

Liite 21

Hydrologinen selvitys

Aittovaaran tuulivoimahanke, Pudasjärvi

Tuulialfa Oy

Päiväys	12.5.2025
Tekijä	Otto Bigler (MMK), Sitowise Oy
Tarkastaja	Paula Bigler (FM), Sitowise Oy
Projektinumero	YKK67263

Sisällys

1	Tausta	1
1.1	Lähtöaineisto.....	3
2	Nykytila.....	3
2.1	Aapasoiden ekohydrologian vaikutusmekanismit	5
2.2	Valuma-alueet ja virtaussuunnat	7
2.3	Soiden hydrologinen kytkeytyvyys Kaava-alueella	10
3	Mikrovaluma-alue- ja virtaussuuntatarkastelu	10
3.1	Menetelmä	10
3.2	Epävarmuustekijät	11
3.3	Tulokset	11
4	Vaikutusten arviointi	17
4.1	Rakentamistavat ja niiden vaikutukset veden johtumiseen	17
4.2	Rakentamisen aikaiset vaikutukset.....	18
4.3	Pysyvät vaikutukset.....	18
4.4	Mahdolliset vaikutukset alueen kasvillisuuteen	22
4.5	Lieventämistoimenpiteet	22
4.6	Vesienpalautus suoalueille	23
	Johtopäätökset	24
	Lähteet	26



1 Tausta

Tuulialfa Oy suunnittelee tuulivoimahanketta Aittovaaran alueelle, joka sijaitsee noin 16 kilometriä Pudasjärven keskustan lounaispuolella. Hankealueen koko on noin 3320 hehtaaria. Hankealueella on pääosin suoalueita, ojitettuja soita sekä metsätalouskäytössä olevaa metsää. Alueella on kolme pientä lampea. Hankealueen metsät ovat pääasiassa yksityisten maanomistajien omistuksessa.

Hankkeesta tehdään YVA-lain mukainen ympäristövaikutusten arviointi (YVA) samaan aikaan, kun tuulivoimaloiden alueelle laaditaan tuulivoimaosayleiskavaa. Osayleiskaavoitus ja ympäristövaikutusten arviointimenettely toteutetaan samaan aikaan mutta erillisinä prosesseina.

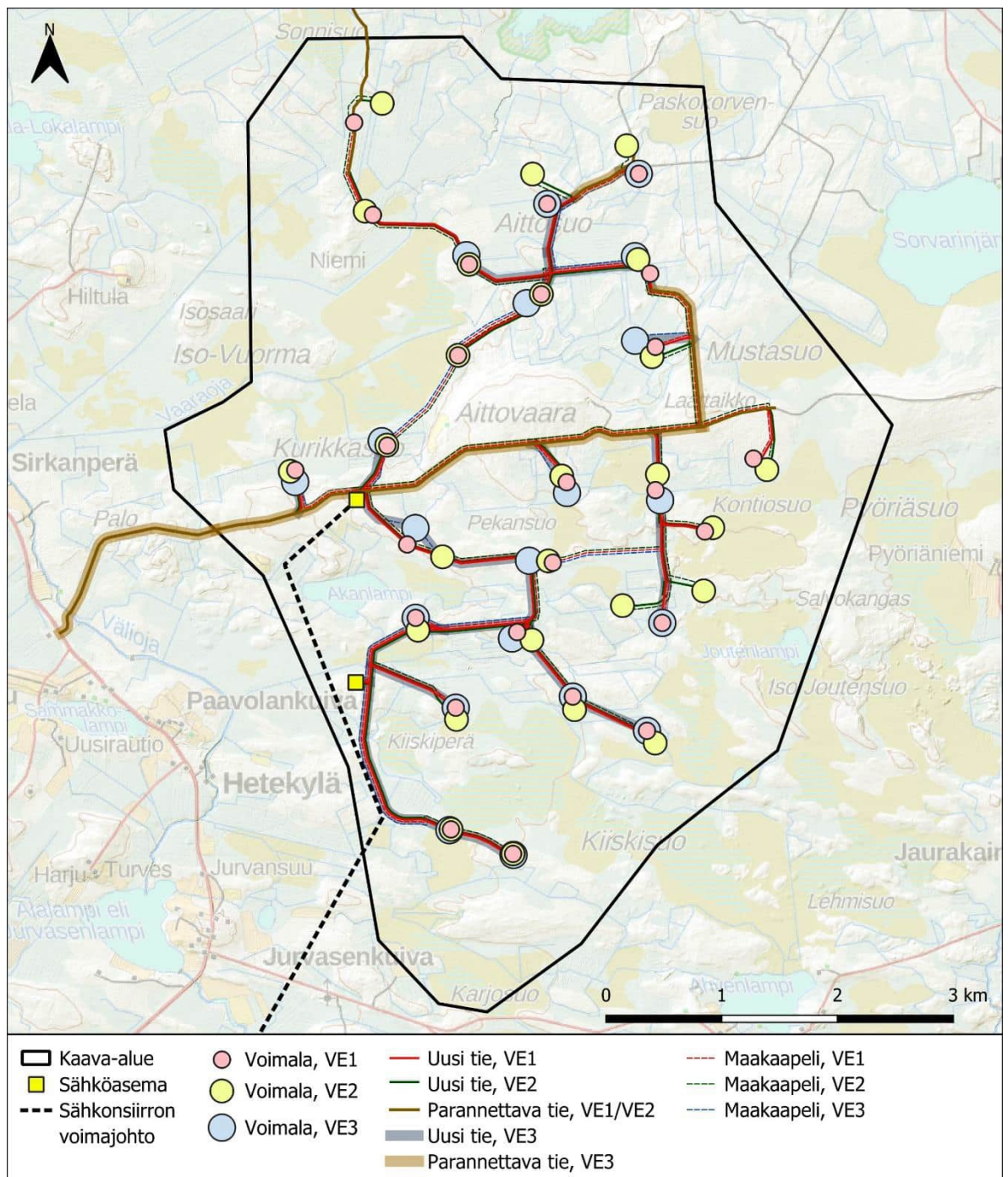
Hankealueelle suunniteltiin YVA-ohjelmavaiheessa enintään 29 tuulivoimalaa. YVA-selostusvaiheessa hankesuunnitelmat ovat tarkentuneet niin, että hankkeessa suunnitellaan 20–26 tuulivoimalaa. Suunniteltujen voimaloiden yksikköteho on 8–10 MW, jolloin hankkeen kokonaisteho on enimmillään 260 MW. Voimaloiden kokonaiskorkeus on enintään 300 metriä. Tuulivoimaloiden lisäksi alueelle rakennetaan tarvittavat yhdystiet, voimaloiden väliset huoltotiet ja maakaapelit sekä sähköasema, josta hankkeen tuottama sähkö siirretään kanta-verkkoon.

Hankkeen tavoitteena on lisätä Suomen uusituvan energiatuotannon kapasiteettia ja vastata siten omalta osaltaan Suomen ilmasto- ja energiastrategian tavoitteisiin. Hankealue sijoittuu vireillä olevan energia- ja ilmastovaihemääkuntakaavan viranomaisehdotuksessa määritellylle tuulivoima-alueelle.

Hankkeessa YVA-menettelyssä tarkastellaan kolmea tarkentunutta hankevaihtoehtoa, joissa vaihtoehdossa VE1 on 25 tuulivoimalaa, vaihtoehdossa VE2 on 26 tuulivoimalaa ja vaihtoehdossa VE3 on 20 tuulivoimalaa (Kuva 1). Vaihtoehtona nolla (VE0), eli vertailuvaihtoehtona, on se, että hanketta ei toteuteta.



Aittovaaran tuulivoimahanke
Hydrologinen selvitys
12.5.2025



Kuva 1. Kaava-alue ja alueelle suunnitellut tiet, sähkönsiirto sekä voimalat (VE1, VE2, VE3).



1.1 Lähtöaineisto

Selvityksessä käytettiin Maanmittauslaitoksen, SYKEN ja Geologian tutkimuskeskuksen avoimia paikkatietoaineistoja. Maanmittauslaitoksen ortokuvien avulla arvioitiin silmämääräisesti alueen maaston, erityisesti soiden rakennetta. Lisäksi soiden hydrologisia piirteitä pystyttiin arvioimaan suurpiirteisesti alueelta tehdyn luontoselvityksen perusteella (Sitowise 2023).

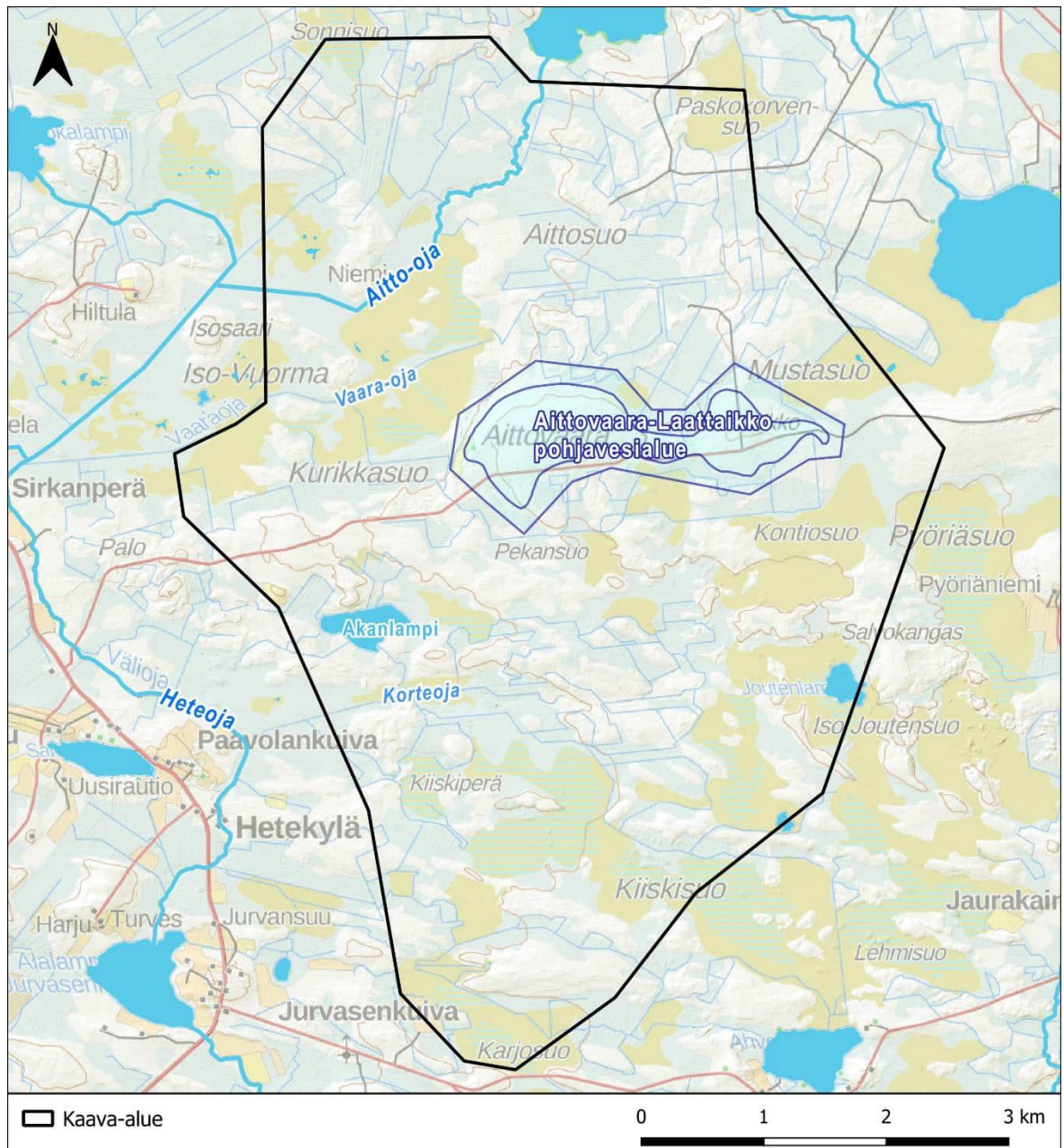
Paikkatietoanalyysissä käytettiin maanmittauslaitoksen tuottamaa korkeusmallia. Korkeusmalli on digitaalinen tietokanta, jossa maaston korkeus esitetään numeerisena tietona kahden metrin ruutukoon tarkkuudella. Kahden metrin erottelutarkkuus soveltuu hyvin tätä tarkastelua varten ja se on yleisesti käytössä vastaavissa töissä, joissa tarkastellaan laajoja alueita. Analyysillä rajattiin suokokouaisuudesta pienempiä mikrovaluma-alueita sekä selvitettiin veden virtausreit-tejä ja hankealueelta poistuvan veden purkautumispisteet.

Lisäksi apumateriaalina käytettiin Maanmittauslaitoksen maastotietokannan materiaalia, maastokartan merkintöjä sekä SYKEN valuma-aluerajojen aineistoa. Alueelta ei ole vesipintahavaintoja, minkä vuoksi tarkkaa vuotuista vaihteluväliä soiden vesipinnalle ei voida antaa. Vesipinnan vaihtelun arviointiin käytettiin alan lähdekirjallisuutta, alueen luontoselvityksen tuloksia (Sitowise 2023) sekä Maanmittauslaitoksen korkeusmallia (DEM 2 m).

2 Nykytila

Kaava-alue sijaitsee Kiiminkijoen päävesistöalueen (65) pohjoisosissa ja sijaitsee seitsemällä tason 4 valuma-alueella. Kaava-alueella maastonkorkeus vaihtelee noin 102 metristä 129 metriin merenpinnan yläpuolella. Korkeimmat kohdat sijaitsevat hankealueen keski- ja itäosissa Aittovaaran ja Laattaikon harjun ympäristössä (Kuva 2). Itä-länsi suuntainen harjumuodostuma ja sen reunaosat muodostavat Kaava-alueelle vedenjakajan, joka jakaa alueen hydrologisesti etelä- ja pohjoisosaan. Hankkeessa kunnostettava olemassa oleva tieyhteys sijaitsee kyseisellä vedenjakajalla. Harjualueen pohjois- ja eteläpuolella pintavalunta on suuressa kuvassa itä-länsi suuntaista, tosin harjualueen läheisyydessä vedet valuvat harjulta pois päin myös pohjoiseen ja etelään, jonka jälkeen virtaus kääntyy kohti länttä.





Kuva 3. Hankkeen hydrologisessa tarkastelussa tunnistetut tärkeimmät pintavesikohteet sekä Aittovaara-Laattaikon pohjavesialue.

2.1 Aapasoiden ekohydrologian vaikutusmekanismit

Kaava-alue sijaitsee Pohjanmaan aapasuovyöhykkeellä, joiden tyypillisiä suotyyppisiä ovat mm. kalvakkanevat, saranevat, minerotrofiset lyhytkorsinevat ja rimpinevat. Pääosin alueellisista valuntamääristä johtuen pohjanmaan vyöhykkeen soilla esiintyy runsaasti välipintaista kalvakkanevaa ja Perä-Pohjolan sekä Metsä-Lapin soita keskimäärin suppeampia rimpinevoja (Kaakinen ym. 2018).



Alueellisesti suot voidaan jaotella alkaen pienimutoisesta kasvillisuusmosaiikista ja rakenteellisesta vaihtelusta muodostuviksi kasvillisuusrakenteeltaan yhtenäisiksi kokonaisuuksiksi eli suotyypeiksi ja tästä useita suotyypppejä sisältäviksi suoaltaiden rajaamiksi suomassiiveiksi ja useasta suomassiivista muodostuviksi maisemallisen tason kokonaisuuksiksi, suoyhdistymiksi (Bonn ym. 2016).

Luontoarvoiltaan Kaava-alueen arvokkaimmat suot ovat pääasiassa aapasoin eli minerotrofisia avosoin, jotka saavat vetensä ravinneköyhän sadeveden lisäksi ympäröiviltä mineraalimailta pintavaluntana. Rakenteeltaan aapasoin ovat oligoperiferisiä eli keskusvaikutteisia. Suurimmat ravinteita kuljettavat vesimassat virtaavat suon keskiosiin mahdollistaen vaateliaamman kasvillisuuden esiintymisen, suon reunojen jäädessä kuivemmiksi ja karummiksi rämevyöhykkeiksi (Rehell ym. 2005). Sitowisen 2023 tekemän maastoselvitysten perusteella Kaava-alueella esiintyy ainakin keskiravinteisia saranevoja, heikosti minerotrofisia eli oligotrofisia kalvakkanevoja ja märkiä avovesipintaisia rimpinevoja. Kaava-alueella esiintyvät suoluontotyypit ilmentävät pääosin vakaavetistä suoekosysteemiä, jossa kasvillisuus on sopeutunut vedenpinnan kohtuulliseen vaihteluun. Ero vesipinnan korkeudessa kevään lumensulamajakson, kuivien kesäkuukausien ja sateisen syksyn välillä voi olla kymmeniä senttejä, mutta yhtenäiset kuivat kaudet ovat luontaisesti lyhyitä. Suoekosysteemiin vaikuttavat vesitalouden häiriöt ovat vedenpinnan tason pysyvät tai pitkäaikaiset muutokset, kausivaihtelun muutokset, veden laadun muutokset ja virtausnopeuden muutokset. Vesitalouden muutokset voivat olla nopeita ja heti nähtävillä, mutta muutokset kasvillisuusrakenteessa riippuvat suotyypin ravinteisuudesta, ravinteikkaampien suotyyppien muuttuessa voimakkaammin häiriön seurauksena. Aapasuoekosysteemin tasapaino perustuu suurelta osin kevään lumensulamavesiin, joiden vesiekvivalentti voi olla peräti 30 % vuotuisesta sadannasta (Sallantaus 2006). Sulamisvedet huuhtovat humushappoja pintaturpeesta, jolloin turvepatja pysyy riittävän emäksisenä ja mätästävät sekä happamoittavat rahkasammalet eivät pääse yleistymään. Toinen tärkeä suovedenlaatuun vaikuttava tekijä on mineraalimailta tulevan veden läpivirtaus suoekosysteemissä. Läpivirtaus säilyttää riittävän ravinteiden määrän vaateliaammalle lajistolle suon vastaanottajaosissa. Suhteellisen korkea vedenpinta ei siis itsessään ole riittävä aapasuoikasvillisuuden ylläpitämiseen, mikäli humushappojen huuhtoutuminen keväällä sekä minero-geenisten vesimassojen vaihtuma suon läpi virtaamalla estyy.

Luonnontilaisia suoalueita ympäröivät metsäojitukset, joita Kaava-alueellakin esiintyy, ovat suurimpia syitä aapasuotyyppien luonnontilan heikentymiseen Suomessa ojien ohjattaessa vesiä pois luontaisilta virtausreiteiltä (Kaakinen 2018). Kaava-alueella onkin ojittamattomia suoalueita, joiden hydrologia on nykytilassa enemmän tai vähemmän häiriintynyt. Häiriöt heijastuvat hitaasti soiden kasvillisuusrakenteeseen aiheuttaen kuivempien rämevyöhykkeiden kuivumista sekä laajenemista, mätästävien ja ympäristöä happamoittavien rahkasammalten yleistymistä ja painanne- ja rimpikasvillisuuden vähenemistä. Iso-Vuorman suoaltaan synty tapa ei ole luontainen sen ollessa vanhan kuivatetun järven pohja, joka on orgaanisen aineksen kertyessä ajan saatossa kehittynyt suoksi. Tarkkaa tietoa kaikkien alueen soiden luonnontilasta ja luontotyyppien edustavuudesta ei



ole, mutta karttatarkastelulla ja vanhoihin ilmakuviin vertaamalla luonnontilaa voidaan karkeasti arvioida.

Luontokartoituksen (Sitowise 2023) mukaan Kaava-alueella esiintyy vaarantuneita (VU) ja uhanalaisia (EN) aapasoiden luontotyypppejä, jotka sijoittuvat karkeasti Kaava-alueen keskiosiin, itäosiin ja eteläosiin. Aittovaaran harjualueen alapuolella Päiväkämmentensuolla esiintyy kalvakkanevaa (VU) ja saranevaa (EN) sekä Pekansuolla rimpinevaa (EN), Kaava-alueen itäosissa Kontiosuolla esiintyy Saranevaa (EN), rimpinevaa (EN), rimpinevarämettä (EN) ja kalvakkanevaa (VU) sekä etelämpänä Pikku-Joutensuolla rimpinevaa (EN). Aittovaara-Laattaikkon pohjavesialueen ympäristössä havaitut suotyypit eivät viittaa erityiseen pohjavesivaikutukseen.

Kaava-alueen aapasoilla ilmakuvista havaittavat jännerakenteet ja luontoselvityksessä havaitut suotyypit (mm. Rimpineva, saraneva) ilmentävät suoyhdistymän veden nopean virtauksen tapahtuvan pääasiassa turvematriisin pintakerroksessa eli akrotelmassa. Akrotelma on noin 10-20 senttimetriä paksu elävästä kasvillisuudesta muodostunut osa (Aapala ym. 2008 ja 2013). Akrotelman alapuolinen turvekerros, katotelma (turpeen maatunut kerros), on puolestaan hienojakoisuutensa takia selkeästi huonommin vettä johtava. Tämän kaltainen diplotelminen (kaksijakoinen) virtausmalli on aapasoille tyypillisempi, kuin ns. perkolaatiosoiden virtausmalli, joissa usein pohjavesivaikutuksen johdosta veden virtaus tapahtuu koko turvematriisin paksuudella.

Kaava-alueella ei esiinny soita, jotka olisivat äärimmäisen herkkiä väliaikaisille vesitalouden muutoksille suotyyppien ollessa korkeintaankin keskiravinteisia. Lisäksi hankkeen rakentamistoimet eivät kohdistu alueen ojittamattomille suoalueille, jolla vältetään suoraan suurimmat haitat suoluonnolle. Alueella tehtävät rakentamistoimenpiteet eivät ole myöskään verrattavissa esimerkiksi metsäojitukseen, vaan aiheuttavat lähtökohtaisesti huomattavasti lievempiä häiriöitä vesitalouteen. Pintavesianalyysin avulla pyrittiinkin tunnistamaan tärkeimpiä suoalueille saapuvia pintavalunnan reittejä, joiden häiriintyminen voisi vaikuttaa alapuolisen suon vesitalouteen ja pidemmällä aikavälillä kasvillisuusrakenteeseen.

2.2 Valuma-alueet ja virtaussuunnat

Aittovaaran Kaava-alue voidaan jakaa kymmeneen hydrologiseen kokonaisuuteen tai valuma-alueeseen, joista neljä kattavat kokonaisuudessaan voimaloiden, teiden ja maakaapeleiden rakentamisalueen (Kuva 4). Valuma-alueet on muodostettu määrittämällä purkupiste tuotantoaleen rajan ulkopuolelle sen lähiympäristöön, jolloin valuma-alueet kattavat pääasiassa Kaava-alueen sisäisiä osia. Merkittävimmät neljä valuma-aluetta on nimetty seuraavasti; Aitto-ojan valuma-alue (2625 ha), Vaara-Ojan valuma-alue (900 ha), Aittovaaran eteläinen valuma-alue (1525 ha) ja Pyörijäsuon valuma-alue (405 ha). Muilla kuudella tunnistetulla valuma-alueella ei rakenneta uusia teitä tai maakaapeleita. Nämä valuma-alueet ovat siis rakentamisvaikutusten ulkopuolella ja tästä syystä kyseisille alueille ei voi kohdistua hydrologisia vaikutuksia.



Vesiä valuu harjualueelta pintavaluntana luoteeseen Iso-Vuorman suoyhdistymän itäosiin sekä pohjoiseen metsäojitetulle Aittosuon alueelle. Harjalueen pohjoispuolen merkittäviä suoalueita ovat Iso-Vuorman suoyhdistymä, Mustasuo ja Paskokorvensuo. Harjalueen eteläpuolelta pintavalunta kohdistuu suurelta osin alapuoliselle metsäojitetulle alueelle, josta vesiä ohjautuu osin länteen kohti Akanlampea ja osin harjun eteläpuolisille suoalueille. Etelässä merkittäviä soita ja suokokonaisuuksia on useampia; Kiiskinsuo, Iso Joutensuo, Pyöriäsuo, Kontiosuo ja topografialtaan länsiosistaan kalteva Pekansuo. Niin harjun etelä- kuin pohjoispuolinen pintavalunta purkautuu suorasti tai epäsuorasti Kiiminkijoen Natura-alueeseen (FI1101202) kuuluviiin virtavesiin. Aitto-ojan valuma-alueelta Aitto-ojaan, Vaara-Ojan valuma-alueelta Väliojaan ja Aittovaaran eteläiseltä valuma-alueelta Heteojaan. Myös koilliseen purkautuva Mustasuo ja pohjoiseen purkautuva Paskokorvensuo kuuluvat Aitto-ojan valuma-alueeseen, mustasuon purkautuessa Kiiminkijoen Natura-alueeseen kuuluvaan Sorvarinjärveen ja Paskokorvensuon purkautuessa Aittojärveen (Kiiminkijoen Natura-alue ja Aittojärven Natura SPA -alue SPAFI1103817). Idässä harjun eteläpuolinen Pyöriäsuo purkautuu kaakkoon Kiiminkijoen Natura-alueelle Jaurakaisjärveen.



Jännerakenne mahdollistaa veden pidemmän viipymän suoalueella ja näin ollen tasoittaa vedenpinnan kausivaihtelua rimpipinnoilla (Sallinen ym. 2019). Virtausmallin todenmukaisuutta voidaan arvioida vertailemalla tuloksia soiden ilmakuista tummina erottuviin virtausjuotteihin.

2.3 Soiden hydrologinen kytkeytyvyys

Kaava-alueella selvitettyjen yksittäisten soiden vesitaloutta täytyy arvioida valuma-alueella, jossa huomioidaan laajemmin yläpuoliselta valuma-alueelta tuleva valunta. Virtausmallinnuksella saadaan hyvä kuva soista, jotka sijaitsevat samalla virtausreitillä näin ollen yläpuolisella suolla tapahtuvien häiriöiden vaikuttaessa enemmän tai vähemmän myös alapuoliseen suoekosysteemiin. Hydrologisesti kytkeytyneiden soiden ”ketjussa” vesitalouden häiriöt kasvavat, mitä merkittävämpi osa alapuoliselle suolle tulevasta valumasta perustuu yläpuolisen suon tai soiden häiriöttömään vesitalouteen ja vastavuoroisesti laskee, jos alapuolisen suon vesitalous perustuu enimmäkseen sitä ympäröiviltä kivennäismailta suolle purkautuvaan valuntaan.

Virtausmallinnuksella tunnistettiin seuraavat merkittävät ojittamattomien soiden väliset hydrologiset yhteydet:

- Pekansuon itäinen rimpineva → Päiväkämменensuo
- Pikku-Pahkasaaren Kalvakkaneva → Päiväkämменensuo
- Pikku-Joutensuo → Kiiskinsuo → Kiiskinkerä
- Kontionsuo → Pyörjäsuu
- *Pekansuon itäinen rimpineva → Pekansuon läntinen osa

*Eri ajankohdan ilmakuvia vertaamalla Pekansuon itäisen rimpinevan ja läntisen osan hydrologinen yhteys on todennäköisesti ainakin osin katkennut 2017 kaivetun ojan takia. Oja ei ole merkittynä maastokarttaan eikä korkeusmallin ajanmukaisuus ole alueella riittävä, jotta oja olisi huomioituna virtausmallinnuksessa.

3 Mikrovaluma-alue- ja virtaussuuntatarkastelu

3.1 Menetelmä

Kaava-alueen valuma-alueiden ja veden virtaussuuntien määrittämiseen käytettiin QGIS 3.40.4 watershed työkalua (GRASS r.watershed, r.water.outlet ja r.stream.extract). Lähtöaineistona virtaussuuntien määrittämiseen käytettiin Maanmittauslaitoksen korkeusmallia, jonka resoluutio on kaksi metriä (DEM 2m). Virtausverkko rakentuu korkeusmallin perusteella valuma-alueen yläosista alaspäin kasvattaen solun arvoa virtausverkon haarojen pidentyessä ja haarojen yhdistyessä yhtenäiseksi reitiksi. Malli kuvaa siis vain teoreettisen pintavalunnan valuntasuuntaa, missä veden teoreettinen valuntamäärä kasvaa mitä alemmas virtausverkossa mennään, sen kuitenkin kuvaamatta määreellistä valuntaa. Malli ei huomioi valuntamääriä vähentävää lämpöhäihduntaa tai kasvillisuuden aiheuttamaa häihduntaa eikä pintamaalajin vedenjohtavuutta eli veden



imeytymiskerrointa maaperään, jossa pintavalunta lisääntyy maaperän ollessa hienojakoista ja vähenee maaperän ollessa karkeajakoista. Korkeusmallirasteri käsiteltiin ennen analyysiä QGISsissä työkalulla (GRASS r.fill.dir), joka täyttää rasterista mahdollisesti tyhjäksi jääneitä pikseleitä ympärillä olevien pikseleiden arvojen perusteella. Virtausmallin epävarmuustekijöitä mm. olemassa olevan tiestön osalta (luku 3.2) tarkasteltiin QGIS ohjelmiston Terrain profile -työkalulla.

3.2 Epävarmuustekijät

Virtaussuunnat määritettiin korkeusmallin avulla. Malli kuvaa yleisesti vedenvirtausta mallintamalla maasto kolmiulotteisesti. Malli kuvaa vain yhtä ajankohtaa eikä kausittaista vaihtelua tai muuta ajallista muutosta. Kevään sulamisvedet ja loppukesän kuivat jaksot voivat muuttaa aapasoiden vesipintaa niin, että paikalliset, suoaltaiden väliset valuma-alueajat siirtyvät. Aapasoiden pinnantasojen vaihtelu tapahtuu kuitenkin melko tasaisesti läpi suoyhdistymän, minkä vuoksi valuma-alueajojen ei oleteta muuttuvan suuresti. Hankealueen laajoilla ojitusalueilla, ojien profiili muuttuu myös ajassa, joko niiden kasvaessa umpeen ja maldatuessa tai niiden syventyessä eroosion myötä. Niin ikään ojien suhteen vaikutukset virtausmallinnukseen ojaprofiilin muutoksen hitaus huomioiden katsotaan vähäisiksi, mutta voi aiheuttaa malliin yksittäisiä virheitä. Virtausmalli kuvaa virtaussuuntia eikä todellisia valuntamääriä, johon vaikuttaa lämpöhähdunta, alueen kasvipeitteisyys ja maaperän imeytymiskerroin. Erityisesti Aittovaaran pohjaveden muodostumisalueella pintavalunta saattaa olla vähäisempää karkearaikaisen maaperän takia.

Korkeusmalli mallintaa maan pintaa, minkä vuoksi se ei huomioi esimerkiksi virtausta teiden ali mahdollistavia tierumpuja. Tästä johtuva mahdollinen virhe mallinnuksen tuottamassa virtausmallissa havaittiin pohjoisen sähköaseman läheisyydessä. Kyseisen virheen merkitys toteutuneisiin vaikutuksiin on kuvattu taulukossa 1, kohde 7 (Taulukko 1). Hankealueen läpi kulkeva pääasiallinen tie sijaitsee harjuaalueen vedenjakajalla, joten suurelta osin merkittävä luontainen valunta tapahtuu tieltä poispäin. Koillisosan pienemmät tiet eivät karttatarkastelun perusteella vaikuttaneet merkittävästi virtausmallinnuksen tuloksiin.

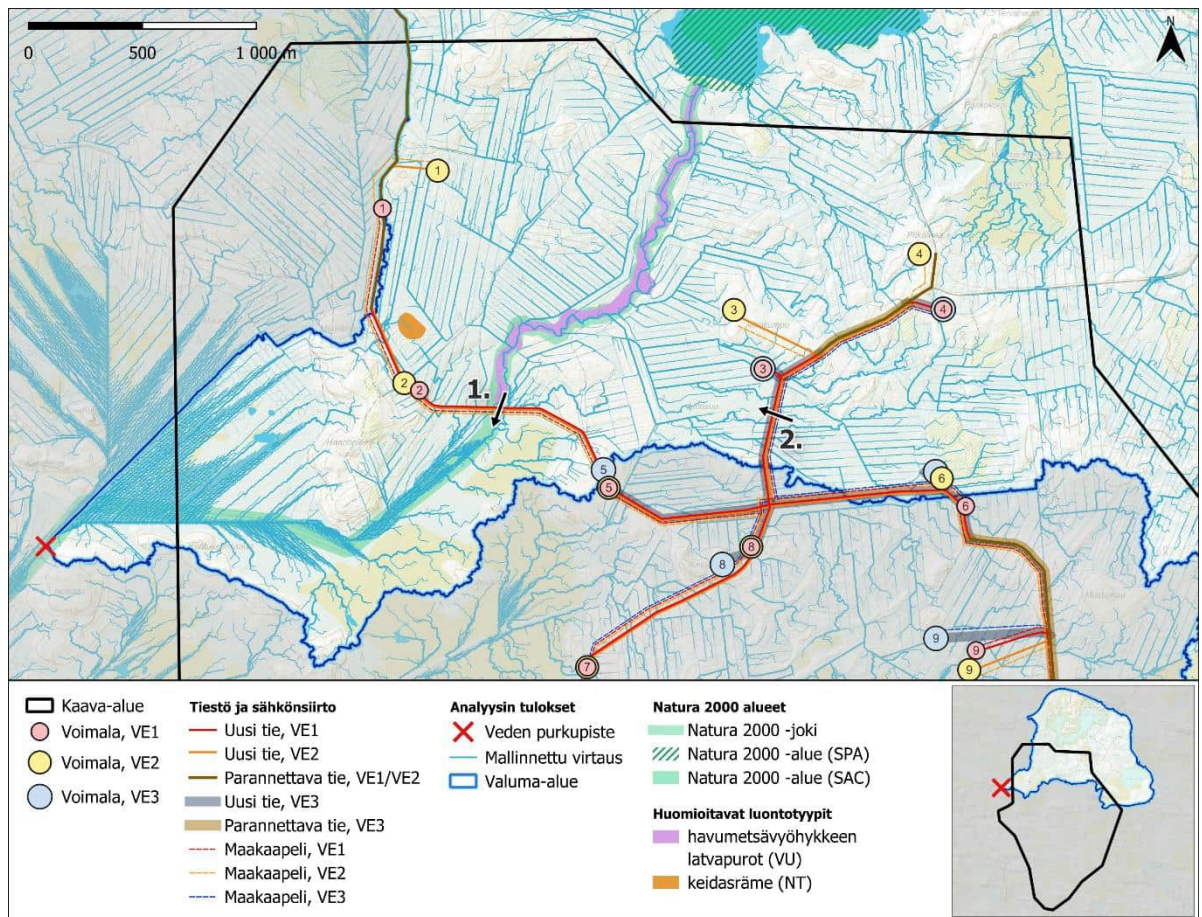
3.3 Tulokset

Paikkatietoanalyysin avulla pystyttiin tunnistamaan Hankealueen tärkeimmät vesien virtausreitit ja niiden valuma-alueet. Tuloksissa keskityttiin alueisiin, joissa suunniteltu tuulivoimala, tieyhteys tai maakaapeli sijaitsee kohdassa, missä potentiaalisia vaikutuksia merkittävimpiin kohteisiin voi syntyä. Erityisesti siis alueet missä rakentaminen voi aiheuttaa pintavaluntaan määreellistä tai laadullista muutosta virtavesien ja ojittamattomien aapasoiden läheisyydessä. Esitetyillä kartoilla virtausreitti kuvaa korkeusmalliin perustuvia pintavalunnan virtaussuuntia.



Aitto-ojan valuma-alue

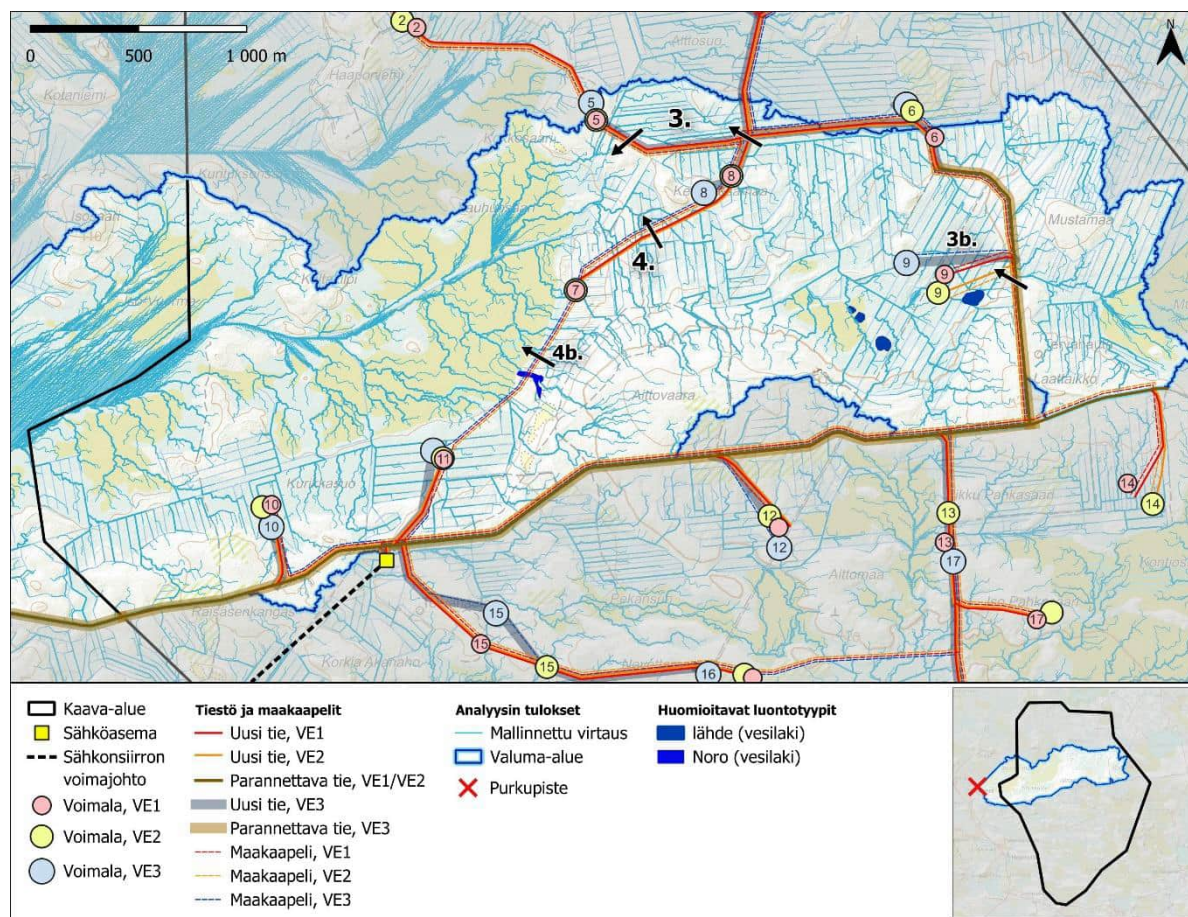
1. Suunniteltu tie ja maakaapelit voimaloiden 2 ja 5 välillä (VE1 ja VE2) rakennetaan koillisesta lounaaseen virtaavan Aitto-ojan poikki. Suunniteltu tie ylittää suon laidetta ja pääosin ojitettuja suometsiä 700 metrin matkalta. Tien yläpuolinen lähiympäristö on enimmäkseen ojitettua suometsää, josta vesi purkaantuu Aitto-ojan kautta länteen.
2. Voimala 3 (VE1 ja VE3) ja sen eteläpuolinen tie- ja kaapeliyhteys (VE1-VE3) sijaitsee ojitusmetsistä noin 80 hehtaarin laajuudelta tulevan veden virtausreitillä, joka purkaa vedet Aittosuon kautta Aitto-ojaan.



Kuva 5. Aitto-ojan valuma-alueella sijaitsevat hydrologian kannalta huomioitavat tie- ja kaapeliyhteys (numeroituna).

Vaaraojan valuma-arv

3. Suunnitellut tiet, maakaapeli ja niiden risteys voimaloiden 5, 6, 8 ja 3 (VE1-VE3) välillä sijaitsee vesiä itäisestä Aittovaarasta ja läntisestä Laattaikkosta purkavalla virtausreitillä. Ojitusmetsien kautta virtaavat vedet purkavat voimalan 5 eteläpuolelta Iso-Vuorman suoalueelle. Lisäksi voimala 9 ja sen tie- ja kaapeliyhteys (VE1-VE3) sijaitsevat ylempänä samaisella virtausreitillä läntiseltä Mustasuolta noin 50 hehtaarin alueelta tulevan valunnan purkukohdassa, minkä lisäksi VE2 voimalasijoittelussa luonnontilaltaan jonkin verran heikentynyt Laattaikkon lähteikkö (vesilakikohde) sijaitse rakentamisalueen välittömässä läheisyydessä (3b.).
4. Suunniteltu tieyhteys voimaloiden 8 ja 7 välillä (VE1 ja VE2) sekä maakaapelireitti voimaloiden 7 ja 11 välillä (VE1-VE3) sijaitsevat Aittovaaran harjualueelta luoteeseen purkavien vesien ja sen alapuolisen Iso-Vuoman suoyhdistymän välissä. Noin 500 metriä pitkä tieosuus sijaitsee ojitusmetsässä, jonka jälkeen pelkkä kaapelireitti sijaitsee avosuon laidalla noin 700 metrin matkalta. Aittovaaran Noro (vesilakikohde) sijaitsee maakaapelin rakentamisalueella (4b.)



Kuva 6. Vaaraosan valuma-alueella sijaitsevat hydrologian kannalta huomioitavat voimat sekä tie- ja kaapeliyhteydet (numeroituna).

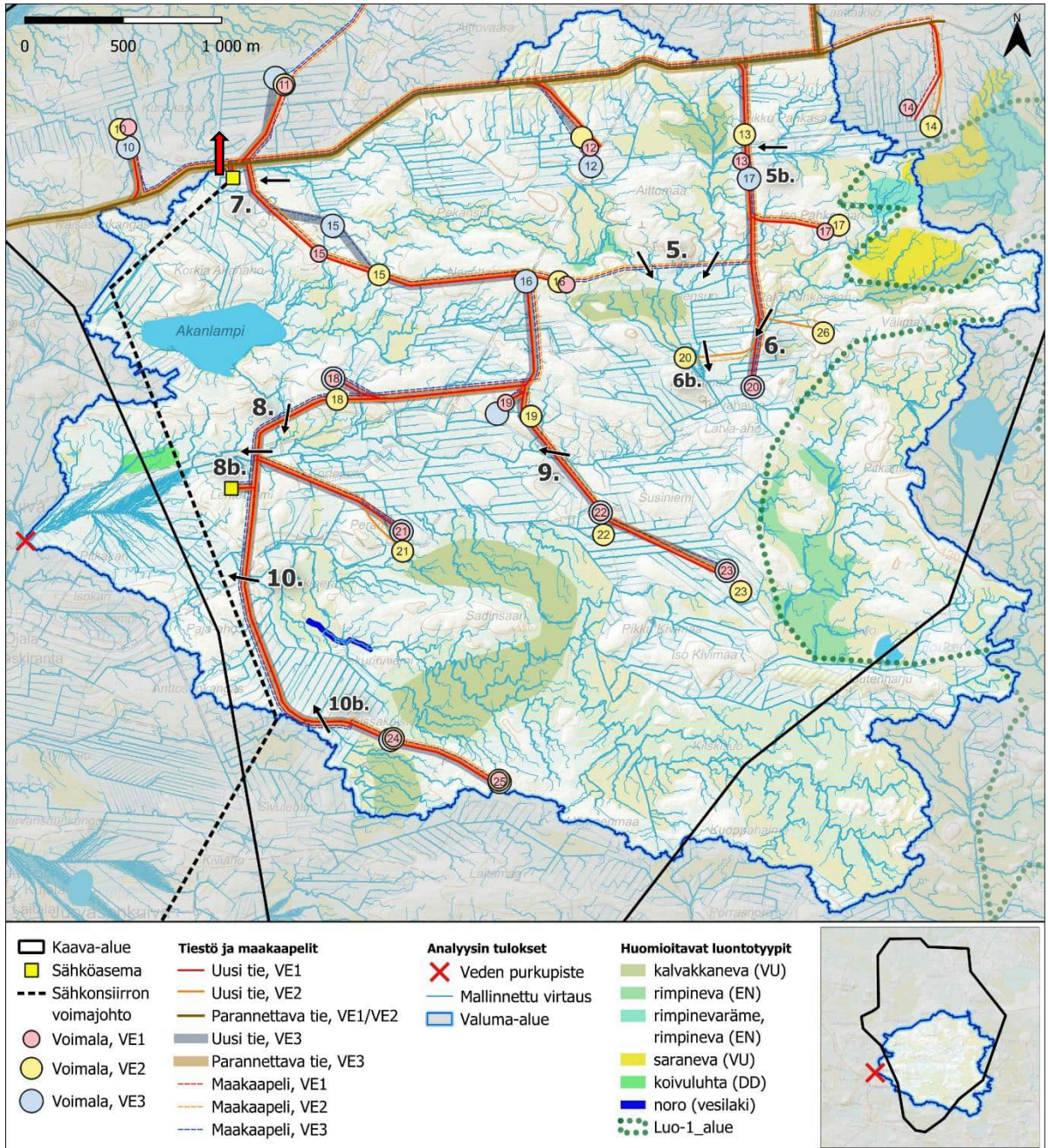


Aittovaaran eteläinen valuma-alue

5. Suunniteltu kaapeliyhteys voimalasta 16 itään (VE-VE3) sijaitsee Aittovaarasta Aittomaan itä- ja länsipuolitse tulevan valunnan virtausreitillä. Lisäksi voimalan 13 (VE1-VE2) ja 17 (VE3) kohdalla tie- ja kaapeliyhteys rakennetaan samaan virtausreittiin liittyvän itäisen virtauksen (valuma-alue n. 22 ha) poikki (5b.). Virtausreiteiltä vedet purkavat alapuoliselle Päiväkämmenensuon kalvakkanevalle (VU).
6. Voimaloiden 20 (VE1 ja VE3) ja 26 (VE2) suunnitellut tie- ja kaapeliyhteydet sijaitsevat koillisilta rimpi-, sara-, ja kalvakkanevoilta tulevan valunnan virtausreitillä. Voimala 20 (VE2) ja sen tie- ja kaapeliyhteys sijaitsee lisäksi Päiväkämmenensuon kalvakkanevalta purkavalla virtausreitillä (6b). Virtausreittien alapuoliset lähialueet ovat laajaa ojitusmetsää.
7. Pohjoinen sähköasema sekä kunnostettavan tien ja voimalan 15 (VE1-VE3) välinen tie- ja kaapeliyhteys sijaitsevat Aittovaaran harjun lounaisosasta ja Pekansuolta Akanlampeen laskevalla virtausreitillä. *Metsäkeskuksen virtausverkon mukaan virtaus ohjautuu sähköaseman kohdalta tien alitse pohjoisen kurikkasuon ja Iso-Vuoman ojan kautta Vaaraojaan.
8. Tie- ja kaapeliyhteys voimalalta 18 (VE1-VE3) länteen ja lounaaseen sijaitsee pääasiallisella Akanlammesta Heteojaan (FI1101202) laskevalla virtausreitillä. Yhteys sijaitsee myös Korteojan kautta Heteojaan kertyvän valunnan virtausreitillä (8b.) Kaava-alueen länsireunalla sijaitseva Koivuluhta (DD) ei ole virtausreittien vaikutusalueella.
9. Voimaloiden 19 ja 22 välinen tie- ja kaapeliyhteys (VE1-VE3) sijaitsevat ylemmänä niin ikään Korteojaan koillisilta ja pohjoisilta nevoilta kerääntyvän valunnan pääasiallisella virtausreitillä.
10. Tie- ja kaapeliyhteys eteläisen sähköaseman ja voimalan 24 (VE1-VE3) välillä sijaitsee aina itäiseltä Kiiskisuolta Sadinsaaren eteläpuolitse ja Kiiskiperän noron (vesilakikohde) ja suoalueen kautta Heteojaan (FI1101202) purkavalla virtausreitillä. Lisäksi tie- ja kaapeliyhteys sijaitsee Kissasuon noin 20 hehtaarin valuma-alueelta ojitusmetsän kautta Kiiskenperän suolle ja ojien kunnosta riippuen mahdollisesti noroon purkavien vesien virtausreitillä (10b).

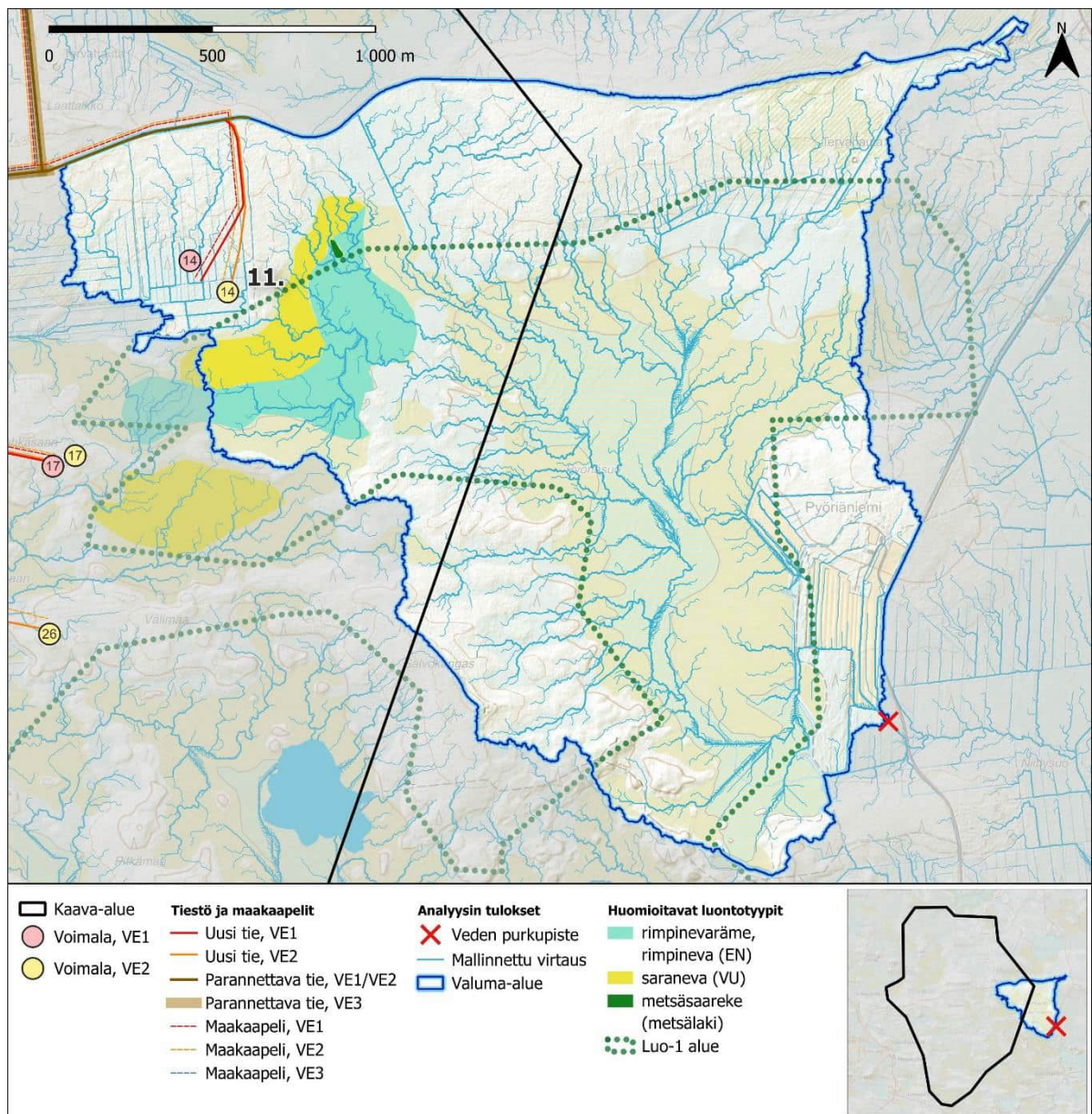


Aittovaaran tuulivoimahanke
Hydrologinen selvitys
12.5.2025



Pyöriäsuon valuma-alue

11.Voimala 14 (VE1-VE2) sekä niiden tie- ja kaapeliyhteydet sijaitsevat Pyöriäsuon valuma-alueen yläosien ojitusmetsässä, mistä vedet purkautuvat alapuolisille Kontiosuon sara- ja rimpinevoille (VU, EN) ja tästä Pyöriäsuon kautta Jaurakaisjärveen (FI1101202). Pyöriäsuon valuma-alueen suot ovat merkitty maakuntakaavassa luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeiksi alueiksi.



Kuva 8. Pyöriäsuon valuma-alueella sijaitsevat hydrologian kannalta huomioitavat voimalat sekä tie- ja kaapeliyhteydet.



4 Vaikutusten arviointi

4.1 Rakentamistavat ja niiden vaikutukset veden johtumiseen

Lähtökohtaisesti rakentamisen merkittävimmät vaikutukset sijoittuvat pehmeikköihin, missä veden virtaus on suurinta eli luonnontilaisille soille, ojitusalueille ja virtavesiin. Kivennäismaille rakennettavat yhteydet sijaitsevat usein vedenjakajalla, eivätkä näin ollen vaikuta merkittävästi luontaisiin virtausreitteihin. Tässä hankkeessa rakentamistoimia ei kohdistu merkittäville ojittamattomille suoalueille pehmeikköihin kohdistuvan rakentamisen sijoittuessa lähes kokonaisuudessaan metsäojitetuille turvemaille. Vain maakaapeliyhteydet kahdessa kohtaa sijoittuvat ojittamattomalle turvemaalle, tosin nekin pääasiallisten suoaltaiden ulkopuolelle. Hankkeessa suunniteltujen uusien tieosuuksien sijoittuminen eri pintamaalajeille YVAN eri hankevaihtoehdoissa on esitetty alla:

- **VE1 mukaisista uusista teistä** sekalajitteinen kivennäismaa 40,5%, karkearakeinen kivennäismaa 5%, paksu turvema 34,5%, ohut turvema 15%, soistuma 5%
- **VE2 mukaisista uusista teistä** sekalajitteinen kivennäismaa 43,5%, karkearakeinen kivennäismaa 3% paksu turvema 29,5%, ohut turvema 21%, soistuma 3%
- **VE3 mukaisista uusista teistä** sekalajitteinen kivennäismaa 46%, karkearakeinen kivennäismaa 3%, paksu turvema 26%, ohut turvema 22,5%, soistuma 3%

Hankealueelle rakennettavat tiet voidaan perustaa maaperän ominaisuuksista riippuen massanvaihdolla, massastabiloinnilla tai rakentaa kelluvana tienä nk. geoverkon päälle. Hankalimmilla alueilla myös paalutus on mahdollinen, mutta harvoin tuulivoimahankkeissa käytetty menetelmä.

Massanvaihto tehdään suon alapuoliseen kivennäismaahan asti. Massanvaihto voidaan tehdä raekooltaan sellaisella materiaalilla, mikä mahdollistaa veden virtauksen rakenteen läpi. Myös massastabilointi voidaan tehdä niin, että rakenne mahdollistaa veden liikkumisen rakenteen läpi. Kelluva tierakenne rakennetaan geoverkon päälle. Jos tie toteutetaan kelluva tierakenteena, se uppoaa turvekerrokseen noin metrin syvyyteen. Massastabilointia käytetään pääosin 4–6 metrin syvyisissä pehmeiköissä, joita Kaava-alueen rakentamisalueella ei laajamittaisesti esiinny.

Tierakenteen vedenjohtavuuden tulisi vastata mahdollisimman hyvin ympäristönsä vedenjohtavuutta tai sen tulisi olla vedenjohtavuudeltaan ympäristöään parempi. Jokaisessa tierakenteessa ylin kerros (0,5–1 m) on raekooltaan pienempää louhetta, joka pakkautuu tiiviimmäksi ajan myötä. Tiivistyessään louheen vedenjohtavuus pienenee. Pysyvien vaikutusten muodostuminen ja niiden laajuus on pääsääntöisesti kiinni käytettyjen materiaalien vedenjohtavuudesta ja sen muutoksista mm. tiivistymisen myötä.



4.2 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Pintavesien kannalta kriittiset rakentamisalueet sijoittuvat kaava-alueella metsäojitetuille turvemaille. Työkoneiden ja työtapojen, kuten massastabiloinnin aiheuttama värinä voi aiheuttaa veden vähäistä ja hetkellistä samentumista työmaa-alueen ympäristössä, kun kiintoaines lähtee häiriöstä liikkeelle. Ojitusalueilla rakentaminen voi aiheuttaa humuspitoisen ja kiintoainetta sisältävän veden purkautumista ojaan, jolloin rakentamisen vaikutus ulottuu pidemmälle. Ojittamattomalla alueella rakentamisen aikaiset vaikutukset veden laatuun ovat paikallisia turpeen pidättäessä kiintoainesta ja vettä. Massanvaihtoa varten tehtävät kaivutyöt aiheuttavat paikallisen samentumisen lisäksi myös turvemaille vedenvirtausta kohti kaivukuoppaa, vaikuttaen lähialueen pintaveden virtaussuuntiin hetkellisesti. Rakentamisen aikaiset vaikutukset ovat pääsääntöisesti paikallisia ja lyhytkestoisia. Hetkellinen olosuhteiden muutos ei ehdi vaikuttamaan esimerkiksi alapuolisten soiden suokasvillisuuteen vaikkakin suon vesipinta voi laskea tai valuntamäärät äärevöityä. Työmaa-alueelta vesistöihin voi mahdollisesti kulkeutua vähäisiä määriä öljypitoisia vesiä työkoneen rikkoutumisen seurauksena. Normaalitilanteessa päästöt ovat hyvin pieniä ja vaikutukset merkityksettömiä. Öljyvahinkoihin tulee kuitenkin varautua ja niitä pitää pyrkiä ehkäisemään asianmukaisin välinein ja työtavoin.

4.3 Pysyvät vaikutukset

Turvemaille tien perustamistapa vaikuttaa merkittäväällä tavalla siihen, aiheutuuko tien rakentamisesta merkittäviä muutoksia hydrologiaan. Massanvaihto ja massastabilointi ulottuvat syvälle turvepatjaan. Syvälle ulottuvat rakenteet on mahdollista tehdä menetelmillä, jotka mahdollistavat veden virtauksen. Kelluvan tierakenteen perusta puolestaan ei ylety syvälle turpeeseen vaan tie ns. kelluu turvekerroksen päällä. Jokaisessa näissä vaihtoehdossa tien ylin kerros (0,5–1 m) rakennetaan louheesta, jonka raekoko on muuta perustamisrakennetta pienempää (esim 0–32 mm). Tien ylin kerros myös tiivistyy käytön aikana. Lähtökohtaisesti ylimmän, raekooltaan pienemmällä murskeella tehdyn tierakenteen vedenjohtavuuden arvioidaan asettuvan ns. "paremmin vettä johtavan" soraamoreenin vedenjohtavuuden tasolle. Soramoreenin vedenjohtavuus vaihtelee välillä 10^{-4} m/s - 10^{-7} m/s. Tiivistyessään ylimmän kerroksen vedenjohtavuus heikkenee. Lopullista ylemmän tierakenteen vedenjohtavuutta on hankala arvioida. Turvepatjan ylemmän kerroksen, akrotelman, vedenjohtavuus vaihtelee välillä 10^{-7} m/s - 10^{-3} m/s, että akrotelman alaosassa vedenjohtavuus on usein yläosaa heikompi. Akrotelman alapuolisen, maatuneemman katotelman vedenjohtavuus vaihtelee välillä 10^{-8} m/s - 10^{-6} m/s, eikä vedenjohtavuudessa ole usein yhtä selkeää vertikaalista vaihtelua. Ojitusalueilla vesi siirtyy turvepatjan ominaisuuksista kuten maatumisasteesta riippuen vaihtelevalla nopeudella ojiin, joissa vedenjohtavuus kasvaa. Rakentamisalueella nopean virtauksen uomia (yli 80cm/sek.) on runsaasti mm. Iso-Vuoman itäpuolisilla ojitusalueilla sekä Korteojan ympäristössä (Metsäkeskus).



Suosimalla parhaiten vettä läpäiseviä rakentamistapoja ja materiaaleja, virtaus pysyy pääosin ennallaan ja rakentamisen alapuolisten suoalueiden ja virtavesien vesitalous ei häiriinny, jättäen pysyvät vaikutukset vähäisiksi. Hydrologian kannalta huomioitavat tie- ja kaapeliosuudet sijaitsevat pääosin ojitetulla turve- maalla, millä vältetään rakentamisen fyysiset vaikutukset luonnontilaisille suo- alueille ja virtavesiin. Hankesuunnitelmassa esitetyt rakennustavat huomioivat veden riittävän virtauksen sekä erityiskohteiden kuten Aitto-ojan rakenteen säi- lyttämisen ennallaan.

Jos tierakenne ei mahdollista riittävää veden virtausta, saattaa virtausreitit muut- tua ja aiheuttaa toisaalla kuivumista ja toisaalla vettymistä. Ympäristöään suu- rempi vedenläpäisevyys taas voi salaojan tavoin kuivattaa tien yläpuolisia lähi- alueita. Virtauksen kannalta liiallista tiivistymistä voi mahdollisesti tapahtua tien pintakerroksessa, jossa louheen raekoko on pienempää. Käytännössä tämä tar- koittaa, että tien alle on tehtäviä tierumpuja, jotka mahdollistavat virtauksen ai- nakin ojien kohdalta ja mahdollisesti myös muualta pehmeikön alueelta.

Taulukko 1. Kooste mallinnuksessa tunnistettujen kohteiden aiheuttamista vai- kutuksista ympäristön vesitalouteen. Kokonaisvaikutuksissa on huomioitu vai- kutuksen alaisen kohteen lakiperuste, luontoarvot ja muutoksen suuruus.

Vaikutuksen alainen kohde	raken- tamis- kohde	Kokonaisvaikutus vaikutuksen alai- seen kohteeseen, VE1	Kokonaisvaikutus vaikutuksen alai- seen kohteeseen, VE2	Kokonaisvaikutus vaikutuksen alai- seen kohteeseen, VE3
Aitto-oja Kiiminkijoen Natura 2000 -alue (FI1101202)	1.	Kohtalainen Hankesuunnitelmassa esitetyn rakennustavan mukaan vaikutus Aitto-ojan rakenteeseen kohta- lainen. Vaikutusta lieventää se, että vesistön yli- tuskohdassa Aitto-ojan rakenne ei ole luonnonti- lainen vaan ojaa on suoristettu. Voimalan 2 sekä tie- ja kaapeliyhteyden perustamisesta voi syn- tyä rakentamisen aikaisia vaikutuksia Aitto-ojan veden laatuun ilman riittävää vesiensuojelua.		Ei vaikutusta
Aitto-oja Kiiminkijoen Natura 2000 -alue (FI1101202)	2.	Vähäinen Voimala 3 sekä tie- ja kaapeliyhteys voi vai- kuttaa rakentamisen aikana Aitto-ojaan tu- levaan valuntaan. Vastaa hyvin pientä murto-osaa kokonais- valumasta. Voimalan rakentamisesta voi ai- heutua merkittävää väliaikaista kiintoaine ja ravinnekuormitusta Aitto-ojaan ilman riit- tävää vesiensuojelua.	Ei vaikutusta Tie- ja kaapeliyhteys voi vaikuttaa rakenta- misen aikana Aitto- ojaan tulevaan valun- taan. Vastaa hyvin pientä murto-osaa ko- konaisvalumasta. Vä- häisiä rakentamisen aikaisia vaikutuksia Aitto-ojan veden laa- tuun ilman riittävää vesiensuojelua.	Vähäinen Voimala 3 sekä tie- ja kaapeliyhteys voi vai- kuttaa rakentamisen aikana Aitto-ojaan tu- levaan valuntaan. Vastaa hyvin pientä murto-osaa kokonais- valumasta. Voimalan rakentamisesta voi aiheutua merkittävää väliaikaista kiintoaine ja ravinnekuormitusta Aitto-ojaan ilman riit- tävää vesiensuojelua.
Iso-Vuorma Kuivatettuun järvenpohjaan ke- hittänyt suomuuttuma, joka on keskeltä ojitettu.	3.	Vähäinen Voimalan 5 rakentaminen sekä tie- ja kaapeliyh- teydet voivat vaikuttaa rakentamisen aikana pin- tavaluntaan suomuuttuman koillisosiin. Mikäli tierakenteen rakentaminen patoa vettä voi se ohjautua pohjoiseen, jolloin mahdollisia		Ei vaikutusta Tie- sekä maakaape- liyhteyden perustami- nen voi vaikuttaa ra- kentamisen aikana vähäisesti



Aittovaaran tuulivoimahanke
Hydrologinen selvitys
12.5.2025

Vaikutuksen alainen kohde	raken- tamis- kohde	Kokonaisvaikutus vaikutuksen alai- seen kohteeseen, VE1	Kokonaisvaikutus vaikutuksen alai- seen kohteeseen, VE2	Kokonaisvaikutus vaikutuksen alai- seen kohteeseen, VE3
		rakentamisen aikaisia vaikutuksia Aitto-ojan ve- denlaatuun ilman riittävää vesiensuojelua.		suomuuttuman koil- lisiin tulevaan pin- tavaluntaan.
Laattaikkon Lähteikkö Vesilakikohde Iso-Vuorma Kuivatettuun järvenpohjaan ke- hittynyt suomuuttuma, joka on keskeltä ojitettu	3b.	Ei vaikutusta Tien kunnostamisella ei merkittäviä vaiku- tuksia lähteikköön. Voimalan 9 rakenta- minen sekä tie- ja kaapeliyhteys voivat hillitä vähäisesti Iso- Vuorman suomuuttu- malle tulevaa koko- naisvaluntaa.	Suuri Voimalan 9 rakenta- miseen vaadittava uusi tie ja nostoalue saattavat vaatia läh- teikön kokonaan tai osittain hävittämistä Voimalan 9 rakenta- minen sekä tie- ja kaapeliyhteys voivat hillitä vähäisesti Iso- Vuorman suomuuttu- malle tulevaa koko- naisvaluntaa.	Ei vaikutusta Tien kunnostamisella ei merkittäviä vaiku- tuksia lähteikköön. Voimalan 9 rakenta- minen sekä tie- ja kaapeliyhteys voivat hillitä vähäisesti Iso- Vuorman suomuuttu- malle tulevaa koko- naisvaluntaa.
Iso-Vuorma Kuivatettuun järvenpohjaan ke- hittynyt suomuuttuma, joka on keskeltä ojitettu	4.	Vähäinen Tie- ja maakaapeliyhteys voivat ohjata harjulta tulevaa päävirtausta lounaaseen vähentäen va- luntaa suon koillisosaan.		Vähäinen Maakaapeliyhteys voi ohjata harjulta tule- vaa päävirtausta lou- naaseen vähentäen valuntaa avosuon koillisosaan.
Aittovaaran Noro Vesilakikohde Iso-Vuorma Kuivatettuun järvenpohjaan ke- hittynyt suomuuttuma, joka on keskeltä ojitettu	4b.	Suuri tai kohtalainen Maakaapeliyhteyden rakentamisella kaapeliojassa noron poikki voi olla noroon suuria kielteisiä vaikutuksia. Noroon kohdistuvia vaikutuksia voidaan lieventää maakaapelireitin uudel- leen linjaamisella tai noron alittavalla suuntaporauksella, jolloin siihen ei kohdistu vaikutuksia. Kaapeliyhteys voi ohjata harjulta tulevaa päävirtausta lounaaseen vähen- tää valuntaa Iso-Vuorman suomuuttuman märimpiin osiin.		
Päiväkämменensuo Uhanalaiset luontotyytit: Sara- neva (EN) ja Kalvakkaneva (VU)	5.	Vähäinen Maakaapeliyhteyden rakentaminen aiheuttaa häiriötä pohjoisesta päivä- kämменensuolle tulevaan pintavaluntaan. Turpeen tiivistyminen ja rik- koutuminen voi aiheuttaa pienten virtausreittien pysyviä muutoksia, jotka voi heijastua vähäisinä hitaasti kehittyvinä muutoksina alapuolisen suon kasvillisuusrakenteessa. Päävirtauksen suunnan muutos ei mahdollista, joten suolle tulevan valuntamäärän ei arvioida pysyvästi muuttuvan.		
Päiväkämменensuo Uhanalaiset luontotyytit: Sara- neva (EN) ja Kalvakkaneva (VU)	5b.	Vähäinen Voimalan 13 sekä tie- ja maakaapeliyhtey- den rakentaminen voi vaikuttaa kohtalaisesti rakentamisen aikana Päiväkämменensuolle tulevaan valuntaan. Pysyvä päävirtauksen ohjautuminen muualle ei mahdollista. Ei py- syviä vesitalouden muutoksia.	Ei vaikutusta Tie- ja maakaapeliyhteyden rakentaminen voi vaikuttaa rakentamisen aikana Päiväkämme- nensuolle tulevaan valuntaan. Pysyvä päävir- tauksen ohjautuminen muualle ei mahdollista. Ei pysyviä vesitalouden muutoksia.	



Vaikutuksen alainen kohde	raken- tamis- kohde	Kokonaisvaikutus vaikutuksen alai- seen kohteeseen, VE1	Kokonaisvaikutus vaikutuksen alai- seen kohteeseen, VE2	Kokonaisvaikutus vaikutuksen alai- seen kohteeseen, VE3
Heteoja Kiiminkijoen Natura 2000 -alue (FI1101202)	6.	Ei vaikutusta Tie- ja maakaapeliyhteyden rakentaminen voi vaikuttaa vähäisesti Kon- tiosuon eteläosista Korteojan kautta tulevaan valuntaan. Ei merkittäviä vaikutuksia Heteojan vedenlaatuun etäisyydestä johtuen.		
Heteoja Kiiminkijoen Natura 2000 -alue (FI1101202)	6b.	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta Voimalan 20 sekä tie- ja maakaapeliyhtey- den rakentaminen voi vaikuttaa vähäisesti Päiväkämmentensuolta ja sen yläpuoliselta harjulta Korteojan kautta tulevaan valun- taan. Ei vaikutuksia Heteojan vedenlaa- tuun etäisyydestä joh- tuen.	Ei vaikutusta
Akanlampi Pesimälinnustollisia arvoja	7.	Vähäinen Sähköasema (pohjoinen) sekä tie- ja maakaapeliyhteydet voivat muuttaa Pekansuon kautta tulevaa valuntaa Akanlampeen ja mahdollisesti ohjata päävirtausta pohjoiseen. Ilman riittävää vesiensuojelua sähköaseman pe- rustamisesta aiheutuu rakentamisen aikana kiintoaine- ja ravinnekuormi- tusta Akanlampeen. Ei vaikutusta Mikäli Pekansuon kautta tuleva virtausreitti ohjautuu nykytilassa tie- rummun kautta kohti pohjoista, ei vaikutuksia Akanlampeen tulevaan va- luntaan. Ilman riittävää vesiensuojelua sähköaseman perustamisesta ai- heutuu rakentamisen aikana kiintoaine- ja ravinnekuormitusta Akanlam- peen.		
Heteoja Kiiminkijoen Natura 2000 -alue (FI1101202)	8.	Vähäinen Tie ja kaapeliyhteys voi vaikuttaa rakentamisen aikana Akanlammelta ja sen yläpuolelta tulevaan valuntaan. Valuntamäärät vähäisiä suhteessa Heteojan valuma-alueeseen. Pysyvä uuden tien kiertävä valuntareitin muodostaminen Heteojaa kohti mahdollinen tienvarsiojalla. Ilman riittä- vää vesiensuojelua rakentamisen aikaisia vaikutuksia Heteojan vedenlaa- tuun.		
Heteoja Kiiminkijoen Natura 2000 -alue (FI1101202)	9.	Ei vaikutusta Tie ja kaapeliyhteys voi vaikuttaa rakentamisen aikana läntiseltä valuma- alueelta (n. 400ha) Korteojan kautta Heteojaan purkavaan valuntaan. Pysyvä pää- virtauksen muutos ei mahdollista. Ei merkittäviä vaikutuksia He- teojan veden laatuun etäisyydestä johtuen.		
Heteoja Kiiminkijoen Natura 2000 -alue (FI1101202)	10.	Vähäinen Tie ja kaapeliyhteys voi aiheuttaa rakentamisen aikana häiriötä Kiiskisuon valuma-alueelta (n.500ha) Heteojaan purkavaan valuntaan. Pysyvä pää- virtauksen ohjautuminen muualle ei mahdollista. Ilman riittävää vesien- suojelua rakentamisen aikaisia vaikutuksia Heteojan vedenlaatuun.		
Kiiskanperän noro Vesilakikohde	10b.	Vähäinen Tie- ja kaapeliyhteys voi aiheuttaa rakentamisen aikaista häiriötä voima- lan 24 eteläpuoliselta Kissanperän ojan kautta tulevaan valuntaan, jolloin väliaikaiset muutokset kiiskanperän noroon mahdollisia, mikäli vesiä		



Vaikutuksen alainen kohde	raken- tamis- kohde	Kokonaisvaikutus vaikutuksen alai- seen kohteeseen, VE1	Kokonaisvaikutus vaikutuksen alai- seen kohteeseen, VE2	Kokonaisvaikutus vaikutuksen alai- seen kohteeseen, VE3
		karkaa ojaverkostosta avosuolle. Ei pysyviä vaikutuksia noroon, kun veden virtaus valmiin tierakenteen läpi varmistetaan.		
Kontiosuo / Pyöriäsuo, Uhanalaiset luontotyytit: Rimpi- neva (EN), saraneva (EN) Luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeä alue (Luo-1)	11.	Ei vaikutusta Rakentaminen metsäojitetulla alueella ei aiheuta merkittäviä muutoksia virtausreitteihin tai suolle saapuvaan valuntaan.		Ei vaikutusta

4.4 Mahdolliset vaikutukset alueen kasvillisuuteen

Aittovaaran Kaava-alueella esiintyy kasvillisuus selvityksen perusteella vaarantu-neita ja erittäin uhanalaisia suotyypppejä. Suomassiivien ravinteisuustaso vaihte-lee mesotrofian ja oligotrofian välillä. Molemmat ravinteisuustasot ovat riippuvai-sia mineraalimailta tulevasta valumasta, mutta eivät erityisen herkkiä väliaikai-sille muutoksille. Tierakenteiden tulee olla sellaiset, että ne mahdollistavat mine-raalimailta tulevien valumisvesien leviämisen suoalueelle myös rakenteen tiivis-tyessä ajan saatossa ja kaapelireittien tai voimalaperustusten ei tule muuttaa päävirtausreittejä nykyisille luonnontilaisille suoalueille. Jos tie- tai kaapelira-kenne estää valunnan, kasvaa vähäravinteisen sadeveden määrä eristyneellä suoalueella. Tämä voi johtaa karummissa oloissa viihtyvien suokasvien yleisty-miseen.

4.5 Lieventämistoimenpiteet

Hankesuunnitelmassa lähtökohtaisesti huomioidaan veden virtaus rakentami- sessa, niin että tierakenteen vedenläpäisevyys vastaa mahdollisimman hyvin nykytilannetta. Yleisesti turvemaille rakennettavan tien aiheuttaman häiriön mi- nimoimiseksi tierakenteen tulisi olla vettäläpäisevä erityisesti hapellisen pinta- turpeen (akrotelman) korkeudella, missä veden virtaus on lähtökohtaisesti te- hokkainta. Lisäksi luontaista virtausta voidaan imitoida usealla leveältä asenne- tulla tierummulla harvemman sijaan. Ojitetuilla turvemaille tierumpu suositel- laan aseteltavaksi nykyisen ojan kohdalle, ellei virtausreittiä muuttamalla ole mahdollista ohjata vesiä ojituksessa luonnontilaltaan heikentyneelle suoalueelle.

Maakaapeleiden rakentamisessa turvemaille tulee huomioida työkoneiden ai- heuttama turvepatjan rikkoontuminen ja rakenteellinen muuttuminen rakennus- vaiheessa. Vauriot tuskin estävät pysyvästi virtausta, mutta ne voivat muuttaa turvepatjan sisäisiä veden virtausreittejä, joiden mukaan reittien alapuoliset suotyytit ovat kehittyneet. Turvepatjan vaurioita voidaan lieventää merkittä- västi ajoittamalla työt talven routa-aikaan. Lisäksi tulee huomioida asennuksen jälkeiset mahdolliset kaapelireitin suuntaiset pysyvät virtausmuunnokset. Ker- ran kaivetut täytetyt ojat usein johtavat vettä paremmin kuin muokkaamaton



turve. Lisäksi painavien työkoneiden käyttö voi aiheuttaa turpeen tiivistymistä. Vesiä voitaisiin pyrkiä ohjaamaan luontaisen virtauksen suuntaisilla ojilla oikeaan suuntaan.

Rakentamisesta syntyvää kiintoainekuormitusta voidaan ehkäistä valuma-alueiden alaosissa tehokkaimmin pintavalutus kentillä ja virtausta hidastavilla pohjapadoilla. Ojiin jätettävillä kaivukatkoilla voidaan myös vähentää kiintoaine ja ravinnekuormitusta alapuolisiin vesistöihin. Erityisesti Aittovaaran Eteläisen valuma-alueen purkupisteen alapuolella voisi toteuttaa kyseisiä vesiensuojelutoimenpiteitä Heteojan vedenlaadun säilyttämiseksi rakentamisen aikana. Myös kiintoaineista kohtalaisesti pysäyttäviä laskeutusaltaita voidaan toteuttaa alueilla, missä yläpuolinen valuma-alue on alle 50 hehtaaria. Lisäksi suunnitelmallisella puuaineksen lisäämisellä ojiin voidaan vähentää ojitusalueilta virtavesiin jo nykytilassa tulevaa pitkäaikaista kuormitusta.

4.6 Vesienpalautus suoalueille

Lievennystoimenpiteiden lisäksi hanketta toteuttaessa on mahdollista ennallistaa vesienpalautuksella metsäojitusten reunaojien kuivattamia ojittamattomia suoalueita. Vesienpalautuksen on todettu olevan kustannusvaikuttavuudeltaan parhaimpia ennallistamisen muotoja Suomessa. Joiltakin osin myös hankkeen rakentamisesta aiheutuvaa vesistökuormitusta voidaan ehkäistä tehokkaasti vesienpalautuksella.

Mahdollisia ennallistamiskohteita pyrittiin tunnistamaan tarkastelemalla Kaava-alueen tärkeimpien suoalueiden luonnontilaisuutta vertaamalla nykytilaa vanhoihin ilmakuviin. Kaava-alueelta löytyy metsäojituksia edeltäviä ilmakuvia mm. vuosilta 1957, 1961 ja 1970.

Alla on listattuna lähtökohtaisesti vesienpalautukseen teknisesti soveltuvat ja karttatarkastelun perusteella vesitaloudeltaan häiriintyneet suoalueet Kaava-alueella.

Kontiosuo

Ilmakuvien perusteella virtausjuotit supistuneet suon pohjois- ja luoteisosissa. Voimalan 14 (VE1 ja VE2) ojitusmetsän kaakkoisosasta voidaan tarkastella virtausjuottien mukaista vesien ohjaamista suolle. Vesienpalautusta voidaan tarkastella myös valuma-alueen luoteiskulmasta kaakkoon.

Sadinsaaren koillinen suo

Ilmakuvien perusteella suon itäinen laita kuivunut ja metsittynyt reunaosan vaikutuksesta. Merkittävin valunta vastaanottajaosiin tulee kuitenkin Kiiskisuoilta. Voimalan 22 (VE1-VE3) eteläpuolisesta ojitusmetsästä voidaan tarkastella vesien ohjaamista suolle jatkamalla olemassa olevia länteen suunnattuja ojia suoalueelle reunaosan läpi.

Paskokorvensuo

Suon etelä- ja kaakkoislaidan rimpiosat supistuneet ja puustoinen rämevyöhyke kehittynyt noin 150 metrin leveydeltä avosuolle. Voimalan 4 (VE1-VE3)



itäpuoliselta ojitusalueelta ojia voidaan tarkastella vesien ohjaamista suoalueelle suota reunustavan ojan läpi jatkamalla olemassa olevia pohjoiseen virtaavia ojia. Vesien ohjausta voidaan tarkastella vastaavasti myös suon itäpuolelta Kaava-alueen rajalta.

Pekansuon länsiosa

Suon vesitalous todennäköisesti häiriintynyt ja lännestä tuleva valunta estynyt 2017 suon läpi kaivetun ojan vaikutuksesta. Mahdollisia pienialaisia kasvillisuus-rakenteen muutoksia, mutta ei vielä vaikutuksia suomassiivin rakenteeseen. Kai-vetun ojan tarpeellisuutta nykytilassa ja itä-länsi suuntaisen vedenvirtauksen pa-lauttamista tulee arvioida.

Kohteiden luonnontilaisuus ja sen heikentyminen sekä ennallistamisen tekniset toteutusmahdollisuudet tulee tarkastaa jatkosuunnittelun yhteydessä maastossa.

Johtopäätökset

Aittovaaran tuulivoimapuiston YVA-menettelyssä esitetyt suunniteltujen voima-loiden sekä tie ja -maakaapeliyhteyksien rakentaminen sijoittuu analyysissä tun-nistetuille neljälle valuma-alueelle. Rakentaminen tapahtuu suurelta osin kiven-näismailla tai ojitetuilla turvemailla.

Aitto-ojan valuma-alueella merkittävät vaikutukset kohdistuvat Aitto-ojaan, joka kuuluu Kiiminkijoen Natura 2000-alueeseen (FI1101202). Vaikutukset ovat enimmäkseen vedenlaatuun liittyviä väliaikaisia vaikutuksia, sillä Aitto-oja on tien ja maakaapelin rakentamisalueella suoristettu eikä vaikutukset näin ollen koh-distu luonnontilaiseen purouomaan. Vaikutuksia voidaan lieventää varmistamalla riittävät vesiensuojelutoimenpiteet.

Vaara-ojan valuma-alueella merkittävät vaikutukset kohdistuvat Iso-Vuoman itä-reunalla sijaitsevaan noroon (vesilaki), joka joudutaan hävittämään kokonaan tai osittain maakaapelin sijoituessa sen kohdalle. Maakaapeli voi lisäksi ohjata vir-tausta luoteeseen, jolloin mm. noron kautta suomuuttuman märimpiin itäosiin kulkeutuva valunta vähenisi pysyvästi. Suomuuttuman alueella ei ole kuitenkaan tunnistettu huomionarvoista suokasvillisuutta tai suotyyppisiä (Sitowise 2023).

Aittovaaran eteläisellä valuma-alueella merkittävät vaikutukset kohdistuvat He-teojaan (FI1101202), missä valuma-alueen länsiosien tie- ja kaapelirakentami-nen voi aiheuttaa kiintoaine ja ravinnekuormitusta vesistöön. Merkittäviä vaiku-tuksia syntyy vain, jos riittäviä vesiensuojelutoimenpiteitä ei toteuteta. Muita vä-häisempiä vaikutuksia voi kohdistua Aittovaaran eteläpuoliselle Päiväkämmenin-suon kalvakkanevalle (VU), missä vaikutukset ovat rakentamisen aikaisia valun-tamäärien muutoksia sekä mahdollisia pysyviä muutoksia yläpuolisen turvemat-riisin sisäisissä virtausreiteissä sen tiivistyessä ja rikkoutuessa rakentamisessa käytettävien raskaiden työkoneiden käytön takia. Sisäisten Virtausreittien muut-tuminen vaikuttaisi kuitenkin lähinnä päiväkämmeninensuon suotyyppien alueelli-seen hyvin hitaaseen muutokseen eikä niiden pinta-alaan vesitalouden pysyessä



muuten nykyisen kaltaisena. Lisäksi pohjoisen sähköaseman rakentaminen voi vaikuttaa väliaikaisesti linnustollisesti huomioitavan Akanlammen vedenlaatuun ja Kiiskenperän noroon (vesilaki) voi aiheutua rakentamisen aikaisia valuntamuu-toksia. Noro sijaitsee rakentamisen vaikutusalueella vain, jos sen eteläpuolisesta ojaverkostosta karkaa vesiä suoalueelle missä noro sijaitsee.

Pyörijäsuon valuma-alueelle ei kohdistu merkittäviä vaikutuksia.

Kaikkiaan vaikutuksia kohdistuu lisäksi suhteellisen pienialaisten luontoarvoil-taan tavanomaisten ojittamattomien pehmeikköjen jäädessä rakentamisen alle tai niiden vesitalouden häiriintyessä rakentamisen takia.

Merkittävimmat erot hankkeen toteutusvaihtoehtojen välillä syntyvät vaihtoeh-tojen VE1 ja VE2 Aitto-ojan ylityksestä, jota vaihtoehto VE3:ssa ei tehdä. Muuten vaihtoehtojen välillä erot ovat vähäisiä ja perustuvat lähinnä yksittäisten voima-loiden sijainteihin (kohteet 2, 3, 3b, 5b ja 6b). Lopullisessa suunnitelmassa voi-malasijoittelua ojitettuihin pehmeikköihin tulee välttää kiintoaine- ja ravinne-kuormituksen ehkäisemiseksi.

Rakentamisessa tulee huomioida tierakenteiden riittävä vedenläpäisevyys erityi-sesti ojittamattomissa pehmeiköissä sekä tierumpujen käyttö erityisesti oji-koissa. Kaapelirakentamisessa tulee pyrkiä ehkäisemään ylimääräisiä turvepat-jan vaurioita. Tavanomaisten lievennystoimenpiteiden lisäksi pintavesianalyysin yhteydessä Kaava-alueella tunnistettiin useita aapasoita, joilla on potentiaalia ennallistamiseen vesienpalautuksella.



Lähteet

- Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. 2013. Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. ISBN(PDF) 978-952-295-025-3
- Aapala, K., Sallantausta, T. & Haapalehto, T. 2008. Metsäojitettujen soiden ennallistaminen. Teoksessa: Silver, T., Kittamaa, S. & Saarinen, M. 2015. Soiden ennallistamisen tarpeet, halukkuus sekä tavoitteet ja niiden toteutuminen Lounais-Suomessa. Luonnonhoitohankeraportti, Suomen Metsäkeskus. ISBN 978-952-283-028-9
- Bonn, A., Allot, T., Evans, M., Joosten, H. & Stoneman, R. 2016. Peatland Restoration and Ecosystem Services: Science, Policy and Practice. DOI:10.1017/CBO9781139177788
- Kaakinen, E., Kokko, A., Aapala, K., Autio, O., Eurola, S., Hotanen, J-P., Kondelin, H., Lindholm, T., Nousiainen, H., Rehell, S., Ruuhijärvi, R., Sallantausta, T., Salminen, P., Tahvanainen, T., Tuominen, S., Turunen J., Vasander, H. & Virtanen, K. 2018. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018: Luontotyyppien punainen kirja. Osa 2: Luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristö 5. s. 327-471. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4819-4>
- Rehell, S., Kondelin, H. & Laitinen, J. 2005. Aapasoiden suurmuotojen kehitys Pohjois-Pohjanmaan maankohoamisrannikolla. Käsikirjoitus. Teoksessa: Kokko, A., Kaakinen, E., Aapala, K., Eurola, S., Heikkilä, R., Hotanen, J-P., Kalpio, S., Kondelin, H., Lindholm, T., Nousiainen, H., Ruuhijärvi, R., Salminen, P., Vasander, H., & Virtanen, K. 2005. Soiden luontotyyppit ja luontotyyppiyhdistelmät. Suomen ympäristö 765. s. 71-81. ISBN 952-11-1988-8
- Sallantausta, T. 2006. Mire ecohydrology in Finland. Teoksessa: Lindholm, T. & Heikkilä, R. (eds.) Finland - Land of Mires. The Finnish Environment 23/2006, Finnish Environment Institute, Helsinki, 105-118. Online at: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/37961>
- Sallinen, A., Tuominen, S., Kumpula, T. & Tahvanainen, T. 2019. Undrained peatland areas disturbed by surrounding drainage: a large-scale GIS analysis in Finland with a special focus on aapa mires. Mires and Peat. 24. s. 1-22. 10.19189/MaP.2018.AJB.391.
- Sitowise Oy, 2023. Aittovaaran tuulivoimahankkeen kasvillisuus- ja luontotyyppiselvitys 2023.

