



Asiakas: Tuulialfa

Projekti: Mustasuo-Tynnyrikorven aurinkovoimalan hulevesiselvitys

Projektinnumero: 101021307-005

9.2.2026

Raportti

Pvm.
09/02/2026
Projektiviite
101021307-005

Asiakas
Tuulialfa

Mustasuo-Tynnyrikorven aurinkovoimalan hulevesiselvitys

Hankkeesta vastaava:

Tuulialfa Oy

Antti Tanskanen

antti.tanskanen@tuulialfa.fi

P. 044 977 0409

www.tuulialfa.fi

Tekijät:

DI Esa Lukinmaa

Ins. AMK Jussi Konttila

DI Maija Ahonen

AFRY Finland Oy

www.afry.com

Copyright © AFRY Finland Oy

Kaikki oikeudet pidätetään. Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman AFRY Finland Oy:n antamaa kirjallista lupaa.

Sisältö

1	Johdanto	4
2	Alueen nykytila	4
2.1	Sijainti	4
2.2	Maankäyttö	4
2.3	Maaperä	5
2.4	Topografia	5
2.5	Pohjavesialueet	6
2.6	Alueen soveltuminen imeyttämiseen	6
2.7	Purkuvesistöt	7
2.8	Nykyinen hulevesien hallinta	7
2.9	Tulvareitit ja painanteet.....	8
2.10	Meri- ja vesistötulvat.....	11
2.11	Luontoarvot ja suojelualueet	11
3	Hulevesien muodostuminen.....	13
3.1	Nykytila.....	13
3.2	Tuleva tilanne.....	16
3.3	Viivytystarpeen arviointi	22
3.4	Vesitase.....	26
4	Vaikutukset huleveden laatuun	27
5	Rakentamisen aikaiset hulevedet	31
6	Kestävä kehitys	32
7	Hulevesien hallinnan periaatteet, johtopäätökset ja jatkosuositukset	33
7.1	Alueen hulevesien hallinnan periaatteet	33
7.2	Johtopäätökset ja jatkosuositukset.....	33
	Lähteet	36

Liitteet

Liite 1	Valuma-alueet taso 5
Liite 2	Tarkastelualueen osavaluma-alueet
Liite 3	VE1 Viivytysrakenteiden alustavat sijainnit
Liite 4	VE2 Viivytysrakenteiden alustavat sijainnit
Liite 5	Vesitaselaskelma

1 Johdanto

Tuulialfa suunnittelee tuuli- ja aurinkovoimahankeen rakentamista Oulun kaupungin Ylikiiimingin itäosaan ja Utajärven kunnan luoteisosaan. Aurinkoenergian tuotantoon suunniteltu alue on kokonaisuudessaan noin 407 hehtaarin kokoinen alue, josta osa on Vainionsuon turvetuotantoaluetta ja osa metsää. YVA-menettelyn toteutusvaihtoehdossa VE1 aurinkovoima-alueen sisälle sijoittuu neljä tuulivoimalaa ja toteutusvaihtoehdossa VE2 kaksi tuulivoimalaa. Vaihtoehdossa VE3 rakennetaan Vainionsuon alueelle neljä tuulivoimalaa, mutta ei lainkaan aurinkovoimalaa. Tätä vaihtoehtoa tarkastellaan YVA-selostuksessa (luku 18). Aurinko- ja tuulivoimaloiden lisäksi alueelle on suunnitteilla mahdollinen YVA:n mukainen sähköasemavaihtoehto 5 (yksi viidestä vaihtoehtoisesta sähköasemapaikasta, ei välttämättä toteudu). Vainionsuon alue on Uuden Oulun yleiskaavassa 2015 osoitettu maakuntakaavan mukaiseksi turvetuotantoalueeksi (EO-tu). Vainionsuon Utajärven puoleisella alueella ei ole yleiskaavaa.

2 Alueen nykytila

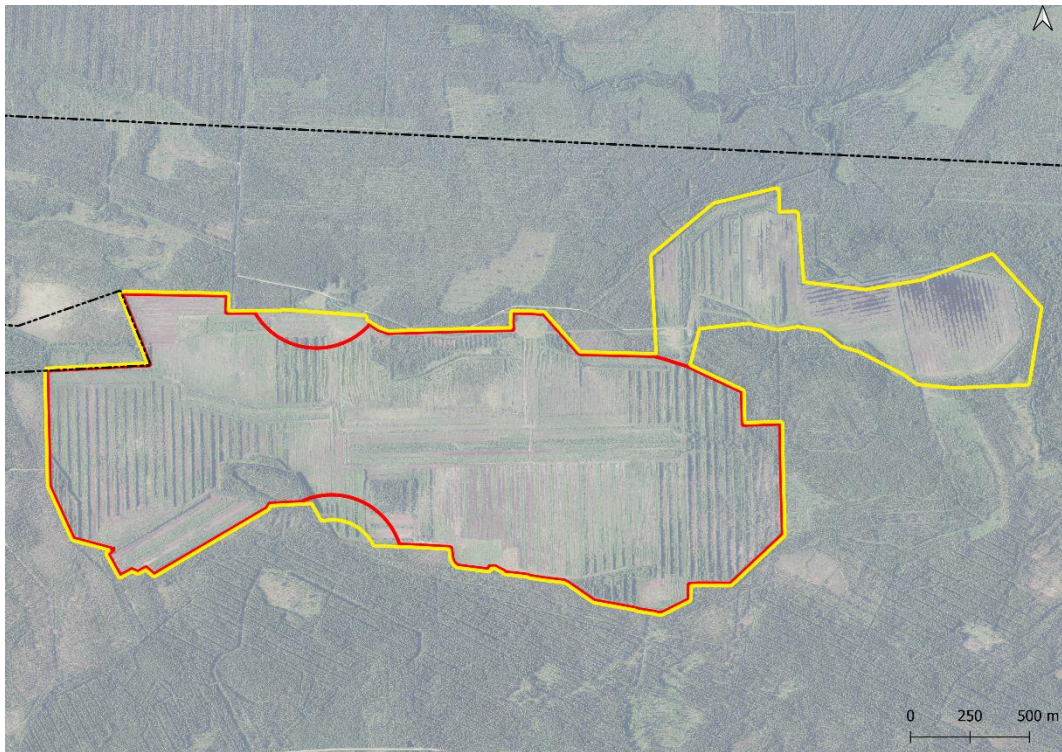
Tässä kappaleessa kuvataan tarkastelualueen ja sen ympäristön ominaispiirteitä, mm. maankäytön, maaperän, nykyisen hulevesien hallinnan ja topografian osalta. Lisäksi kuvataan tarkastelualueen ja sen lähistön vesistöt ja päävirtausreitit. Lopuksi tehdään katsaus pohjavesi- ja suojelualueisiin ja arvioidaan maaperän soveltumista imeyttämiseksi.

2.1 Sijainti

Hankealue sijaitsee Pohjois-Pohjanmaan maakunnassa, noin 11 kilometriä Ylikiiimingin keskustasta koilliseen, noin 29 kilometriä Kiimingin keskustasta itään, noin 29 kilometriä Utajärven keskustasta pohjoiseen ja noin 30 kilometriä Pudasjärven keskustasta lounaaseen. Hankealue sijoittuu Kiiminkijoen (60) vesistöalueelle ja kuuluu Oulujoen-Iijoen vesienhoitoalueeseen.

2.2 Maankäyttö

Alue on maankäytöltään entistä turvetuotantoaluetta sekä metsäaluetta. Alueen turvetuotanto on aloitettu vuonna 1979. Jälkihoitovaiheessa alue on ollut vuosina 2017–2018. Lopputarkastus alueelle tehtiin 2018. (Turveruukki Oy 2018) Alueen maankäyttöä voi tarkastella ilmakuvasta (Kuva 1).



Kuva 1. Ilmakuva tarkastelualueesta vuodelta 2024. Kuvassa on esitetty keltaisella viivalla aurinkoenergian tuotantoon suunniteltu alue vaihtoehdossa VE1 ja punaisella viivalla suunniteltu alue vaihtoehdossa VE2. Mustalla viivalla on esitetty Mustasuo-Tynnyrikorpi tuuli- ja aurinkovoimahankkeen hankealueen raja. (Ortokuva MML 2024)

2.3 Maaperä

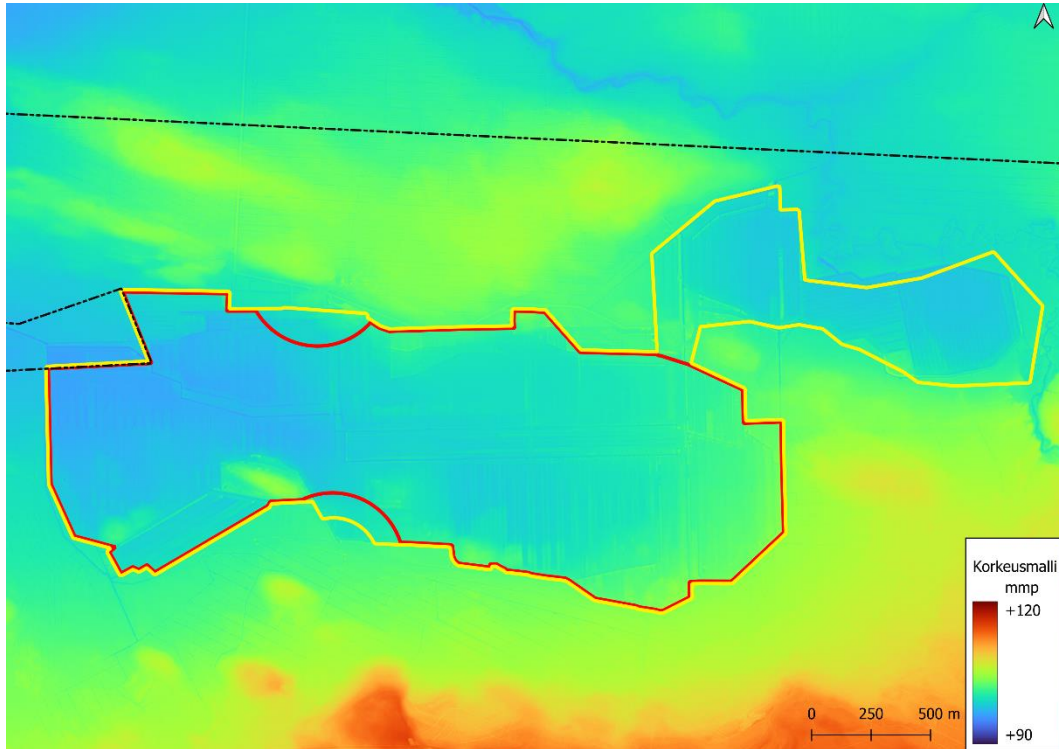
Tarkastelualueen maaperä on kokonaisuudessaan turvetta. (GTK 2009) Alueella ei ole tehty tarkempia maaperätutkimuksia taikka tutkimuksia happamista sulfaattimaista. (MML 2023) Vuonna 2018 tehdyssä Vainionsuon turvetuotantoalueen lopputarkastusraportissa kuitenkin mainitaan, että tarkkailutuloksissa ei ole ollut viitteitä sulfidipitoisesta happamuudesta.

Vainiosuon pohjoisosassa entisellä tuotantoalueen tukikohta-alueella on merkintä Ympäristöhallinnon maaperän tilan tietojärjestelmässä (MATTI). Tietojärjestelmässä on tietoja alueista, joiden maaperään on voinut päästä haitallisia aineita, joiden tilaa on selvitetty tai jotka on jo puhdistettu. Vanhalla tukikohta-alueella on tehty Geobotnia Oy:n hoitamana iso maaperän pilaantuneisuuskunnostus vuonna 2015. (AFRY 2024a)

2.4 Topografia

Aurinkovoima-alueen topografia on esitetty kuvassa 2. Korkeustasot vaihtelevat aurinkovoima-alueella noin +96,6...+105,6 metrin välillä (N2000) Maanmittauslaitoksen avoimen laserkeilausdatan perusteella. Alue on

maastonmuodoiltaan melko tasaista. Aurinkovoima-alueen matalimmat alueet sijaitsevat alueen länsireunassa sekä koillisreunassa lähellä Sorsuanojaa.



Kuva 2. Aurinkovoima-aluevaihtoehtojen topografia (VE1 keltainen raja, VE2 punainen raja) (Korkeusmalli MML).

2.5 Pohjavesialueet

Tarkastelualueesta lähimmillään noin 2 km itään sijaitsee Viinivaaran vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue, jonka pohjavedestä pintavesi- tai maaekosysteemi on suoraan riippuvainen (1E). Viinivaaran pohjavesialue sijaitsee tarkastelualueesta katsottuna Sorsuanojan toisella puolella. Pohjavesialue ei sijoitu tarkastelualueen valuma-alueelle. Pohjavesialueita ei sijoitu myöskään tarkastelualueen läheisyydessä alavirrassa.

2.6 Alueen soveltuminen imeyttämiseen

Jotta alueella voitaisiin imeyttää hulevesiä, tulee maaperän olla riittävän läpäisevää ja pohjavedenpinnan korkeuden olla riittävän alhaalla maanpintaan nähden. Turve pidättää vettä tehokkaasti. Turve on vedenläpäisevyydeltään heikkoa tai kohtalaista (GTK 2005). Vainionsuon pH- ja turvepaksuustarkastelujen (23.5.2017) mukaan alueen turvekerroksen paksuus vaihtelee 10 cm ja 120 cm välillä. Alueen maaperän imeytysominaisuudet eivät pääsääntöisesti ole hyvät, vaan ensisijaisesti vesimääriä viivytetään ennen purkua uomiin imeyttämisen sijaan.

2.7 Purkuvesistöt

Tarkastelualueen länsiosat valuvat yli 2 km avouomaa pitkin tasausaltaiden kautta Kusiojaan, josta ne purkavat yli 1 km päässä Nuorittajokeen. Tarkastelualueen itäosien pintavedet taas purkavat altainen kautta noin 200 m pituisia avouomia pitkin Sorsuanojaan, jossa vesi virtaa yli 4 km ennen kuin se purkaa Nuorittajokeen. Tarkastelualueen lähivesistöt on esitetty liitteessä 1.

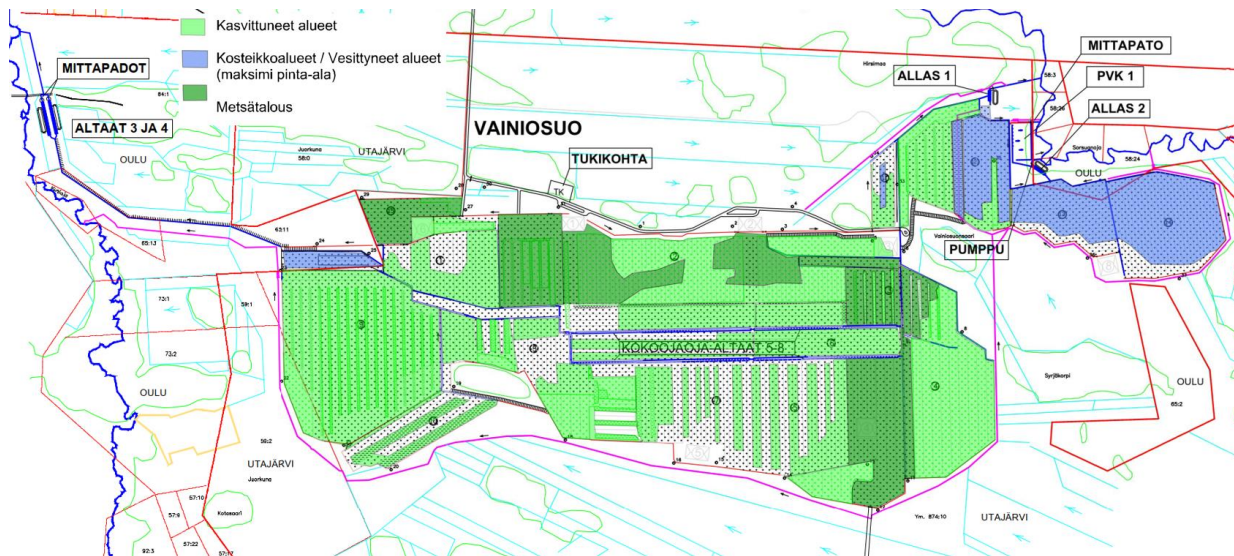
Sorsuanojan ja Kusiojan ekologista tilaa ei ole luokiteltu, mutta Nuorittajoen ekologinen tila on tyydyttävä (SYKE 2019).

SYKEN valuma-alueiden uuden luokituksen perusteella aurinkovoimapuisto sijoittuu 4. tason valuma-alueille FI1-60.01.159 ja FI1-60.01.076 (SYKE 2023).

2.8 Nykyinen hulevesien hallinta

Tarkastelualue on nykytilassa suureksi vanhaa turvetuotantoaluetta sekä metsää ja vettä läpäisemättömiä pintoja on vain vähän. Sadevedet imeytyvät maaperään tai päätyvät pintavaluntana alueen ojiin.

Tarkastelualueella on turvetuotannon aikaisia vesienkäsittelyratkaisuja, kuten niska-, sarka- ja kokoomaojia, kasvillisuuskenttä sekä pintavalutuskenttä. Niskaojat estävät tarkastelualueen ympäröivien vesien pääsyn vanhalle turvetuotantoalueelle. Tarkastelualueella hulevedet johdetaan suurimmaksi osaksi läntisillä alueilla vanhat turvetuotantoalueen keskellä itä-länsi suunnassa kulkevaan kokoomaojaan sarkaojilla. Kokooma-ojat, joissa on myös kokoomaaja-altaita, kuljettavat vedet kahteen viivytysaltaaseen, joissa on mittapadot. Alueen itäosien vedet johdetaan kahteen eri mittapadolliseen altaaseen, joista toiseen vedet pumpataan. Alueen itäosa on hyvin tulvaherkkää, ja se onkin täysin veden peitossa usein keväisin. Alueella sijaitsee myös perustettuja kosteikkoalueita. Alueen turvetuotannon aikaiset vesienkäsittelyratkaisut on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 3).



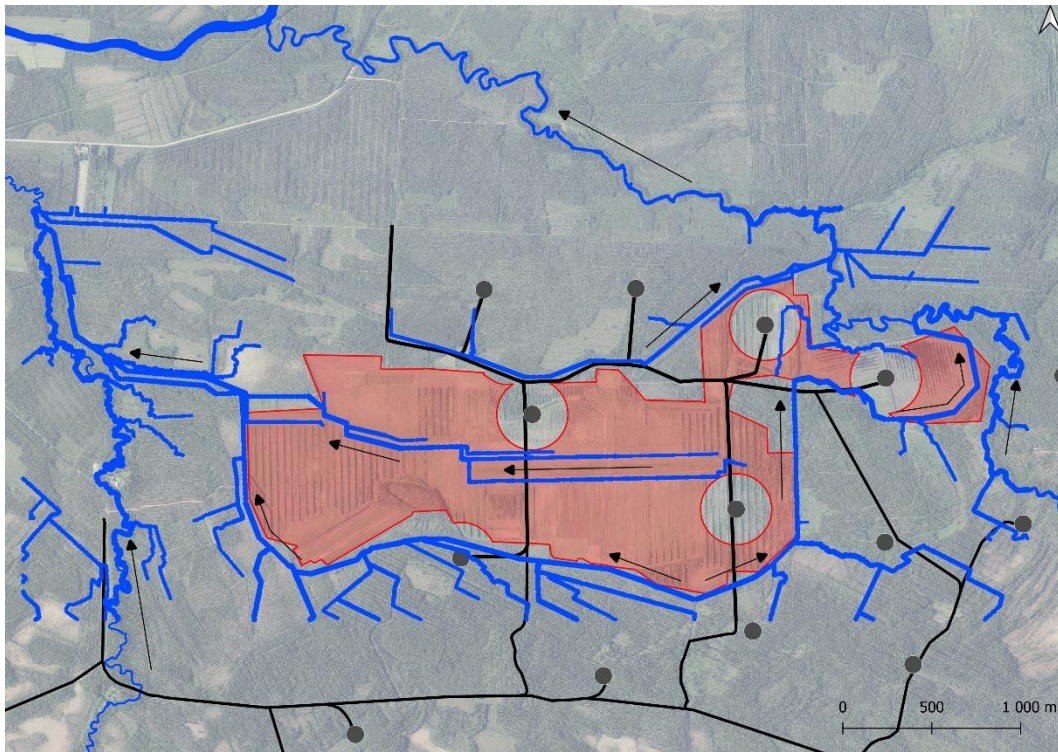
Kuva 3. Turvetuotannon aikaiset vesienkäsittelyratkaisut. Kuvakaappaus Turveruukin jälkihoitovaiheen kartasta Vainionsuosta.

Nykytilassa alueelta, jonne mahdollista YVA:n mukaista sähköasemavaihtoehtoa 5 suunnitellaan rakennettavaksi, sadevedet imeytyvät maaperään tai kulkeutuvat pintavaluntana nykyisiä ojia pitkin altaiden 3 ja 4 pohjoispuoliseen ojaan, josta edelleen Kusiojaan.

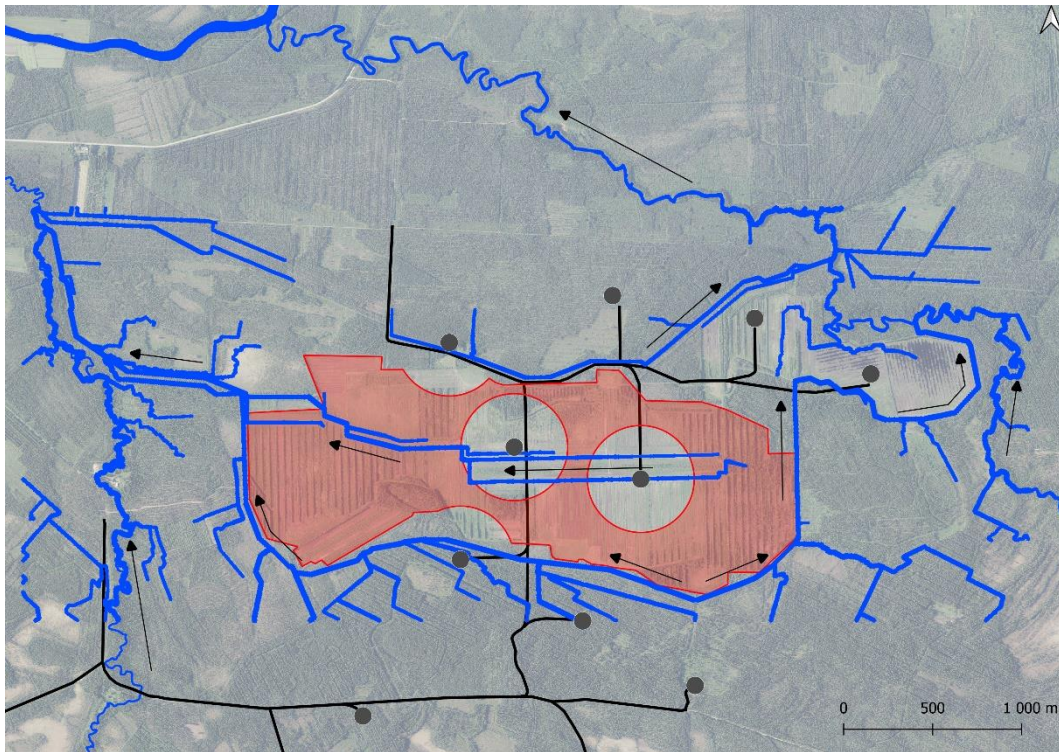
Tietoja alueen nykyisistä rummuista ei saatu lähtötiedoiksi. Väyläviraston tietojen mukaan alueella ei ole Väyläviraston omistamia rumpuja (Väylävirasto 2017). Alueella ei ole nykyisellään hulevesiviemäröintiä. Oletettavasti alueella sijaitsee joitakin teidenalitusrumpuja.

2.9 Tulvareitit ja painanteet

Nykyiset päävirtausreitit kulkevat turvetuotantoalueen sarkaojien mukaisesti (kuvat 4 ja 5). Eteläisellä, laajemmalla aurinkoenergian tuotantoalueella päävirtausreitti kulkee kokoomaojan mukaisesti idästä länteen, johon sarkaojat liittyvät etelästä ja pohjoisesta. Koillisessa aurinkovoima-alueilla virtausreitti on pohjoiseen päin.

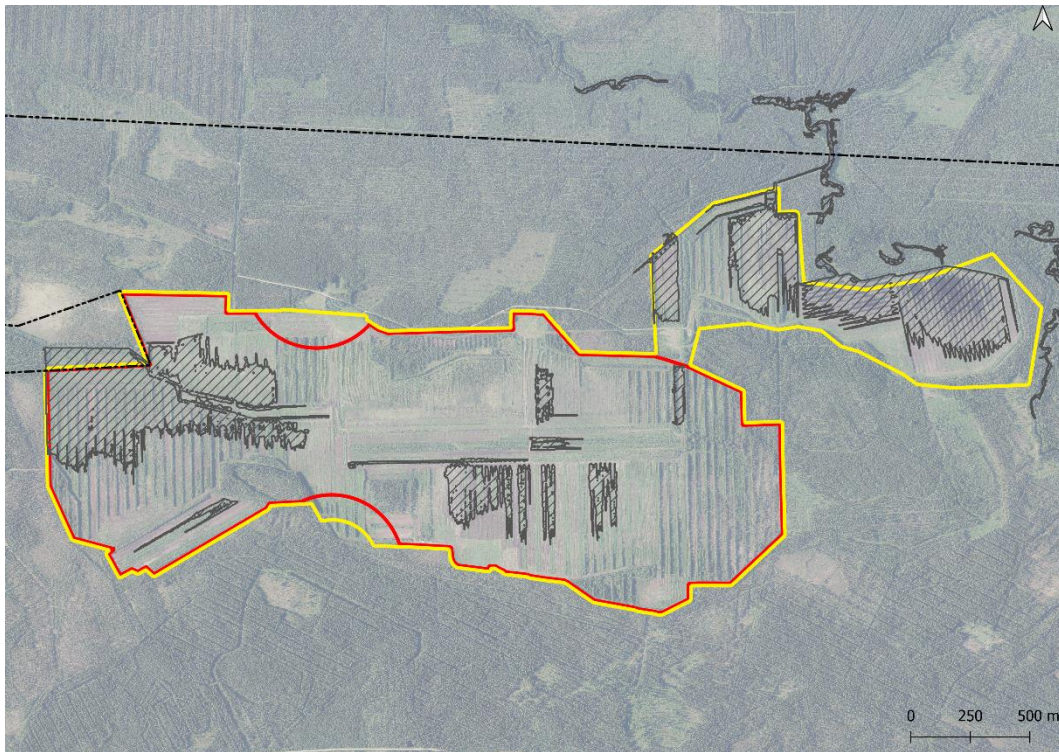


Kuva 4. Nykyiset päävirtausreitit ja virtaussuunnat vaihtoehdon VE1 tuuli- ja aurinkovoiman alueella (tuulivoimalat harmaalla pisteellä ja aurinkovoiman alue punaisella). VE3 on sama kuin VE1 ilman aurinkovoimaa. (ScalgoLive 2024; MML)



Kuva 5. Nykyiset päävirtausreitit ja virtaussuunnat vaihtoehdon VE2 tuuli- ja aurinkovoiman alueella (tuulivoimalat harmaalla pisteellä ja aurinkovoiman alue punaisella). (ScalgoLive 2024; MML)

Alueen nykytilan suuret painanteet ($> 1\,000\text{ m}^3$) on kartoitettu Maanmittauslaitoksen maastomalliin ($2\text{ m} \times 2\text{ m}$) perustuen (Kuva 6). Painanteet ovat luontaisesti alavia paikkoja, joihin pintavedet kertyvät ympäristöstä. Ne ovat otollisia paikkoja hulevesien viivytykselle. Toisaalta mikäli tällaisiin kohtiin kohdistuu rakentamista, niihin saatetaan tarvita täyttöjä. Alueen merkittävimpiä painanteita on pohjois- ja keskiosissa.



Kuva 6. Aurinkovoima-alueiden nykyiset yli 1 000 m³ painanteet Maanmittauslaitoksen 2 m x 2 m maastomalliin perustuen (ScalgoLive 2024; MML).

2.10 Meri- ja vesistötulvat

Alueelle ei ole laadittu vesistötulvakarttaa. Alue ei sijaitse meritulvavaara-alueella. (SYKE 2024) Hankealue ei kuulu Oulujoen-Iijoen vesienhoitoalueen tunnistettuihin tulvariskialueisiin, joille on laadittu erilliset tulvariskien hallintasuunnitelmat. (AFRY 2024a)

2.11 Luontoarvot ja suojelualueet

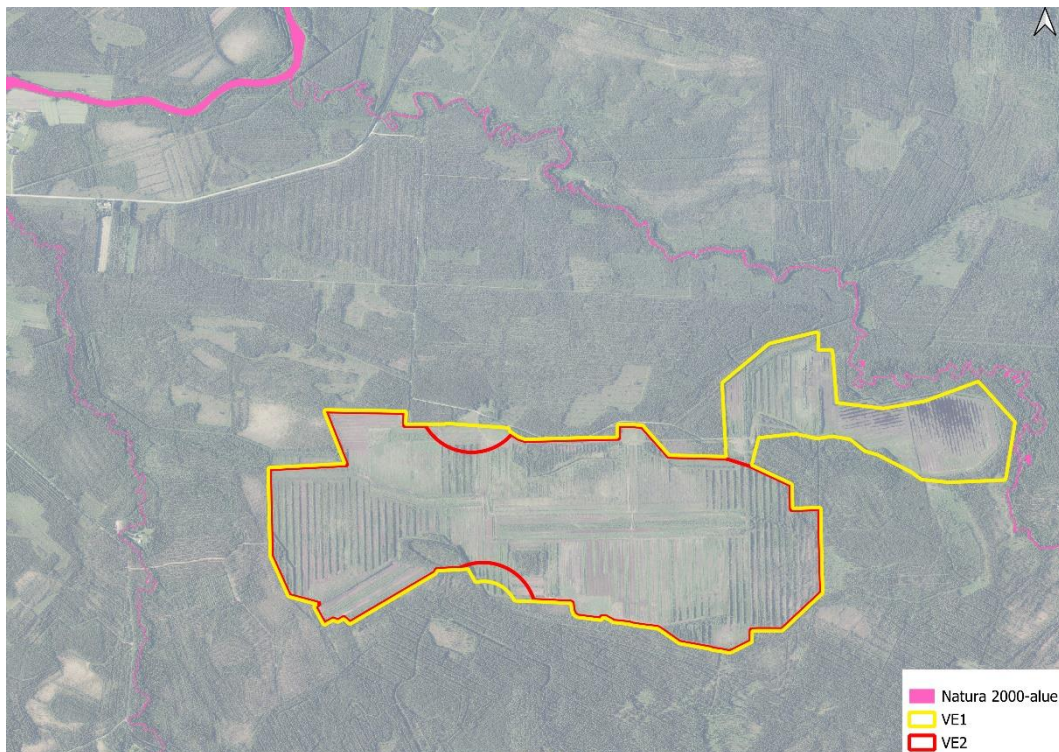
Tarkastelualueen vedet johdetaan Sorsuanojaan, joka on lähimmillään alle 100 m päässä tarkastelualueesta, ja Kusiojaan, joka on lähimmillään noin 600 m päässä tarkastelualueesta. Sorsuanoja ja Kusioja kuuluvat Kiiminkijoen Natura-alueeseen (Kuva 7), jonka tilaa ei saa heikentää.

Turvetuotannon loppumisen jälkeen Vainionsuon turvetuotantoalue alue on luonnonoloiltaan ihmistoiminnan muuttamaa. Linnusto kuitenkin käyttää etenkin Vainionsuon soistunutta aluetta ja alue on määritetty linnustoselvityksessä tärkeäksi lintualueeksi. (AFRY 2024b)

Tarkastelualueella ei ole havaintoja saukoista tai viitasammakoista, mutta molemmille lajeille löytyy potentiaalisia elinympäristöjä suunnittelualueen lähistöltä (AFRY 2024a).

Noin kaksi kilometriä ylävirtaan Sorsuanojaa on yksityisellä maalla oleva luonnonsuojelualue. Sorsuanojan ylävirrassa sijaitsee myös muita luonnonsuojelualueita, kuten Niittysuo – Siiransuon Natura-alue ja Soidensuojeluohjelman Niittysuon alue. Alueet sijoittuvat noin 4 km tarkastelualueesta etelään. Kusiojan ylävirrassa noin 4 km päässä tarkastelualueesta sijaistee vanhojen metsien suojeluohjelman alue sekä Narura-alue Hillikkosuo.

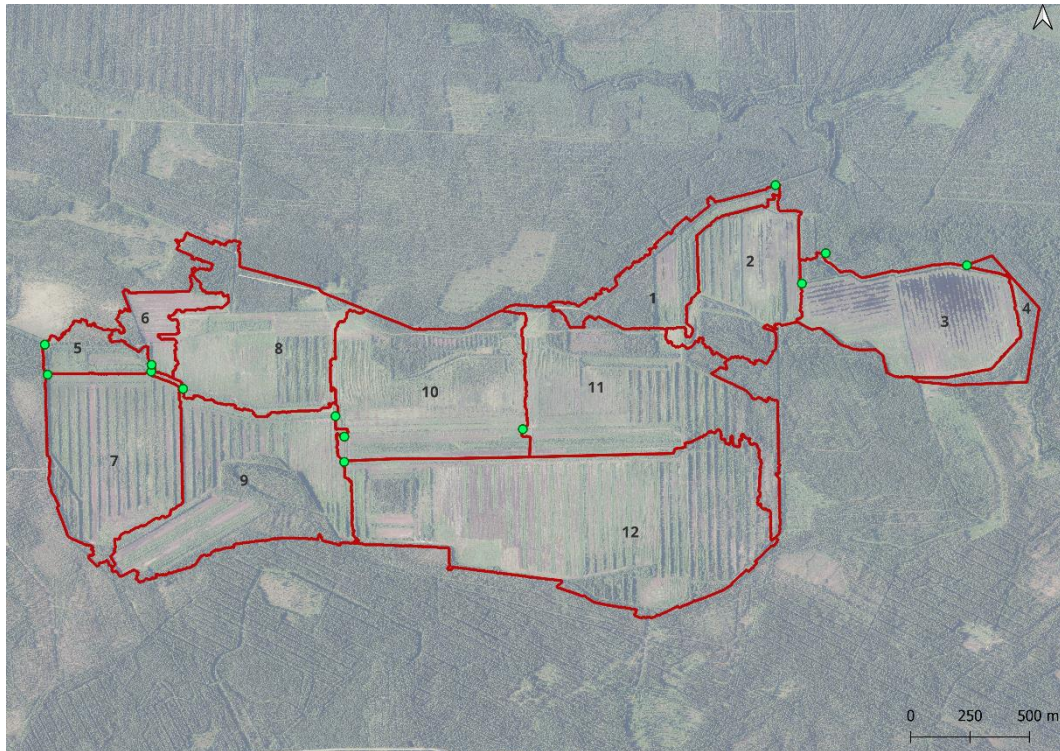
Vainionsuon länsipuolella Kusiojassa sijaitsee metsälain 3. luvun 10 § mukaisia kohteita. Tarkastelualueen länsipuolen vedet virtaavat alueelta avouomassa noin 1 700 m ennen kuin päätyvät kusiojan pienvesistöjen välittömät lähiympäristöt sekä suoelinympäristöt -metsälakikohteelle. Metsälaissa (10a §) säädetään, että ”tärkeissä elinympäristöissä voidaan tehdä varovaisia hoito- ja käyttötoimenpiteitä, joissa elinympäristöjen ominaispiirteet säilytetään tai niitä vahvistetaan. Toimenpiteissä on säilytettävä elinympäristölle erityinen vesitalous... (Metsälaki 1093/1996)”.



Kuva 7. Tarkastelualueen läheiset Natura 2000-alueet (pinkki). Osa Kusiojan rannoista on metsälain 3. luvun 10 § mukaisia kohteita. (SYKE; MML)

3 Hulevesien muodostuminen

Kuvassa 8 sekä liitteessä 2 on esitetty hulevesien muodostumislaskemiin nykytilassa ja tulevassa tilanteessa käytetyt valuma-alueet. Tulevassa tilanteessa on tarkasteltu kahta eri tuuli- ja aurinkovoimahankeeseen sijoitteluvaihtoehtoa.



Kuva 8. Hulevesien muodostumislaskelmissa käytetyt valuma-alueet. Valuma-alueiden purkupisteet on esitetty vihreillä ympyröillä. (Ortokuva MML)

Osavaluma-alueilta 1–4 sadevedet purkavat itään kohti Sorsuanojaa, osavaluma-alueiden 5–12 sadevedet valuvat tarkastelualueen länsireunasta kohti Kusiojaa. Molemmat ojat laskevat Nuorittajokeen.

3.1 Nykytila

Valuma-alueilta syntyvän valunnan määrittämiseksi laskettiin valuma-aluekohtaiset pinta-alalla painotetut pintavaluntakertoimet eri maankäyttömuotojen suhteessa. Pintavaluntakerroin on Suomen kuntaliiton hulevesioppaan mukaan ”suhdeluku, joka kuvaa valuma-alueelta pintavaluntana välittömästi purkautuvan veden osuuden alueelle satavasta kokonaisesimäärästä erilaisten häviöiden – kuten haihtumisen, pintavarastoitumisen, imeytymisen ja pidättymisen – jälkeen” (Suomen kuntaliitto 2012). Maankäyttömuodot on määriteltä Maanmittauslaitoksen ilmakuvaa ja maastotietokantaa hyödyntäen. Pintavaluntakertoimissa on otettu

huomioon myös maaperä ja kaltevuus. Alue jaettiin kolmeen maankäyttömuotoon, joista kullekin määritettiin pintavaluntakerroin (Taulukko 1).

Taulukko 1. Eri maankäyttömuotojen pintavaluntakertoimet (nykytila).

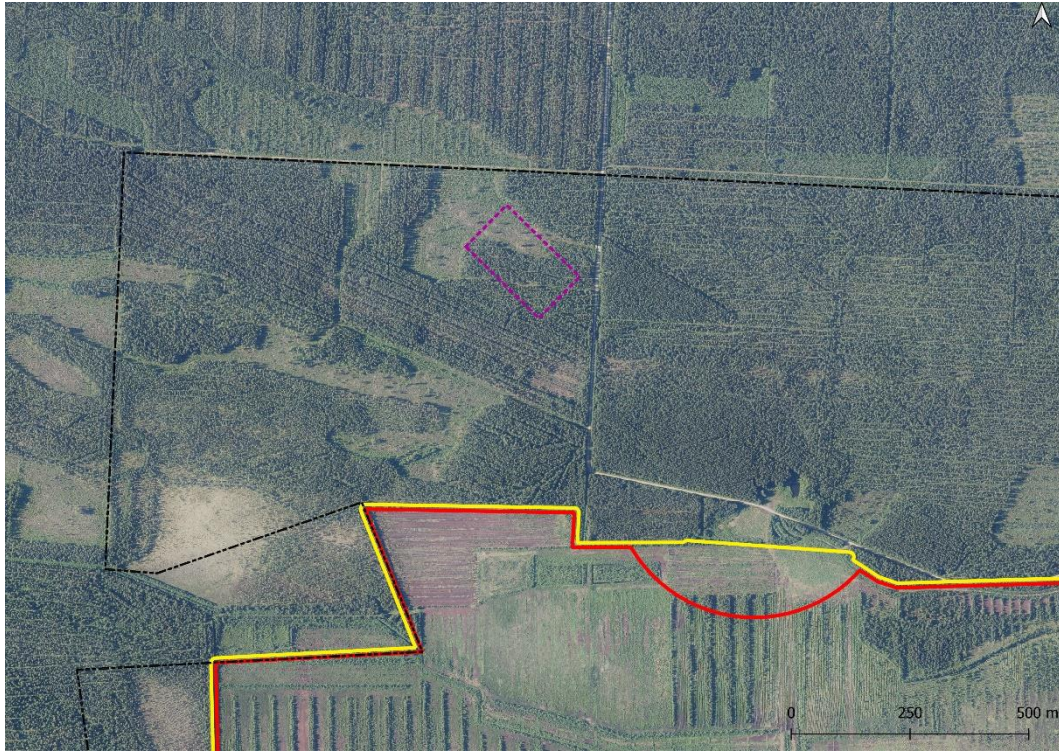
Maankäyttömuoto	Pintavaluntakerroin (-)
Soratie, päällystämätön tie	0,30
Turvetuotanto	0,05
Metsä	0,01

Jokaisen osavaluma-alueen pinta-alan perusteella laskettiin alueen mitoittavan sateen kesto, jonka perusteella määräytyy laskennallinen sateen intensiteetti. Taulukossa 2 on esitetty kunkin osavaluma-alueen pinta-ala, pintavaluntakerroin, mitoittavan sateen kesto ja mitoitusvirtaamat. Mitoitusvirtaamat on laskettu kerran viidessä vuodessa, kerran kymmenessä vuodessa, kerran 50 vuodessa ja kerran 100 vuodessa toistuville sateille. Sateissa on otettu huomioon ilmastonmuutoksen ennakoitu vaikutus (+ 20 %).

Taulukko 2. Hulevesien muodostuminen eri sateen toistuvuuksilla nykytilanteessa.

Valuma- alue	Pinta- ala (ha)	Painotettu pinta- valunta- kerroin (-)	Mitoittavan sateen kesto (min)	Virtaama 1/5 v (l/s)	Virtaama 1/10 v (l/s)	Virtaama 1/50 v (l/s)	Virtaama 1/100 v (l/s)
1	16.5	0.03	20	65	81	108	122
2	25.8	0.05	30	129	155	206	232
3	34.7	0.05	30	157	189	252	283
4	5.9	0.01	15	9	11	15	16
5	7.2	0.04	15	40	51	69	77
6	8.2	0.04	15	49	62	83	93
7	36.9	0.05	30	178	213	284	320
8	37.5	0.05	30	180	215	287	323
9	46.7	0.04	60	117	141	183	201
10	46.5	0.04	60	133	160	208	229
11	50.8	0.05	60	157	188	245	269
12	90.7	0.05	60	280	337	438	481

Suunnitellun sähköasemavaihtoehtoon 5 alue on nykytilassa metsää. Kuvassa 9 on esitetty ilmakehän alueesta. Taulukossa 3 on esitetty sähköaseman pinta-ala, pintavaluntakerroin, mitoittavan sateen kesto ja mitoitusvirtaama. Mitoitusvirtaamat on laskettu kerran viidessä vuodessa, kerran kymmenessä vuodessa, kerran 50 vuodessa ja kerran 100 vuodessa toistuville sateille. Sateissa on otettu huomioon ilmastomuutoksen ennakoitu vaikutus (+ 20 %).



Kuva 9. Violetilla rajauksella on esitetty sähköasemavaihtoehtoehdon 5 alustava sijoittuminen alueelle. Kuvassa näkyy myös aurinkoenergian tuotantoon suunnitellun alueen raja (VE1 keltainen viiva, VE2 punainen viiva) ja Mustasuo-Tynnyrikorpi tuuli- ja aurinkovoimahankkeen hankealueen raja (musta viiva). (Ortokuva MML 2024)

Taulukko 3. Hulevesien muodostuminen eri sateen toistuvuuksilla nykytilanteessa sähköaseman alueella.

Valuma-alue	Pinta-ala (ha)	Painotettu pinta-valunta-kerroin (-)	Mitoittavan sateen kesto (min)	Virtaama 1/5 v (l/s)
Sähköasema	2.1	0.05	30	10

3.2 Tuleva tilanne

Tulevan tilanteen pintavaluntakertoimet on esitetty taulukossa 4. Aurinkovoiman tuotantoalueen pintavaluntakertoimeksi valittiin 0,15. Lukuun päädyttiin nostamalla turvetuotantoalueelle nykytilanteessa käytettyä arvoa huomioon ottaen aurinkokennon pinnan kaltevuuden vaikutus veden kerääntymiseen pistemäisemmin. Haihdunnan vaikutus lyhytkestoisten rankkasateiden aikana ei ole suurta. Valuntakerroin 0,15 vastaa hyvin tiiviin pientaloalueen valuntakerrointa. (Kuusisto 2002) Tulevassa tilanteessa

jokaisen tuulivoimalan ympärillä on huomioitu 0,4 ha kokoinen sorapintainen huoltoalue.

Taulukko 4. Eri maankäyttömuotojen pintavaluntakertoimet tulevassa tilanteessa.

Maankäyttömuoto	Pintavaluntakerroin (-)
Soratie, päällystämätön tie, tuulivoimalan huoltoalue	0,30
Aurinkovoima-alue	0,15
Turvetuotanto	0,05
Metsä	0,01
Sähköasema	0,30

Aurinkovoima-alueelle ei tule laajoja vettä läpäisemättömiä pintoja. Tarkastelualueelle kohdistunut sade kuitenkin kohdistuu entistä pienemmälle maapinta-alalle sen valuessa aurinkokennojen pinnalta niiden välisille kasvillisuuspeitteisille alueille. Vesi kuitenkin voi levitä maan pintakerroksissa samalle alalle kuin aiemminkin. Aurinkovoiman tuotantoalueen oletetaan olevan kasvillisuuden peittämää.

Aurinkopaneelien asettelu tulee tarkentumaan paneelien toimittajien vahvistuessa. Hulevesien muodostumisen tulevassa tilanteessa on käytetty laajinta mahdollista paneelipinta-alaa molemmissa vaihtoehtotarkasteluissa (kuvat 10 ja 11). Aurinkopaneelirivistöjen väliin jää noin viisi metriä tilaa, ja aurinkopaneelit peittävät ylhäältäpäin katsottuna yhteensä noin 107 ha (VE1) ja 78 ha (VE2) kokoisen alan. Aurinkopaneelit peittävät aurinkopaneelialueesta noin 36 % molemmissa vaihtoehdoissa. Aurinkopaneelialueella tarkoitetaan aurinkopaneelikenttiä, joihin ei ole luettu mukaan tiealueita, muuntamoita, metsäalueita, tai muita alueita, joille ei sijoiteta paneeleja.



Kuva 10. Alustava luonnos vaihtoehdon VE1 mukaisesta aurinkopaneelien asettelusta Vainiosuon aurinkoenergiantuotantoalueelle. Aurinkopaneelien asettelu tulee tarkentumaan paneelien toimittajien vahvistuessa. (Ortokuva MML)

Tulevan tilanteen laskelmissa on käytetty samoja valuma-alueita kuin nykytilanteen laskemissa. Vaihtoehdon VE1 maankäytön muutoksen jälkeiset pinta-valuntakertoimet ja mitoitusvirtaamat on esitetty taulukossa 5. Laskelmat on tehty tilanteessa, jossa Vainionsuon itäisillä alueella (VA1-VA3) ei ole laajaa tulvavesipintaa.

Taulukko 5. Hulevesien muodostuminen eri sateen toistuvuuksilla tulevassa tilanteessa (VE1).

Valuma- alue	Pinta- ala (ha)	Painotettu pinta- valunta- kerroin (-)	Mitoittavan sateen kesto (min)	Virtaama 1/5 v (l/s)	Virtaama 1/10 v (l/s)	Virtaama 1/50 v (l/s)	Virtaama 1/100 v (l/s)
1	16.5	0.08	20	170	212	283	319
2	25.8	0.09	30	233	279	372	419
3	34.7	0.10	30	359	431	575	647
4	5.9	0.15	15	128	164	202	246
5	7.2	0.05	15	58	74	99	110
6	8.2	0.12	15	140	180	240	269
7	36.9	0.14	30	531	637	849	955
8	37.5	0.11	30	428	513	684	770
9	46.7	0.13	60	374	450	585	643
10	46.5	0.12	60	354	426	553	608
11	50.8	0.13	60	407	489	636	699
12	90.7	0.14	60	791	951	1236	1359

Vaihtoehtoon VE2 maankäytön muutoksen jälkeiset pinta-valuntakertoimet ja mitoitusvirtaamat on esitetty taulukossa 6.



Kuva 11. Alustava luonnos vaihtoehdon VE2 mukaisesta aurinkopaneelien asettelusta Vainiosuon aurinkoenergiantuotantoalueelle. Aurinkopaneelien asettelu tulee tarkentumaan paneelien toimittajien vahvistuessa. (Ortokuva MML)

Taulukko 6. Hulevesien muodostuminen eri sateen toistuvuuksilla tulevassa tilanteessa (VE2).

Valuma- alue	Pinta- ala (ha)	Painotettu pinta- valunta- kerroin (-)	Mitoittavan sateen kesto (min)	Virtaama 1/5 v (l/s)	Virtaama 1/10 v (l/s)	Virtaama 1/50 v (l/s)	Virtaama 1/100 v (l/s)
1	16.5	0.03	20	65	81	108	122
2	25.8	0.06	30	160	191	255	287
3	34.7	0.05	30	167	201	268	301
4	5.9	0.01	15	9	11	15	16
5	7.2	0.05	15	58	74	99	110
6	8.2	0.12	15	140	180	240	269
7	36.9	0.14	30	531	637	289	955
8	37.5	0.11	30	395	473	631	710
9	46.7	0.12	60	364	438	568	625
10	46.5	0.09	60	257	309	402	442
11	50.8	0.10	60	337	405	526	579
12	90.7	0.12	60	720	866	1124	1237

Mahdollisen YVA:n mukaisen sähköasemavaihtoehdon 5 alueella valunta tulevassa tilanteessa muuttuu nykytilaan nähden. Alueen puusto kaadetaan ja alueet rakennetaan soraperustukselle. Alueen rakentamisesta johtuvan maankäytön muutoksen jälkeiset pinta-valuntakertoimet ja mitoitusvirtaamat on esitetty taulukossa 7. Alue rakennetaan sorapenkereelle, josta hallittu purku nykyisiin ojiin.

Taulukko 7. Hulevesien muodostuminen eri sateen toistuvuuksilla tulevassa tilanteessa sähköaseman alueella.

Valuma-alue	Pinta-ala (ha)	Painotettu pinta-valunta-kerroin (-)	Mitoittavan sateen kesto (min)	Virtaama 1/5 v (l/s)
Sähköasema	2.1	0.30	30	62

3.3 Viivytystarpeen arviointi

Viivytystarvetta arvioitiin nykyisen ja tulevan maankäytön perusteella valuma-aluekohtaisesti (Taulukko 8 ja 9). Ohjeelliset viivytyksen vaatimat pinta-alat on esitetty kuvissa 12 ja 13. Alustava viivytystarpeen arviointi perustuu nykyisen purkuvirtaaman säilyttämiseen samana kuin nykytilanteessa valuma-alueiden purkupisteillä. Tarkastelussa on käytetty kerran viidessä vuodessa toistuvaa rankkasadetta, jossa on otettu huomioon ilmastonmuutos. Virtaaman kasvu purkupisteillä johtuu valuma-alueiden painotettujen pintavaluntakertoimien kasvamisesta. Kerran viidessä vuodessa tapahtuvalle sateelle mitoitettuihin viivytyksaloihin on mitoitettu harvinaisemmalle suuremmalle vesimäärälle kuin tyypillisesti kaupunkialueella, mutta pitkäkestoiset rankkasateet mahdollisesti lisäävät kokonaisylivirtaamaa harvinaisissa rankkasadetilanteissa. Alueiden ollessa maantieteellisesti lähellä toisiaan tapahtuvat pitkäkestoiset, ylivalumia aiheuttavat rankkasateet niille todennäköisesti yhtä aikaa.

Jotta purkuvirtaama alueilta pysyy nykyisellä tasolla (=vesitase ei muutu), niin vedet tulee kerätä ja ohjata hallitusti viivytyksrakenteiden läpi ja viivytyksrakenteet tulee varustaa virtaamaa kuristavalla rakenteella ja hallitulla ylivuodolla. Rakenteiden tulee tyhjentyä 24–48 tunnin sisällä niiden täyttymisestä, jotta viivytystilavuus on käytössä seuraavia sateita varten. Hulevedet tulee viivyttää ennen purkua hankealueen ulkopuolisiin laskuoihin.

Vaihtoehdossa VE1 mitoitusvirtaamat tulevat kasvamaan jokaisella osavaluma-alueella. Jotta aurinkovoimalan rakennuttua hulevesien purkuvirtaama voidaan saattaa nykytilaa vastaavalle tasolle, tulee hulevesiä viivyttää jokaisella osavaluma-alueella. Vaihtoehdossa VE2 mitoitusvirtaamat tulevat kasvamaan Kusiojaan laskevalla osavaluma-alueella. Sorsuanojaan laskevalla osavaluma-alueista ainoastaan osavaluma-alueen 2 virtaamat kasvavat nykyisestä, johtuen tiestön lisääntymisestä alueella. Jotta aurinkovoimalan rakennuttua hulevesien purkuvirtaama voidaan saattaa nykytilaa vastaavalle tasolle, tulee

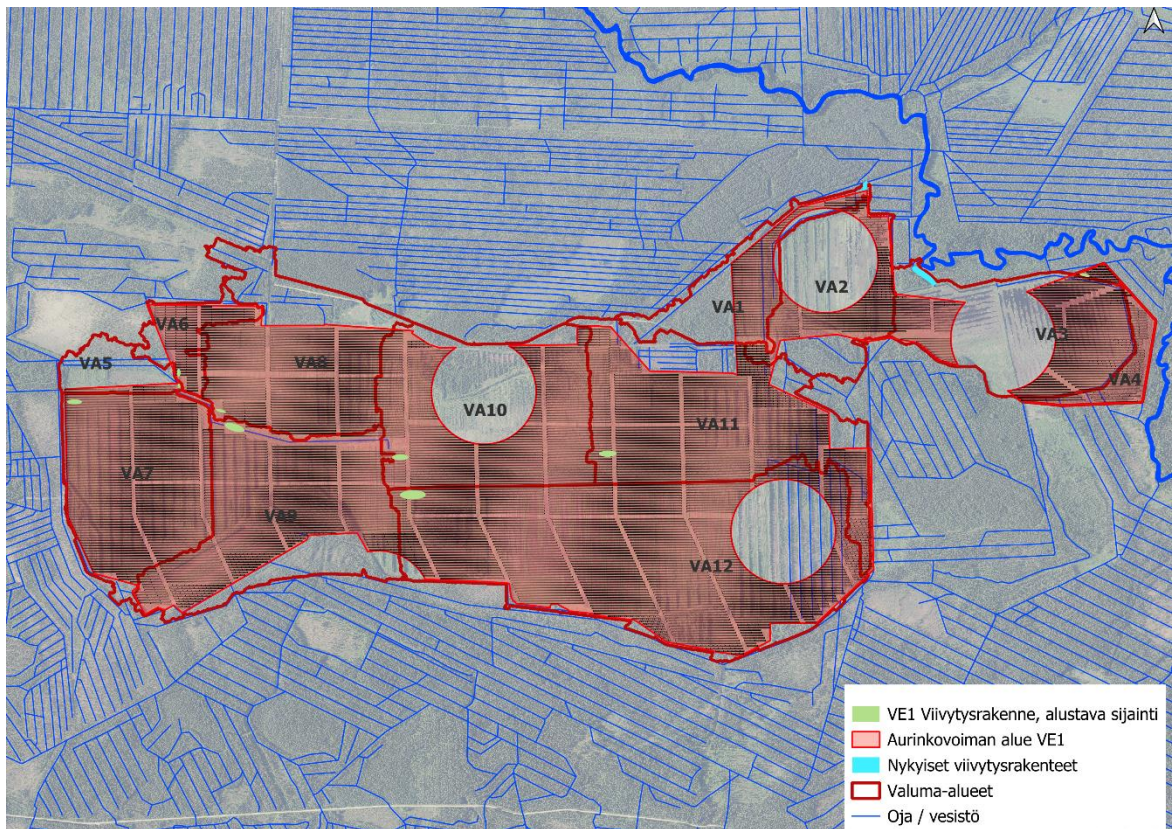
hulevesiä viivyttaa osavaluma-alueilla 2 ja 5–12. Ohjeelliset viivytystilavuudet on esitetty liitteissä 3 ja 4 sekä taulukoissa 6 ja 7.

Vaihtoehtoissa VE1 ja VE2 hulevesiä voidaan viivyttaa parantelemalla ja laajentamalla nykyisiä turvetuotannon aikaisia vesienkäsittely- ja -viivytysrakenteita. Viivytysrakenteiden yhteyteen voidaan suunnitella myös huleveden laatua parantavia toimia. Itäiset valuma-alueet, 1–3 sijoittuvat nykyisen kosteikkorakenteen alueelle, joka toimii jo nykytilassa viivyttävänä ja laatua parantavana vesienhallintarakenteena. Mikäli vaihtoehto VE1 toteutuu, ei kosteikkoalueelle tarvita erillisiä viivytysrakenteita, vaan viivytys voidaan toteuttaa parantelemalla nykyistä kosteikkoa ja sen purkurakennetta. Kosteikko on esimerkki vedenlaatua parantavasta ja halutessa hieman virtaamahuippuja tasaavasta huleveden käsittelyjärjestelmästä. Kosteikon avulla hulevesistä saadaan pidätettyä kiintoainesta, kiintoaineeseen sitoutuneita yhdisteitä ja liuenneita ravinteita. Kosteikon tilavaraus on tyypillisesti 2–4 % valuma-alueen pinta-alasta ja vaatii vähintään 10 hehtaarin valuma-alueen, jotta rakenteessa saadaan pidettyä pysyvä vesipinta.

Taulukko 8. Virtaaman kasvun vertailu nykytilan ja tulevan tilanteen välillä ja viivytystarpeiden mitoitukset (VE1).

Valuma-alue	Nykytila, virtaama (1/5 v, l/s)	Tuleva tilanne, virtaama (1/5 v, l/s)	Muutos nykytilaan verrattuna (%)	Viivytystarve (m ³)
1	65	170	162 %	72
2	129	233	80 %	83
3	157	359	128 %	187
4	9	128	1400 %	144
5	40	58	44 %	3
6	49	140	189 %	56
7	178	531	199 %	399
8	180	428	138 %	236

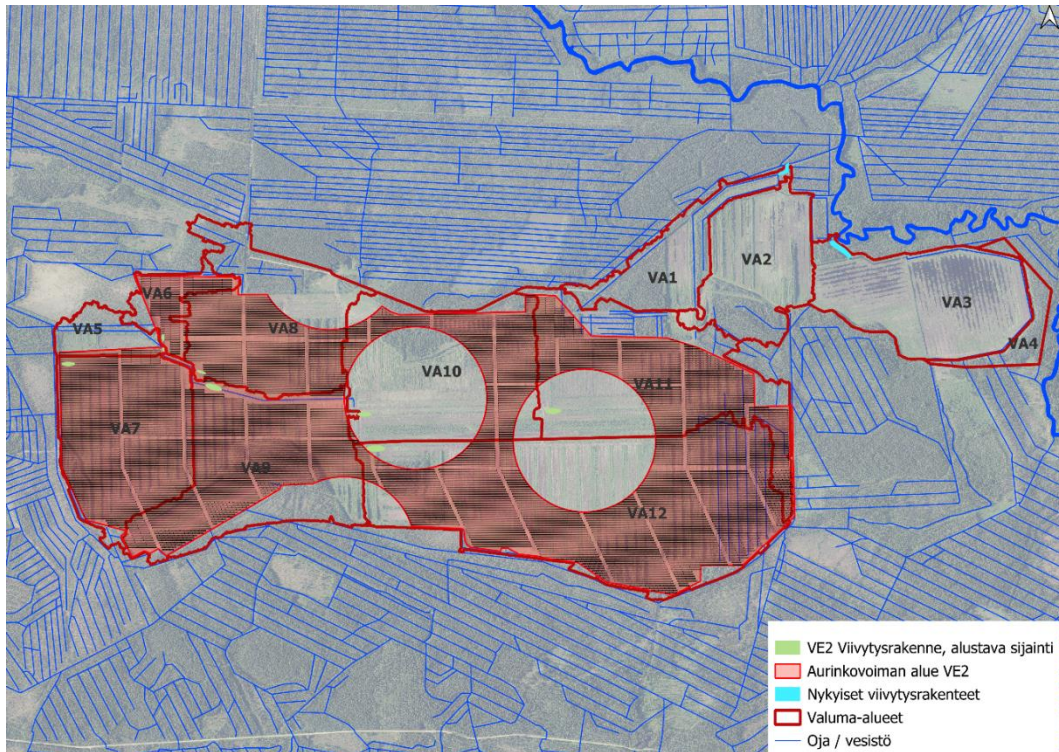
Valuma-alue	Nykytila, virtaama (1/5 v, l/s)	Tuleva tilanne, virtaama (1/5 v, l/s)	Muutos nykytilaan verrattuna (%)	Viivytystarve (m ³)
9	117	374	219 %	683
10	133	354	166 %	506
11	157	407	160 %	601
12	280	791	182 %	1257



Kuva 12. Viivytysaltaiden alustavat sijainnit (VE1). VA1-VA3 valuma-alueiden viivytystilavuudelle ei tarvita erillisiä viivytysrakenteita, vaan viivytys voidaan toteuttaa parantelemalla nykyistä kosteikkoa ja sen purkurakennetta.

Taulukko 9. Virtaaman kasvun vertailu nykytilan ja tulevan tilanteen välillä ja viivytystarpeiden mitoitus (VE2).

Valuma-alue	Nykytila, virtaama (1/5 v, l/s)	Tuleva tilanne, virtaama (1/5 v, l/s)	Muutos nykytilaan verrattuna (%)	Viivytystarve (m ³)
1	65	65	0 %	0
2	129	160	24 %	8
3	157	167	6 %	1
4	9	9	0 %	0
5	40	58	44 %	3
6	49	140	189 %	56
7	178	531	199 %	399
8	180	395	120 %	236
9	117	364	210 %	586
10	133	257	93 %	244
11	157	337	115 %	313
12	280	720	157 %	897



Kuva 13. Viivytysaltaiden alustavat sijainnit (VE2).

Sähköaseman alueella valunnat tulevat kasvamaan alueen rakentuessa. Laskennallisesti sähköasema tarvitsee 105 m³ kokoisen viivytysrakenteen. Alue rakentuu sorapenkereelle, jossa on hallittu purku nykyiseen ojaan. Sähköaseman alueella muodostuvat hulevedet purkavat nykytilanteessa ja tulevassa tilanteessa rakenteiden pohjoispuolelta Kusiojaan. Alueen viivytys ehdotetaan kompensoitavan aurinkovoima-alueiden viivytysrakenteilla. Kusiojaan purkavien aurinkovoima-alueiden valuma-alueiden viivytysrakenteiden kokoa kasvatetaan 105 m³, jolloin purkureitille luodaan tilaa sähköaseman alueella muodostuville hulevesille. Näin ollen virtaama ei koko aurinkovoima-alueen läntisellä purkureitillä muutu nykytilanteesta. Purkurakenteet sähköasemalle on syytä rakentaa siten, että ne voidaan onnettomuustilanteissa sulkea ja mahdollisesti saastunut vesi kerätä alueilta pois.

3.4 Vesitase

Alueen vesitase laskelma on esitetty liitteessä 5. Vesitaseen perusteella haihdunnan muutos paneelien rakentamisen sekä metsähakkuiden seurauksena lisää vuositasolla koko tarkastelualueen virtaamia noin 0,0033–0,0097 m³/s.

4 Vaikutukset huleveden laatuun

Tuotannossa olevien turvetuotantoalueiden veden laatua on selvitetty ja tarkkailtu kattavasti, mutta käytöstä poistuneiden turvetuotantoalueiden vesistökuormituksesta on saatavilla suhteellisen vähän tutkittua tietoa. Mustasuo-Tynnyrikorven alueelta on kuitenkin saatavilla tarkkailuraportteja myös toiminnan päätyttyä jälkitarkkailusta. Turvetuotantomaiden tyypillisimpiä haitta-aineita ovat kiintoaine, ravinteet, kemiallinen hapenkulutus ja rauta.

Ajan mittaan käytöstä poistettu turvetuotantoalue saa kasvillisuuspeitteen. Kiintoainekuormituksen odotetaan vähenevän kasvillisuuspeitteen ansiosta, koska kasvit sitovat maaperän paikalleen juurillaan ja estävät eroosion syntyä. Toisaalta kasvit hyödyntävät myös liuenneita ravinteita, jolloin niiden määrä voi vähentyä hulevesissä.

Aurinkokennot asennetaan yleensä upottamalla maahan tukijalat, jotka tulevat teräsprofiilien tai ruuvipaalujen varaan. Aurinkokennot voidaan myös perustaa kelluvalla perustuksella betonipalkkien varaan. Aurinkokennojen perustamistavan varmistuessa tarkemmassa suunnittelussa, tulee uuden perustamistavan vaikutukset huleveden laatuun huomioida. Maanpinnan muokkaus aurinkovoimantuotantoa varten tulee aiheuttamaan enemmän rakentamisen aikaista laadullista kuormitusta, jos sarkaojia on tarve peittää ja muokata säätösalaojiksi kuin jos sitä ei tarvitse tehdä perustamistavan mukaan. Myös tuulivoimaloiden perustaminen tulee aiheuttamaan maanmuokkauksen takia lisääntyntä hulevesikuormitusta.

Varsinaiset aurinkokennot ovat tukijalkojen päällä kallistettuna. Kennot asennetaan riveihin siten, että jokaisen rivin väliin jää rakentamatonta pintaa. Paneelien kokonaispinta-ala on YVAa varten tehdyssä alustavassa suunnitelmassa tarkastelualueella ylhäältäpäin katsottuna noin 107 ha vaihtoehdossa VE1, eli 26 % koko alueesta tarkastelualueen ollessa noin 407 ha, ja 78 ha vaihtoehdossa VE2, eli 19 % koko alueesta tarkastelualueen ollessa noin 407 ha. Valo ja kosteus pääsevät aurinkokennojen alle, joten oletuksena on, että koko voimala-alueen pinta-alalle kasvaa kasvillisuuspeite.

Aurinkokennoista tai tuulivoimaloista ei oleteta irtoavan haitta-aineita huleveteen toiminnan aikana. Hulevesikuormitus voi näin ollen lisääntyä ainoastaan haihdunnan alenemisen, pintavalunnan kasvun ja mahdollisen eroosion seurauksena. Eroosiota voi syntyä paikallisesti aurinkokennojen kerätessä sadevettä kennon yhdelle sivulle. Toisaalta turvetuotannon aikaiseen tilanteeseen verrattuna kiintoaineen kulkeutuminen ja eroosio lienevät vähäisempää koko alueen kattavan kasvipeitteen ansiosta.

Alueen pohjavedenpintaa ei ole tarvetta laskea tulevan maankäytön seurauksena, joten ei ole riskiä, että turvekerrosten orgaaninen aines pääsisi hajoamaan ja liukenemaan lähivesiin.

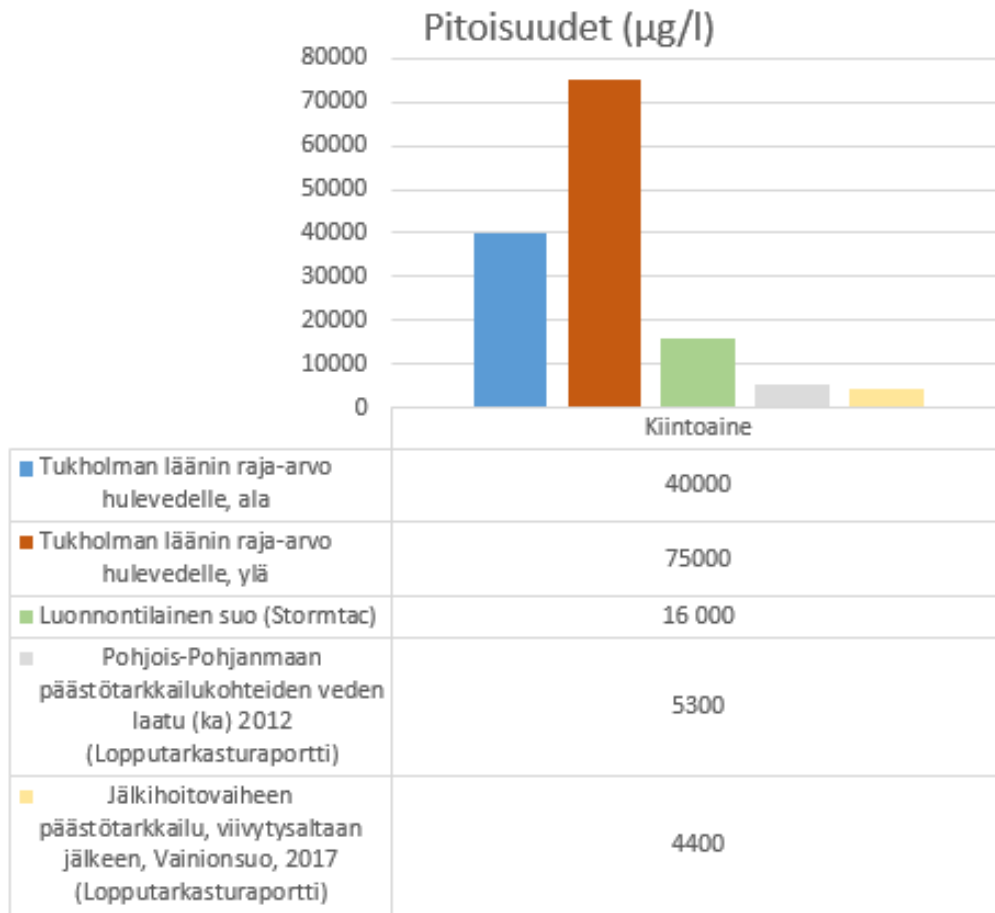
Alueella tehdään alustavan aurinkopaneelien sijoittelun perusteella noin 19 ha metsähakkuita molemmissa vaihtoehdoissa, jotka vaikuttavat alueella muodostuvan pintavalunnan laatuun ja määrään. Metsän hakkuu lisää yleensä valuntaa ja kun metsät hakataan, typen sekä fosforin huuhtoutuminen voi lisääntyä. Metsähakkuu vaikuttaa myös metsikkösadantaan ja -laskeumaan niin, että typen laskeuma kasvaa hakuiden myötä (Piirainen 2007).

Haitta-aineiden pitoisuuksia ja kuormitusta on koottu alueella tehtyjen mittauksien, muiden tutkittujen turvetuotantoalueiden, luonnontilaisen suon ja hulevesien raja-arvojen (Tukholman läänin raja-arvot hulevedelle) kautta. Tukholman läänin raja-arvoja käytetään rakennettujen alueiden hulevesien ravinteiden pitoisuuksien vertailukohteena myös Suomessa, koska Suomessa ei ole vakiintuneita ravinteiden sekä kiintoaineen hulevesien pitoisuuksien arviointiin käytettyjä ohjearvoja. Tässä tarkastelussa on tuotu esiin Tukholman läänin raja-arvot ylin ja alin esitetty raja-arvo, jotta alueen hulevesien haitta-ainepitoisuuksia voidaan vertailla rakennetuille alueille asetettuihin huleveden ohjearvoihin. Tukholman läänin raja-arvo (ala) kiintoaineelle on 40 000 µg/l (Riktsvärdesgruppen 2009). Tämä tarkoittaa, että rakennetulla alueella pieneen vesistöön purkavien hulevesien kiintoaineen pitoisuuksien osalta tarvittaisiin laadullisia hallintatoimenpiteitä, jos kyseinen arvo ylittyy. Tukholman läänin ylin raja-arvo kuvastaa taas pitoisuutta, jonka voidaan nähdä olevan kohtuullista laajaan vastaanottavaan vesistöön.

Alla olevissa analyyseissä Tukholman raja-arvot (ylin ja alin) on esitetty antamaan vertailukohtaa esitetyille pitoisuuksille. Muut kuvissa esitetyt arvot ovat mitattuja arvoja (lopputarkastusraportit vuosilta 2012 ja 2017) sekä Stormtac ohjelmiston kuormitusarvoja luonnontilaiselle suolle. Stormtac ohjelmistoa käytetään hulevesikuormitusten ja pitoisuuksien arviointiin maankäytön perusteella. Stormtacin laskelmien pitoisuudet perustuvat tutkimustietoon eri maankäytöistä. Tässä selvityksessä käytetyt suon aiheuttamat pitoisuudet perustuvat esimerkiksi kahteentoista eri tieteelliseen tutkimukseen. Stormtacissa käytetty pitoisuus soille on esitetty alla olevissa kuvissa, jotta voidaan vertailla alueen hulevesien pitoisuuksia luonnontilaisen suon tilanteeseen.

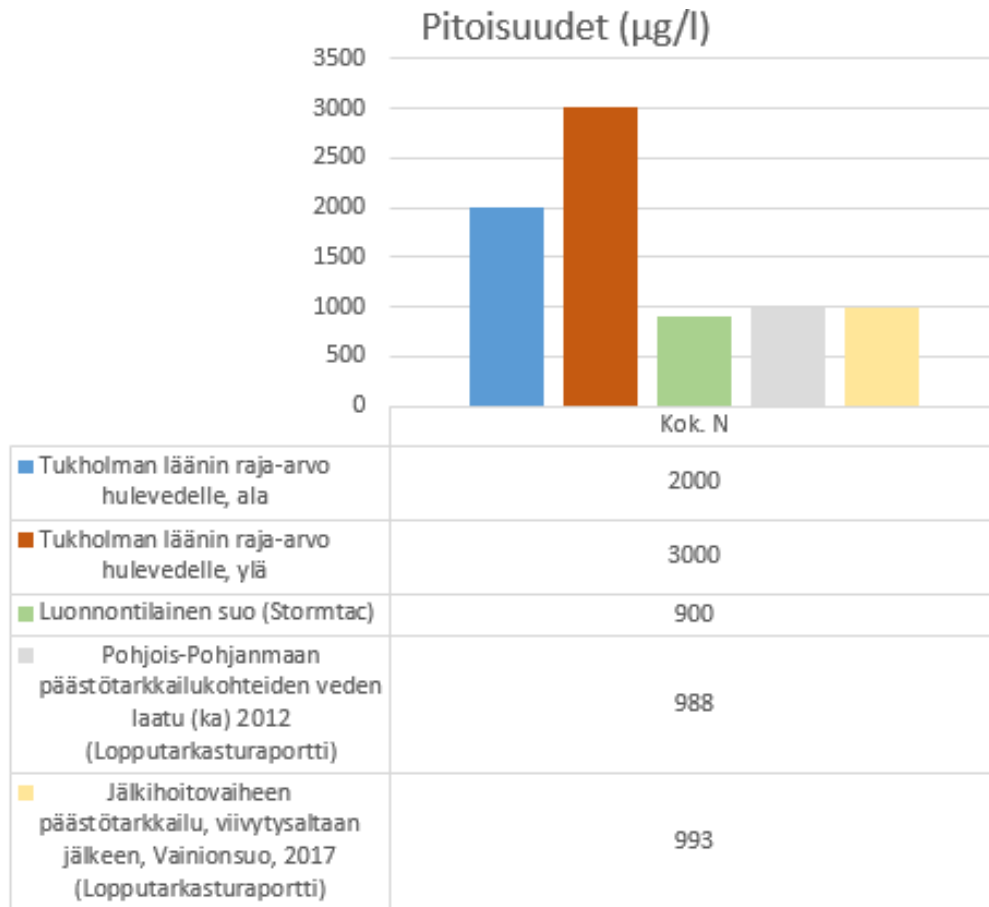
Turvetuotantoalueen vesissä on havaittu olevan 5 300 µg/l kiintoainetta. Vuosi Vainionsuon turvetuotantoalueen käytöstä poiston jälkeen viivytysaltaan

jälkeen mitattu kiintoainespitoisuus on ollut 4 400 µ/l (Kuva 14). Tukholman läänin raja-arvo (ala) ei ylitä turvetuotantoaluiden vesien osalta.



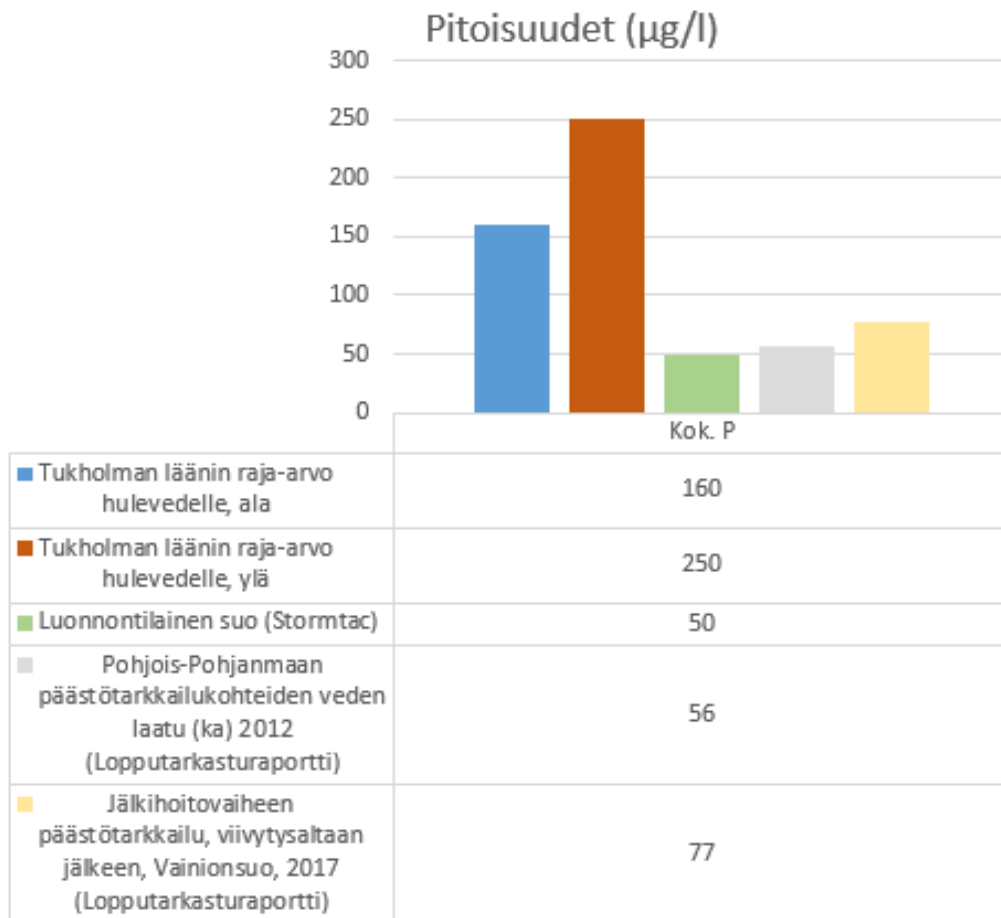
Kuva 14. Kiintoainepitoisuuksien mitattuja arvoja, kirjallisuusarvoja ja raja-arvoja.

Tukholman läänin raja-arvo (ala) typelle on 2 000 µ/l (Riktsvärdesgruppen 2009). Turvetuotantoalueen vesissä on havaittu olevan 988 µ/l typpeä. Vuosi Vainionsuon turvetuotantoalueen käytöstä poiston jälkeen viivytysaltaan jälkeen mitattu typpipitoisuus on ollut 993 µ/l. Tukholman läänin raja-arvo (ala) ei ylitä turvetuotantoaluiden vesien osalta. Luonnontilaisen suo typpipitoisuus on hieman pienempi, 900 µ/l (Kuva 15).



Kuva 15. Typpipitoisuuksien mitattuja arvoja, kirjallisuusarvoja ja raja-arvoja.

Tukholman läänin raja-arvo (ala) fosforille on 160 µ/l (Riktsvärdesgruppen 2009). Turvetuotantoalueiden vesissä on yleisesti havaittu olevan 56 µ/l fosforia. Vuosi Vainionsuon turvetuotantoalueen käytöstä poiston jälkeen viivytysaltaan jälkeen mitattu fosforipitoisuus on ollut 77 µ/l. Tukholman läänin raja-arvo (ala) ei ylitä turvetuotantoaluiden vesien osalta. Luonnontilaisen suo typpipitoisuus on hieman pienempi, 50 µ/l (Kuva 16).



Kuva 16. Fosforipitoisuuksien mitattuja arvoja, kirjallisuusarvoja ja raja-arvoja.

Kirjallisuuskatsauksen perusteella voidaan todeta, että tuotannossa olevien turvetuotantomaiden, joilla on vesienkäsittelyä, ominaiskuormitukset ovat maltillisia. Turvetuotannon loputtua ja vesienkäsittelyjärjestelmien jäädessä käyttöön sekä turvemaan kasvituessa, kuormituksen voidaan olettaa olevan entistä vähäisempää. Vainionsuolle vuonna 2017 tehdyn tarkkailun mukaan Vainionsuon pintavalutuskenttä 1 toimii hyvin. Vuoden 2017 puhdistustehojen keskiarvot olivat: kiintoaine 76 %, kokonaistyyppi 41 %, kokonaisfosfori 60 % ja COD(Mn) -3 %.

5 Rakentamisen aikaiset hulevedet

Käytöstä poistuneen turvetuotantoalueen maaperän muokkaamisen laajuus tarkentuu aurinkopaneelien perustamistavan varmistuessa. Aurinkopaneelija ja uusia muuntamoja varten tehtävien sorateiden rakentaminen aiheuttaa jonkin verran maanmuokkauksia ja maaperän häirintää. Tuulivoimaloiden perustaminen vaatii suhteessa aurinkopaneelisiin enemmän maaperän häirintää. Maaperän häirintä aiheuttaa eroosion seurauksena

kiintoainekuormituksen kasvua. Vaihtoehdossa VE1 aurinkovoiman alue on kooltaan noin 82 hehtaaria suurempi kuin vaihtoehdossa VE2. Vaihtoehdossa VE1 aurinkovoima-alueen sisälle sijoittuu neljä tuulivoimalaa ja toteutusvaihtoehdossa VE2 kaksi tuulivoimalaa.

Rakentamisen aikana on kiinnitettävä huomiota syntyvän huleveden laatuun ja huolehtia hulevesien keräämisestä ja johtamisesta nykyisten vesienkäsittelyjärjestelmien kautta. Tavanomaiset vesienkäsittelyjärjestelmät voivat häiriintyä työmaavesistä kohonneiden kiintoainemäärien vuoksi. Vesienkäsittelyjärjestelmien toimivuus työmaan aikana ja valmistuttua tulee varmistaa.

Työmaavesien laatua tulee tarkkailla ennen rakentamista laadittavan rakentamisen aikaisten hulevesien hallintasuunnitelman mukaisesti. Tarkkailussa tulee varmistaa vesienkäsittelyjärjestelmien toimivuus ja arvioida työmaalta lähtevän veden samentumista aistinvaraisesti ja raportoida poikkeavuudet.

Rakentamisen aikaisille hulevesille on esitetty raja-arvoja (RT 89-11230, 2016):

- Kiintoaine < 300 mg/l
- pH 6...9
- Lämpötila < 25 °C
- öljyt < 5 mg/l

6 Kestävä kehitys

Alueen asianmukainen valumavesien käsittely on tärkeää kestävän kehityksen sosiaalisesta sekä ekologisesta näkökulmasta. Käsittelyratkaisuja hyödyntämällä alueen alavirrassa sijaitsevien vesistöjen tila pysyy tyydyttävänä tai parantuu maankäyttömuodon muutoksista huolimatta. Vesistöjen hyvä kunto vaikuttaa myös positiivisesti sosiaaliseen kestävyYTEEN vesistöjen virkistysarvojen säilyessä.

Alueen vesienkäsittelyn jatkaminen jo olemassa olevilla ojilla ja muilla mahdollisesti alueelta löytyvillä vesienkäsittelyratkaisuilla on kestävän kehityksen ekologisesta ja taloudellisesta näkökulmasta hyvä vaihtoehto. Käyttämällä olemassa olevia ratkaisuja vältetään maanmuokkaukselta, joka lisäisi väliaikaisesti ympäröivien alueiden vesistöjen kuormitusta. Jo olemassa olevien ratkaisujen käytöllä säästytään myös turhalta luonnonvarojen sekä taloudellisia varoja kuluttavalta työltä. Turvetuotannon aikaisten ratkaisujen käyttö on myös kiertotalouden näkökulmasta hyvä vaihtoehto.

Tarkastelualueen turvetuotantoalueella ei aurinkovoimalaa varten tarvitse hakata metsää, mutta turvetuotantoalueen ympärillä olevia metsiä tarvitsee hakata arviolta molemmissa vaihtoehtoissa noin 19 hehtaarin verran. Metsien hakkuu lisää alueen pintavaluntaa ja vähentää haihduntaa.

7 Hulevesien hallinnan periaatteet, johtopäätökset ja jatkosuositukset

7.1 Alueen hulevesien hallinnan periaatteet

Alle on listattu alueelle suositeltuja yleisiä hulevesien hallinnan periaatteita:

- Kaikessa hulevesien hallinnassa suositetaan avoimia johtamis- ja käsittelyratkaisuja (mm. avouomat, kosteikot), poikkeuksen muodostavat välttämättömät tienalitusrummut.
- Hulevesien mahdollinen määrällinen ja laadullinen hallinta toteutetaan tarkastelualueen sisällä varaamalla riittävät tilavaraukset ennen johtamista tarkastelualueen ulkopuolisiin laskuoihin.
- Mahdollisen YVA:n mukaisen sähköasemavaihtoehdon 5 viivytystarve kompensoidaan länteen päin purkavien aurinkovoima-alueiden viivytysrakenteissa.
- Alueiden nykyisiä ojia hyödynnetään niin paljon kuin on järkevää ja mahdollista.
- Alueiden pohjaveden pintaa ei lasketa tarpeettomasti nykyisestä.
- Tuuli- ja aurinkovoiman tuotantoalueille suositellaan toimia, jotka edistävät kasvillisuuspeitteen kasvua. Kasvillisuuspeite vähentää maaperän eroosiota ja kiintoaineen kulkeutumista, edistää hulevesien parempaa imeytymistä maaperään ja hidastaa pintavalunnan purkautumista alueelta.
- Lopulliselle toteutussuunnitelmalle ja lopullisiin pääpiirustuksiin pohjautuen, ennen rakentamisen aloittamista, suositellaan laadittavaksi hulevesisuunnitelma. Suunnitelmassa tulee huomioida rakentamisen aikainen hulevesien käsittely ja määrittää vesienpidätysrakenteiden mitoitus.

7.2 Johtopäätökset ja jatkosuositukset

Alle on listattu johtopäätöksiä sekä suosituksia hulevesien hallinnalle ottaen huomioon alueen erityispiirteet:

- Tarkastelluista vaihtoehtoista vaihtoehto VE2 aiheuttaa pienemmän vaikutuksen alueen pintavaluntaan pienemmän aurinkopaneelialueen sekä pienemmän tuulivoimaloiden määrän takia. Kuitenkin myös



vaihtoehdon VE1 aiheuttamat virtaamamuutokset ovat mahdollista viivyttää tarkastelualueella.

- Alueen hulevedet tulee kerätä hallitusti nykyisten turvetuotannon aikaisten käsittelyjärjestelmien kautta. Käsittelyjärjestelmien kunto ja toimivuus tulee tarkistaa säännöllisesti. Nykyinen kokoomaoja suositellaan pidettävän päävirtausreittinä myös tulevassa tilanteessa. Mikäli aurinkopaneeleja tai tuulivoimaloita sijoitetaan nykyisen kosteikon alueelle vaihtoehdossa VE1, vaatii toteutus erikoisratkaisuja, kuten aurinkopaneelien ja tuulivoimaloiden rakentaminen märkään maaperään ja kulku- ja huoltoyhteyksien toteutus, jos kosteikko on toiminnassa. Jos vaihtoehdossa VE1 VA1-VA3 alueella sijaistavat kosteikot halutaan säilyttää nykyisen mittaisena, on aurinkovoiman sekä tuulivoiman toteutus näillä alueilla kosteikkojen toimintaa häiritsemättä haastavaa.
- Kerran viidessä vuodessa tapahtuvasta sadetapahtumasta syntyvät hulevedet voidaan viivyttää osaksi olemassa olevissa painanteissa alueella ennen purkua alueen ulkopuolisiin avouomiin. Tarvittaessa purkuvirtaamaa alueelta voidaan rajoittaa virtaamaa kuristavalla rakenteella.
- Valuma-alueilla tulee myös varautua hulevesien viivyttämiseen ja käsittelyyn riittävin tilavarauksin. Tarvittavat tarkemmat viivytystilavuudet sekä viivytysaltaiden tarkempi sijoittelu tulee määrittää jatkosuunnittelussa. Viivytysaltaita voi sijoittaa osa-valuma-alueiden purkupisteiden lisäksi myös ylemmäs osavaluma-alueiden latvoille, jolloin voidaan pienentää purkupisteiden läheisyydessä olevien viivytysaltaiden tilavuuksia.
- Mahdollisen YVA:n mukaisen sähköasemavaihtoehdon 5 hulevesien hallinnassa tulee varautua onnettomuustilanteisiin, esim. alueen purkurakenteet tulee varustaa sulkuventtiilein.
- Erityisesti nykytilanteen vesipinnat alueen viivytysaltaissa ja ojastossa tulee kartoittaa jatkosuunnittelussa niiden nykyisen kapasiteetin määrittämiseksi.
- Tuuli- ja aurinkovoiman tuotannon aiheuttamien hulevesien laadullisten vaikutusten arvioidaan syntyvän suurimmaksi osaksi rakentamisen aikana. Rakentamisen aikaisten hulevesien hallintaa varten tulee laatia rakentamisen aikaisten hulevesien hallintasuunnitelma. Vesienkäsittelyjärjestelmien toimivuus työmaan aikana ja valmistuttua on varmistettava.
- Viivytysaltaat voidaan suunnitella toimimaan osin myös selkeytysaltaina, joilla saadaan kiinni rakentamisen aikaisia sekä alkuvuosien toiminnasta aiheutuvia kiintoainespitoisuuksia.



- Tuuli- ja aurinkovoiman tuotannon aikana alueelta ei synny merkittävää uutta huleveden laatukuormitusta, mutta metsähakkuut voivat lisätä ravinnehuuhtoumaa. Huleveden laadun odotetaan asettuvan luonnontilaisen suon ja turvetuotannon aikaisen laadun välille. Tarkemmassa suunnittelussa tulee huomioida tarvittava kiintoaineen ja ravinteiden pidätys tarkastelualueella vastaanottavien vesistöjen ekologinen kunto huomioiden.
- Sorsuanoja ja Kusioja kuuluvat Kiiminkijoen Natura-alueeseen, jonka tilaa ei saa heikentää. Jatkosuunnittelussa tulee huomioida ja kehittää edellä mainittuja toimenpiteitä, jotta Natura-alueiden tila ei heikkene.
- Suositellaan, että aurinkovoiman tuotantoalueet, joille ei rakenneta alueen sisäisiä huoltoreittejä, pidetään kasvipeitteisinä ravinnehuuhtoumien hallitsemiseksi.
- Tuulivoimaloiden suoja-alueiden, eli alueiden, jolle ei voida rakentaa aurinkovoimaa, maankäytön oletetaan pysyvän pääosin nykytilanteen muotoisena tulevassa tilanteessa. Tuulivoimaloiden rakentamisen aikana rakennettavat nostoalueet tulisi palauttaa rakentamisen jälkeen ennalleen ja jättää sorapintaiseksi ainoastaan tuulivoimaloiden huoltoalueet.
- Tarkempaa jatkosuunnittelua varten tulee tehdä pohjatutkimuksia sekä varmistua aurinkopaneelien perustamistavasta. Lisäksi alueella tulee tehdä jatkotutkimuksia happamien sulfaattimaiden esiintymisestä ja huomioida tulokset jatkosuunnittelussa.
- Tuuli- ja aurinkovoiman tuotannon aiheuttamat muutokset hulevesien määrässä ja laadussa pystytään huomioimaan alueella riittävällä tasolla tarkemmassa suunnitteluvaiheessa suunniteltavien hulevesiratkaisujen avulla.

Lähteet

AFRY 2024a. Mustasuo-Tynnyrikorven tuuli- ja aurinkovoima- hanke (Oulu, Utajärvi) Ympäristövaikutusten arviointiselostus.

AFRY 2024b. Mustasuo-Tynnyrikorven tuuli- ja aurinkovoimahanke (Oulu, Utajärvi) Luontoselvitykset 2023.

Geologian tutkimuskeskus (GTK) 2005. Eloperäisten maalajien soveltuvuus eräisiin käyttötarkoituksiin. Saatavilla: <http://weppi.gtk.fi/aineistot/mp-opas/kaytto-eloperaiset.htm>

Geologian tutkimuskeskus (GTK) 2009. Maaperä 1:200 000. Luotu 2015. Saatavilla: <https://gtkdata.gtk.fi/maankamara/>. Viitattu: 18.11.2024.

Geologian tutkimuskeskus (GTK) 2018. Maapeitepaksuus 1:1 000 000. Luotu 2015. Saatavilla: <https://gtkdata.gtk.fi/maankamara/>. Viitattu: 17.12.2025.

Suomen Kuntaliitto 2012. Hulevesiopas. ISBN 978-952-213-896-5

Kuusisto, P. 2002. Kaupunkirakentamisen vaikutus pieniin valuma-alueisiin ja vesistöihin Suomessa. Helsingin yliopiston maantieteen laitoksen julkaisuja, B 48. Maantieteenlaitos.

Maanmittauslaitos (MML) 2023. Happamat sulfaattimaat 1:250 000. Luotu 2009. Saatavilla: <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>. Viitattu 18.11.2024

Piirainen, S. 2007. Päätehakkuun ja maanmuokkauksen vaikutus metsän vesi- ja ravinnevirtoihin. Metsätieteen aikakauskirja vuosikerta 2007 numero 3 artikkeli 6410. <https://doi.org/10.14214/ma.6410>

Pöyry Finland 2016. Turvetuotantoalueiden ominaiskuormitusselvitys. Vedenlaatu- ja kuormitustarkastelu vuosien 2011–2015 tarkkailuaineistojen perusteella.

RT 89-11230. 2016. Rakennustyömaan hulevesien hallinta. Tilaajan ohje. E-kirja, PDF. Rakennustieto.

Riktvärdesgruppen 2009. Förslag till riktvärgen för davattenutsläpp. Regionala dagvattennätverket i Stockholms län. Regionplane- och trafikkontoret. Stockholms läns landsting. 20 s.

ScalgoLive 2024. Saatavilla: <https://scalgo.com/live> . Viitattu: 18.11.2024.

StormTac Database (2024). Stormwater, baseflow, surface water and wastewater database, v.2024-05-27. StormTac Corporation. www.stormtac.com.

Suomen ympäristökeskus (SYKE) 2019. Vesikartta. Saatavilla: https://paikkatieto.ymparisto.fi/vesikarttaviewers/Html5Viewer_4_14_2/Index.html?configBase=https://paikkatieto.ymparisto.fi/Geocortex/Essentials/REST/sites/Vesikartta/viewers/VesikarttaHTML525/virtualdirectory/Resources/Config/Default&locale=fi-FI. Viitattu: 18.11.2024

Suomen ympäristökeskus (SYKE) 2023. Valuma-aluejako. Saatavilla: https://www.syke.fi/fi-FI/Avoim_tieto/Paikkatietoaineistot/Ladattavat_paikkatietoaineistot

Suomen ympäristökeskus (SYKE) 2024. Tulvakarttapalvelu. Saatavilla <https://paikkatieto.ymparisto.fi/tulvakartat/Viewer/Viewer.html?configBase=https://paikkatieto.ymparisto.fi/Geocortex/Essentials/REST/sites/TulvakarttaHTML5/viewers/HTML5/virtualdirectory/Resources/Config/Default/> . Viitattu 13.11.2024.

Turveruukki Oy, Vainionsuo, Utajärvi, lopputarkastus 2018.

Väylävirasto 2017. Suomen väylät. Saatavilla: <https://paikkatieto.vaylapilvi.fi/suomen-vaylat/> . Viitattu: 13.11.2024