

Aurinkovoimalahankkeen vesistövaikutukset ja vesiensuojelusuunnitelma

SISÄLLYSLUETTELO

1.	Johdanto	4
2.	Hankealueen kuvaus	5
2.1.	Hankealueen yleiskuvaus	5
2.2.	Suojelualueet ja erityisen herkäät kohteet.....	6
2.3.	Vesistöt.....	6
2.3.1	Valuma-alue tarkastelu	6
2.3.2	Kuivajoki	7
2.3.3	Kuivajoen vedenlaatu ja ekologinen tila	8
2.3.4	Kuivajoen pohjaeläimistö ja kalasto	8
3.	Vesistökuormitus	8
3.1.	Lähtötiedot ja tutkimusmenetelmät	9
3.2.	Tulokset	10
4.	Valunnan laskenta	11
4.1	Lähtötiedot	11
4.2	Tulokset	12
5.	Vesistövaikutusten arviointi	13
5.1.	Lähtötiedot ja tutkimusmenetelmät	13
5.2.	Yhteenveto vaikutuksista.....	13
5.3.	Arvioinnin epävarmuus ja seurantarve	15
6.	Vesiensuojelusuunnitelma	15
6.1.	Altaiden mitoitus.....	17
6.1.1	Lähtötiedot ja tutkimusmenetelmät	17
6.1.2	Tulokset	18
7.	Lähteet	18

LIITE 1. Vesistökuormituslaskelma Luola-aavan aurinkovoimalahankkeessa

LIITE 2. Kartta-aineisto vesistökuormituslaskelmaan

LIITE 3. Valuntalaskelma

1. Johdanto

Vesistövaikutusten selvittäminen ja hallinta ovat tärkeitä toimenpiteitä vesien tilan ylläpitämiseksi ja parantamiseksi sekä ympäristönsuojelun edistämiseksi monenlaisissa hankkeissa. Vesistövaikutuksiin lukeutuvat usein vaikutukset vesien hydrologiseen kiertoon, ravinteiden kulkuun ja valuntaan. Nämä aiheuttavat edelleen vaikutuksia muun muassa vesistöjen ekosysteemeihin ja vedenlaatuun. Vesistönsuojelu on avainasemassa siinä, että erilaisia hankkeita voidaan toteuttaa ilman, että niiden vaikutukset ympäristölle ja erityisesti vesistöihin ovat kestäättömiä.

Vesistökuormitus vaikuttaa vesistöjen kemialliseen koostumukseen ja ekologiseen tasapainoon, ja se voi aiheuttaa haitallisia vaikutuksia vesiekosysteemeille. Tyypillisiä vesistökuormitukseen liittyviä tekijöitä ovat esimerkiksi ravinteet typpi ja fosfori, jotka voivat aiheuttaa rehevöitymistä ja liiallista levien kasvua ja siten häiritä vesiekosysteemin tasapainoa.

Luonnontilaiselta metsä- ja suoalueelta tulevaa vesistökuormitusta kutsutaan taustakuormaksi tai luonnonhuuhtoumaksi. Lisäksi maankäytöstä ja muusta ihmistoiminnasta aiheutuu lähes aina ravinne- ja kiintoainekuormitusta vesistöihin. Taustakuormitus muodostaakin kuormituksen perustason, johon ihmistoiminnasta aiheutuvaa vesistökuormitusta tyypillisesti verrataan (Launiainen Samuli ym., KUSTAA-työkalu valuma-alueen vesistökuormituksen laskemiseksi, Syken raportteja 33/2014, s 9).

Aurinkovoimaloiden suurimmat vaikutukset pintavesiin ja vesistöihin aiheutuvat suurimmaksi osaksi aurinkovoimaloiden rakentamisesta. Aurinkovoimalan rakentaminen vaatii maanrakennustöitä ja muuttaa maankäyttöä alueella. Maanrakennustyöt lisäävät väliaikaisesti maaperän eroosiota, mikä voi osaltaan lisätä pintavesiin kohdistuvaa valuntaa sekä kiintoaines- ja ravinnekuormitusta vesistöissä. Myös puuston poisto aurinkovoimalan paneelialueelta voi lisätä virtaamia ja kiintoainekuormitusta, sillä puut pitävät sadevettä latvustoon, vähentävät valuntaa sitomalla vettä maaperästä ja haihduttamalla sitä ilmaan. Suurin vesistökuormitus kohdistuu juuri rakentamisen ajalle ja vesistökuormitus vähenee ajan saatossa. Kiintoainepitoisuuden kasvu voi lisätä veden sameutta vähentäen biologista tuotantoa ja luonnon monimuotoisuutta. Orgaanisten yhdisteiden lisääntyneen määrän hajoaminen kuluttaa happea ja suuret ravinnepitoisuudet voivat haitata ekosysteemin toimintaa ja johtavaa leväkukintoihin. Turvemailla pintamaiden poisto voi lisätä humus-, ravinne- ja rautakuormitusta vesistöihin.

Nordic Generation Oy suunnittelee Luola-aavan aurinkovoimalaa Iin kuntaan Luola-aavan alueelle noin 22 km Kuivaniemen kylän taajamasta koilliseen. Hankealue sijaitsee noin kilometrin Simon kunnan rajalta etelään ja Kuivajoki virtaa noin 2 kilometriä hankealueelta etelään. Hankealueen laajuus on yhteensä 235 hehtaaria, josta noin 186 hehtaaria on suunniteltu rakennettavan aurinkopaneelialueiksi. Hankkeen liityntäteho on noin 100 MW ja hankkeen vuosituotanto on noin 98 GWh. Voimalan toiminta-aika on lähtökohtaisesti noin 35–40 vuotta. Voimalan toiminnan päätyttyä voimalan rakenteet puretaan ja poistetaan alueelta.

Voimalan sähkötekniinen liittyminen on suunniteltu Fingrid Oy:n Hervan sähköasemaan, joka sijaitsee hankealueesta noin 21 km etelään. Liityntäreitti kulkee ensin maakaapelilla voimalaitokselta länteen Fingrid Oy:n nykyisen 400 kV voimajohdon läheisyyteen, jossa ensisijainen vaihtoehto on liittyä Fingrid Oy:n uuden Petäjäsoski-Nuojuankangas voimalinjan ilmajohtorakenteisiin ja liittyä näitä rakenteita hyödyntäen Hervan sähköasemalle. Toissijaisena vaihtoehtona voimalaitokselle rakennetaan uusi 110kV ilmalinja Fingrid Oy:n uuden Petäjäsoski-Nuojuankangas 400 + 110 kV ilmalinjan viereen. Linja-aukkoa täytyisi tässä tapauksessa leventää.

Tässä vesistövaikutusten arvioinnissa keskitytään arvioimaan Luola-aavan aurinkovoimalan vaikutuksia vesistöön. Vaikutuksia arvioidaan asiantuntija-arviona hyödyntämällä kirjallisuustietoja ja laskennallista vesistökuormituslaskentaa ottaen huomioon hankealueen ja lähiympäristön nykytila ja ominaispiirteet. Hankkeen aiheuttamaa kuormitusta ja valunnan lisääntymistä verrataan nykytilanteeseen ja vaikutusten arvioinnissa huomioidaan erityisesti herkätkä kohteet ja hankealueen alapuoliset vesistöt.

Selvityksen lopussa esitellään toimenpideratkaisuja hankealueen vesistövaikutusten vähentämiseksi. Hulevesiselvityksessä A-Insinöörit Oy, 27.6.2024) on esitetty hankealueen hulevesien hallintamenetelmiä, mitä tässä suunnitelmassa myös käydään läpi.

2. Hankealueen kuvaus

Nordic Generation Oy:n hallinnoiman projektiyhtiö Luola S SPC Oy:n suunnittelema Luola-aavan aurinkovoimala sijaitsee lin kunnassa Luola-aavan alueella. Kuivajoki virtaa noin 2 kilometriä hankealueelta etelään. Hankealueen laajuus on yhteensä 235 hehtaaria, josta noin 186 hehtaaria on suunniteltu rakennettavan aurinkopaneelialueiksi.

Kartta-aineisto hankealueesta ja sen maankäytöstä esitetään liitteenä (Liite 2). Kuvia hankealueesta ja karttakuvia on esitetty Luola-aavan aurinkovoimahankkeen hankeselostuksessa (Nordic Generation Oy, 2024).

2.1. Hankealueen yleiskuvaus

Hankealue on pääasiassa viljelykäyttöön muokattua turvemaata. Hankealueen pohjoisosassa on myös metsäistä alueita, ja keskiosassa metsäisiä suoalueita. Suoalueet ovat osin ohitettuja ja hankealueella olevaa puustoa on harvennettu. Hankealueella ei ole järviä tai jokia, eikä alueelle sijoitu erityisiä ns. luonnonmukaisia ympäristöjä. Hankealueella ei sijaitse asuinrakennuksia. Hankealueen lähiympäristö on harvaan asuttua ja hankealueen reuna-alueilla sijaitsee yksittäisiä asuinrakennuksia.

Hankealueella metsäisiä turvealueita on raivattu peltokäyttöön ajan saatossa. Historiallisten ilmakuvien perusteella ensimmäisiä viljelyksiä alueella on ollut jo 1950- luvulta lähtien. Turvealueiden viljelyskäyttöön ottamisen yhteydessä alueiden paikalliskuivatus on hoidettu avo-ojituksella eli sarkaojituksella. Osassa hankealuetta on ollut myös turvetuotantoa. Viimeiset turvetuotantotoimet ovat ajoittuneet 90 – luvulle. (Lähde: Maveplan, 2023)

Pelloista noin 15 % on nykyisellään viljelykäytössä (Luola-aavan hankeselostus, 29.02.2024). Loput entisistä pelloista eivät ole enää varsinaisessa viljelykäytössä, mutta niillä kasvatetaan heinää (rehuviljaa), tai ne pidetään avoimina taimikoista. Sarkaojien kunto vaihtelee merkittävästi. Alueella on uusia vasta perattuja sarkaojituksia sekä tukkoisia ja matalia vanhoja ojia. Sarkaojien suunta vaihtelee hankealueella. Lisäksi hankealueella on pääuomat, jotka kulkevat pohjoisesta etelään Kuivajokea kohti. Uomat ovat paikoin pajuttuneet, jonka lisäksi yksittäisiä tukkopaikkoja esiintyy niissä jonkin verran (Lähde: Nordic Generation Oy, 2024).

Hankealue on tasaista ja sen korkeudet ovat pohjoisessa +95,0 ja etelässä +81,5 metriä merenpinnan yläpuolella. Alueen keskikaltevuus on 0,35 % Kuivajokea kohti. Alueen luontainen topografia soveltuu hyvin kuivatusvesien johtamiseksi alapuoliseen vesistöön. Peltoalueiden ympärillä ei ole vanhoja eristysojia tai muita vesien käsittelyä varten tehtyjä rakenteita (Lähde: Maveplan, 2023),

Hankealueen maaperä muodostuu pääosin turvekerroksesta. Alueella on myös pienempiä osia sekalajitteista maalajia, joiden päälajitetta ei ole selvitetty, sekä soistumaa (GTK, Maankamara-karttapalvelu, Maaperäkartta). Turvekerroksen syvyys vaihtelee Maveplan Oy:n laatiman esiselvityksen mukaan 0,5–2 metrin välillä. Turvekerroksen alapuolinen maaperä on todennäköisesti kitkamaata, joka soveltuu hyvin rakentamiseen.

Hankealue rajautuu suurimmalta osalta viereisiin metsäisiin alueisiin sekä metsäisiin suoalueisiin. Alueen itäpuolella pohjois-eteläsuunnassa kulkee Luola-aavantie, joka risteää itä-länsisuuntaiseksi ja kulkee sitten hankealueen läpi sen pohjoisosassa. Lisäksi hankealueen lävitse kulkee etelämpänä itä-länsisuunnassa Kuusikkosaarentie, joka kääntyy hankealueen länsireunassa pohjoiseen ja kulkee hankealueen viertä ja osittain sen läpi kohti pohjoista. Luola-aavantie ja Kuusikkosaarentie risteävät hankealueen länsipuolella.

2.2. Suojelualueet ja erityisen herkät kohteet

Hankealueella ei sijaitse luonnonsuojelualueita. Lähimmät luonnonsuojelualueet ovat Natura-ohjelmaan kuuluva Rimpijärven-Uusijärven (SAC/SPA, aluetunnus: F11101405) soidensuojelualue ja Veskanlammen yksityisillä mailla sijaitseva Veskanriistan (YSA251208) luonnonsuojelualue. Kyseiset luonnonsuojelualueet sijaitsevat lähimmilläänkin noin 2 kilometrin etäisyydellä hankealueesta. Hankealueen vedet eivät virtaa näiden luonnonsuojelualueiden läpi (Lähde: Luola-aavan hankeselostus, Karpalo-karttapalvelu, 2024).

Alueen länsi- luoteis- ja pohjoispuolilla sijaitsee Simon-Kuivaniemen suokeskittymä, joka on määritelty tärkeäksi kansalliseksi linnustoalueeksi (FINIBA), sekä kansainvälisesti merkittäväksi linnustoalueeksi (IBA). Suokeskittymä on kokonaisuus, joka koostuu useista soista. Hankealueen vedet eivät virtaa suokeskittymän alueille ja hankkeella ei ole vesistövaikutuksia suokeskittymään (Lähde: Luola-aavan hankeselostus, Birdlife Suomi, 2024).

Hankealueen ympäristössä sijaitsee yksittäisiä metsälaki 10§:n mukaisia erityisen tärkeitä elinympäristöjä. Lähin näistä on hankealueen itäpuolelle sijoittuva pienvesistön välittömäksi lähiympäristöksi määritelty 700 m² kokoinen alue, josta on etäisyyttä hankealueelle noin 200 metriä. Hankealueen pintavedet eivät ohjaudu kyseisen elinympäristön läpi. Hankealueen ja elinympäristön välillä on myös ojituksia, jotka ohjaavat vedet pois päin (etelään) hankealueesta sekä elinympäristöstä (Lähde: Luola-aavan hankeselostus, Maanmittauslaitos, 2024).

Hankealueen eteläpuolelle, alueelta Kuivajokeen laskevan ojan vierelle sijoittuu myös metsälaki 10§:n mukainen erityisen tärkeä elinympäristö. Etäisyys hankealueelta on noin 1,5 km. Kyseessä on pienvesien välitön lähiympäristö ja hankealueen vedet ohjautuvat alueen läpi. Tämän tärkeän elinympäristön läpi virtaa vesiä myös muualta hankealueen itäpuolelta (Lähde: Luola-aavan hankeselostus, Maanmittauslaitos, 2024).

2.3. Vesistöt

Hankealueella ei sijaitse järviä tai jokia. Hankealueella on paljon turvemaan kuivatukseen viljelykäyttöön otoksi käytettyä sarkaojastoa sekä pääuomat pohjois-eteläsuunnassa.

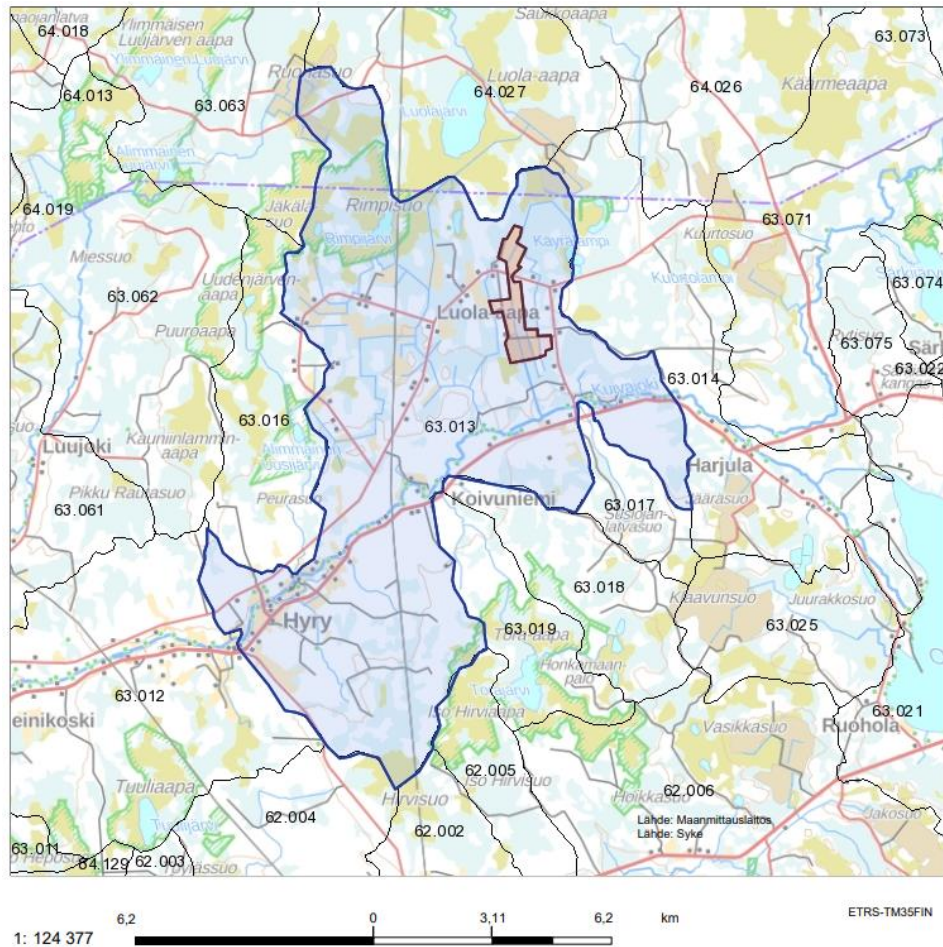
Hankealue kuuluu Kuivajoen päävesistöalueeseen (63) ja Hyryn valuma-alueelle (63.013) vuoden 1990 valuma-aluejaon mukaisesti. Valuma-alueen järvisuusprosentti on 0,3. Hankealueelta vedet laskevat etelään purkuoijiin ja niiden kautta Kuivajokeen noin 1,5 km hankealueen eteläpuolella. Kuivajoki virtaa Perämereen. Alue kuuluu Oulujoen-lijoen vesienhoitoalueeseen.

Lähimmät järvet ja lammet ovat noin kilometrin etäisyydellä sijaitsevat Pikku Luolajärvi alueen länsipuolella ja Käyrälampi sekä Veskanlampi itäpuolella. Hankealueen vedet eivät virtaa näiden läpi.

Hankealue ja sähköliityntäreitti eivät sijoitu pohjavesialueille. Hankealuetta lähimmät pohjavesialueet ovat Yliojanharju, Haarakoski ja Närränharju. Pohjavesialueet sijaitsevat lähimmillään 3,5 kilometrin päässä hankealueesta. Hankealueen sähköliityntäreitin läheisyydessä ei sijaitse pohjavesialueita.

2.3.1 Valuma-alueetarkastelu

Hankealue kuuluu Kuivajoen päävesistöalueeseen (63) ja Hyryn valuma-alueelle (63.013) vuoden 1990 valuma-aluejaon mukaisesti. Valuma-alueen vedet ohjautuvat valuma-alueelta Kuivajokeen ja edelleen kohti Perämerta. Valuma-alueen purkupiste sijaitsee alueen lounaisosassa Hyryn alueella. Hankealueen sijoittuminen Hyryn valuma-alueelle on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Hankealueen sijainti valuma-alueilla, 3. jakovaiheen valuma-alueajat (SYKE, 2024)

Hyryn valuma-alueen koko on noin 100,2 km². Valuma-alueella on muutamia pieniä järviä ja valuma-alueen järvisuusprosentti on 0,3 prosenttia. Valuma-alueella harjoitetaan paljon maa- ja metsätaloutta. Valuma-alueella syntyy fosforikuormitusta pääasiassa maataloudesta sekä pienemmissä määrin turvetuotannosta ja metsätaloudesta. Suurin osa tyyppikuormituksesta on peräisin metsä- ja suomaan luonnonhuuhtoumasta (FCG 2019, Kuivajoen vesiensuojelun yleissuunnitelma).

Hankealueen pinta-ala on 2,3 % Hyryn valuma-alueen pinta-alasta.

2.3.2 Kuivajoki

Kuivajoki saa alkunsa Oijärvestä ja laskee Perämereen Kuivaniemen edustalla. Kuivajoen pituus on 49,8 km ja joella on putoamiskorkeutta noin 90 metriä. Kuivajoki on suuri turvemaiden joki ja sen vesi on humus- ja rautapitoista. Jokivesi on väriltään tummaa ja lievästi hapanta. Kuivajoen sivujokia ovat Luujoki sekä Hamarinjoki. Kuivajokeen on tehty vesiensuojelun yleissuunnitelma vuonna 2019 (FCG, 2019).

Kuivajoki ei ole voimakkaasti muunneltu vesimuodostuma. Joen ylimpiä koskia on perattu uiton mahdollistamiseksi vesistöissä sekä tulvasuojelun toimenpiteenä. Koskialueita on myös kunnostettu 2000-luvulla (FCG, 2019).

Kuivajokea ei ole nimetty voimakkaasti muutetuksi vesimuodostumaksi. Hydrologis-morfologiseen tilaan vaikuttaa uittoa ja tulvasuojelua varten tehdyt perkaukset. Lisäksi joen ylimpiä koskia on perattu Oijärven laskemiseksi. Uittoperkaukset ovat olleet pääsääntöisesti melko kevyitä, mutta muutama koskea on perattu melko rankasti. Koskialueita on kunnostettu 2000-luvulla. Kuivajoen virtaamaa ja

vedenkorkeutta mitataan jatkuvasti Ravaskan (6300210) havaintoasemalta (FCG, 2019; Eurofins Ahma Oy, 2020).

Kuivajoki on koskiensuojelulailla (85/1987) suojeltu voimalaitosrakentamiselta.

2.3.3 Kuivajoen vedenlaatu ja ekologinen tila

Kuivajoen ekologinen tila on hyvä ja luokittelu perustuu laajaan aineistoon. Myös Kuivajoen hydrologis-morfologinen tila on hyvä. Kemiallinen tila on hyvää huonompi, kuten Suomessa yleensäkin. (Vesikartta, 14.08.2024)

Kuivajoen veden kokonaisfosforipitoisuus on vuosina 2019–2020 ollut joen yläosissa keskimäärin alaosien pitoisuutta korkeampi ja ilmentää tyydyttävää tilaa. Alaosissa fosforipitoisuus ilmentää hyvää tilaa. Kokonaistyyppipitoisuudet Kuivajoessa ilmentävät hyvää tilaa. Korkeimmat keskimääräiset tyyppipitoisuudet löytyvät joen yläosista. Kuivajoen kiintoainepitoisuus on ollut mittauksissa vuonna 2019 keskimäärin 4,8–8,1 mg/l (FCG, 2019; Eurofins Ahma Oy, 2020).

Kuivajoen vesistöalueella happamien sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyys on monin paikoin suuri tai kohtalainen. Kuivajoen veden ei ole kuitenkaan mitattu olevan kovin matala. Matalimmat pH-arvot ilmentävät hyvää tai erinomaista tilaa. Paikoitellen pienemmissä uomissa turvetuotantoalueiden alapuolella on havaittu matalampia pH-arvoja (pH 5) (FCG, 2019; Eurofins Ahma Oy, 2020).

Kuivajoen suojelemiseksi on tuotettu Kuivajoen vesiensuojelun yleissuunnitelma vuonna 2019. Vesiensuojelun yleissuunnitelma koskee Oijärven alapuolista Kuivajoen valuma-aluetta. Yleissuunnitelmassa selvitettiin Kuivajoen ja sen sivu-uomien vedenlaatua perustuen olemassa oleviin vedenlaatutuloksiin 2010-luvulta sekä ottamalla joesta lisävesinäytteitä vuonna 2018 ja ehdotettiin vesiensuojelutoimenpiteitä ensisijaisesti vedenlaatu- ja kuormitustarkastelussa esille nousseille alueille (FCG, 2019; Eurofins Ahma Oy, 2020).

2.3.4 Kuivajoen pohjaeläimistö ja kalasto

Kuivajoen biologinen tila on hyvä. Tilaluokitus perustuu vuosien 2009 ja 2012 Hirvaskosken päällysvä-näytteisiin (hyvä) ja pohjaeläinnäytteisiin (erinomainen) sekä koekalastustuloksiin (hyvä) vuosilta 2006–2009. (FCG, 2019)

Kuivajoessa vaelluskaloilla on vapaa kulku koko Kuivajoen matkalla. Kuivajoessa on aiemmin ollut oma lohikanta, joka on kuitenkin hävinnyt. Kuivajoki kuuluu Itämeren kalastuskomission merilohen toiminta-ohjelmaan Salmon Action Plan (SAP), jonka tavoitteena on saada palautettua Kuivajoki lohijokeksi.

Kuivajokeen on toteutettu lohi-istutusta 2000-luvun vaihteessa, jolloin jokeen perustettiin uusia kutusorakoita, kivettiin koskia ja tehtiin mittavia lohenpoikasistuksia (Juntunen ym.). Kuivajoessa tavataan myös muun muassa ahventa, harjusta ja nahkiaista. Jokeen on myös siirretty jokirapua. (Järvi-meriwiki, 14.8.2024)

3. Vesistökuormitus

Vaikutuksia vesistökuormitukseen on selvitetty kuormituslaskennalla, missä on arvioitu alueen nykyinen vesistökuormitus sekä aurinkovoimalahankkeen rakentamisesta aiheutuva tuleva kuormitus hankealueilta.

3.1. Lähtötiedot ja tutkimusmenetelmät

Tässä selvityksessä on laskettu nykyinen vesistökuormitus sekä aurinkovoimalahankkeen rakentamisesta aiheutuva kuormituksen muutos Luola-aavan aurinkovoimalan hankealueilta Hyryn alueen (63.013) valuma-alueelle. Laskennan perustana on käytetty hankealueen nykyistä ja tulevaa maankäyttöä ja eri maankäyttömuodoille kirjallisuudessa esitettyjä ominaiskuormituslukuja.

Laskentaperusteet ja taulukot on kuvattu tarkemmin liitteessä 1. Osa hankealueesta jää ennalleen, ja näiden alueiden osalta kuormitus on laskettu käyttäen nykyisen maankäytön aiheuttamaa kuormitusta alueelta.

Laskennassa ei huomioitu taustakuormaa, sillä laskennan ensisijainen tavoite oli vertailla nykyhetken kuormitusta hankkeen aiheuttamaan kuormitukseen. Vesistökuormitusta tiestölle tai uusille ojille ei ole laskettu erikseen.

Hankealue on laajuudeltaan noin 235 ha ja se koostuu yhdestä yhtenäisestä alueesta. Hankealueesta noin 186 hehtaaria tulee aurinkovoimakäyttöön ja muut alueet jäävät nykyiselleen.

Hankealueen nykyisten maankäyttömuotojen selvittämiseen käytettiin Luola-aavan hankeselostuksen (Nordic Generation Oy, 29.2.2024) tietoja ja kuvia sekä Maanmittauslaitoksen kartta-aineistoja. Liitteessä 2 on esitetty ortokarttakuvat, joihin on merkitty hankealueen rajat ja hankealueella sijaitsevat metsäalueet, viljelysalueet sekä rehuviljelyalueet. Hankealueella on lisäksi jonkin verran ojitettua suota, joka on metsittyntä.

Hankealueen maaperä selvitettiin hankeselostuksen ja Maveplanin esiselvityksen tietoja sekä Geologian tutkimuslaitoksen maaperäaineistoa käyttäen. Turvemaiden ja sekalajitteisella maalla sijaitsevien alueiden pinta-alojen laskemiseksi käytettiin KARPALO-karttapalvelun työkalua. Käytännössä metsittyneet suot sijaitsevat turvemaiden ja muut metsäalueet sekalajitteisten maalajien mailla.

Taulukkoon 1 on koottu hankealueelle suunniteltujen paneelialueiden maankäyttömuodot ja niiden pinta-alat.

Taulukko 1. Hankealueen nykyiset maankäyttömuodot.

HANKEALUEEN MAANKÄYTTÖ	PINTA-ALA (HA)
Kokonaispinta-ala	235
Viljelysmaata, rehuvilja	145
Viljelysmaata, syyskyntö	23
Sulkeutunutta metsää, sekalajitteinen maa	42
Metsittyntä suota, turvemaa	26

Peltoviljelyn vesistökuormitus

Nykytilanne: Hankealueesta suurin osa on peltoviljeltyä pinta-alaa. Peltoviljelyn aiheuttamaa vesistökuormitusta on myös arvioitu ominaiskuormitusluvuilla, jotka on saatu Syken julkaisusta KUSTAA-työkalu valuma-alueen vesistökuormituksen laskentaa (taulukko 2). Laskennassa on käytetty peltoviljelyn ominaiskuormituslukuja riippuen pellon käytöstä. Syyskynnön kuormituslukuja käytetään pelloilla, joilla on arvioitu kasvatettavan viljaa elintarviketeollisuuteen, sillä syyskyntö on edelleen yleisin

maanmuokkaustapa Suomessa (mm. magritek.fi/ajankohtaista). Muilla alueilla kasvatetaan rehuviljaa ja kuormituslukuina pysyvän nurmipeitteen lukuja. Rehun kasvatuksessa heinät korjataan pelloilta syksyisin, mutta toiminta ei vaadi maan kyntöä tai muita suuria maanmuokkaustoimia vuosittain.

Tuleva kuormitus: Hankkeen myötä nykyiset, laajat viljelyalueet muokataan aurinkopaneelleille sopiviksi. Aurinkopaneelientälle istutetaan nurmi- ja niittykasvillisuutta perustustöiden jälkeen, ja nykyisiä viljelyalueita voidaan kuvata viherkesantoalueiksi, jotka on kylvetty esimerkiksi monivuotisilla niitty- tai nurmikasveilla. Ominaiskuormituslukuina viherkesannolle on käytetty Syken julkaisussa Kustaa -työkalu valuma-alueen vesistökuormituksen laskentaan (Launiainen, Samuli. ym. 2014, taulukko 2) esitettyjä ominaiskuormituslukuja.

Metsätalouden vesistökuormitus

Nykytilanne: Hankealueella on pienessä määrin (alle 20 % hankealueesta) metsätaloukselta ja metsittynyt suota. Metsittyneitten soiden aiheuttamaa vesistökuormitusta on arvioitu käyttäen Syken julkaisussa KUSTAA-työkalu valuma-alueen vesistökuormituksen laskentaa (Launiainen, Samuli. ym. 2014. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 33/2014, taulukko 2) ja siinä esitettyjä turvemaiden uudistushakkuun kuormituslukuja. Hankealueen sekalajitteisten maiden metsätalouden aiheuttamaa vesistökuormitusta on arvioitu käyttäen julkaisussa Metsistä ja soilta tuleva vesistökuormitus 2020 esitettyjä metsätalouden ominaiskuormituslukuja (Finér Leena ym. VN selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2020:6, taulukko 4).

Tuleva kuormitus: Aurinkovoimalahankkeen toteutuessa puusto poistetaan rakennettavalta kentältä ja tiestön tieltä. Osa metsistä jää hankealueelle ennalleen. Hakattavilta metsäalueilta muodostuva vesistökuormitus vastaa metsätaloustoimenpiteiden aiheuttamaa vesistökuormitusta ja ominaiskuormituslukuina on käytetty Metsäisten valuma-alueiden vesistökuormituksen laskentaa – julkaisussa (Finér, Leena ym. 2010. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 33/2010, taulukot 4 ja 5) esitettyjä ominaiskuormituslukuja hakkuista seuraaville kymmenelle vuodelle. Ominaiskuormitusluvut ovat riippuvaiset maaperälajista.

Kiintoainekuormitus maanmuokkauksesta

Vesistökuormituksen laskennassa on otettu huomioon myös kiintoaine. Kiintoainekuormituksen laske- miseksi on käytetty kunnostusojituksen kertoimia, sillä nämä kuvaavat hyvin alueella sekä pelto- että metsämailla tehtäviä maanmuokkaustoimia. Ominaiskuormitusluvut kymmenelle vuodelle alkaen maanmuokkauksen suorittamisesta on otettu julkaisusta Metsäisten valuma-alueiden vesistökuormituksen laskenta (Finér, Leena ym. 2010. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 33/2010, taulukko 6). Turve- maille ja kivennäismaille ei ole määritetty kuormituslukua erikseen.

3.2. Tulokset

Vesistökuormituslaskelman tulokset kymmenelle vuodelle on esitetty taulukossa 2. Aurinkovoimalan rakentaminen ei juurikaan lisää kymmenen vuoden keskimääräisiä ravinnekuormia, ja aurinkovoimalan toiminnan aikana kiintoainekuormitukset alueelta vähenevät nykyiseen verrattuna.

Taulukko 2. Laskennallinen vesistökuormitus kymmenessä vuodessa nykyisellä maankäytöllä ja hankkeen toteutuessa.

VESISTÖKUORMITUS	TYPPI, KG/10V	FOSFORI, KG/10V	KIINTOAINE, KG/10V
Nykytila	15 362	1 738	653 445
Mahdollinen tuleva kuormitus	13 086	1 914	228 808

Suurin vesistökuormitus ajoittuu ensimmäisiin vuosiin ja erityisesti rakennusvaiheen aikaiseen maanmuokkaukseen. Vesistökuormituslaskelman tuloksista voidaan päätellä, että nykytilanteen jatkuessa,

hankealueilla metsätaloudsmetsät ja peltoviljely aiheuttavat merkittävimmät ravinnekuormitukset ja peltoviljely merkittävimmät kiintoainekuormitukset valuma-alueen vesistöihin.

Kiintoainekuormituksen väheneminen verrattessa kymmenen vuoden keskiarvoja, johtuu pääasiassa peltoviljelyn vähenemisestä alueella. Kiintoainekuormitusta aiheuttaa metsän kaataminen ja maan muokkaus paneelialueiden rakentamisen aikana, mutta kuormitus vähenee, kun alueelle istutetaan niitty- ja nurmikasvillisuutta.

Typyikuormituksen väheneminen johtuu pääasiassa siitä, että peltoviljely ja erityisesti syyskylvö loppuu alueella. Tulevan kuormituksen arvioinnissa on käytetty viherkesannon kuormitusarvoja. Vaikka viherkesanto tuo kuormitusta, on se pienempää kuin peltoviljelyn aiheuttama kuormitus. Fosforikuormitus nousee hieman, mikä johtuu lähinnä paneelialueen (viherkesanto) hieman korkeammasta fosforikuormituksesta verrattuna rehuviljan kasvattamiseen.

Aurinkovoimalan rakennusaikana kuormitus on suurimmillaan ja huomattavasti suurempaa kuin kymmenen vuoden keskiarvo. Kuormitus vähenee rakentamisvaiheen jälkeisinä vuosina huomattavasti, kun maanmuokkaustöitä ei tehdä. Aurinkovoimahankkeen aiheuttamat ojitusten vaikutukset ovat verrattavissa metsien kunnostusojitusten vaikutuksiin. Alue on kuitenkin tasaista ja kaltevuusvaihtelut ovat pieniä, joten virtaamisnopeudet alueelta ovat hitaita, ja ne vähentävät osaltaan valunta ja kuormituspiikkejä alapuolisiin vesistöihin. Vaikka laskelma on tehty vuositasolla, vesistökuormitus painottuu vuosittain syyssateiden ja lumen sulamisen aikaan.

Laskennassa ei ole otettu huomioon taustakuormaa, vaan on arvioitu ainoastaan maankäytöstä muodostuvaa kuormitusta. Taustakuormitus on sama molemmissa skenaarioissa ja sen huomioon ottaminen johtaisi huomattavasti pienempiin prosentuaalisiin eroihin nykytilanteen ja tulevan kuormituksen välillä. Taustakuormaa ei huomioitu, sillä laskennan ensisijainen tavoite oli vertailla nykyhetken kuormitusta aurinkovoimalahankkeen aiheuttamaan kuormitukseen.

Nykytilanteen kuormituslaskennassa on arvioitu, ettei ojitetuilta metsätalousalueilta muodostu kiintoainekuormitusta, eikä alueella ole tehty merkittäviä hakkuita viime vuosina. Oletuksena on myös ollut, että vesiensuojelutoimenpiteistä on huolehdittu asianmukaisilla menetelmillä. Myös huoltotiestöjen ja tienvarsiuojastojen rakentamisesta aiheutuu lisäksi jonkin verran vesistökuormitusta. Rakentamisen aikaiset kuormitukset ovat kuitenkin lyhytaikaisia ja kasvillisuuden kasvaessa paneelialueelle kuormitus vähenee.

4. Valunnan laskenta

4.1 Lähtötiedot

Valunnan arvioimiseksi alueella on käytetty hankeselostuksessa (Nordic Generation Oy, 2024) esitettyjä tietoja sekä julkisesti saatavilla olevaa aineistoa. Arvioinnissa on hyödynnetty muun muassa avoimista tietolähteistä saatavilla olevia alueen vesistökarttoja ja muita paikkatietoaineistoja sekä aiempia tutkimustuloksia alueen vesistöistä ja soiden tilasta.

Virtaamien ja valunnan kuormituspiikit ajoittuvat rankkasateiden tai lumensulamisen aikaan ja näiden sääilmiöiden aikaista valuntaa on arvioitu erillisellä valunnan laskennalla. Valunnan laskenta on suoritettu julkaisussa Väyläviraston ohjeita 93/2023: Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu esitettyjen perusteiden ja laskentakaavojen avulla huomioiden hankealueen ominaispiirteet.

Hankealueen ja sen yläpuolisten vesien mikrovaluma-alueet ja niiden pinta-ala on määritetty Metsäkeskuksen valuma-alueiden määrittelyyn kehitetyllä työkalulla niin, että purkupisteiksi on asetettu hankealueelta virtaavat kolme purkuojaa.

Rankkasateiden aiheuttaman valunnan laskennassa nykytilan valuntakertoimet on valittu hankealueen maankäytön, maaperän laadun sekä kaltevuuden mukaisesti. Hankealueen maankäyttömuotojen selvittämisessä on käytetty Luola-aavan hankeselostuksen (Nordic Generation Oy, 2024) tietoja ja kuvia sekä Maanmittauslaitoksen kartta-aineistoa. Sekalajitteis- ja turvemaiden arvioitu osuus metsäpinta-alasta on selvitetty hankeselostuksesta, Maveplanin esiselvityksestä ja GTK:n maaperäaineistosta ja pinta-alat on laskettu käyttäen Syken KARPALO-karttapalvelua ja tietoa paneelialueiden sijainnista hankealueella. Mitoitussateen kestot, rankkuudet ja toistumisajat ovat Väyläviraston ohjeen mukaiset ja esitetään liitteessä 3. Sateen rankkuudet on kerrottu kertoimella 1,2, millä ennakoidaan ilmastomuutoksen vaikutusta tulevaisuudessa.

Valunnan laskemiseksi rankkasateiden aikaan aurinkopaneelialueen valuntakertoimena on käytetty 0,15. Tämä kuvaa lyhyen niittykasvillisuuden valuntaa ja siinä on huomioitu, että rankkasateen aikana paneelialueelle satava vesi valuu paneelien kaltevaa pintaa pitkin pienemmälle alueelle maata, jolloin imeytyminen maahan ei ole optimaalista.

Lumen ja rännän sulamisesta syntyvä ylivaluma on määritetty suoraan valuma-alueen koon perusteella Väyläviraston ohjeen mukaisesti. Järvisyys-, metsäojitus- ja peltoisuuskerroimet sekä kevätylivaluma nykytilanteessa ja hankkeen toteutuessa on määritetty Väyläviraston ohjeen 19/2023 mukaisesti hyödyntäen hankeselostuksen tietoja ja avoimia julkisia tietolähteitä. Kevätylivalumassa on valittu Väyläviraston ohjeita 19/2020 - Pohjaveden suojelu maanteillä ohjeistuksen mukaisesti 1/20 vuoden esiintymistiheisyys. Kevätylivaluma on lisäksi kerrottu kertoimella 1,3 sillä laskentakaavaa käytetään koko Suomen alueella, mutta hankealue sijaitsee Pohjois-Pohjanmaalla, jossa lumen sulaminen on runsasta (Väylävirasto, 2023).

Laskentatapa valunnan laskemiselle molemmissa tilanteissa on tarkemmin esitetty liitteessä 3.

4.2 Tulokset

Virtaamien lisääntymiset hankkeen toteutuessa ovat lyhytaikaisia ja kuormituspiikit ajoittuvat rankkasateiden tai lumensulamisen aikaan. Taulukossa 3 esitetään yhteenveto valunnan laskennan tuloksista nykytilanteessa ja hankkeen toteutuessa kolmella mikrovaluma-alueella. Valuntalaskelma ja sen tulokset on laajemmin esitetty liitteessä 3.

Taulukko 3. Yhteenveto virtaamista ojastoon ja alapuolisiin vesistöihin mikrovaluma-alueilla.

VIRTAAMAT	Virtaama [m ³]		Virtaama [l/s]		
	Nykyinen virtaama rankkasateella, [m ³]	Tuleva virtaama rankkasateella, [m ³]	Nykyinen virtaama rankkasateella, [l/s]	Tuleva virtaama rankkasateella, [l/s]	Lumen sulamisen aiheuttama virtaama [l/s]
Mikrovaluma-alue 1	11189	12917	3108	3588	2615
Mikrovaluma-alue 2	1199	1334	333	370,5	279
Mikrovaluma-alue 3	2840	3089	789	858	719

Laskelman perusteella aurinkovoimahankkeen toteuttamisen myötä veden valuntaa alueen ojastoihin ja edelleen alapuolisiin vesistöihin rankkasateiden aikana lisääntyy jonkin verran (9–15 %). Virtaamamäärät [m³] lisääntyvät samassa suhteessa.

Lumen sulamisen kevätylivalunta mikrovaluma-alueilla ei muutu aurinkovoimahankkeen toteutuessa. Tämä johtuu siitä, että metsiä kaadetaan vähäisesti (30 ha), ja suurin osa hankealueesta on valmiiksi peltoa, joka jää paneelienttiä rakennettaessa matalan kasvillisuuden alueiksi.

Laskennallisesti rankkasateen aiheuttama, mahdollisesti joka 5. vuosi toistuva virtaama on suurempi kuin joka 20. vuosi mahdollisesti toistuva lumen sulamisesta aiheutuva kevätylivalunta.

Vaikka virtaamat rankkasateiden aikaan kasvavat hieman, alue on hyvin tasaista ja hankealueen keski-kaltevuus on vain 0,3 %. Lisäksi alueella on nykyisellään paljon ojastoa, joka osittain umpeutunutta, ja maaperä on läpäisevää turvamaata. Tästä johtuen suurin osa vedestä pidättyy alueen ojastossa, virtaamat tasaantuvat ja vesi purkautuu hitaasti alapuolisiin vesistöihin. Virtaamat normaaliolosuhteissa hankealueella ja sen purkuojissa ovat matalia.

Suurin valunnan kasvua aiheuttava toimi on puuston hakkuu. Alueella poistetaan puustoa vain noin 30 hehtaaria, eikä tällä ole juurikaan vaikutusta hankealueen purkuojien virtaamiin. Puuston poistamisen arvioidaan lisäävän virtaamia jonkin verran hakattujen alueiden välittömässä läheisyydessä, mutta vaikutukset jäävät pääasiassa hankealueelle.

Hankealueen ojastoon tehdään hydrologisia muutoksia, mutta ojaston laskennallinen pituus alueella ei kasva paljoa. Hankkeen ojastosuunnitelman mukaisesti hankkeen myötä hankealueella tulee olemaan ojastoa noin 8,5 km ja ojaston laskennallinen tilavuus on noin 8000 m³. Olemassa olevien ojien perkauksen vaikutus valuntaan on vähäinen, mutta uusien ojien kaivaminen todennäköisesti lisää keskimääräistä valumaa. Suurin osa hankealueen vesistä valuu vasemmanpuoleista purkuojaa pitkin.

5. Vesistövaikutusten arviointi

5.1. Lähtötiedot ja tutkimusmenetelmät

Vaikutukset pintavesiin on tehty asiantuntija-arviona. Arviointi perustuu julkisesti saatavilla olevaan aineistoon. Vaikutusten arvioinnissa on hyödynnetty muun muassa avoimista tietolähteistä saatavilla olevia alueen vesistökarttoja ja muita paikkatietoaineistoja sekä aiempia tutkimustuloksia alueen vesistöistä ja soiden tilasta. Hankkeen vesistövaikutusten tarkastelun keskeisenä tavoitteena on ollut arvioida pintaveden hydrologisten olosuhteiden muutoksia ja toiminta-alueilta vesien mukana tulevaa vesikuormitusta ja valunnan määrää. Vesistökuormituksen ja valunnan laskeminen on esitetty ylempänä. Arvioinnissa on tarkasteltu vaikutuksia läheisiin vesistöihin ja erityisesti herkkiin vesistökohteisiin.

5.2. Yhteenveto vaikutuksista

Alueilla, missä aurinkopaneelit sijoitetaan irti maasta, hulevesien takia ei tarvita erikoisjärjestelyjä, sillä maaperä on edelleen vettä läpäisevää. Myöskään maanpinnan läpäiseminen ei ole välttämätöntä, jos valitaan painotettu teräs- tai betoniperustus. Lähtökohtaisesti paneelikentät pyritään rakentamaan ja toteuttamaan edellä kuvatuin menetelmin, rikkomatta maanpintaa, jolloin pintavaluntaa ei muodostu tai niitä muodostuu vähäisesti voimalan toiminnan aikana.

Suurin osa vesistövaikutuksista kiintoaine- ja ravinnekuormituksen, sekä valunnan lisääntymisen muodossa ajoittuvat aurinkovoimalan rakennusvaiheeseen. Kuormitus ja valunnat lisääntyvät lähinnä maanmuokkauksen ja metsän hakkuiden takia. Hankealueen jo valmiiksi melko tasainen maasto vähentää kuitenkin merkittävästi hankealueella tarvittavan maastonmuokkauksen määrää ja hidastaa virtausnopeuksia alueella, mikä auttaa osaltaan kuormituksen vähentämisessä alapuolisiin vesistöihin. Lisäksi hankealueella poistetaan puustoa vain noin 30 hehtaarin alueelta. Puusto kyseisellä paikalla on myös matalaa ja melko harvaa, minkä vuoksi hakkuu ei vaikuta merkittävästi alueen vesiolosuhteisiin, esimerkiksi haihduttamisen muutoksen kautta. Lisäksi vuosien välisen sadannan vaihtelu on suurta, jolloin mahdollinen valumien lisääntyminen jää vähäiseksi. Kuormituksen on arvioitu tasoittuvan 10 vuodessa (Finér ym. 2010).

Rakentamisella ja aurinkovoimalahankkeen toiminnan aikana ei arvioida olevan vaikutusta alueen vedenjakajiin, vesimuodostumiin tai vesien virtaussuuntiin muualla kuin hankealueen sarkaojissa. Hankealueen sarkaojien suuntaa muutetaan, ojia perataan ja uusia ojia tehdään. Tämä vaikuttaa laajalti hankealueen ojastoon ja aiheuttaa vesistökuormitusta rakennusvaiheessa.

Toiminnan aikana valuntamäärät rankkasateiden aikana kasvavat hankealueella ja sen yläpuolisissa ojastoissa hieman, mutta alueen matala kaltevuus hidastaa vettä ja vähentää virtausnopeuksia alueella. Toiminnan aikana kiintoainekuormitus ja tyyppikuormitus vähenevät nykyisestäään peltoviljelyyn vähetessä. Fosforikuormitus kasvaa hieman.

Toiminnan aikana paneelialueelle muodostuva kasvillisuus rajoittaa tehokkaasti mahdollisten kiintoainesten kulkeutumista, vaikka kasvillisuutta raivattaisiinkin osana alueen huoltotoimenpiteitä. Myös oijen reunoille muodostuva kasvillisuus rajoittaa tehokkaasti hankealueen käyttövaiheessa kiintoainesten päätymistä alueen ojiin ja sitä kautta Kuivajokeen.

Sadevesi valuu valmiissa aurinkovoimalassa aurinkopaneelien päältä paneelin alareunan suuntaan, ja ohjautuu paneelien kohdalla nykyistä pienemmälle alalle. Erityisesti rankkasateen aikana tämä saattaa aiheuttaa pientä paikoitista eroosiota paneelien edustalle. Eroosioita aiheuttava vaikutus kohdistuu kuitenkin pelkästään paneelien edustalle. Alueelle muodostuva kasvillisuus rajoittaa myös paneelien edustalle syntyvän eroosion syntymistä ja siitä muodostuvia vaikutuksia.

Purkuojien ei ole todettu olevan kalastollisesti merkittäviä eikä siten herkkiä. Hankkeella ei arvioida olevan heikentävää vaikutusta Kuivajoen ekologiseen tilaan. Kuivajoen sijainti on lähimmillään noin 1,5 km hankealueelta ja vesistönsuojelulla pyritään estämään heikentävät vaikutukset kalastoon ja pohjaelämistöön. Rakentamisen aikana lisääntynyt kiintoaine- ja ravinnekuormitus saattaa lyhytaikaisesti vaikuttaa Kuivajokeen, mutta suurin osa kuormituksesta jää hankealueen purkuojiin, ja vaikutukset ovat lyhytaikaisia. Rakentamisen aikaisella vesistökuormituksella ei arvioida olevan vaikutusta Kuivajoen rehevöitymistason. Hankkeella saattaa olla vähäisiä vaikutuksia rakennusvaiheessa Kuivajoen edustalla sijaitsevaan erityisen tärkeäksi elinympäristöksi luokiteltuun kohteeseen (Metsälaki 10§ mukaan). Vaikutukset ovat ravinne- ja kiintoainekuormituksen aiheuttamia. Nekin ajoittuvat rakentamisvaiheeseen eli ovat luonteeltaan lyhytaikaisia. Vaikutuksia ympäröiviin vesistöihin minimoidaan hyödyntämällä vesiensojelukeinoja hankealueella. Erityisesti hankealueen eteläpäädyn kolmessa purkuojassa suoritetaan vesistönsuojelua rakentamalla niihin laskeutusaltat kiintoaine- ja ravinnekuormituksen vähentämiseksi.

Lähtökohtaisesti sade huuhtelee paneelit puhtaaksi, jonka lisäksi huoltotoimenpiteinä paneeleja mahdollisesti pestään myös ajoittain. Paneelien pesemisessä ei käytetä kemikaaleja, eikä paneeleja sulateta talvella lumesta esimerkiksi lumensulatusaineilla. Kasvillisuuden poisto alueella suoritetaan mekaanisesti, eikä kasvillisuuden poistoon käytetä kemikaaleja. Valuntoihin ei täten muodostu voimalan käyttövaiheessa vaikutuksia pesuaineiden, kemikaalien tai lumensulatusaineiden johdosta.

Voimalan rakentamisen aikana pintavesiin voi päästä häiriö- tai onnettomuustilanteessa vähäisessä määrin ja paikallisesti polttoaineita tai kemikaaleja esimerkiksi työkoneen vian myötä. Vastaavat riskit ovat olemassa myös alueen ollessa nykyisessä käytössä, eli maanviljelyssä, jolloin alueella käytetään maatalouskoneita. Mahdollisiin vuotoihin varustaudutaan määräysten ja ohjeiden mukaisesti.

Happamat sulfaattimaat ovat keskeisin jokien ja rannikkovesien happamuuden ja metallikuormituksen aiheuttaja läntisellä vesienhoitoalueella. Mikäli rakentamisen aikana sulfidit joutuvat kuivatuksen tai muun maankäytön seurauksena kosketukseen hapen kanssa, ne hapettuvat sulfaatiksi ja muodostavat kosteuden myötävaikuttaessa rikkihappoa. Kuivatusvedet voivat aiheuttaa happaman kuormituksen lisäksi metallien liukenemistä. Happamuuden vaikutukset kohdistuvat erityisesti pohjaelämistöön ja kalastoon (Joukainen ja Yli-Halla, 2003) esiintymisen todennäköisyys hankealueella vaihtelee kohtalaisen ja hyvin pienen välillä. Alueella suoritetaan tutkimus mahdollisten sulfaattimaiden paikantamiseksi (07/2024). Tutkimuksen tulokset otetaan huomioon lopullisia paneelialueiden, tiestön ja ojaston sijainteja suunniteltaessa. Kaivutöissä tulee varautua sulfaattimaiden käsittelyyn, mikäli niitä esiintyy kaivujen yhteydessä. Alueille ei rakenneta syviä kuivatusojia, millä pyritään estämään happamoittavat vaikutukset alapuolisiin vesistöihin.

Sähkönsiirto

Hankkeen sähkönsiirto hankealueella ja hankealueen ja ilmajohtoliityntäpisteen välillä toteutetaan maakaapelilla. Rakentamisen aikana maakaapelilinjan läheisyydessä pintavesiin voi aiheutua kiintoaineen

kulkeutumisesta johtuvaa työnaikaista samentumista. Valumavesien mukana vesistöihin voi päätyä kiintoainesta ja ravinteita. Vaikutus on paikallinen ja lyhytaikainen, sillä kasvittumisen myötä eroosion aiheuttaman kuormituksen vaikutukset vähenevät. Toiminnan aikana voimajohto ei aiheuta vaikutuksia pintavesiin. Toiminnanaikaisilla huoltotöillä ei arvioida olevan vaikutuksia pintavesiin. Sähkönsiirron vaikutukset pintavesiin arvioidaan vähäisiksi.

Etelään kulkevalla osuudella liityntäreitti kulkee Fingrid Oyj:n uuden Petäjaskoski-Nuojuankangas 400+110 kV voimalinjan mukaisesti. Kyseisen hankkeen YVA-prosessissa on selvitetty voimalinjarakenteiden rakentamisen vaikutuksia pintavesiin. Kyseisessä selvityksessä on todettu, että voimajohdon rakentaminen, kunnossapito sekä käytöstä poistaminen eivät aiheuta vähäistä merkittävämpiä vaikutuksia pintavesiin kyseisellä alueella. Jos johtokäytävää joudutaan leventämään, joudutaan metsää kaatamaan ilmajohdon rakentamiseksi. Tämä aiheuttaa kiintoainekuormitusta erityisesti rakennusvaiheessa, mutta myös sitä seuraavina vuosina.

5.3. Arvioinnin epävarmuus ja seurantarve

Hankkeen vaikutukset pintavesiin muodostuvat lähinnä vesistöihin kohdistuvasta kiintoaine- ja ravinnekuormituksesta rakennusvaiheessa. Kuormituksen suuruuteen vaikuttaa olennaisesti valunnan määrä, mutta haihduntaan ja valumavesien määrään vaikuttavat useat eri tekijät, eikä niiden merkittävyyttä pystytä yksiselitteisesti arvioimaan.

Rakentamisen aikaisia sääolosuhteita ei voida ennakoida, mikä luo epävarmuutta arviointiin. Rankkasateet lisäävät virtaamaa hetkellisesti lisäten kiintoaine- ja ravinnekuormitusta ja maaperän eroosiota. Ilmastomuutoksen ennakoitaan vaikuttavan sadantaan niin, että keskimäärin sadanta kasvaa, ja sääääri-ilmiöt lisääntyvät, jolloin lyhyen aikavälin ennakointi on epävarmaa. Vesiensuojelun toimenpiteet mitoitetaan tämänhetkisten ohjeiden mukaisesti.

Vedenlaatu- ja virtaamatietoja hankealueen pelto- ja metsäojista ja purkuojista ei ole tiedossa. Kuitenkin virtaamat ojissa ovat luultavasti pieniä maanpinnan matalan kaltevuuden vuoksi. Vedenlaatua ja virtaamia voidaan seurata hankealueella kriittisiksi määritellyistä vesistökohteista erityisesti rakennusvaiheessa.

Happamien sulfaattimaiden tarkkaa sijaintia ei tiedetä. Se kuitenkin selvitetään ennen maanmuokkauksen ja rakentamisen aloittamista, jotta happamoittavat vaikutukset vesistöihin voidaan estää. Selvitys happamista sulfaattimaista ja toimenpide-ehdotuksista laaditaan syyskuun 2024 aikana.

Aurinkovoimalahankkeen vaikutuksia ravinne- ja kiintoainekuormitukseen alapuolisissa vesistöissä on arvioitu hankealueelta laaditussa vesistökuormituslaskelmassa. Vesistökuormituksen arvioimiseksi on käytössä erilaisia laskentamenetelmiä ja kuormitusarviot vaihtelevat eri tutkimusten välillä riippuen siitä, mitä laskentamenetelmiä ja kirjallisuuslähteitä käytetään (Nieminen ym. 2020). Hankealueen viljelymuodoista ei ole tarkkaa tietoa, joten laskelmat ovat arvioita muodostuvasta kuormituksesta. Kuormitusarvioissa voi olla huomattaviakin eroja. Laskennan perustana on käytetty ominaiskuormituslukuja alueen nykyisestä maankäytöstä ja maankäytön muutoksista hankkeen toteutuessa. Ominaiskuormitusluvut eivät välttämättä kuvasta täysin alueen maankäytöstä syntyvää kuormitusta. Lisäksi taustakuormaa ei ole huomioitu laskelmissa.

6. Vesiensuojelusuunnitelma

Vesiensuojelu on avainasemassa vesistövaikutusten hallitsemiseksi ja minimoimiseksi. Vaikutusten arvioinnin perusteella Luola-aavan aurinkovoimahanke aiheuttaa vaikutuksia vesistöihin lähinnä sen rakennusvaiheessa. Nykyisellään hankealueen sadevedet johdetaan pääosin aluetta halkovien avo-ojien eli sarkaojien kautta etelään kohti Kuivajokea. Alueella ei ole suoritettu varsinaisia vesiensuojelutoimenpiteitä, ja siksi vesiensuojelun toimenpiteiden toteuttaminen osana hanketta on erityisen tärkeää.

Rakentamisen aikaisten hulevesien suodattamistarve pitää selvittää erityisesti silloin, kun vedet ovat purkautumassa herkkään vesistöön, sillä rankkasateiden liettävä vaikutus ja tulvien aiheuttamat poikkeustilanteet voivat aiheuttaa kiintoaines- ja ravinnepestöjä (Pohjaveden suojele maanteillä 19/2020). Kuivajokea ei ole luokiteltu Väyläviraston ohjeiden (93/2023) mukaiseksi herkäksi vesistöksi, joita ovat mm. kirkasvetiset lammet ja purot, kalatalouden kannalta merkittäviksi todetut purot ym. Myöskään hankealueen purkuojat eivät ole herkkää vesistöä. Ennen Kuivajokea, purkuojien eteläpäässä, sijaitsee metsälaki 10§:n mukainen erityisen tärkeä pienvesien välitön lähiympäristö ja hankealueen vedet ohjautuvat tämän alueen läpi.

Kuivajoki, joka on hankealueelta 1,5 km:n etäisyydellä, kuuluu Itämeren kalastuskomission merilohen toimintaohjelmaan Salmon Action Plan (SAP), jonka tavoitteena on saada palautettua Kuivajoki lohijokeksi. Kuivajoki on koskiensuojelulla suojeltu voimalaitosrakentamiselta. Joen ekologinen tila ja hydrologis-morfologinen tila ovat hyviä. Kemiallinen tila on hyvää huonompi, kuten Suomessa yleensäkin. Kuivajoen biologinen tila on hyvä. Tilaluokitus perustuu vuosien 2009 ja 2012 Hirvaskosken päällystävänäytteisiin (hyvä) ja pohjaeläinnäytteisiin (erinomainen) sekä koekalastustuloksiin (hyvä) vuosilta 2006–2009 (FCG 2019). Kalataloudellisesti merkityksellisistä kalalajeista Kuivajoessa esiintyy mm. lohi, harjus, hauki, ahven, lahna, made, siika ja nahkiainen. Lisäksi joessa viihtyy jokirapu (www.kuivaniemenosakaskunta.fi). Kuivajoen suojelemiseksi on tuotettu Kuivajoen vesiensuojelun yleissuunnitelma vuonna 2019. Siinä on ehdotettu vesiensuojelutoimenpiteitä ensisijaisesti vedenlaatu- ja kuormitustarkastelussa esille nousseille alueille.

Rakentamisen ajoittaminen

Aurinkovoimalan rakentamisesta aiheutuvaa vesistökuormitusta voidaan säädellä ajoittamalla kriittisten kohtien rakentamista normaalien valumahuippujen ulkopuolelle ja töiden eriaikaistamisella.

Rakentamisen aikaisten maanmuokkaustöiden aiheuttamaa valunnan ja kiintoaine- ja ravinnekuormituksen lisääntymistä vesistöissä pyritään ehkäisemään hankesuunnittelun töiden hyvällä ennakkosuunnittelulla. Suurimmat valuntapiikit ja vesistökuormituspiikit ajoittuvat rankkasateiden ja lumien sulamisen aikaan. Erityisesti hankealueen maanmuokkaustyöt, kuten ojastojen muokkaus ja metsän raivaaminen ehdotetaan ajoitettavan kuivempiin kausiin esimerkiksi keväälle lumien sulettua sekä kesälle. Rakentamisen aikaista kuormitusta voidaan vähentää rakennettavien laskeutusaltaiden avulla.

Ojastot ja suojavyöhykkeet

Vesiensuojelun näkökulmasta hankkeessa joudutaan muuttamaan alueen olemassa olevaa ojituksia. Hankealueella ja sen yläpuolisissa vesistöissä on kuitenkin jo nykyisellään runsaasti ihmisten muokkaa- maa ojastoa. Olemassa olevien ojien perkauksen vaikutus valuntaan on vähäinen, kun taas uusien ojien kaivaminen lisää valuntaa alueelta. Laskelmien mukaisesti aurinkovoimalan toiminnan aikana valunnan kasvu alueelta on kuitenkin pientä, johtuen maan tasaisuudesta. Osana hankesuunnittelua on toteutettu ojastosuunnitelma, jossa annetaan tarkempi tieto hankkeeseen liittyvästä ojaston muokkauksesta.

Hankealueen uusista rakennettavista ojista voi irrota rankkasateella vettä samentavaa maa-aineista ennen riittävän suodattavan ja pidättävän kasvillisuuden muodostumista. Hankealueen pienistä kaltevuusvaihteluista (0,3 %) johtuen virtaus ei ojastoissa kasva oleellisesti rakentamisen aikana, ja vesi ehtii imeytyä maaperään ojastosta. Sarkaojissa olemassa olevaa kasvillisuutta ei tule poistaa kokonaan, sillä se vähentää rakennusaikaista kiintoaine- ja ravinnehuuhtoumia. Ojien muuttaminen itä-länsisuuntaan lisää myös veden viipymää ojastoissa ja hidastaa virtaamaa, niin että vesi kulkeutuu pidemmän matkaa ojastossa ennen päätymistä ennen sen päätymistä hankealueen purkuojiin.

Hankealueen huoltoteiden varsille kaivettavat ojastot toteutetaan siten, että ne ovat rakenteeltaan loivia viherpainanteita tai -pengerryksiä ja niihin istutetaan monivuotista nurmikasvillisuutta. Tämä vähentää valuntaa alapuolisiin vesistöihin ja kasvillisuus sitoo hienoainesta ja ravinteita. Teiden ympärille tehtävien ojien tarkoitus ei ole ohjailla pintavesiä, vaan pitää tiestö kuivana routavaurioiden välttämiseksi.

Hankealueen ja ojastojen väliin jätettävillä suojavyöhykkeillä voidaan vähentää eroosiota ja pintavaluntaa sekä ojien virtaamia, ja siten vähentää muodostuvaa hienoaines- ja ravinnehuuhtoumaa. Maaperäkartojen perusteella alueen pohjoisosassa ja Luola-aavantien eteläpuolisen osan länsipuolen keski-osalla on pintamaana sekalajitteinen maalaji (Maveplan, 2023). Turvemaan eroosioherkkyys on pientä, mutta mikäli hankesuunnittelun edetessä esiintyy eroosioherkkää hienoa maa-ainesta, tulee harkita suojavyöhykkeiden jättämistä pääuomien ja suurimpien ojien viereen. Erityisesti tätä suositellaan alueen länsipuolella, mistä vedet virtaavat läntisimpään purkuojaan. Tähän purkuojaan kohdistuu eniten painetta hankealueelta, sillä se kerää vesiä suurelta alueelta (mikrovaluma-alueen pinta-ala 555 ha).

Laskeutusaltaat

Erilaisilla kiintoainesta keräävillä tai viivyttävillä ratkaisuilla kuten laskuojiin kaivettavilla laskeutusaltailla, lietekuopilla tai vesistöön asennettavilla silltiverhoilla voidaan myös vähentää maanmuokkauksen aiheuttamaa kuormitusta vesistöihin. Viivytyks- ja laskeutusallas pidättää parhaiten karkeajakoisempia hiukkaisia, kuten hiekkaa ja hietaa. Mitä pidemmän aikaa vesi viipyy altaassa, sitä hienojakoisempaa maa-ainesta ehtii laskeutua.

Vaikka laskennallisesti rankkasateiden aikaiset valuntamäärät alueelta eivät merkittävästi kasva ja virtausnopeudet alueella arvioidaan pieniksi, suojellaan hankealueen alapuolisia alueita myös viivytyksaltailla.

Hankealueen eteläpäätyyn rakennetaan kolme laskeutusallasta. Ne sijoitetaan hankealueelta virtaavien kolmen purkuojan yhteyteen hankealueen eteläreunaan, jolloin hankealueelta virtaavat vedet kulkevat näiden kautta ensin purkuojin, ja sitä kautta Kuivaojaan. Sijainnit on esitetty hankkeen hulevesiselvityksessä (A-Insinöörit, 2024). Altaat mitoitetaan ääriolosuhteiden eli rankkasateiden aiheuttamien virtaamalaskelmien perusteella (Liite 3).

Laskeutusaltaat tulee toteuttaa hankkeen rakennusvaiheessa jo ennen maanmuokkaustoimien aloittamista, jotta estetään erityisesti rakentamisen aikaiset kiintoaine- ja ravinnekuormitukset alapuolisiin vesistöihin. Näin vähennetään vesistökuormitusta, veden samentumista sekä valunnan lisääntymistä ja suojellaan myös hankealueen alajuoksulla sijaitsevaa (Metsälaki 10§:n mukaan) tärkeää pienvesien välitöntä lähiympäristökohdetta.

6.1. Altaiden mitoitus

6.1.1 Lähtötiedot ja tutkimusmenetelmät

Altaat mitoitetaan yleisesti ääriolosuhteiden, eli rankkasateiden tai lumen sulamisen aiheuttamien laskennallisten virtaamien perusteella. Mitoitusvirtaaman laskentatapa määräytyy tapauskohtaisesti valuma-alueen pinta-alan ja maankäytön mukaan.

Valunnat on laskettu Väyläviraston ohjeen (93/2023-Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu) mukaisesti. Tässä hankkeessa on laskennallisesti arvioitu, että rankkasateet aiheuttavat luultavasti suuremman virtaaman alueelta kuin lumien sulaminen, joten näitä tietoja käytetään myös altaiden mitoitukseen.

Sijainnit on valittu purkuojien perusteella ja ne mitoitetaan pidättämään se vesimäärä, joka ei laskennallisesti mahdu alueen ojastoihin. Ojastojen pituudet ja tilavuudet on saatu hankkeen ojaosuunnittelusta. Viivytyks- ja laskeutusaltaiden mitoitus on laadittu hyödyntäen Väyläviraston ohjeen 19/2020 Pohjaveden suojelu maanteillä suosituksia sekä tämän hankkeen hulevesiselvityksen (A-Insinöörit, 2024) tietoja. Alueen ojastojen virtaamat eivät ole tiedossa, joten altaiden mitoitus perustuu laskennalliseen kokonaisvaluntaan mikrovaluma-alueilta, suunniteltujen ojastojen tilavuuteen sekä määritettyyn veden viipymisaikaan (9 min) laskeutusaltaissa hienoainesten laskeutumiseksi pohjalle.

6.1.2 Tulokset

Noin puolet laskennallisesta kolmen mikrovaluma-alueen valumasta mahtuu hankealueen ojastoihin, joita on noin 8,5 km ja niiden tilavuus on noin 8 km³. Lisäksi mikrovaluma-alueilla, hankealueen yläpuolella on paljon ojastoa, sillä noin 50 % mikrovaluma-alueiden pinta-alasta on ojitettua metsämaata. Voidaan arvioida, että virtausnopeudet purkuoijiin rankkasateen aikaan eivät ole korkeita ja suurin osa vedestä pidättyy valuma-alueen ojastoihin. Lisäksi pääuomat sijaitsevat mikrovaluma-alueella 1, josta syntyy myös suurin osa valumasta.

Edellisestä johtuen laskeutusaltaat voidaan mitoittaa pidättämään nykytilanteen ja tulevan tilanteen rankkasateiden aikaisten virtaamien erotus. Arvioidaan, että laskeutusaltaiden mitoitukseen riittää hulevesiselvityksessä annetut mitat. Taulukkoon 4 on koottu yhteenveto altaiden mitoituksen riittävyyden perusteista.

Taulukko 4. Yhteenveto altaiden mitoituksen riittävydestä.

Mikrovaluma-alue	Virtaaman kasvu rankkasateen aikana [m ³ /h]	Altaan tilavuus, hulevesiselvityksestä [m ³]	Altaan viivytys [min]	Veden vaihtuvuus [1/h]	Veden laskeutuskapasiteetti [m ³ /h]
Mikrovaluma-alue 1	1728	473	9	6,67	2520
Mikrovaluma-alue 2	135	192	9	6,67	853
Mikrovaluma-alue 3	248	192	9	6,67	853

Kaikissa kolmessa altaassa laskeutuskapasiteetti on suurempi kuin arvioitu virtaaman kasvu mikrovaluma-alueelta. Väyläviraston ohjeen mukaan (19/2020), kun vesi viipyy altaassa vähintään 9 minuuttia, maa- ja likahiukkaset laskeutuvat altaan pohjaan, josta ne tarvittaessa kerätään pois. Mitoitetut altaat toteuttavat tämän.

7. Lähteet

Birdlife Suomi, 2024. FINIBA-rajaukset. Saatavissa: [BirdLife Suomi | FINIBA-rajaukset](#)

Eurofins Ahma Oy, 2020. Kuivajoen yhteistarkkailu vuonna 2020. Saatavissa: [Kuivajoen_vuosiraportti_2020.pdf \(neova-group.com\)](#)

FCG, 2019. Kuivajoen vesiensuojelun yleissuunnitelma. Saatavissa: [Kuivajoen vesiensuojelun yleissuunnitelma \(yhdistysvain.fi\)](#)

Finér Leena ym., 2010. Metsäisten valuma-alueiden vesistökuormituksen laskenta. Suomen ympäristö 10/2010.

Finér Leena ym., 2020. Metsistä ja soilta tuleva vesistökuormitus 2020. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2020:6.

GTK 2024. Maankamara. [Maankamara \(gtk.fi\)](#)

GTK Rajapintapalvelut 2024. Maaperä. [Rajapintapalvelut | GTK](#)
Ladattavissa: https://gtkdata.gtk.fi/arcgis/services/Rajapinnat/GTK_Maaperä_WMS/MapServer/WMSServer

A-Insinöörit, 2024. Hulevesiselvitys, Luola-aavan aurinkovoimahanke.

Joukainen, S ja Yli-Halla, M. 2003. Environmental impacts and acid loads from deep sulfidic layers of two well-drained acid sulfate soils in western Finland. Agriculture, Ecosystems &

Environment, Volume 95, Issue 1, 2003. Saatavissa: [Environmental impacts and acid loads from deep sulfidic layers of two well-drained acid sulfate soils in western Finland - ScienceDirect](#)

Juntunen, K., Paaso, J. & Jokikokko, E. 2001. Lohi nousee Simojokeen, Kuivajokeen, Kiiminkojokeen ja Pyhäjokeen. Kala- ja Riistaraportteja nro 221.

Järvi-meriwiki, 2024. Hyryn alue (63.013)/Kala-atlas tiedot. Saatavissa: [Hyryn alue \(63.013\)/Kala-atlas tiedot – Järvi-meriwiki \(jarviwiki.fi\)](#)

KARPALO-karttapalvelu. Saatavissa: [KARPALO-karttapalvelu \(ymparisto.fi\)](#)

Launiainen Samuli ym., 2014. KUSTAA-työkalu valuma-alueen vesistökuormituksen laskentaan. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 33/2014.

Maveplan, 2023. Energiantuotantoon soveltuvien alueiden esiselvitys, li – Luola-Aapa aurinkovoimahanke.

Metsälaki 1093/1996. Saatavissa: [Metsälaki 1093/1996 - Ajantasainen lainsäädäntö - FINLEX®](#)

Nordic Generation Oy 2024. Luola-aavan aurinkovoimahanke - hankeselostus ja hankkeen ympäristövaikutukset.

Suomen Metsäkeskus 2024. Paikkatietoaineisto, Valuma-alueen määrittäminen.

SYKE 2024. Vesikartta. Saatavissa: [Vesikartta \(ymparisto.fi\)](#)

Tulvakeskus 2024. Tulvakarttapalvelu. Saatavissa: [Tulvakarttapalvelu \(ymparisto.fi\)](#)

Väylävirasto 2020. Väyläviraston ohjeita 19/2020. Pohjaveden suojeleminen maanteillä.

Väylävirasto 2023. Väyläviraston ohjeita 93/2023. Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu.