

LIITE 7 VAIKUTUKSET PINTA- JA POHJAVESIIN JA KALASTOON

Ulvilan aurinkoenergiahanke

Ympäristövaikutusten arviointiselostus

SISÄLLYSLUETTELO

1	AINEISTOT JA MENETELMÄT	2
2	NYKYTILAN KUVAUS	2
2.1	Pintavedet	2
2.2	Pohjavedet	6
2.3	Kalasto	6
2.4	Sähkönsiirtoreitti	8
3	VAIKUTUSTEN TUNNISTAMINEN	8
4	VAIKUTUSTEN MERKITTÄVYYDEN ARVIOINNIN KRITERIT	9
5	VAIKUTUKSET PINTAVESIIN JA KALASTOON	12
5.1	Aurinkovoimahankkeen vaikutukset	12
5.2	Sähkönsiirron vaikutukset	14
5.3	Hankkeen toteuttamatta jättämisen (VE 0) vaikutukset	15
6	YHTEISVAIKUTUKSET MUIDEN HANKKEIDEN KANSSA	15
7	HAITALLISTEN VAIKUTUSTEN VÄHENTÄMINEN	15
8	ARVIOINNIN EPÄVARMUUSTEKIJÄT	16
9	YHTEENVETO	16
	LÄHTEET	17

1 Aineistot ja menetelmät

Vaikutusten arviointi perustuu julkisesti saatavilla oleviin olemassa oleviin tietoihin, kuten Maanmittauslaitoksen ilmakuva- ja kartta-aineistoihin sekä ympäristöhallinnon julkaisuihin ja avoimiin aineistoihin.

Vaikutusten merkittävyyden arviointi on tehty asiantuntija-arviona hyödyntäen Imperia-hankkeessa kehitettyjä menetelmiä. Vaikutusarviossa on tarkasteltu aurinkovoimahankkeen suunnitellun infrastruktuurin sijoittumista suhteessa pintavesiin. Arvioinnissa on huomioitu hankkeesta aiheutuvat muutokset valuma-alueisiin ja vesien virtaussuuntiin sekä laskuajissa ja alapuolisessa vesistössä tapahtuvat hydrologiset ja kemialliset muutokset. Vesistövaikutusarvion perusteella on arvioitu hankkeen vaikutukset kalastoon sekä hankkeen suhde vesienhoidon tavoitteiden saavuttamiseen. Kalastoon kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa on arvioitu asiantuntijatyönä hankealueen vesistöjen kalastoon kohdistuvien vaikutusten merkittävyys perustuen olemassa oleviin tietoihin.

Hankealueelle tehtiin konsulttityönä mikrovaluma-alue analyysi, jossa selvitettiin vesitalouden nykytila sekä arvioitiin hankealueella tapahtuvasta puuston poistosta aiheutuvat valuntamuutokset alapuolisissa virtavesissä. Lähtötietoina käytettiin olemassa olevia GTK:n maaperäaineistoja, Ilmatieteenlaitoksen sadanta ja haihduntatilastoja sekä metsäkeskuksen avoimia aineistoja. Hankealueen valuma-alueet selvitettiin metsäkeskuksen valuma-alueen määrittäytökalulla. Valuma-aluekohtainen puuston poistuma laskettiin olemassa olevan metsäkeskuksen puustohila-aineiston avulla. Puustotietojen avulla arvioitiin valunnan muutoksia huomioiden poistetun puuston haihdutuksen eli transpiraation osuus alueellisesta kokonaishaihdunnasta eli evapotranspiraatiosta. Laskennoissa on käytetty raja-arvoina Seuna 1990 tuloksia, joiden mukaan valuntamäärä kasvaa 5-10 mm poistettua kymmentä puukuutiota kohti. Puustonpoiston vaikutusta nykyisiin virtausmääriin selvitettiin vertaamalla hankealueelta poistuvan metsämaan pinta-alaa virtaaman yläpuolisen mikrovaluma-alueen pinta-alaan. Uomien muutosherkkyyttä eroosiolle arvioitiin yleispiirteisesti tarkastelemalla uomien maaperätietoja sekä nykyisiä virtausnopeuksia hankealueella. Analyysin tulokset ovat suuntaa antavia ja vaikutusten suuruus voi vaihdella vuosittain riippuen vaihtelevista sademääristä, lämpötilasta ja poikkeavista sääilmiöistä.

2 Nykytilan kuvaus

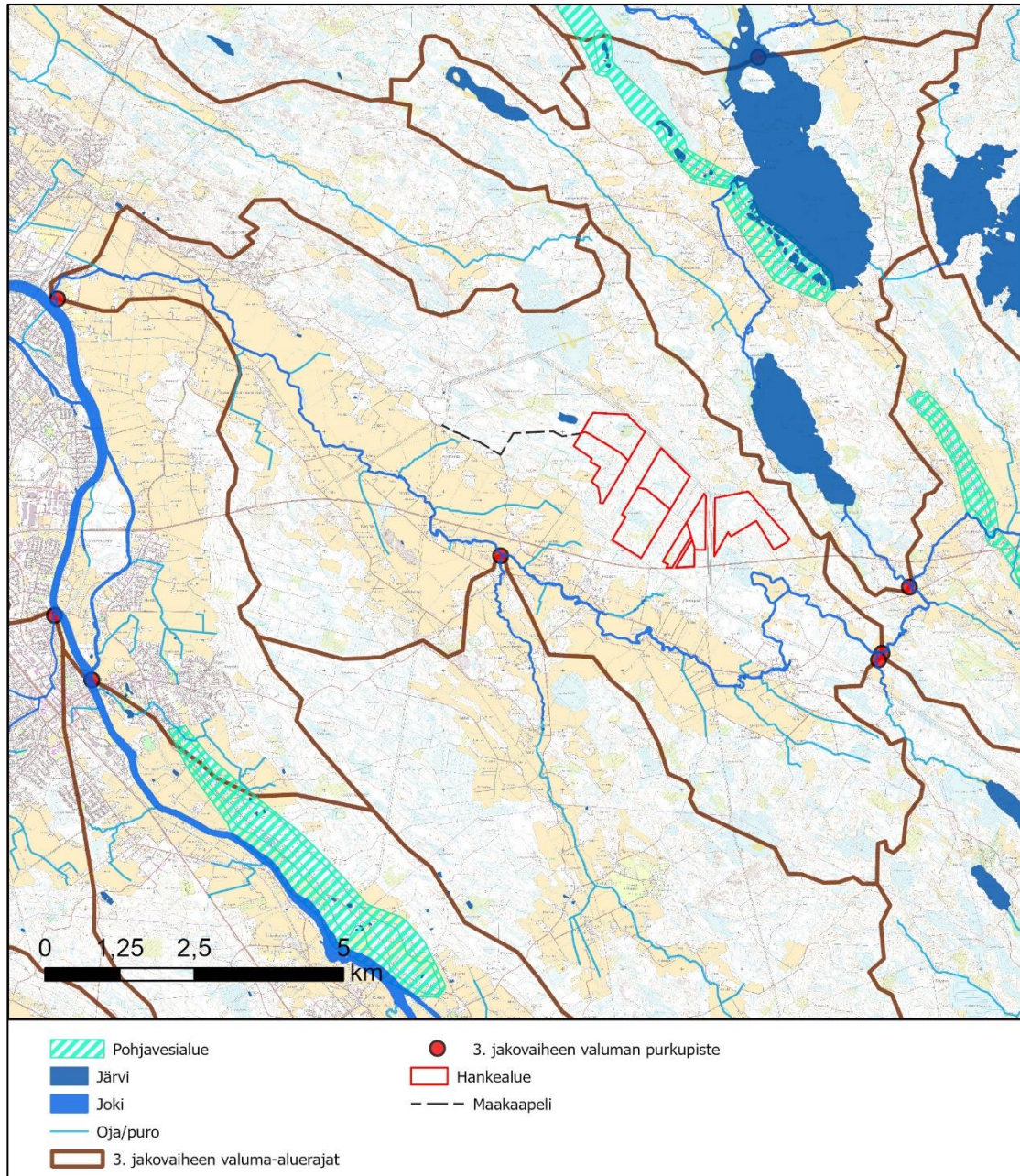
2.1 Pintavedet

Hankealue sijoittuu Kokemäenjoen vesistöalueelle (Kuva 2.1), joka kuuluu hallinnollisesti Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueeseen. Hankealue sijoittuu 3. jakovaiheen Harjunpäänjoen alaosan vesistöalueelle (35.141) (Kuva 2.2). Hankealueen valumavedet kulkeutuvat pääosin metsä- ja pelto-otia myöten kahta eri reittiä Harjunpäänjokeen. Purkupisteet Harjunpäänjokeen sijaitsevat hankealueen länsipuolella. Ensimmäinen purkupiste sijaitsee 150 metriä Tamperreentien alapuolella ja toinen kilometrin etäisyydellä alavirrassa Haukiojan kohdalla. Harjunpäänjoki laskee idästä luoteen suuntaan lähimmillään noin 1,4 kilometrin etäisyydellä hankealueen eteläpuolelta yhdistyen noin 13 kilometrin päässä Kokemäenjokeen. Kokonaisetäisyys hankealueelta Harjunpään- ja Kokemäenjokea pitkin Porin keskustan luoteispuolella sijaitsevaan Kokemäenjoen suistoon, Pihlavanlahteen, on noin 26 km. Pihlavanlahti on Pohjoismaiden suurin suistomuodostuma ja Natura 2000 -alue, joka käsittää runsaasti erilaisia biotooppeja ja on myös linnustollisesti erittäin merkittävä alue. Pihlavanlahti kuuluu Selkämeren sisempien rannikkovesien pintavesityypin ja sen ekologinen tila on välttävä- Kokemäenjoki on noin 121 km mittainen, luokaltaan

voimakkaasti muutettu, erittäin suuri kangasmaiden joki, jonka ekologinen tila on tyydyttävä. Kokemäenjoen ja hankealueen etäisyys on lyhimmillään noin 7,5 km.



Kuva 2.1. Hankealueen sijainti Kokemäenjoen päävesistöalueella.

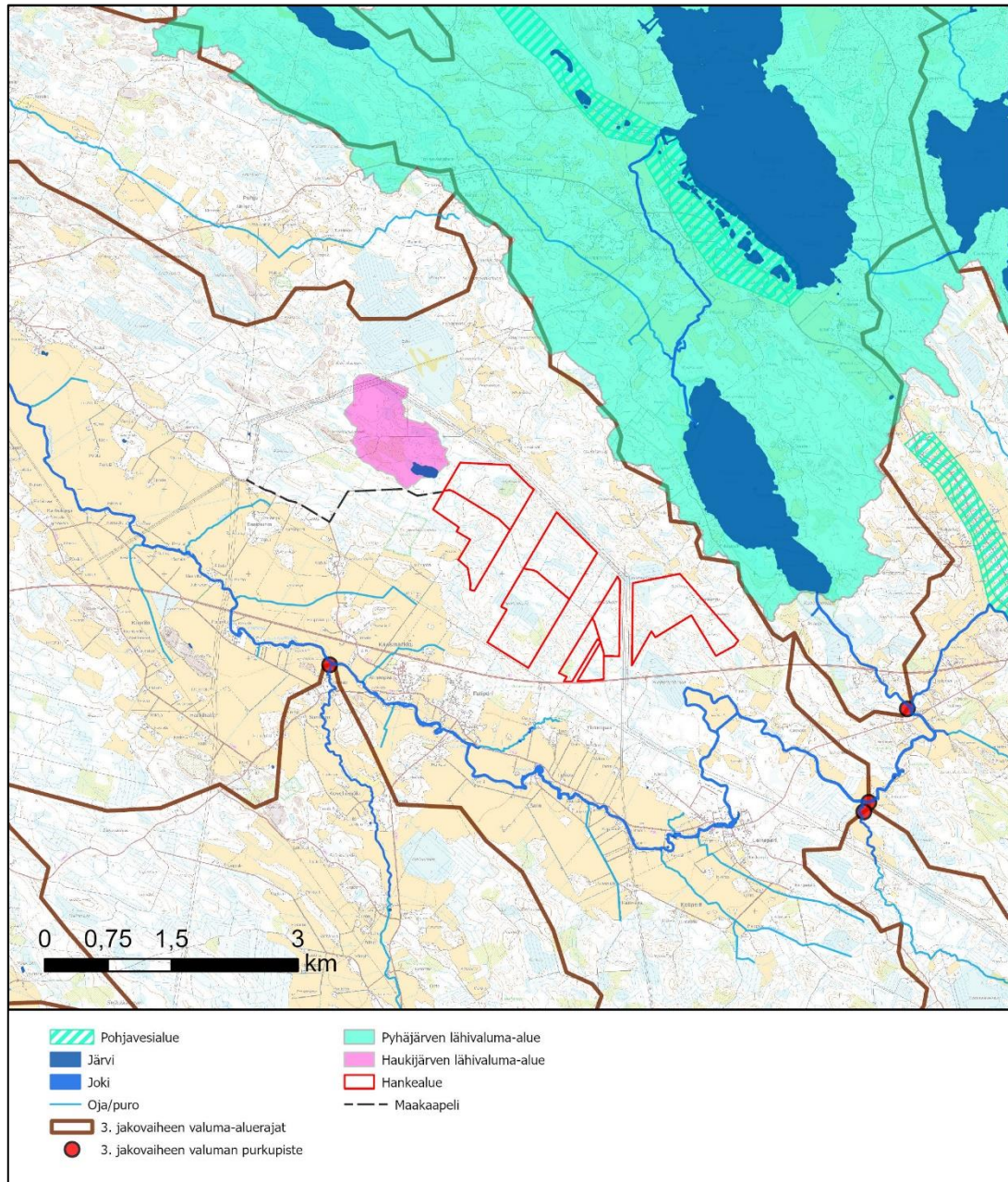


Kuva 2.2. Hankealueen sijainti Harjunpäänjoen alaosan vesistöalueella sekä pohjavesialueet.

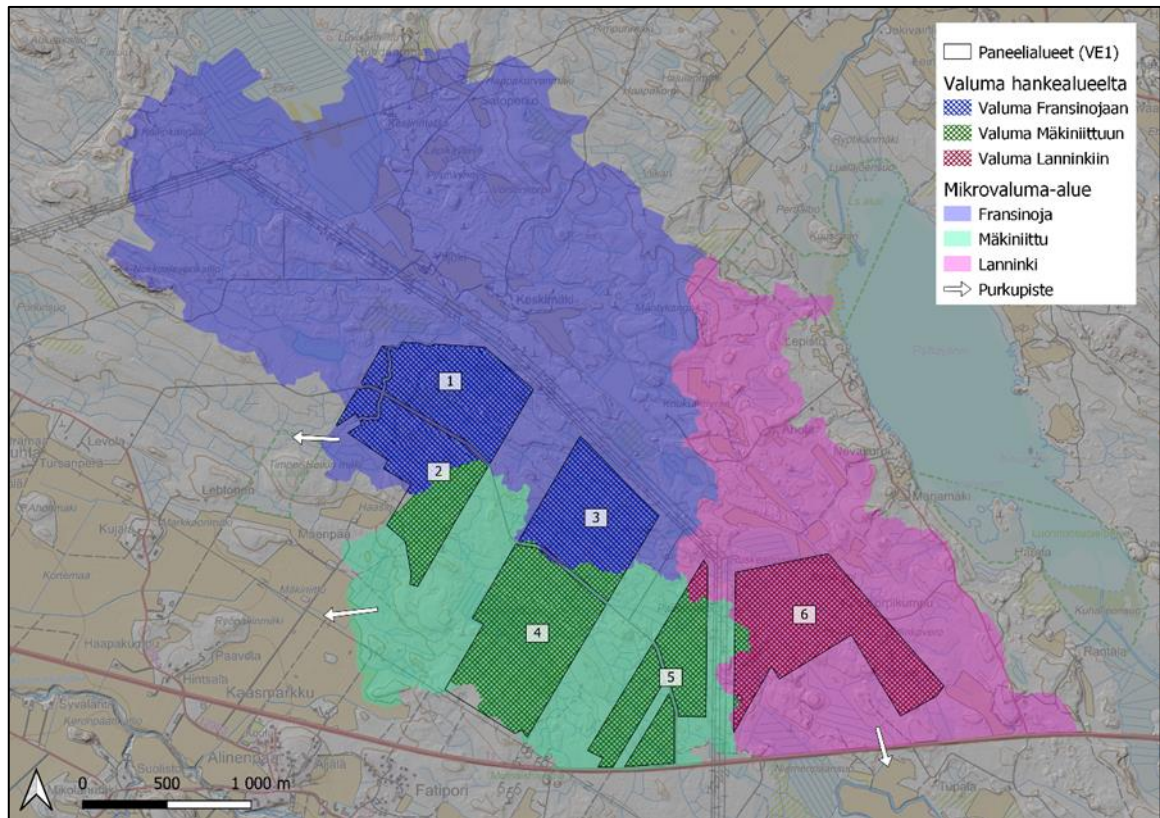
Harjunpäänjoen alaosan vesistön alueella, hankealueen länsiosan läheisyydessä, noin 160 metrin etäisyydellä hankealueen reunasta sijaitsee pieni Haukijärvi (3,4 ha; 35.141.1.001), jonka lähivaluma-alue suuntautuu kokonaisuudessaan hankealueen ulkopuolelle, luoteeseen Kalliokankaan suuntaan (Kuva 2.3). Haukijärvi laskee etelän suuntaan 4,3 km pitkää Haukiojaa pitkin kiemurrellen muun muassa hankealueen ja Timper-Heikin mäen luonnonsuojelualueen kautta Harjunpäänjokeen.

Hankealueen itäpuolella noin 1,4 kilometrin etäisyydellä hankealueen rajasta sijaitsee 179 hehtaarin kokoinen Pyhäjärvi, jonka 21 km² laajuinen valuma-alue sijoittuu kokonaisuudessaan hankealueen koillispuolelle (Kuva 2.3). Pyhäjärven etelä- ja pohjoisrantojen ympäristössä sijaitsee Lahtisen ja Pyhäjärven yksityiset luonnonsuojelualueet, joiden tavoitteena on tiettyjen lajien tai luontotyyppien suojelu IUCN:n suojeluluokituksen IV mukaisesti. Pyhäjärveen laskee myös ylempänä sijaitsevan Palusjärven vedet Palusjokea pitkin. Palusjärven ja Pyhäjärven yhteenlaskettu valuma-alue on

noin 105 km² laajuinen. Pyhäjärvi laskee 2 km pitkää Pyhäjärvenjokea pitkin Harjun pääjokeen hankealueeseen nähden joen yläjuoksulla.



Kuva 2.3. Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) VALUE-valuma-alue työkalulla määritetyt lähivaluma-alueet Haukijärvelle ja Pyhäjärvelle, jotka sijaitsevat hankealueen läheisyydessä.



Kuva 2.4. Hankealueen ja paneelialueiden (1-6) jakaantuminen kolmeen mikrovaluma-alueeseen.

2.2 Pohjavedet

Hankealueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei sijaitse tärkeitä pohjavesialueita (Kuva 2.1). Lähin pohjavesialue Palus sijaitsee noin 3,3 kilometrin etäisyydellä alueen koillispuolella. Paluksen pohjavesialue on vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue ja sen antoisuus on noin 450 m³ päivässä ja sen määrällinen tila on hyvä.

2.3 Kalasto

Kaasmarkan taajaman läpi kulkeva Harjunpäänjoki on luokiteltu hyvään ekologiseen tilaluokkaan. Joen tilaa on parannettu ja parannetaan kunnostustoimenpiteiden avulla. Joessa on laadukkaat liisäntymis- ja kasvu ympäristöt merialueelta tuleville vaelluskaloille, kuten lohikaloille, meritaimeenelle ja nahkiaiselle.

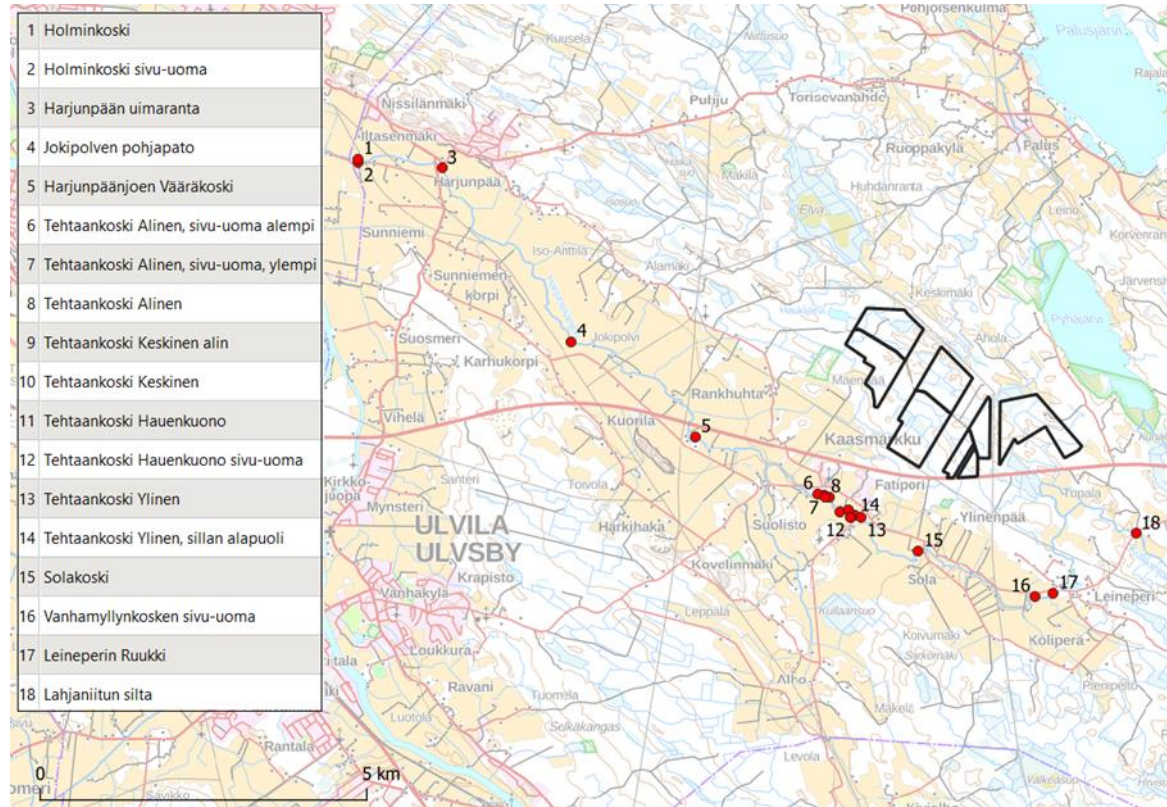
Kaasmarkan taajaman läpi kulkeva Harjunpäänjoki on luokiteltu hyvään ekologiseen tilaluokkaan. Joessa esiintyy mm. taimenta, lohta ja nahkiaista. Joen lohi- ja taimenkannat ovat istutuskantaa. Lisäksi joen kalastoon kuuluu vaellussiika, jonka kantaa on tuettu Kokemäenjoen siikakannan poikasistutuksin. Harjunpäänjoki on aiempien selvitysten perusteella arvioitu nahkiaisien luontaisen liisäntymisen kannalta alueen parhaaksi kohteeksi.

Joen tilaa on parannettu pitkäjänteisesti ja parannetaan edelleen kunnostustoimenpiteiden avulla. Aiemmin joen alajuoksun patorakennelmia on muutettu kalojen nousun mahdollistaviksi pohjapadoiksi. Nykytilassa kalat pystyvät tiettävästi nousemaan ainakin Leineperin alueelle. Leineperin säännöstelypadolle rakennettiin vuonna 2022 kalatie. Joen ja sen sivuhaarojen alueilla on tehty monin paikoin kunnostuksia ja rakennettu kutosoraikkoja. Pääuoman varrella kunnostuksia on tehty mm. Holminkoskella ja Tehtaankosken alueella. Joessa on laadukkaita liisäntymis- ja

kasvuympäristöt merialueelta tuleville vaelluskaloille. Kalat pystyvät uimaan meren ja Harjunpäänjoen välillä esteettä ja nousta kutemaan luonnollisen lisääntymiskierron mukaisesti.

Harjunpäänjoessa ja sen muilla jokiosuuksilla harjoitetaan vapaa-ajankalastusta, varsinkin vapavälineillä. Tärkeimmät kalastuspaikat sijoittunevat hankealueen yläpuolisille koskialueille. Porin edustan merialue on tärkeä ammattikalastajien kalastusaluetta, jossa kalastetaan rysillä ja verkoilla.

Harjunpäänjoessa on voimassa vaelluskalavesistön kalastusrajoitukset sekä koskikohtaiset rajoitukset. Merialueella, Kokemäenjoen suulla on rysä-, trooli- ja nuottauskielto. (MMM 2023).



Kuva 2.5 Harjunpäänjoen sähkökoekalastuspisteet.

Harjunpäänalueella on tehty säännöllisesti sähkökoekalastuksia. Sähkökoekalastustietoja on tiedossa yhteensä 18 paikalta (Kuva 2.5). Näistä neljä kohdetta sijaitsee hankealueen suunnasta laskevan Haukiojan alapuolisella osalla Harjunpäänjokea. Alavirran puoleisista sähkökoekalastuspaikoista lähin on Jokipolven pohjapato, 1,4 kilometriä alavirtaan. Muut kohteet, Holminkosken kaksi kohdetta ja Harjunpään uimarannan kohde, sijaitsevat 5-6 kilometriä Haukiojan lasku-kohdasta alavirtaan. Ylävirran puoleisista sähkökoekalastuspaikoista lähin on Jokipolven pohjapato, 1,3 kilometriä ylävirtaan. Muut kohteet sijaitsevat noin 4-9 kilometriä ylävirran puolella.

Sähkökoekalastusten vuosien 2019-2022 tulosten perusteella taimen ja lohi lisääntyy joessa kohtuullisen menestyksekkäästi, joskin tiheydet vaihtelevat eri osissa jokea. Taimenen kesänvanhojen (0+) poikasten tiheydet olleet Tehtaankosken ja Solakosken alueilla pää-sääntöisesti korkeita tai kohtalaisia ja pääasiassa tiheydet ovat vaihdelleet välillä 10-50 kpl/100 m². Kahdesti alueelta on laskettu erittäin korkeita, yli sadan yksilön tiheyksiä. Sen sijaan Holmin-kosken ja Harjunpään uimarannan alueilla tiheydet ovat olleet alhaisempia, tyypillisesti 3-10 kpl/100 m². Alueen korkein laskennallinen tiheysarvo on vuodelta 2019, noin 22 kpl/100 m².

Lohella tulokset ovat kesänvanhojen (0+) poikasten tiheyksien osalta olleet samansuuntaisia, joskin vuosien välistä vaihtelua on ollut astetta suurempaa. Tehtaankosken seudun koekalastuspaikoilla tiheydet ovat vaihdelleet välillä 0-115 kpl/100 m². Parhaana vuotena, 2019, neljällä paikalla mitattiin yli 40 kpl/100 m² tiheyksiä. Toisaalta vuonna 2020 yhdelläkään Tehtaankosken seudun kohteista tiheydet eivät ylittäneet 20 kpl/100 m² tiheyden rajaa. Alavirran puoleisilla Holminkosken ja Harjunpään uimarannan alueilla tiheydet ovat olleet tyypillisestä välillä 0-10 kpl/100 m², mutta alueelta on laskettu huippuarvona 51 kpl/100 m².

Harjunpäänjoen lohien ja taimenten kutusoraikkojen sijainnista ei ole tarkkaa tietoa saatavilla. Kuoriuduttuaan esimerkiksi taimenen poikaset jäävät kutusoraikosta vähän matkan päähän alueelle, jossa niille on suotuisat virtausolosuhteet ja tarpeeksi piilopaikkoja. Tämän perusteella hankealuetta lähimmät tiedossa olevat kutusoraikat sijaitsevat Harjunpään uimarannan lähetyvillä (Kuva 2.5), jonne on noin 5 km Haukiojan laskuojasta. Lohikalat ovat yleisesti herkkiä ravinteiden kasvulle ja veden pH:n alenemiselle. Laskuojaa lähimpänä olevassa sähkökalastuspisteessä Jokipolven pohjapadolla ei ole havaittu lohikaloja. Siellä tavattu kivisimppu on herkkä happipitoisuuden laskulle sekä happamoitumiselle. Vaellussiika kannat ovat yleisesti kärsineet vesien patoamisesta ja muusta vesirakentamisesta sekä peltojen ja metsien ojituksien päästöistä. Harjunpäänjoen kutupaikkojen osalta tiedot ovat puutteelliset, vaellussiikalla ei ole havaittu luontaista lisääntymistä joessa.

Taimen ja vaellussiika on luokiteltu erittäin uhanalaisiksi (EN), ja Itämeren lohi vaarantuneeksi (VU). Nahkiainen on luokiteltu silmällä pidettäväksi (NT) ja pikkunahkainen sekä kivisimppu elinvoimaisiksi (LC). Kivisimppu, nahkiainen ja pikkunahkiainen ovat EU:n luontodirektiivin liitteen II lajeja (va-raumalla). Nahkiainen on lisäksi EU:n luontodirektiivin liitteen V laji.

2.4 Sähkönsiirtoreitti

Sähkönsiirtoreitti sijoittuu 3. jakovaiheen Harjunpäänjoen alaosan vesistöalueelle (35.141). Maa-kaapelin sähkönsiirtoreitti ylittää muutamia ojia ja puroja.

Sähkönsiirtoreitille ei osu vesilain 2 luvun 11 § mukaisia luontotyypppejä.

3 Vaikutusten tunnistaminen

Pintavesiin kohdistuvat vaikutukset keskittyvät aurinkovoimaloiden ja niihin liittyvän infrastruktuurin sekä voimajohdon rakentamisvaiheeseen. Maansiirtotyöt teiden, kaapelien ja voimalapaikkojen rakentamisalueilla paljastavat maaperän altistaen sen eroosiolle. Sadeveden irrottamat maa-aineshiukkaset kulkevat veden mukana ja aiheuttavat samentumista sekä karkeamman maa-aineksen kertymistä rakentamisalueiden lähiuomien pohjalle. Vastaavia vaikutuksia aiheutuu myös mahdollisesta maa-aineksen otosta ja maanläjityksestä. Kiintoaineen lisäksi maanrakennustöiden seurauksena vesistöön voi kulkeutua myös ravinteita ja humusaineita. Rakennustöiden aiheuttama ravinnekuormitus voi aiheuttaa vesistön rehevöitymistä. Typpipitoisia päästöjä pintavesiin voi syntyä erityisesti louhinnoissa käytettyjen räjähdysainesten jäämistä.

Hankealue sijaitsee Etelä-Suomen arseeniprovinssilla. Jos alueen kalliota louhitaan ja siitä tehtyä mursketta käytetään rakentamiseen, voi mahdollisesti arseenipitoinen kivimurske vapauttaa rapautuessaan arseenipitoisia vesiä kuormittaen alueen pintavesiä. Jos alueella on arseenipitoista kalliota ja moreenimaata heijastuu se jo luonnontilassa alueen purovesiin ja purosedimentteihin normaalia korkeampana arseenipitoisuutena (GTK 1996).

Kiintoaineen, ravinteiden ja humusaineiden kulkeutuminen ja laskeutuminen vesistöissä riippuu muun muassa maaperän laadusta ja topografiasta, vesiuoman virtaamasta ja sääolosuhteista. Esimerkiksi runsasvetisenä aikana samentuma leviää virtaamien kasvaessa kauemmas kuin vähävetisenä aikana. Ojien kaivaminen voi muuttaa vesien virtaussuuntia ja virtaamia.

Rakentamisvaiheessa maastossa on runsaasti koneita, joista voi vahinko- tai onnettomuustilanteissa aiheutua polttoainepäästö maaperään ja hulevesien kautta mahdollisesti vesistöön.

Sähkönsiirron vaikutukset pintavesiin keskittyvät maakaapelikanavien kaivutöihin. Vaikutukset ovat luonteeltaan samankaltaisia, joskin hieman vähäisempiä kuin aurinkovoimaloiden pystytyksessä tai teiden rakentamisessa.

Aurinkovoimalan käytön aikana paneeleilta maahan valuva veden virtaus kohdistuu kapealle alueelle paneelien edustalle. Alueella olevat korkeuserot voivat johtaa uomien ja eroosion muodostumiseen ja sitä kautta kiintoaines- ja ravinnekuormituksiin.

Aurinkovoimarakentamisen vaikutukset kalastoon ovat vaikutusmekanismeiltaan vastaavia kuin edellä pintavesien kohdalla esitettiin. Työnaikaisia kalastoon kohdistuvia vaikutuksia voi aiheutua uusien tielinjojen sekä sähkönsiirron maakaapeliojenrakentamisen yhteydessä, mikäli rakentaminen tapahtuu vesistöjen välittömässä läheisyydessä (esim. tierumpujen rakentaminen). Työnaikaiset vaikutukset kalastoon ovat luonteeltaan lyhytkestoisia, laajuuden riippuessa hankealueen ominaisuuksista edellä mainittujen maansiirtotöiden ja mahdollisten rankkasateiden myötä. Käytön aikaiset vaikutukset kalastoon ovat voivat muodostua kiintoaineiden ja ravinteiden kulkeutumisesta vesistöön. Vaikutukset ajoittuvat alueen sadannan mukaisesti.

4 Vaikutusten merkittävyyden arvioinnin kriteerit

Vaikutuksen merkittävyys määritetään vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruuden perusteella YVA-selostuksen luvussa 7.4 ”Vaikutusten luonnehdinta ja merkittävyyden määrittely” esitetyn perusteella. Arviointi on tehty seuraavissa taulukoissa 4.1 ja 4.2 esitettyjen kriteerien mukaisesti.

Taulukko 4.1. Vaikutusalueen herkkyys pintavesiin ja kalastoon kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa.

Vaikutuskohteen herkkyys	Lainsäädännön ohjaus / yhteiskunnallinen merkitys	Alttius muutoksille
Suuri	- Kansallinen tai suuri alueellinen virkistysarvo - Vesimuodostuma sijaitsee hankealueen valuma-alueella ja hankkeen rakenteiden välittömässä läheisyydessä alle 100 metrin etäisyydellä ja vesimuodostumaan on kohdistettu merkittäviä kunnostustoimenpiteitä - Alue tärkeä ammattikalastukselle	- Vesimuodostuma on herkkä lisääntyvälle kuormitukselle pienen virtaaman tai heikkojen laimenemisolosuhteiden takia - Vesimuodostuma on tärkeä kalojen lisääntymis- tai poikasalue ja vesieliöstö ja kalasto ovat herkkiä vedenlaadun muutoksille, ja kalastoltaan arvokas kohde sijaitsee alle 100 metrin etäisyydellä hankkeen rakenteista
Kohtalainen	- Alueellinen tai suuri paikallinen virkistysarvo - Vesimuodostuma sijaitsee 100-1500 metrin etäisyydellä hankkeen rakenteista ja hankealueen valuma-alueella vesimuodostumaan on kohdistettu merkittäviä kunnostustoimenpiteitä - Melko runsaasti vapaa-ajan kalastusta tai ammattikalastusta.	- Vesimuodostuman herkkyys lisääntyvälle kuormitukselle kohtalainen, esim. kohtalaiset virtaama-/laimenemisolosuhteet - Vesimuodostuma on tärkeä kalojen lisääntymis- tai poikasalue ja vesieliöstö ja kalasto ovat herkkiä vedenlaadun muutoksille, ja kalastoltaan arvokas kohde sijaitsee 100-1500 metrin etäisyydellä hankkeen rakenteista
Vähäinen	- Virkistysarvo paikallinen - Vesimuodostumaan ei ole kohdistettu kunnostustoimenpiteitä. - Alueella harjoitetaan vain vähän kalastusta.	- Vesimuodostuman herkkyys lisääntyvälle kuormitukselle vähäinen, esim. suuri virtaama, hyvät laimenemisolosuhteet - Vesimuodostumalla ei esiinny kalojen lisääntymis- tai poikasaluita tai sellainen sijaitsee yli 1500 metrin etäisyydellä hankkeen rakenteista

Taulukko 4.2. Muutoksen voimakkuuden kriteerit pintavesiin ja kalastoon kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa.

Muutoksen suuruus	Voimakkuus ja suunta	Alueellinen laajuus
Suuri kielteinen muutos	- Toiminnan aiheuttamat kielteiset muutokset vedenlaatuun, virtauksiin, virtaamaan tai vedenkorkeuteen tai päästöt vesistöihin ovat suuria. - Rehevyystaso nousee selvästi ja ekologinen tai kemiallinen luokitus heikkenevät selvästi - Uimavesien laatu heikkenee selvästi. - Hanke vaikuttaa haitallisesti kalakantoihin, jotka ovat uhanalaisia tai joilla on kalastuksen kannalta merkitystä.	Muutos pitkäkestoinen tai hitaasti palautuva ja muutos ei kontrolloitavissa.
Kohtalainen kielteinen muutos	- Toiminnan aiheuttamat kielteiset muutokset vedenlaatuun, virtauksiin, virtaamaan tai vedenkorkeuteen tai päästöt vesistöihin ovat kohtalaisia. - Rehevyystaso nousee kohtalaisesti ja ekologinen tai kemiallinen luokitus heikkenevät kohtalaisesti - Uimaveden laatu heikkenee. - Hanke vaikuttaa jossain määrin haitallisesti kalakantoihin, jotka ovat uhanalaisia tai joilla on kalastuksen kannalta merkitystä.	Muutos melko lyhytaikainen ja kohtalaisen nopeasti palautuva ja muutoksen kontrollointi haastavaa.
Vähäinen kielteinen muutos	- Toiminnan aiheuttamat kielteiset muutokset vedenlaatuun, virtauksiin, virtaamaan tai vedenkorkeuteen tai päästöt vesistöihin ovat vähäisiä. - Rehevyystaso nousee vain vähän ja ekologinen tai kemiallinen laatu heikkenee vain vähän. - Uimaveden laadussa ei tapahdu heikkenemistä. - Hanke vaikuttaa vain vähän haitallisesti kalakantoihin, jotka ovat uhanalaisia tai joilla on kalastuksen kannalta merkitystä.	Muutos lyhytaikainen, nopeasti palautuva tai kontrolloitavissa.
Ei muutosta	- Toiminnalla ei ole vaikutusta vesistöihin. - Hanke ei vaikuta kalakantoihin, joilla on kalastuksen kannalta merkitystä. - Mahdolliset hankkeen aiheuttamat vaikutukset veden laatuun tai virtaamiin voidaan kohtuullisilla toimenpiteillä neutraloida kokonaan.	Ei muutosta tai muutos hyvin lyhytaikainen ja välittömästi palautuva.
Myönteinen muutos	- Toiminta vähentää vesistövaikutuksia tai vesistökuormitusta - Rehevyystaso laskee ja ekologinen tai kemiallinen tila paranee. - Uimaveden laatu paranee. - Hanke parantaa kalastuksen kannalta merkityksellisiä kalakantoja.	Muutos pitkäkestoinen

5 Vaikutukset pintavesiin ja kalastoon

5.1 Aurinkovoimahankkeen vaikutukset

Aurinkovoimahankkeessa aurinkovoimaloiden sekä teiden ja hankealueen kaapeliojien maanrakennustöistä voi aiheutua kiintoaineen, humuksen ja ravinteiden kulkeutumista alueen pintavesiin. Ravinnekuoormitus voi osaltaan lisätä rehevöitymistä. Kiintoaineen kulkeutumisesta voi seurata ojien liettymistä ja pintavesien tilapäistä samentumista.

Kalataloudelliset vaikutukset voivat olla seurausta suoraan veden laadun muutoksista kohdistuen elinympäristöjen, kuten kutusoraikkojen ja poikasalueiden liettymiseen kiintoainekuormituksen johdosta tai välillisesti kuormituksen vaikutuksista esimerkiksi kalojen ravintolähteisiin. Ravinteiden, kiintoaineen ja humuksen kasvu, sekä veden tummuminen voivat muuttaa alueen lajistoa, ja toisaalta heikentää varsinkin näön avulla saalistavien lajien ravinnonhankintaa. Sameuden ja kiintoainepitoisuuden kasvaessa aikuiset kalat hakeutuvat ensisijaisesti muualle, ja kuolleisuus voi lisääntyä lähinnä kalanpoikasten ja mädin kohdalla (Keller ym. 2006 viitteinen). Kiintoaine- ja humuskuormitusten, mukaan lukien niihin sitoutuneen raudan, on todettu merkittävästi vaikuttavan lohikalojen lisääntymisen onnistumiseen heikentämällä mätimunien kehittymistä (Laine ym. 2001). Yleisesti boreaalisilta mailta huuhtoutuvan rauta- ja alumiinipitoisuuksien kasvu yhdistettynä matalaan veden pH-arvoon, mikä voi parantaa metallien liukoisuutta ja täten biosaattavuutta, vaikuttaa kalojen ja muiden vesieliöiden kasvuun ja kuolleisuuteen (Heikkinen ym. 2022, ja artikkelin viitteet).

Harjunpäänjoen kalaston herkkyys arvioidaan erittäin uhanalaisten lajien (taimen ja vaellussiika), sekä muiden vaelluskalojen ja niiden vuoksi tehtyjen kunnostusten perusteella erittäin suureksi, mutta etäisyyden takia vaikutusalueen herkkyys arvioidaan kohtalaiseksi. Aurinkopaneelikentiltä aiheutuvan kuormituksen oletetaan laimenevan Harjunpäänjoen suureen vesimäärään, jolloin vaikutusten suuruus sähkökoekalastuksien perusteella oletetuille kutusoraikkopaikoille arvioidaan vähäiseksi. Vaikutusten suuruuteen vaikuttaa kuitenkin epävarmuus lohikalojen elinpaikkojen todellisesta sijoittumisesta. Viime aikoina tehtyt virtavesikunnostukset sijoittuvat hankealueen yläpuolisille jokiosuuksille. Mahdollisten happamien valumien ja veteen päätyvien metallien pitoisuuden kasvun yhteisvaikutus voi olla merkittävä. Kiintoainepäästöillä ja samentumisella voi myös olla vaikutuksia hankealueesta ylävirtaan sijoittuville lohikalojen kutu- ja elinalueille. Kuormitus voi kalojen vaellusaikaan aiheuttaa kalojen karkoittumista. Kuormitus ei kuitenkaan estä kaloja kokonaan hakeutumasta kutupaikoille, vaan ne voivat jäädä odottelemaan olosuhteiden paranemista. Täten kalastoon kohdistuvat vaikutukset on kokonaisuudessaan arvioitu kohtalaisiksi.

Vapaa-ajankalastukselle tärkeät kalastuspaikat sijoittuvat pääasiassa hankealueen yläpuolisille koskialueille. Ammattikalastuksen kalastuspaikat ovat hankealueesta kaukana. Ammattikalastuksen ja vapaa-ajankalastuksen saaliiseen voi syntyä vähäisiä välillisiä vaikutuksia em. vaikutusmekanismien kautta. Suoria vaikutuksia esimerkiksi pyydyksiin tai kalojen pyydystettävyyteen ei katsota syntyvän. Kalastukseen kohdistuvat vaikutukset arvioidaan vähäisiksi.

Uomaan kohdistuvia töitä ovat teiden ojaston/purojen ylitykset, jotka toteutetaan tierummuilla. Aurinkovoimahankkeen rakennustöiden aiheuttamat ojituksen vaikutukset ovat verrattavissa metsien kunnostusojitusten vaikutuksiin. Olemassa olevien ojien perkauksen vaikutus valuntaan on vähäinen, mutta uusien ojien kaivaminen todennäköisesti lisää valumaa.

Happamien sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyys lähes koko tuotantoalueella on pieni tai hyvin pieni. Hankealueella ei ole sulfaattikerroksen syvyyden kartoituspisteitä. Alueen pohjois- ja itäosissa, osa-alueella 1 ja 6, saattaa esiintyä happamia sulfaattimaita. Mikäli kaivamista tapahtuu

sulfaattisavikerroksen alapuolella, voivat happamat sulfaattimaat aiheuttaa happamia ja metallipitoisia valumavesiä, jotka haittaavat kuivatusalueen alapuolisen vesistön eliöstöä.

Työmaalta pintavesiin voi mahdollisesti kulkeutua öljypitoisia vesiä, mutta normaalitilanteessa päästöt ovat hyvin pieniä ja vaikutukset siten merkityksettömiä.

Rakentamisen pintavesiin aiheuttavien muutosten arvioidaan olevan pääosin lyhytaikaisia ja melko paikallisia. Enimmäkseen tasamaalla sijaitseva ojaverkosto ei ole erityisen herkkä kiintoaineen eroosiolle, vaikka valuntamäärät lisääntyisivät puuston poiston seurauksena. Keskimääräisen valunnan arvioidaan lisääntyvän alueen ojastojen purkupisteillä noin 3-18 %. Analyysiin perustuvat luvut valuntamäärien kasvusta saattavat todellisuudessa olla hieman vähäisempiä alueen maalajien ollessa hyvin tai kohtalaisesti vettä läpäiseviä. Lisääntyvän valunnan arvioidaan kuitenkin aiheuttavan vähäistä kiintoaineen ja ravinteiden mobilisoitumista hankealueelta alapuolisiin vesistöihin.

Valuntamäärien vähäinen kasvu puuston poiston seurauksena on pysyvä ilmiö, mutta kiintoaine- ja ravinnekuormitus tyypillisesti stabilisoituu lähelle alkuperäistä tasoa muutaman vuoden kuluessa. Pysyvät vaikutukset perustuvat pääosin äärevöityneisiin valuntaolosuhteisiin lumensulamajaksojen ja sadejaksojen aikana. Ojien tai purojen ylityksistä ei aiheudu rakentamisen tai parantamisen jälkeen vesistövaikutuksia, mikäli tierummut mitoitetaan riittäviksi padotusvaikutuksen estämiseksi. Rakentamisella ei kuitenkaan ole vaikutusta alueen vedenjakajiin. Hankkeella ei arvioida olevan vaikutusta valuma-alueisiin tai vesien virtaussuuntiin.

Aurinkovoimalan käytön aikana paneeleilta maahan valuva veden virtaus kohdistuu kapealle alueelle paneelien edustalle ja etenkin jos alueella ovat korkeuserot voivat johtaa uomien muodostumiseen ja eroosion muodostumiseen ja sitä kautta kiintoaines- ja ravinnekuormituksiin. Jos rakenteet puretaan toiminnan loputtua, vaikutukset ovat samantyyppisiä kuin rakentamisvaiheessa.

Jos maa-aineksia otetaan hankealueella, aiheutuu siitä hankealueelta lähteviin vesiin kiintoaine-, ravinne- ja humuskuormitusta ja lisäksi alueelta lähtevien vesien virtaamat äärevöityvät, kun vettä pidättävä kasvillisuus poistetaan. Mahdollisilta louhittavilta alueilta lähteviin vesiin kulkeutuu hienojakoista kiviainesta ja tyyppiyhdisteitä. Lisäksi alueen kallioperä saattaa olla arseenipitoista, jolloin kalliomurskasta voi rapautuessa vapautua arseenipitoisia vesiä. Arseenilla voi olla jo pienissäkin pitoisuuksissa haitallisia vaikutuksia pienvesistöissä. Alueen pienvesissä voi kuitenkin olla jo luonnostaan kohonneet arseenipitoisuudet alueen geologian vuoksi. Työmaavesissä saattaa olla jonkin verran koneista peräisin olevaa öljyä. Maa-ainesten otto tapahtuu siihen erikseen haettavien lupien ja niissä mahdollisesti esitettävien lupamääräysten mukaisesti.

Pintavesiin kohdistuvien vaikutusten vaikutusalueen herkkyys arvioidaan kohtalaiseksi. Vaikutukset rajautuvat alueelle, jolla ei ole ranta-asutusta, vedenottoa tai erityistä virkistysarvoa. Hankkeesta vedenlaatuun, virtauksiin, virtaamaan tai vedenkorkeuteen aiheutuvat muutokset ja päästöt pintavesiin ovat lyhytaikaisia, melko paikallisia ja vähäisiä. Hankkeen vaikutukset pintavesiin arvioidaan vähäisiksi kielteisiksi.

Hankkeen ei arvioida vaikuttavan heikentävästi alapuolisten vesistöjen ekologiseen tilaan tai vaikeuttavan vesienhoidon tavoitteiden saavuttamista. Kokemäenjoen vesienhoidon toimenpideohjelmassa 2016–2021 ja toimenpideohjelmahdotuksessa 2022–2027 Harjunpäänjoen ekologinen tila on todettu hyväksi, eikä siihen ole esitetty kunnostustoimenpiteitä.

Hankealueen valuma-alueella sijaitseva Harjunpäänjoki on kalastollisesti erityisen arvokas, koska lohikalat pystyvät esteittä uimaan meren ja Harjunpäänjoen välillä. Rakentamisen pintavesiin aiheuttavien muutosten arvioidaan olevan pääosin lyhytaikaisia ja melko paikallisia, joten hankkeen vaikutukset kalastoon arvioidaan vähäisiksi.

Vaihtoehdossa VE1 rakentamisen aikaisia muutoksia pintavesiin ei aiheudu merkittävästi enemmän kuin vaihtoehdossa VE2. Vaikutusten merkittävyysluokalla ei siis ole eroa vaihtoehtojen välillä. Fransinojaan tehtävän tien pohjoispuolisen putkituksen rakentamistoimenpiteet vastaavat paneelialueilla tapahtuvan rakentamisen aikaisia vaikutuksia vesistöihin. Käytön aikana veden virtaus voi nopeutua putkessa maltillisesti, sen ollessa kaltevuudeltaan vain noin 1 %. Virtausnopeuden muutos voi lisätä eroosiota lyhyellä matkalla putken alapuolisella ojaosuudella, mutta eroosio loppuu kokonaan putken kattavalla ojaosuudelta, jonka vuoksi putkituksella ei arvioida olevan käytönaikaisia vaikutuksia pintavesien kiintoainekuormitukseen.

Nykytilassa alueen suurin vesistövaikutus syntyy hankealueen eteläpuolella tapahtuvasta maanviljelystä.

Taulukko 5.1. Aurinkovoimahankkeen vaikutukset pintavesiin ja kalastoon.

Vaikutusalueen herkkyys	Kohtalainen herkkyys - Vesimuodostuma sijaitsee 100-1500 metrin etäisyydellä hankkeen rakenteista ja hankealueen valuma-alueella vesimuodostumaan on kohdistettu merkittäviä kunnostustoimenpiteitä - Vesimuodostuma on tärkeä kalojen lisääntymis- tai poikasalueita ja vesieliöstö ja kalasto ovat herkkiä vedenlaadun muutoksille, ja kalastoltaan arvokas kohde sijaitsee 100-1500 metrin etäisyydellä hankkeen rakenteista
Muutoksen suuruus	Kohtalainen kielteinen muutos - Toiminnan aiheuttamat kielteiset muutokset vedenlaatuun, virtauksiin, virtaamaan tai vedenkorkeuteen tai päästöt vesistöihin ovat vähäisiä. - Rehevyytaso nousee vain vähän ja ekologinen tai kemiallinen laatu heikenee vain vähän. - Hanke voi vaikuttaa jossain määrin haitallisesti kalakantoihin, jotka ovat uhanalaisia tai joilla on kalastuksen kannalta merkitystä.
Vaikutusten merkittävyys alueen herkkyysalueen ja muutoksen suuruuden perusteella.	Kohtalainen kielteinen vaikutus - Aurinkovoimalan ja sen rakenteiden rakentaminen sekä mahdollinen maa-ainesten ottaminen ja läjittäminen lisäävät kiintoainekuormitusta ja rehevöitymistä pintavesissä. Etäisyys Harjunpäänjokeen on yli kilometri, joten valtaosa valumavesien kiintoaineksista ja ravinteista laskeutuu ja suodatuu ennen Harjunpäänjokea. - Metsän poistumisen ja paneelien edustalle mahdollisesti muodostuvien uomien vaikutuksesta hankealueen eroosio voi lisääntyä ja sitä kautta lisätä kiintoaines- ja ravinnekuormitusta pintavesissä. - Kiintoaineskuormitus saattaa aiheuttaa kutusoraikkojen liettymistä, ja ravinteiden lisääntyminen voi muuttaa alueen lajistoa ja heikentää uhanalaisten kalojen ravinnonhankintaa. - Vaikutukset ovat yhtä suuret hankevaihtoehtojen välillä. - Hanke ei vaikeuta vesienhoidon tavoitteiden saavuttamista.

5.2 Sähkönsiirron vaikutukset

Hankkeen sähkönsiirto toteutetaan maakaapeleilla. Rakentamisen aikana maakaapelien rakentamiskohtien läheisyydessä pintavesiin voi aiheutua kiintoaineen kulkeutumisesta johtuvaa työnaikaista samentumista. Ravinnekuormitus voi osaltaan edistää rehevöitymistä.

Maakaapeli on suunniteltu rakennettavaksi nykyisten teiden yhteyteen ja se kulkee muutamien ojien poikki.

Maakaapelit on mahdollista rakentaa ojien ali. Voimajohtojen rakentamisen aiheuttamat muutokset pintavesissä jäävät lyhytaikaisiksi, vähäisiksi ja paikallisiksi. Muutokset kohdistuvat alueille, joiden herkkyys muutokselle arvioidaan kohtalaiseksi. Rakentamisen aikaiset vaikutukset pintavesiin ja kalastoon arvioidaan vähäisiksi kielteisiksi.

Toimintavaiheessa muutoksia ja vaikutuksia pintavesiin, kalastoon tai kalastukseen ei sähkönsiirrosta aiheudu. Toiminnan loputtua maakaapelin purkaminen aiheuttaa samantyyppisiä vaikutuksia kuin rakentamisvaiheessa.

Taulukko 5.2. Maakaapelina toteutettavan sähkönsiirron vaikutukset pintavesiin ja kalastoon.

	Maakaapeli
Vaikutusalueen herkkyys	Kohtalainen herkkyys - Vesimuodostuma sijaitsee 100-1500 metrin etäisyydellä hankkeen rakenteista ja hankealueen valuma-alueella vesimuodostumaan on kohdistettu merkittäviä kunnostustoimenpiteitä - Vesimuodostuma on tärkeä kalojen lisääntymis- tai poikasalueita ja vesieliöstö ja kalasto ovat herkkiä vedenlaadun muutoksille, ja kalastoltaan arvokas kohde sijaitsee 100-1500 metrin etäisyydellä hankkeen rakenteista
Muutoksen suuruus	Vähäinen muutos Maakaapelien asentamisen aikana voi aiheutua vähäisiä, lyhytaikaisia ja paikallisia muutoksia läheisiin pintavesiin.
Vaikutusten merkittävyys alueen herkkyyden ja muutoksen suuruuden perusteella	Vähäinen kielteinen vaikutus Maakaapelien asentamisesta voi aiheutua vähäisiä, lyhytaikaisia ja paikallisia pintavesivaikutuksia, kuten veden samenumista. Vaikutukset kalastoon ja kalastukseen ovat enintään vähäisiä kielteisiä.

5.3 Hankkeen toteuttamatta jättämisen (VE 0) vaikutukset

Mikäli hanketta ei toteuteta (vaihtoehto VE 0), jäävät sen vähäiset vaikutukset pintavesiin sekä mahdolliset vähäiset vaikutukset kalastoon ja kalastukseen syntymättä. Mikäli alueella jatkossa tehdään metsäojituksia, aiheutuu niistä edelleen vaikutuksia pintavesiin ja mahdollisesti kalastoon ja kalastukseen. Myös hankkeen ilmaston lämpenemistä hillitsevät vaikutukset jäävät syntymättä, jos hanketta ei toteuteta. Ilmaston lämpeneminen puolestaan lisää vesistöjen rehevöitymistä.

6 Yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa

Aurinkovoimahankkeella ei arvioida olevan pintavesiin, kalastoon tai kalastukseen kohdistuvia yhteisvaikutuksia tiedossa olevien muiden hankkeiden kanssa.

7 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Haitallisia vaikutuksia pintavesiin ehkäistään parhaiten huolellisella työskentelyllä. Työkoneissa käytettävän polttoaineen tai öljyn pääsy hulevesiin estetään varaamalla työmaalle

imeytysmateriaaleja ja ensitorjuntavälineitä. Työntekijöitä ohjeistetaan toimimaan ennaltaehkäisevästi siten, että onnettomuusriski on mahdollisimman pieni ja siten, että syntyvät vahingot jäävät mahdollisimman pieniksi.

Teiden rakentamisessa käytetään vain puhtaita maa- ja kalliokiviaineita.

Purojen ja muiden pienvesien suojaamisesta voidaan huolehtia siten, ettei niille aiheudu suoraan hulevesikuormitusta työmailla. Rantavyöhykkeillä kiinnitetään huomiota suojaavan kasvillisuuden riittävään säilyttämiseen. Työmailla syntyviä hulevesiä voidaan tarvittaessa kerätä ja johtaa hallitusti maastoon. Kiintoaineen kulkeutumista vesistöön voidaan vähentää myös eroosiosuojauksilla esimerkiksi rakentamiskohteissa, jotka sijaitsevat vesistöjen tai pienvesien välittömässä läheisyydessä. Toimenpiteiden ajankohdan ja alueellisen eriaikaisuuden suunnittelulla voidaan lieventää hakkuiden ja rakentamisen aikaisia valuntapiikkejä. Mikäli käytönaikaista eroosiota ja kiintoainekuormitusta halutaan ehkäistä, virtausta hidastavia tai kiintoainetta pidättäviä toimenpiteitä tulisi tällöin kohdistaa erityisesti Ellinkoverosta paneelialueen 6 läpi virtaavaan kokoojaojaan ja tarvittaessa Huroistensuon kahteen päälaskuojaan sekä paneelialueiden 1 ja 2 läpi Fransinojaan laskevaan kokoojaojaan.

Maa-ainesten ottoalueiden ja maanlajitysalueiden hulevesiä voidaan tarvittaessa johtaa maastoon esimerkiksi laskeutusaltaan kautta hulevesien sisältämän kiintoaineen määrän vähentämiseksi. Kiintoainetta laskeuttamalla vähennetään myös muuta vesistökuormitusta, kuten fosforikuormitusta. Kiintoainekuormitusta voidaan edelleen vähentää kiinnittämällä huomioita työmenetelmiin ja töiden suorittamiseen. Hankkeessa tarvittavien rakennusmateriaalien tuottamisen vaikutuksia voidaan lieventää maa-aineksen ottolupiin tarvittaessa sisällytettävillä lupamääräyksillä.

Tierummut ojaston tai purojen ylitysten kohdalla mitoitetaan riittäviksi padottamisvaikutusten estämiseksi. Mahdollisia vaikutuksia kalastoon voidaan ehkäistä ajoittamalla vesistöön vaikuttavat työt kalojen kutuajan ja pienpoikasajan ulkopuolelle.

8 Arvioinnin epävarmuustekijät

Mikrovaluma-alueanalyysin tulokset ovat suuntaa antavia ja vaikutusten suuruus on riippuvainen vuosittain vaihtelevista sademääristä, lämpötilasta ja poikkeavista sääilmiöistä.

9 Yhteenveto

Hankkeen ja sähkönsiirron maanrakennustöistä sekä maa-ainesten ottamisesta ja läjityksestä voi aiheutua kiintoaineen, humuksen ja ravinteiden kulkeutumista rakennuspaikkojen läheisiin pintavesiin. Kiintoaineen kulkeutumisesta voi seurata ojien liettymistä ja pintavesien tilapäistä samentumista. Ravinnekuormitus voi osaltaan edistää rehevöitymistä. Ravinnekuormitus on kuitenkin huomattavasti vähäisempää kuin alueella ympäristössä tapahtuvan laaja-alaisen maanviljelyn kuormitus. Hankkeella on enintään vähäinen vaikutus valuma-alueiden vesistöjen kalakantoihin.

Vaikutukset pintavesiin jäävät vähäisiksi, pääosin lyhytaikaisiksi ja paikallisiksi. Hankkeen rakennustöistä valuma-alueisiin tai vesien virtaussuuntiin aiheutuvien muutosten merkitys arvioidaan vähäiseksi.

Kaikkiaan vaikutukset pintavesiin arvioidaan vähäisiksi kielteisiksi, ja pintavesivaikutusten kautta syntyvät vaikutukset kalastoon ja kalastukseen vähäisiksi kielteisiksi. Hanke ei vaikuta heikentävästi alapuolisten vesistöjen ekologiseen tilaan tai vaikeuta vesienhoidon tavoitteiden saavuttamista.

Yhteenveto hankkeen vaikutuksista pintavesiin ja kalastoon:

- Hanke ei sijaitse pohjavesialueella, eikä sillä ei ole vaikutuksia pohjavesiin.
- Aurinkovoimalan rakentamisen aikainen maanmuokkaus lisää pintavesien kiintoainekuormitusta ja rehevöitymistä. Etäisyys Harjunpäänjokeen on yli kilometri, joten valtaosa kiintoaineista ja ravinteista laskeutuu ja suodattuu ennen jokea, joten vaikutus pintavesiin arvioidaan vähäiseksi.
- Puuston poiston ja paneelien edustalle mahdollisesti muodostuvien uomien aiheuttaman eroosion aiheuttama valunnan vähäinen kasvu on pysyvä ilmiö, mutta kiintoaine- ja ravinkuormitus tyypillisesti stabilisoituu lähelle alkuperäistä tasoa muutaman vuoden kuluessa, joten hankkeella ei ole käytön aikana merkittäviä vaikutuksia pintavesiin.
- Kiintoainekuormitus saattaa aiheuttaa erityisesti rakentamisen aikana katusoraikkojen liettymistä, ja ravinteiden lisääntyminen voi muuttaa alueen lajistoa ja heikentää uhanalaisten kalojen ravinnonhankintaa, joten hankkeella voi olla kohtalaisia vaikutuksia Harjunpäänjoen kalastoon.

Lähteet

Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä Hertta. Vesienhoidon 3. suunnittelukausi.

Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä Hertta. Vesienhoidon 3. suunnittelukauden toimenpiteet.

ELY-keskus 2021. Varsinais-Suomen ja Satakunnan vesienhoidon toimenpideohjelma vuosille 2022–2027. Raportti 41/21

ELY-keskus 2015. Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuosille 2022-2027. Osa 1: Vesienhoitoaluekohtaiset tiedot.

Vesi.fi 2023. <https://www.vesi.fi/karttapalvelu/>