. 2023. The presence of wind turbines repels bats in boreal forests. Landscape and Urban Planning. Volume 231.

Granroth, K. & Ahlman, S. 2022. Saarijärven ja Karstulan Leinnevankankaan tuulivoimapuiston kasvillisuus-selvitys 2022. Ahlman Group Oy.

Granroth, K. & Ahlman, S. 2023a. Karstulan Tukkimäen tuulivoimapuiston 110 kV voimajohdon kasvillisuus-selvitys 2023. Ahlman Group Oy.

Granroth, K. & Ahlman, S. 2023b. Karstulan Tukkimäen tuulivoimapuiston laajennusalueen kasvillisuus-selvitys 2023. Ahlman Group Oy.

GTK 2023a. Maa- ja kallioperä -karttapalvelu. <https://gtkdata.gtk.fi/Maankamara/index.html> (luettu 8.12.2022)

GTK 2023b. Happamat sulfaattimaat -karttapalvelu. <https://gtkdata.gtk.fi/Hasu/index.html> (luettu 8.12.2022)

Heikkinen, S., Valtonen, M., Johansson, H., Helle, I., Herrero, A., Mäntyniemi, S. & Kojola, I. 2023. Susikanta Suomessa maaliskuussa 2023. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 70/2023. Luonnonvarakeskus.

Heikkinen, S., Kojola, I. & Mäntyniemi, S. 2023. Karhukanta Suomessa 2022. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 23/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 16 s.

Helsinki, Espoo, Tampere, Turku, Vantaa 2019. Betonimurske kaupunkien julkisessa maisemassa. Ohje. Huh-tikuu 2019. <https://www.hel.fi/static/hkr/julkaisut/ohjeet/betonimurske.pdf>

Hongisto, V., Radun J., Rajala, V., Maula, H., Keränen, J. & Saarinen, P. 2020. Miksi ympäristömelu häiritsee? Anojanssi-projektin loppuraportti. Turun ammattikorkeakoulun raportteja 265. <https://www.turkuamk.fi/fi/tutkimus-kehitys-ja-innovaatiot/julkaisuhaku/41> (luettu 24.10.2023)

Hyttinen, H. 2019. ”Sitten sitä ei tehdä.” – Sosiaalinen hyväksyttävyys tuulivoimahankkeissa. Pro gradu -tutkielma, Yhteiskuntatieteiden ja kauppatieteiden tiedekunta, ympäristöpolitiikka, Itä-Suomen yliopisto.

Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. 2019. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja. Ympäristöministeriö ja Suomen Ympäristökeskus.

Ilmasto-opas 2022. www.ilmasto-opas.fi/etusivu (luettu 9.12.2022)

Ilmatieteen laitos 2009. Suomen Tuuliatlas – tuulitiedot Suomen kartalla. www.ilmatieteenlaitos.fi/tuuliatlas (luettu 31.8.2023)

Ilmatieteen laitos 2022. Suomen tutkaverkko. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/suomen-tutkaverkko> (luettu 26.6.2023)

Ilmatieteen laitos 2023. Suomen ilmastovyöhykkeet. www.ilmatieteenlaitos.fi/suomen-ilmastovyohykkeet (luettu 15.6.2023)

Janhunen, S. ym. 2016. Tuulivoimamelun häiritsevyys kahdella tutkimuspaikkakunnalla Suomessa. LUT School of Business and Management.

Jensen, C.U., Panduro, T.E. & Lundhede, T.H. 2014. The Vindication of Don Quixote: The Impact of Noise and Visual Pollution from Wind Turbines. Land Economics, 90 (4), 668–682. <http://le.uwpress.org/content/90/4/668.abstract>

Kainuun liitto 2022. Kainuun tuulivoimamaakuntakaava 2035 (luonnos) taustaselvityksineen.

Keski-Pohjanmaan Arkeologiapalvelu 2020. Vuorijärvien tuulivoimapuiston sekä Lakomäki-Kalmarin Mäki-kylä ja Sarvimäki-Pirttikangas voimajohtolinjausten arkeologinen inventointi.

Keski-Suomen liitto 2011. Keski-Suomen ilmastostrategia 2020. <https://keskisuomi.fi/wp-content/uploads/2020/11/22669-Keski-Suomen-ilmastostrategia-sahkoinen-1.pdf>

Keski-Suomen liitto 2016. Keski-Suomen maakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt 2016.

Keski-Suomen liitto 2018. Keski-Suomen ilmasto-ohjelma 2030. <https://keskisuomi.fi/wp-content/uploads/2021/12/Keski-Suomen-ilmasto-ohjelma-2030.pdf>

Keski-Suomen liitto 2020. Keski-Suomen maakuntakaava. <https://keskisuomi.fi/alueiden-kaytto-ja-saavutettavuus/maakuntakaavoitus/keski-suomen-maakuntakaava>

Keski-Suomen liitto 2022. Maakuntakaava 2040. <https://keskisuomi.fi/alueiden-kaytto-ja-saavutettavuus/maakuntakaavoitus/maakuntakaava-2040>

Keski-Suomen liitto 2023. Maakuntakaava 2040. <https://keskisuomi.fi/alueiden-kaytto-ja-saavutettavuus/maakuntakaavoitus/maakuntakaava-2040>.

Keto, K. 2022. Rantaeroosio ja sen torjunta. Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Opas 1/2022.

Klich, D., Łopucki, R., Ścibior, A., Gołębiowska, D. & Wojciechowska, M. 2020. Roe deer stress response to a wind farms: Methodological and practical implications. Ecological Indicators, Volume 117. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106658>

Koistinen, J. 2004. Tuulivoimaloiden linnustovaikutukset. Suomen ympäristö 721. Ympäristöministeriö. Alueidenkäytön osasto. Helsinki 2004. <http://hdl.handle.net/10138/40407>

Kojola, I., Heikkinen, S., Mäntyniemi, S. & Ollila, T. 2022. Ahmakanta Suomessa 2022. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 101/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 11 s.

Kontula, T. & Raunio, A. (toim.) 2018. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 2: Luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristökeskus ja Ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 5/2018. 925 s.

Koskela, V. & Vähäoja, P. 2016. Tuuli vaatii valvontaa. <https://www.tuulivoimalehti.fi/aiheet/tuuli-vaatii-valvontaa.html> (luettu 25.2.2022)

Kuntaliitto 2012. Hulevesiopas. Suomen Kuntaliitto. Helsinki. 298 s. <https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2012/1481-hulevesiopas>

Kuntaliitto 2017. Tuulivoimaloiden kiinteistöveroitus muuttuu 2018. [Tuulivoimaloiden kiinteistöveroitus muuttuu 2018 | Kuntaliitto.fi](https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2017/1481-tuulivoimaloiden-kiinteistoveroitus-muuttuu-2018) (luettu 27.11.2022).

Kuuluvainen, T., Saaristo, L., Keto-Tokoi, P., Kostamo, J., Kuuluvainen, Kuusinen, M., Ollikainen, M. & Salpakivi-Salomaa P. (toim.) 2004. Metsän kätköissä – Suomen metsäluonnon monimuotoisuus. Edita Publishing Oy, Helsinki.

Kuusakoski Recycling 2021. Tuulivoimalat: Kuusakoski kierrättää komposiittijätteen. <https://www.kriittisetmateriaalit.fi/tuulivoimalat-kuusakoski-kierrattaa-komposiittijätteen> (luettu 12.6.2023)

Lanki, T. 2012. Tuulivoimatuotannon terveys- ja hyvinvointihaitat. Terveysten ja hyvinvoinnin laitos. Ympäristö ja Terveys, 10/2012.

Lappalainen, M. 2002. Lepakot. Salaperäiset nahkasiivet. Tammi, Helsinki. 207 s.

Lehtiniemi T. & Toivanen, T. 2023. Lintujen päämuuttoreitit Suomessa – päivitys 2023. BirdLife Suomi ry. 2023.

Leivo, M., Asanti, T., Koskimies, P., Lammi, E., Lampolahti, J., Mikkola-Roos, M. & Virolainen, E. 2002. Suomen tärkeät lintualueet FINIBA. BirdLife Suomen julkaisuja nro 4. Suomen graafiset palvelut, Kuopio. 142 s.

Liikennevirasto 2012. Tuulivoimalaohje. Ohje tuulivoimalan rakentamisesta liikenneväylien läheisyyteen. Liikenneviraston ohjeita 8/2012. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2012-08_tuulivoimala-ohje_web.pdf

Liikennevirasto 2018a. Sähkö- ja telejohdot ja maantiet. Liikenneviraston ohjeita 3/2018. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2018-03_sahko_telejohdot_web.pdf

Liikennevirasto 2018b. Määräys. Johtojen ja rakenteiden sijoittamisesta maantien teialueelle. 10/2018 https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lm_2018_teialueen_johdot_web.pdf

Liikenne- ja viestintävirasto 2014. Tuulivoiman vaikutukset radiojärjestelmille ja haittavaikutusten vähentäminen. https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Tuulivoimala_taaajuusliite.pdf (luettu 14.9.2023)

Liikenne- ja viestintävirasto 2020. Ohje tuulivoimaloiden päivämerkintään, lentoestevaloihin sekä valojen ryhmitykseen. https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Ohje%20tuulivoimaloiden%20p%C3%A4iv%C3%A4merkint%C3%A4%C3%A4n%20lentoestevaloihin%20sek%C3%A4%20valojen%20ryhmitykseen_07SEP2020.pdf.

Liukko, U-M. (toim.) 1999. Saukkokannan tila ja seuranta Suomessa. Suomen ympäristö 353. 123 s.

Lledó, L., Torralba, V., Soret, A., Ramon, J. & Doblas-Reyes, F. 2019. Seasonal forecasts of wind power generation. Renewable Energy Volume 143. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.04.135>

Luke 2023a. Monilähteen valtakunnan metsien inventoinnin (MVMI) kartta-aineisto 2021. (luettu 2.8.2023)

Luke 2023b. Suurpetohavainnot tietovarantona. Tassu – suurpetohavaintojärjestelmän havaintolukumäärät vuosittain 10 x 10 km ruuduista. Suurpetohavainnot tietovarantona - Tietoaineisto - Luke open data portal. (luettu 12.9.2023)

Luke 2023c. Luonnonvarakeskuksen rajaamat susireviirit paikkatietomuodossa (vv. 2019–2023). Susireviirien tietovarannot - Tietoaineisto - Luke open data portal. (luettu 12.9.2023)

Luke 2023d. GPS-pannoilla merkittyjen metsäpeurojen paikkatietoaineistot (5x5 km ruuduittain) kesällä, keskitälvellä ja vaellusten (syksy-kevät) aikaan Suomenselän populaatiossa. <https://opendata.luke.fi/dataset/doi-10-23729-507b9134-bde5-4212-8bf1-8759e44920b0> (luettu 26.9.2023)

Luke 2023e. Kainuun metsäpeurakanta edelleen lievässä kasvussa. <https://www.luke.fi/fi/seurannat/kainuun-metsapeurakanta-edelleen-lievassa-kasvussa> (luettu 24.10.2023)

Luke 2023f. Luonnonvaratietokarttapalvelu. <https://luonnonvaratieto.luke.fi/> (luettu 29.10.2023).

Luke 2023g. Tilastotietokanta, Metsätalastot. <https://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE> (luettu 2.8.2023)

Luonnontieteellinen keskusmuseo 2023. Suomessa tavatut lepakkolajit. <https://luomus.fi/fi/suomessa-tavut-lepakkolajit> (luettu 24.10.2023)

Maanmittauslaitos 2023. Korkeusmalli 2 m. <https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/asiantuntevalle-kayttajalle/tuotekuvaukset/korkeusmalli-2-m> (luettu 19.6.2023)

Mansikkamäki, J. 2021. Säättövoima Suomessa ja säättövoimakapasiteetit pohjoismaissa. Kandidaatin työ. Lappeenranta-Lahden teknillinen yliopisto.

May, R., Nygård, T., Falkdalen, U., Åström, J. & Hamre, Ø. 2020. Paint it black: Efficacy of increased wind turbine rotor blade visibility to reduce avian fatalities. *Ecology and Evolution* 10, 8927–8935.

Meller, K. 2017. Kirjallisuusselvitys tuulivoimaloiden vaikutuksista linnustoon ja lepakoihin. Työ- ja elinkeinoministeriö.

Metsähallitus 2023. Metsäpeura. Lajien suojelu valtion alueilla. <https://www.metsa.fi/luonto-ja-kulttuuriperinto/lajien-suojelu/metsapeura> (luettu 24.10.2023)

Metsäkeskus 2023. Erityisen tärkeät elinympäristökuviot -karttapalvelu. <https://metsakeskus.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=a29ae4c4eb7240f0895d4ff93f04df1c> (luettu 28.6.2023)

Metsästäjälitto 2022. Metsästyssammunnan ABC – opas parempiin riistalaukauksiin. https://metsastajaliitto.fi/system/files/inline-files/ABCCopas_2022paivitys_netti.pdf

Mikroliitti Oy 2022. Saarijärvi-Karstula. Tuulipuiston hankealueen arkeologinen inventointi 2022.

Motiva 2021. Tuulivoimaloiden purkaminen ja kierrätys. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva-energia/tuulivoima/tuulivoimaloiden-purkaminen-ja-kierratys> (luettu 10.10.2022)

Motiva 2022a. Tuulivoima Suomessa. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva-energia/tuulivoima/tuulivoima-suomessa> (luettu 22.2.2022)

Motiva 2022b. Tuuliatlas – tuulisuustiedot kartalle. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva-energia/tuulivoima/tuuliatlas-tuulisuustiedot-kartalle> (luettu 22.2.2022)

Motiva 2022c. Tuulivoiman vaikutukset TV- ja radioverkkoihin. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva-energia/tuulivoima/tuulivoiman-ymparisto-ja-muut-vaikutukset/vaikutukset-radio-ja-tv-verkkoihin> (luettu 14.9.2022)

Muhonen, M. 2005. Keski-Suomen maakunnallinen maisemaselvitys. Maisemallinen osa-aluejako. Keski-Suomen ympäristökeskus.

Museovirasto 2009. Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt RKY. http://www.rky.fi/read/asp/r_default.aspx

Museovirasto 2020. Suomen arkeologisten kenttätöiden laatuohjeet. https://www.museovirasto.fi/uploads/Kulttuuriymparisto/arkeologisten_kenttatoiden_laatuohje_2020.pdf

Museovirasto 2022. Museoviraston muinaisjäännösrekisteri.

Mustonen 2014. Saarijärven Kalmari, Ranta-Hännilä ja Summassaari – rakennusinventointiraportti. Keski-Suomen modernin rakennusperinnön inventointihanke 2012–2014.

Mäkelä K. & Salo P. 2021. Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi. Opas tekijälle, tilaajalle ja viranomaiselle. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 47/2021. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-5445-4>

Mäkitalo Asianajotoimisto Oy 2018. Tuulivoimaa koskevaa oikeuskäytäntöä 2015–2018. Suomen Tuulivoimayhdistys ry. <https://www.tuulivoimayhdistys.fi/media/valmis-tuulivoimaa-koskevat-paatokset-asiasanoit-tain.pdf>

Määttä, J. 2023. Perinnebiotooppitiedon paikkatietokantatiedot, Metsähallitus. Sähköposti Jyrki Määttä 19.6.2023.

Nieminen, M. & Ahola, A. (toim.) 2017. Euroopan unionin luontodirektiivin liitteen IV lajien (pl. lepakot) esittelyt. Suomen ympäristö 1/2017.

Niukkanen, M. 2009. Historiallisen ajan kiinteät muinaisjäännökset: tunnistaminen ja suojelu. Museoviraston rakennushistorian osaston oppaita ja ohjeita 3. <https://www.museovirasto.fi/uploads/Meista/Julkaisut/hist-ajan-muinaisjaannokset.pdf>

Noiton, D., Fowles, J. & Davies, H. 2001. Ecotoxicity of Fire-Water Runoff. Part 2. Analytical Results. Environmental Science and Research Limited, New Zealand. New Zealand Fire Service Commission. Research Report 18. 23 s.

Paalatie, H. 2020. Käytöstä poistuneet lavat – mitä niille voidaan tehdä? Tuulivoima-lehti. Suomen Tuulivoimayhdistys ry. <https://tuulivoimalehti.fi/kaytosta-poistuneet-lavat-mita-niille-voidaan-tehda>

Paalatie, H. & Vilkki, M. 2019. Lapojen uusi elämä. Tuulivoima-lehti. Suomen Tuulivoimayhdistys ry ja Conenor Oy. <https://tuulivoimalehti.fi/lapojen-uusi-elama>

Paloposki, T., Tillander, K., Virolainen, K., Nissilä, M. & Survo K. 2005. Sammutusjätevedet ja ympäristö. VTT Working Papers 40. VTT.

Pihlaja, T. 2015. Keski-Suomen maakunnallisesti tärkeät lintualueet. Keski-Suomen linnut 94.

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus 2023. Tuulivoimarakentaminen tienpitäjän näkökulmasta. Raportteja 10 | 2023. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-398-121-8>

Pohjois-Pohjanmaan liitto ja Kainuun liitto 2022. Liikenneitävyysselvitys Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun maakuntakaavojen tuulivoimaloiden alueille. [https://kainuunliitto.fi/assets/uploads/2022/10/Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun tuulivoimaloiden alueiden liikenneitävyysselvitys 2022.pdf](https://kainuunliitto.fi/assets/uploads/2022/10/Pohjois-Pohjanmaan_ja_Kainuun_tuulivoimaloiden_alueiden_liikenneitavyyselvitys_2022.pdf)

Pohjois-Pohjanmaan pelastuslaitos 2023. Ohje tuulivoimapuiston suunnitteluun ja rakentamisen. Versio 1.0, hyväksytty 23.2.2023.

Prysmian Group 2023. Tuulipuistojen kaapeliratkaisut. https://fi.prysmiangroup.com/sites/fi.prysmiangroup.com/files/2023-10/Prysmian_Tuulipuisto-esite_WEB_2023-03.pdf

Päivänen, J., Kohl, J., Kyttä, M., Manninen, R. & Sairinen, R. 2005. Sosiaalisten vaikutusten arviointi kaavoituksessa. Avauksia sisältöihin ja menetelmiin. [Social impact assessment in land-use planning]. Series Suomen ympäristö 760. Finnish Ministry of the Environment, Land Use Department. Edita, Helsinki.

Ramboll 2022. Tuulivoiman maisemavaikutusten selvittäminen Keski-Suomessa. Vaihe I Keski-Suomen maiseman ominaispiirteet ja herkkyystarkastelu. Keski-Suomen liitto. <https://keskisuomi.fi/wp-content/uploads/2022/03/Tuulivoiman-maisemavaikutusten-selvittaminen-Keski-Suomessa.-Keski-Suomen-maiseman-ominaispiirteet-ja-herkkyystarkastelu.pdf>

Rakennusteollisuus RT ja Betonikeskus ry 2009. Asuinrakennusten äänitekniikan täydentävä suunnitteluohe.

Renantis 2022. Projektit. <https://koiramakituuli.fi/the-projects> (luettu 13.10.2023)

Sammakkokangas Oy 2021. Sammakkokankaan jätekeskuksen ympäristöluvan mukainen vuosiraportti 2021.

Satelcom Oy 2023. Esiselvitys: Television vastaanotto-olosuhteet Tukkimäen alueella Karstulassa.

Savikko, H. & Hokkanen, J. 2023. Tuulivoiman aluetaloudellisten vaikutusten arviointi.

SCALGO Live 2023. Tulvakarttapalvelu. (luettu 30.6.2023)

Silén, S., Koskinen, M., Naukkarinen, A. & Äijälä, N. 2007. Paavon portilta Palavasalmelle – Saarijärven kulttuuriympäristöohjelma. Keski-Suomen ympäristökeskus.

Sillanpää, N. & Koivusalo, H. 2015. Stormwater quality during residential construction activities: influential variables. Hydrological Processes 29, 4238–4251.

Stena Recycling 2022. Stena Recyclingin ratkaisu mahdollistaa tuulivoimaloiden siipien kierrätyksen. <https://www.stenarecycling.fi/kestava-kierratys/yhteistyö-asiakkaiden-kanssa/tuulivoimaloiden-kierratys> (luettu 4.7.2022)

- Sulkava, R. & Liukko, U.-M. 1999. Valtakunnallinen saukkokannan lumijälkilaskenta. Julkaisussa Liukko, U.-M. (toim.) 1999. Saukkokannan tila ja seuranta Suomessa. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 353, 7–76. <http://hdl.handle.net/10138/212581>
- Sulkava, R. 2007. Snow tracking: a relevant method for estimating otter *Lutra lutra* populations. Wildlife Biology. 13(2): 208–218.
- Sulkava, R. 2017. Saukko (*Lutra lutra*, Linnaeus, 1758). Julkaisussa Nieminen, M. & Ahola, A. (toim.) 2017. Euroopan unionin luontodirektiivin liitteen IV lajien (pl. lepakot) esittelyt. Suomen ympäristö 1/2017, 72–77.
- Suomen Lajitietokeskus 2022. Laji.fi. (Salatun ja karkeistetun tiedon sisältänyt tietopyyntö tehty 3.6.2022).
- Suomen Lajitietokeskus 2023a. <http://tun.fi/HBF.81638>. (haettu 4.12.2023).
- Suomen Lajitietokeskus 2023b. Valkolehdokki. <https://laji.fi/taxon/MX.40049> (luettu 28.9.2023)
- Suomen lepakotieteellinen yhdistys ry 2023. Lepakkokartoitusohje 2023. Suomen lepakotieteellisen yhdistyksen suosituksia lepakkokartoitusten tekijöille, tilaajille ja kartoitustietoja käyttäville viranomaisille.
- Suomen Tuulivoimayhdistys 2022a. Esiselvitys ja sopivan alueen etsintä. <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tietoa-tuulivoimasta/tuulivoimahanke/esiselvitys-ja-sopivan-alueen-etsinta>
- Suomen Tuulivoimayhdistys 2022b. Tuulivoimaloiden sijoittelu. <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tietoa-tuulivoimasta/tuulivoimatuotanto/tuulivoimaloiden-sijoittelu> (luettu 8.7.2022)
- Suomen Tuulivoimayhdistys 2022c. Tuulivoiman vaikutukset. <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tietoa-tuulivoimasta/tuulivoiman-vaikutukset> (luettu 22.9.2022)
- Suomen Tuulivoimayhdistys 2022d. Tuulivoiman vaikutukset kuntatalouteen. <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tietoa-tuulivoimasta/tuulivoiman-vaikutukset/tuulivoiman-yhteiskuntavaikutukset/vaikutukset-kuntatalouteen>
- Suomen Tuulivoimayhdistys 2022e. Tuulivoiman vaikutus kiinteistöjen arvoon. <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tietoa-tuulivoimasta/tuulivoiman-vaikutukset/tuulivoiman-yhteiskuntavaikutukset/tuulivoiman-vaikutus-kiinteistöjen-arvoon>
- Suomen Tuulivoimayhdistys 2022f. Tuulivoimatuotanto on turvallista. <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tietopankki/tuulivoimatuotanto-on-turvallista-2> (luettu 27.11.2022)
- Suomen Tuulivoimayhdistys 2022g. Turvallisuus. <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tuulivoimasta-kunnille/tuulivoima-ymparistossa/turvallisuus> (luettu 27.11.2022)
- Suomen Tuulivoimayhdistys 2023a. Tuulivoimavuosi 2022. Tiedote 10.1.2023. <https://tuulivoimayhdistys.fi/ajankohtaista/tiedotteet/tuulivoimakapasiteetti-kasvoi-75-ja-toi-suomeen-yli-29-miljardin-investoinnit>
- Suomen Tuulivoimayhdistys 2023b. Tuulivoimaloiden purku ja kierrätys. <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tietopankki/tuulivoimaloiden-purku-ja-kierratus> (luettu 12.07.2023)
- Suomen Tuulivoimayhdistys 2023c. Tuulivoima-alueella metsästys. <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tuulivoimasta-kunnille/tuulivoima-alueella-metsastys>
- Suomen Tuulivoimayhdistys 2023d. Tuulivoimatuotanto talvella. <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tietopankki/tuulivoimatuotanto-talvella> (luettu 2.8.2023)
- Suomen Tuulivoimayhdistys 2023e. Käytön lopettamisen ympäristövaikutukset. <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tietoa-tuulivoimasta/tuulivoiman-vaikutukset/tuulivoiman-ymparistovaikutukset/kayton-lopettamisen-ymparistovaikutukset> (luettu 03.07.2023 ja 2.8.2023)
- Suomen Tuulivoimayhdistys 2023f. Tuulivoima ja säätövoima. <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tietopankki/tuulivoima-ja-saatovoima> (luettu 9.10.2023)

Suomen Tuulivoimayhdistys 2023g. Tietoa tuulivoimasta. <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/myytille-kyytia/tuulivoimalan-rakentamiseen-kuluu-enemman-energiaa-kuin-mita-se-ikina-tuottaa> (luettu 27.11.2023)

Suomen Tuulivoimayhdistys ja Ramboll 2019. Tuulivoiman aluetalousvaikutukset. Työllisyysluvut ja aluetalousvaikutukset eri elinkaaren eri vaiheissa.

Suominen, P. & Haavisto, M. 2019. Tuuligeneraattorin purkupilotti. Prizztech Oy. <https://www.prizz.fi/media/teknologiametallit/teknologiametallit-materiaalit/raportti-tuuligeneraattorin-purkupilotti-2020.pdf>

Suorsa, V. 2019. Linnustovaikutusten seuranta suomalaisissa tuulivoimapuistossa. Linnut vuosikirja 2018. BirdLife Suomi ry, Luonnontieteellinen keskusmuseo ja Suomen ympäristökeskus.

Sweco Finland Oy 2023a. Karstulan Tukkimäen tuulivoimapuiston Natura-arviointi koskien Pyhä-Häkin ja Pyhäjärven Natura-alueita.

Sweco Finland Oy 2023b. Karstulan Tukkimäen tuulivoimapuiston Natura-arviointi: salassa pidettävä viranomaisliite. Vain viranomaiskäyttöön.

Sweco Finland Oy 2023c. Karstulan Tukkimäen tuulivoimapuiston päiväpetolintujen pesimäaikainen törmäysmallinnus. Vain viranomaiskäyttöön.

Sweco Finland Oy 2023d. Karstulan Tukkimäen tuulivoimala-alueen saukkoselvitys.

Sweco Finland Oy 2023e. Keski-Suomen maakuntakaava 2040, metsäpeuraselvitys. Täydennys selvitys koskien alueita Saarijärven Leinnevankangas, Karstulan Tukkimäki ja Keuruun Lehmikorpi.

Sweco Finland Oy 2023f. Keski-Suomen maakuntakaava 2040, Natura-arvioinnin tarveharkinta. Täydennys selvitys koskien alueita Saarijärven Leinnevankangas, Karstulan Tukkimäki ja Keuruun Lehmikorpi.

Sweco Finland Oy 2023g. Keski-Suomen maakuntakaava 2040, tuulivoima-alueiden Natura-arviointi, Saarijärven Leinnevankangas ja Karstulan Tukkimäki.

Sweco Finland Oy 2023h. Maisemaselvitys ja -vaikutusten arviointi 2023. Karstulan Tukkimäen tuulivoimapuisto.

Sweco Finland Oy 2023i. Näkyvyysalueanalyysi 2023. Karstulan Tukkimäen tuulivoimapuisto.

Sweco Infra & Rail Oy 2022. Pitkälänvuoren tuulivoimapuisto. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. Pitkälänvuoren Tuulipuisto Oy. <https://www.ymparisto.fi/pitkalanvuorentuulivoimahankeYVA>

Syke 2015. Monitavoitearvioinnin käytännöt ja työkalut ympäristövaikutusten arvioinnin laadun ja vaikuttavuuden parantamisessa (IMPERIA), LIFE 11ENV/FI/905.

Syke 2019. Vesikartta. Vesien tila. https://paikkatieto.ymparisto.fi/vesikarttaviewers/Html5Viewer_4_14_2/In-dex.html?configBase=https://paikkatieto.ymparisto.fi/Geocortex/Essentials/REST/sites/VesikarttaKansa/viewers/VesikarttaHTML525/virtualdirectory/Resources/Config/Default&locale=fi-FI (luettu 30.6.2023)

Syke 2020. Elinkaarilaskennalla energiantuotannon ytimeen: aurinko-, geo-, tuuli-, vesi- ja ydinvoima puhtaampia energialähteitä. [https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Hiilineutraaliblogi/Elinkaaripaas-tojen_laskennalla_energiant\(58629\)](https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Hiilineutraaliblogi/Elinkaaripaas-tojen_laskennalla_energiant(58629)) (luettu 2.8.2023)

Syke 2021. Pienten virtavesien valtakunnallinen tilan arviointi ja mallinnus (Purohelmi). Arviot pienten virtavesien luonnontilan muuttuneisuudesta. Verkkoaineisto. Syke, Metsähallitus, Ympäristöministeriö. (luettu 30.6.2023)

Syke 2022a. Luonnonsuojeluohjelma-alueet. Avoin paikkatieto. <https://ckan.ymparisto.fi/data-set/%7B5A93FF5B-FB88-40C7-84E0-91FCC492A621%7D> (luettu 1.12.2022)

Syke 2022b. Yksityiset ja valtion suojelualueet. Avoin paikkatieto. <https://ckan.ymparisto.fi/data-set/%7BC8FC4A42-A2C3-40C4-92CD-2299C688514E%7D> (luettu 1.12.2022)

- Syke 2023a. Maa-ainestenottoluvat ja kiviainesvarannot -karttapalvelu. <https://syke.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=9af59a7f70ee43e5a6cd43cc47980422> (luettu 20.10.2023)
- Syke 2023b. Luonnonmuistomerkit. https://paikkatieto.ymparisto.fi/arcgis/rest/services/LAPIO/LAPIO_suojelutalueet/MapServer/13 (ladattu 24.10.2023)
- Syke 2023c. Avoin tieto. <https://syke.fi/avointieto> (luettu 31.5.2023 ja 30.6.2023)
- Syke 2023d. Kuntien ja alueiden khk-päätöt. <https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi> (luettu 15.6.2023)
- Syke 2023e. Puun korjuu energiaksi. <https://laskurit.hiilineutraalisuomi.fi/nielu> (luettu 15.6.2023)
- Syke 2023f. Rakentamisen päästötietokanta. <https://www.co2data.fi> (luettu 2.8.2023)
- THL 2021. Tuulivoima ja melu. <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/melu/tuulivoima-ja-melu> (luettu 10.10.2023)
- THL 2023. Päätösten vaikutusten ennakoarviointi. <https://thl.fi/fi/web/hyvinvoinnin-ja-terveyden-edistamisen-johdaminen/hyvinvointijohtaminen/paatosten-vaikutusten-ennakoarviointi> (luettu 23.1.2023)
- Tilastokeskus 2023. Sähkön kulutus laski 6 % ja tuulivoiman tuotanto nousi uuteen ennätykseen vuonna 2022. Tiedote 17.4.2023. <https://www.stat.fi/julkaisu/cl8lmyfcdqgc70dukvv6dsrdd>
- Työ- ja elinkeinoministeriö 2022. EU:n uusiutuvan energian tavoitteet ja lainsäädäntö. <https://tem.fi/eu-lain-saadanto> (luettu 20.9.2022)
- Valtioneuvosto 2023. Luonnonsuojeluasetuksen luonnos (uuden, lausunnoilla olleen). <https://www.lausunto-palvelu.fi/FI/Proposal/Participation?proposalId=210f3550-de08-4156-acac-02fe07f1fb7c> (luettu 22.9.2023)
- Valtioneuvoston kanslia 2020. Tuulivoimaloiden infraääni ja terveys. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan artikkelisarja 11/2020.
- Valtonen, M. Herrero, A., Mäntyniemi, S., Helle, I. & Holmala, K. 2023. Ilveskanta Suomessa 2023. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 55/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 29 s
- Varsinais-Suomen ELY-keskus 2013. Maisemaselvitys. Tietoa maisemasta ja suuntaviivoja suunnittelun tueksi. Opas 9/2013. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-257-891-4>
- Verohallinto 2022. Tuuli- ja aurinkovoimalaitokset verotuksessa. <https://www.vero.fi/syventavat-vero-ohjeet/ohje/-hakusivu/48501/tuulivoima--ja-aurinkovoimalaitokset-verotuksessa> (luettu 22.8.2022)
- Vestas 2023. Vestas unveils circularity solution to end landfill for turbine blades. Press release 8.2.2023. [Vestas unveils circularity solution to end landfill for turbine blades](#) (luettu 12.6.2023)
- Viitasaari 2023. Ilmastosuunnitelma-hanke. <https://viitasaari.fi/ilmastosuunnitelmahanke> (luettu 27.10.2023)
- Väylävirasto 2023. Liikenneaineistot. Suomen Väylät karttapalvelu. <https://paikkatieto.vaylapiivi.fi/suomen-vaylat> (luettu 29.6.2023)
- Weckman, E. 2006. Tuulivoimalat ja maisema. Ympäristöministeriö, Suomen ympäristö 5/2006.
- Whitfield, D.P., Ruddock, M. & Bullman, R. 2008. Expert opinion as a tool for quantifying bird tolerance to human disturbance. Biological conservation 141, 2708–2717.
- Winda Energy Oy 2023. Haapalammin kangas – Saarijärvi. <https://www.winda.fi/haapalammin-kangas-saarijari%C3%A4rvi> (luettu 13.10.2023)
- WindEurope 2020. Accelerating Wind Turbine Blade Circularity. <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/reports/WindEurope-Accelerating-wind-turbine-blade-circularity.pdf> (luettu 12.6.2023)

WindEurope 2021. Wind industry calls for Europe-wide ban on landfilling turbine blades. Press release 16.6.2021. <https://windeurope.org/newsroom/press-releases/wind-industry-calls-for-europe-wide-ban-on-landfilling-turbine-blades> (luettu 10.10.2022).

Winkelman, J. E. 1992. The impact of the Sep wind park near Oosterbierum (Fr.), the Netherlands, on birds, 3: flight behaviour during daylight. RIN Rep. 92/4. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem, The Netherlands. 69 pp. + Appendices (hollanniksi, englanninkielinen yhteenveto).

Ympäristöministeriö 1992a. Maisema-aluetyöryhmän mietintö I. Maisemanhoito. Ympäristöministeriön Ympäristönsuojeluosasto, Työryhmän mietintö 66/1992. <http://hdl.handle.net/10138/29082>

Ympäristöministeriö 1992b. Maisema-aluetyöryhmän mietintö II. Arvokkaat maisema-alueet. Ympäristöministeriön Ympäristönsuojeluosasto, Työryhmän mietintö 66/1992. <http://hdl.handle.net/10138/29087>

Ympäristöministeriö 2013. Kulttuuriympäristö vaikutusten arvioinnissa. Suomen ympäristö 14.

Ympäristöministeriö 2014. Tuulivoimaloiden melun mallintaminen. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014. <http://hdl.handle.net/10138/42937>

Ympäristöministeriö 2016a. Tuulivoimarakentamisen suunnittelu: Päivitys 2016. Ympäristöministeriö, Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4634-3>

Ympäristöministeriö 2016b. Maisemavaikutusten arviointi tuulivoimarakentamisessa. Ympäristöministeriö, Suomen ympäristö 1/2016. <http://hdl.handle.net/10138/160313>

Ympäristöministeriö 2016c. Yhteenveto tuulivoimaloiden melupäästön takuuarvon käyttämisestä meluselvityksissä liittyvästä kyselystä. Dnro. YM9/5511/2016.

Ympäristöministeriö 2016d. Linnustovaikutusten arviointi tuulivoimarakentamisessa. Ympäristöministeriö, Suomen ympäristö 6/2016. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4624-4>

Ympäristöministeriö 2017. Valtioneuvoston selonteko keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmasta vuoteen 2030 – Kohti ilmastoviisasta arkea. Ympäristöministeriön raportteja 21/2017.

Ympäristöministeriö 2018a. Ympäristöministeriön ehdotus Natura 2000 -verkoston tietojen täydentämisestä. <http://syke.maps.arcgis.com>. Pyhä-Häkin alue Natura-alue (FI0900069, SAC/SPA). Natura-tietolomake (julkinen versio). <http://paikkatieto.ymparisto.fi/natura/2018/tietolomakkeet/FI0900069.pdf>

Ympäristöministeriö 2018b. Ympäristöministeriön ehdotus Natura 2000 -verkoston tietojen täydentämisestä. <http://syke.maps.arcgis.com>. Kummunpuro Natura-alue (FI0900133, SAC). Natura-tietolomake (julkinen versio). <http://paikkatieto.ymparisto.fi/natura/2018/tietolomakkeet/FI0900133.pdf> (luettu 1.10.2022)

Ympäristöministeriö 2018c. Ympäristöministeriön ehdotus Natura 2000 -verkoston tietojen täydentämisestä. <http://syke.maps.arcgis.com>. Pyhäjärvi Natura-alue (FI0900027, SAC/SPA). Natura-tietolomake (julkinen versio). <http://paikkatieto.ymparisto.fi/natura/2018/tietolomakkeet/FI0900027.pdf> (luettu 1.10.2022)

Ympäristöministeriö 2018d. Ympäristöministeriön ehdotus Natura 2000-verkoston tietojen täydentämisestä. <http://syke.maps.arcgis.com>. Julmatlammit-Kitukorpi Natura-alue (FI0900017, SAC). Natura-tietolomake (julkinen versio). <http://paikkatieto.ymparisto.fi/natura/2018/tietolomakkeet/FI0900017.pdf> (luettu 1.10.2022)

Ympäristöministeriö 2018e. Ympäristöministeriön ehdotus Natura 2000 -verkoston tietojen täydentämisestä. <http://syke.maps.arcgis.com>. Saarijärven reitti Natura-alue (FI0900025, SAC). Natura-tietolomake (julkinen versio). <http://paikkatieto.ymparisto.fi/natura/2018/tietolomakkeet/FI0900025.pdf> (luettu 1.10.2022)

Ympäristöministeriö 2018f. Ympäristöministeriön ehdotus Natura 2000 -verkoston tietojen täydentämisestä. <http://syke.maps.arcgis.com>. Kivetyn alue Natura-alue (FI0900121, SAC/SPA). Natura-tietolomake (julkinen versio). <http://paikkatieto.ymparisto.fi/natura/2018/tietolomakkeet/FI0900121.pdf> (luettu 1.10.2022)

Ympäristöministeriö 2022. Uuden ilmastolain keskeinen sisältö. PP-esitys verkkosivulla <https://ym.fi/hanke-sivu?tunnus=YM036:00/2019>

Ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus 2021. Valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet. Satakunta. VAMA 2021.

Äänekosken kaupunki 2022. Kaupunginhallituksen päätös 6.6.2022 § 163.