

Alight STR Nakkila

Projekti 320398

Hulevesiselvitys Nakkila

Asiakkaan tiedot

Alight Sampo Oy
Mikael Ronge
+46 70 350 82 80
mikael.ronge@alight-energy.com

1. Johdanto

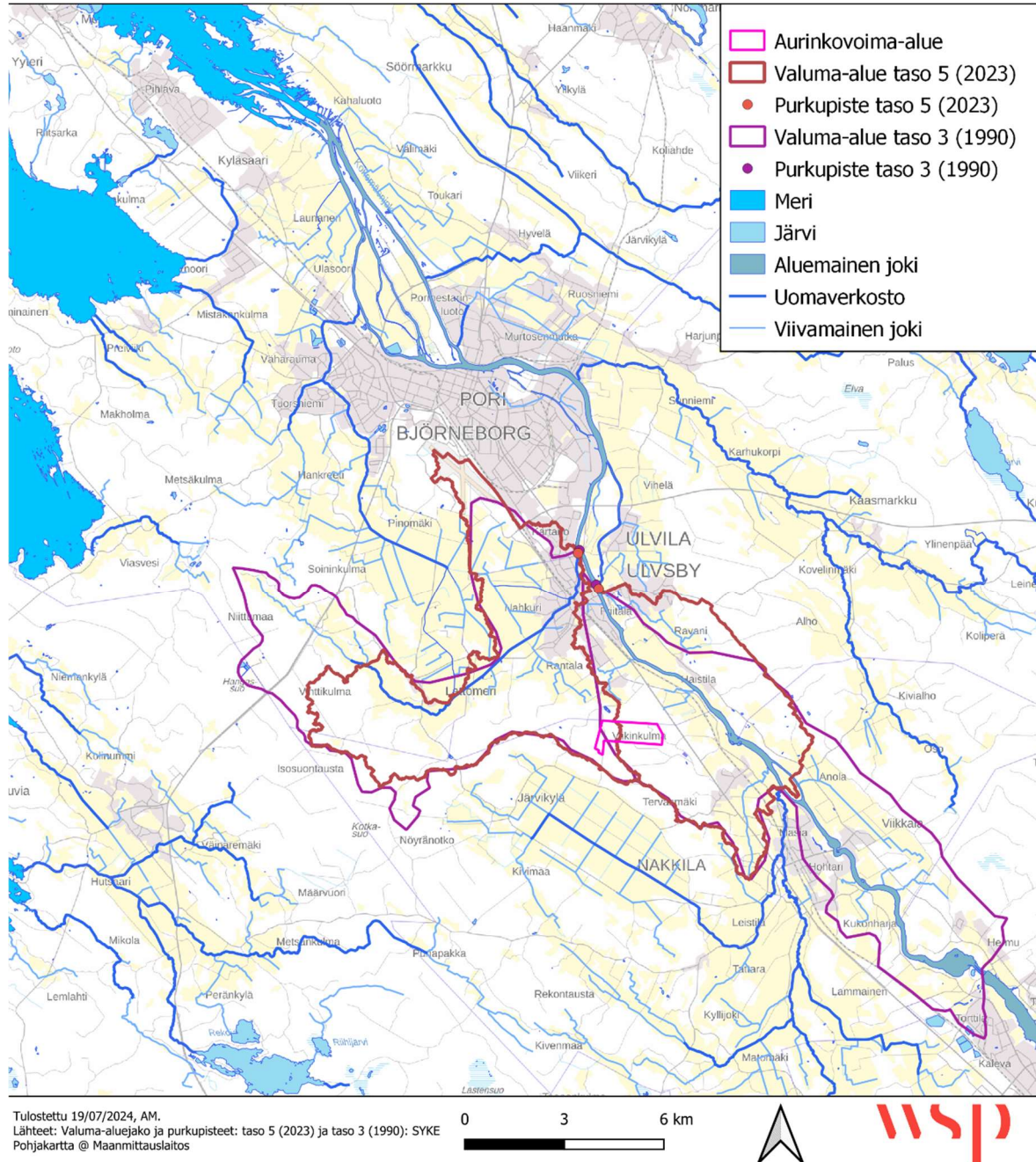
Hulevesiselvityksen tarkoituksena on tarkastella aurinkovoima-alueelle muodostuvien hulevesien määrää laskennallisesti layout -kuvien ja aurinkovoima-alue-ajusten perusteella (lähtötiedot 08/2024). Hankkeen vaikutuksia ja muutoksia hulevesien määrään tarkastellaan vertailemalla alueen nykytilannetta ennen aurinkovoimalan rakentamista ja rakentamisen jälkeen. Selvityksessä huomioidaan myös aurinkovoima-alueen läheisyydessä olevat pintavesistöt ja arvioidaan niihin kohdistuvia aurinkovoima-alueen hulevesistä aiheutuvia vaikutuksia.

Hulevesillä tarkoitetaan maan pinnalta, rakennetuilta pinnoilta, kuten katoilta ja teiltä, pois johdettavia sade- ja sulamisvesiä. Luonnollisessa veden kiertokulussa suurin osa sadevesistä imeytyy maaperään pohjavedeksi ja virtaa kohti vesistöjä ja merta. Lisäksi osa valuu pintavaluntana järviin ja jokiin sekä osa haihtuu ilmakehään. Rakennetulla alueella veden kiertokulku muuttuu vettä läpäisemättömien pintojen takia. Tätä kuvaa muuttuja valumakerroin, jolla tarkoitetaan pinnalta valumaan lähtevän veden osuutta satavasta vedestä. Mitä lähempänä valumakerroin on lukua 1,0, sitä suurempi osa vedestä valuu eteenpäin imeytymättä. Valumakertoimeen täten vaikuttaa pinnan laatu, vedenläpäisevyys sekä vuodenaika.

2. Aurinkovoima-alueen kuvaus

Nakkilan aurinkovoima-alue kuuluu Kokemäenjoen päävesistöön (35), joka on osa Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoaluetta. Vuoden 1990 valuma-aluejaon 3. jakovaiheen vesistöaluejaon mukaisesti aurinkovoima-alue kuuluu Kokemäenjoen alaosan alueelle (35.11), joka jakaantuu neljään valuma-alueeseen: Porin alue (35.111), Ulvilan-Harhavallan valuma-alue (35.112), Friitalan-Lattomeren valuma-alue (35.113) ja Suntiojan valuma-alue (35.114). Nakkilan aurinkovoima-alue sijoittuu Ulvilan-Harjavallan valuma-alueelle (35.112) sekä Friitalan-Lattomeren valuma-alueelle (35.113). Ulvilan-Harjavallan valuma-alue purkaa sen luoteisosassa Kokemäenjokeen sekä Friitalan-Lattomeren valuma-alue purkaa sen koillisosassa Kokemäenjokeen, jonka kautta pintavedet kulkeutuu luoteeseen ja purkautuu Selkämereen.

SYKE:n uuden valuma-aluejaon 5. jakovaiheen mukaan aurinkovoima-alue sijoittuu valuma-alueille 35.01.069.02 ja 35.01.152.02, joiden purkupisteet yhdistyvät valuma-alueiden 35.01.181.01 ja 35.01.152.01 Kokeemäenjoella, Porin kaupungin eteläpuolella, Ulvilan ja Nakkilan kuntien välissä. Purkupisteiden sekä aurinkovoima-alueen tarkempi sijoittuminen valuma-alueille näkyy kuvassa 1.



Kuva 1. Nakkilan aurinkovoima-alueen sijoittuminen valuma-alueilla ja alueen vesistöt.

GTK:n maaperätiedon mukaan (1:20 000), Nakkilan aurinkovoima-alueen pääasiallinen pinta- ja pohjamaalaji on hiekkamoreeni (Mr). Aurinkovoima-alueen lounaisosassa pinta- ja pohjamaalajina on havaittu pieni määrä karkeaa hietaa (Kht). Lisäksi aurinkovoima-alueen itäpuolella on pintamaalajina karkeaa hietaa (Kht) sekä pohjamaalajina hienoa hietaa (Hht).

GTK:n datan mukaa maanpeitepaksuus vaihtelee aurinkovoima-alueella n 1–10 metrin välillä.

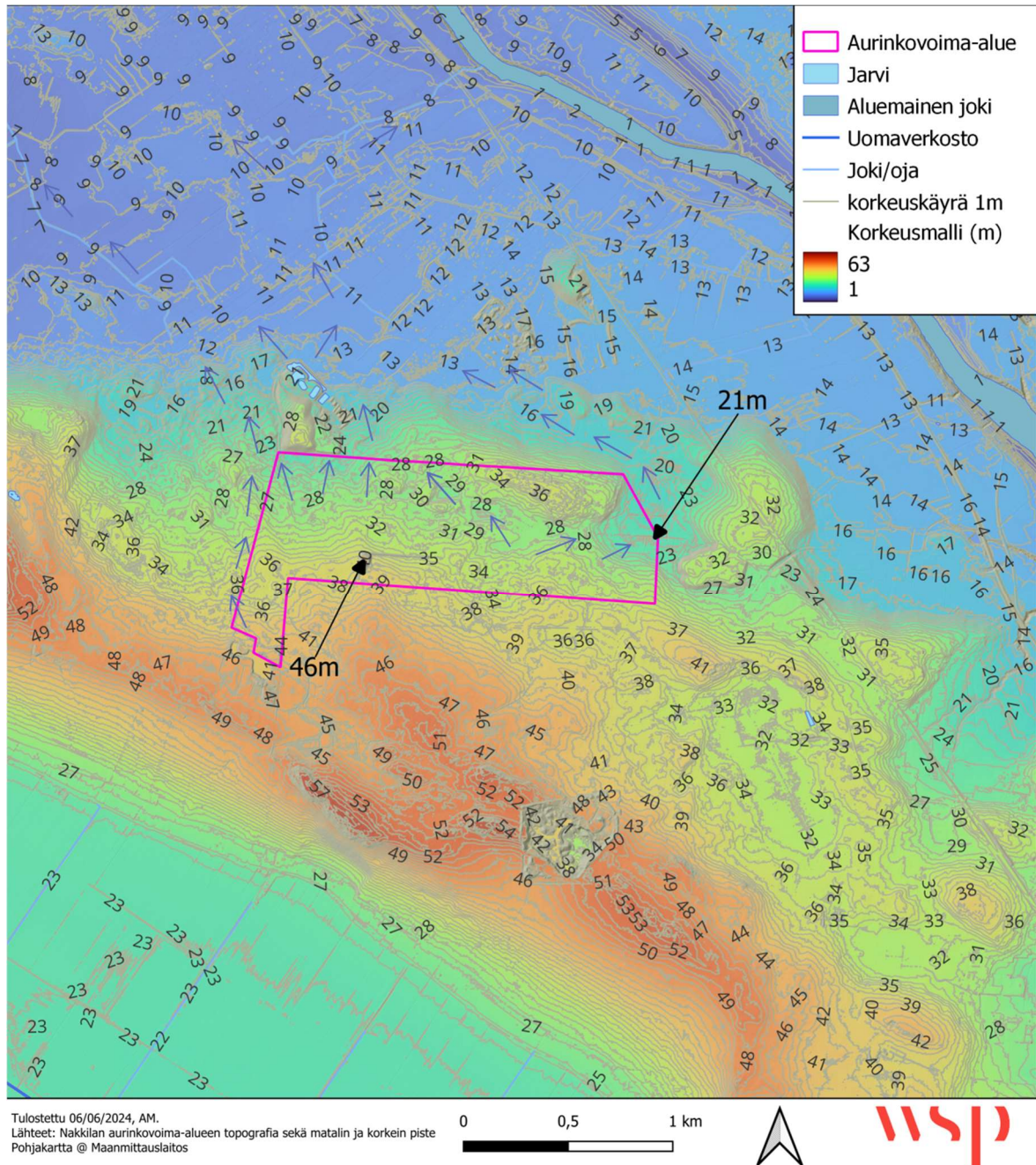
Aurinkovoima-alueen maalajit vaikuttavat huleveden imeytymiseen sekä pohjaveden muodostumiseen ja virtaukseen. Esimerkiksi kalliomaan vedenjohtavuus on erittäin heikko, puolestaan hiekkamoreenin voi vaihdella pienestä kohtalaiseen. Turvekerrostumien vedenjohtavuus riippuu ensi sijassa turpeen maatuneisuudesta ja on yleensä pintaosaa lukuun ottamatta pieni. Mitä korkeampi maaperän vedenjohtavuus on, sitä parempi sen kyky on vastaanottaa sadevettä tai imeytettävää vettä.

Nakkilan aurinkovoima-alueen maanpinta on tasolla +21...+46 (N2000).

Aurinkovoima-alueen korkein kohta sijoittuu alueen kesken lähellä lounaisosaa, joka on ortokuvien mukaan osittain kaadettua metsää (Rajamäki). Lisäksi matalin kohta sijoittuu aurinkovoima-alueen itäpuolelle ojan alueelle, joka sijaitsee metsäalueella (Pimeäkorpi). Kokonaisuudessaan aurinkovoima-alue on metsää. Aurinkovoima-alueen topografia ja korkotiedot on esitetty kuvassa 2. Korkotietojen mukaan, hulevedet purkautuvat alueen lounais-, luoteis- ja koillisosissa ja johtuvat Kokemäenjokeen, jonka kautta vedet puolestaan purkautuvat Selkämereen (Pihlavanlahti - Kolpanlahti).

Pihlavanlahden - Kolpanlahden ekologinen tila on arvioitu välttäväksi. Järven ja joen ekologinen tila on sitä parempi, mitä lähempänä se on luonnontilaa. Ekologisen tilan arviossa vertailukohtana on luonnontila, ja arvio tarkastelee sitä, kuinka paljon ihminen on toiminnallaan muuttanut vesistön luonnontilaa (Suomen ympäristökeskus, luettu 19.7.2024).

Aurinkovoima-alue ei sijaitse tulvakartoitetulla alueella. Tulvarekisterin mukaan, lähin turvariskialue sijaitsee noin 4,5 km pohjoiseen aurinkovoima-alueelta ja se on merkittävä tulvariskialue (Pori). Tulvariskialueen tulvatyytit ovat vesistötulva, meritulva, jääpato, hydyepato (Tulvakeskus, luettu 19.7.2024).



Kuva 2. Nakkilan aurinkovoima-alueen topografia. Karttaan on erikseen merkitty aurinkovoima-alueen korkeammat ja matalimmat pisteet sekä hulevesien arvioidut virtaussuunnat.

3. Aineisto ja menetelmät

3.1. Maankäyttö ja valumakerroin

Aurinkovoima-alueen maankäyttö muuttuu aurinkovoimalaan rakentamisen myötä. Aurinkovoima-alueella olevat puut kaadetaan, jonka jälkeen suurin osa kannoista jää edelleen alueelle. Rakentamisen jälkeen aurinkovoima-alue muuttuu metsäalueesta hakkuualueeksi ja alueelle rakennetaan muun muassa pitkiä aurinkopaneelikennostoja, huoltoteitä ja muuntamoita, jotka vaikuttavat hulevesien kerääntymiseen ja alueen valumakertoimiin. Paneelit ja muuntamoiden katot ovat vettä läpäisemättömiä pintoja, haihduntaa lukuun ottamatta. Paneeleista ja muuntamoista vesi valuu alas paneelien ja kattojen reunalta kaltevuuden ansiosta, jolloin hulevesien kuormituksen jakautuminen maaperään muuttuu. Aurinkopaneelit on suunniteltu rakennettavaksi telineiden päälle, jolloin ne ovat irti maasta. Täten hulevesi voi valua seuraavan aurinkopaneelikennoston alle, jolloin imeytymistä tapahtuu myös kennoston alla telineiden palkkien kohtia lukuun ottamatta. Huoltotiet oletetaan rakennettavaksi sorasta. Metsän pinta-ala on arvioitu ortokuvien ja Metsäkeskuksen Hila-aineiston avulla.

Hulevesien määrän arvioinnissa käytetään valumakertoimia. Sademäärä ei muutu kokonaan hulevedeksi, vaan siihen vaikuttaa valuma-alueen pintamateriaalien vedenläpäisevyys, jota mallinnetaan laskuissa valumakertoimilla. Käytetyt valumakertoimet ja pinta-alat on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Aurinkovoima-alueen maankäyttömuoto nykytilanteessa ja rakentamisen jälkeen sekä laskelmassa käytetyt valumakertoimet erilaisille pinnoille.

Maankäyttömuoto	Pinta-ala (ha)	Valumakerroin ka
Nykytilanne		
Metsä	119,56	0,10
Rakentamisen jälkeen		
Hakattu metsä	114,95	0,15
Huoltotie (sora)	4,52	0,35
Muuntamot	0,02	0,95
Paneelien perustus	0,07	1,00

3.2. Mitoitussade

Hulevesien määrään vaikuttaa valumakertoimen lisäksi sateen intensiteetti eli sateen voimakkuus. Tässä hulevesiselvityksessä rankkasateen keskimääräiseksi intensiteetiksi on valittu 150 l/s/ha ja mitoitusasteen kestoajaksi 10 minuuttia. Sateen laskennallinen toistumisaika on viisi vuotta (Suomen Kuntaliitto, 2012).

Hulevesien määrä (m³) lasketaan kaavalla:

$$\text{Hulevesien määrä} = \sum \frac{C * i * A * t}{1000}$$

jossa C = valumakerroin, i = mitoitussade (l/s/ha), A = valuma-alueen pinta-ala (ha) ja t = mitoitussateen kesto aika (s).

4. Tulokset

4.1. Hulevesimäärien laskennalliset muutokset

Hulevesien määrän karkea laskenta tehtiin Nakkilan aurinkovoima-alueelle.

Aurinkovoimalan rakentamisen takia vettä läpäisemättömien pintojen määrä lisääntyy sekä hakkuualueen veden imeytysmiskyky hiukan pienenee verrattuna metsäalueeseen. Keskimääräiset valumakertoimet nykytilanteessa ja aurinkovoimalan rakentamisen jälkeen on esitetty taulukossa 2.

Nakkilan aurinkovoima-alueella keskimääräinen valumakerroin on nykytilanteessa 0,10 ja aurinkovoimalan rakentamisen jälkeen se on noin 0,16. Mitoitussateen ollessa 150 l/s/ha ja tarkasteluajan ollessa 10 minuuttia, hulevesien määrä rakentamisen jälkeen kasvaa noin 58 %. Aurinkovoima-alueen hulevesien määrä nykytilanteessa on noin 1076 m³ ja aurinkovoimalan rakentamisen jälkeen hulevesien määrä kasvaa noin 1702 m³:iin. Muutettuna yksikköön litraa per 100 m², nykytilanteessa hulevesiä muodostuu noin 90 l/100 m² ja aurinkovoimalan rakentamisen jälkeen hulevesien määrä olisi noin 142 l/100 m².

Tämänhetkisten arvioiden mukaan sadannat kasvavat Suomessa keskimäärin noin 20 % vuoteen 2085 mennessä (Ruostenoja et al. 2016). Tällöin hulevesien määrä kasvaisi aurinkovoima-alueella nykytilanteessa 1291 m³:iin, joka vastaa noin 108 l/100 m². Aurinkovoimalan rakentamisen vaikutus nostaa hulevesien määrän noin 2043 m³:iin, joka puolestaan vastaa noin 171 l/100 m².

Taulukko 2. Nakkilan aurinkovoima-alueella muodostuvien hulevesien määrien ja keskimääräisten valumakertoimien muutoksen osa-alueittain.

	Valumakerroin <i>ka</i>	Hulevesien määrä		Hulevesien määrä sateiden lisääntyessä 20 %		Muutos %
		<i>m³</i>	<i>l/100 m²</i>	<i>m³</i>	<i>l/100 m²</i>	
Nykytilanne	0,10	1076	90	1291	108	58 %
Rakentamisen jälkeen	0,16	1702	142	2043	171	

Laskelmissa käytettiin 27.8.2024 päivämäärän layoutin tiedot.

5. Ravinne- ja kiintoainekuormitus

Aurinkovoima-alueen ravinne- ja kiintoainekuormitus on laskettu käyttäen StromTac Web ohjelmaa. Laskelmassa on käytetty lähtötietoaineistona aurinkovoima-alueen pinta-alaa, maankäyttöä, valumakertoimia sekä sademäärää. Maankäyttö on määritetty aurinkovoima-alueen layoutin perusteella, ja oletukset ovat samat kuin määrälaskelmissa. Käytetyt valumakertoimet ovat samat kuin määrälaskelmissa, jotka ovat esitetty taulukossa 3. Keskimääräiseksi sademääräksi määritettiin 626 mm, joka perustuu Ilmatieteenlaitoksen julkaisemiin tietoihin Porin keskimääräisestä sademäärästä vuosilta 1991–2020.

Tulosten mukaan vuosittainen fosforin kuormitus kasvaa 193 %, nykyisen arvon ollessa 2,8 kg/a ja aurinkovoimalan rakentamisen jälkeen 8,2 kg/a. Vuosittainen typen kuormitus puolestaan kasvaa 614 % nykytilan ollessa 56 kg/a ja rakentamisen jälkeen 400 kg/a. Vuosittaisen kiintoaineen kuormitus nousee vähemmän ravinnekuormitukseen verrattuna, sillä kiintoaineen määrä nousee 94 % aiemmasta.

Tuloksia tarkastellessa yksikössä µg/l, fosforin määrä hulevesissä nousee 138 % aiemmasta, arvon ollessa nykytilassa 16 µg/l ja aurinkovoimalan rakentamisen jälkeen 38 µg/l. Typen määrä kasvaa 494 %, nykytilan ollessa 320 µg/l ja aurinkovoimalan rakentamisen jälkeen 1900 µg/l. Kiintoaineen määrän kasvu on noin 56 % aurinkovoimalan rakentamisen jälkeen.

Taulukko 3. Aurinkovoima-alueen ravinne- ja kiintoainekuormituslaskelman tulokset.

	Fosfori, P	Typpi, N	Kiintoaines, SS
Nykytilanne, kg/a	2,8	56	3 100
Aurinkovoimala, kg/a	8,2	400	6 000
Muutos, %	+ 193	+ 614	+ 94
Nykytilanne, µg/l	16	320	18 000
Aurinkovoimala, µg/l	38	1 900	28 000
Muutos, %	+ 138	+ 494	+ 56

5.1. Laskelman epävarmuus

Ravinne- ja kiintoainekuormitukset StormTac Webissä laskettuna perustuvat maankäyttökohtaisiin ravinne- ja kiintoainepitoisuuksiin ja eri maankäyttöluokkien pitoisuuksissa on merkittäviä eroja. Tällöin ohjelman tuloksiin vaikuttavat merkittävästi määritetty maankäyttö. Lisäksi tuloksiin vaikuttavat määritetty valumakerroin sekä vuosittainen sademäärä. Laskelman tulokset ovat suuntaa antavia. Suhteellinen epävarmuus maankäyttömuodoissa on keskimäärin 20 %.

6. Johtopäätökset

Hulevesien suhteellinen määrä nousee merkittävästi aurinkovoimalan rakentamisen myötä. Aurinkovoima-alue on luokiteltu metsäksi ja suurin osa puista tullaan poistamaan ennen rakentamista. Aurinkovoimalan rakentamisvaiheessa maanmuokkaustoimeenpiteisiin kuuluu vain suurimpien kantojen poisto, jolloin rakentamisen jälkeen aurinkovoima-alue muuttuu hakkuuaukeaksi.

Laskelmien mukaan aurinkovoimalan rakennusvaiheesta johtuen ravinne- ja kiintoainekuormitukset selvästi lisääntyvät nykytilanteeseen verrattuna. Vaikutuksen arvioidaan olevan havaittavissa aurinkovoima-alueen lähistön ojissa lievästi kasvavina virtaamina ja virtaamapiikkien ajoittumisessa sekä veden kiintoaine- ja ravinnepitoisuuksissa. Ottaen huomioon aurinkovoima-alueen lähimmät vesistöt, Pihlavanlahden – Kolpanlahden alueella saattaa näkyä ravinne- ja kiintoainekuormituksessa muutoksia erityisesti aurinkovoimalan rakennusvaiheessa. Kuitenkin näiden pitoisuuksien vaikutuksen arvioidaan olevan vesistön ekologiseen tilaan on hyvin pieni. Ravinne- ja kiintoainekuormitusta voidaan vähentää erilaisilla suunnitteluratkaisuilla (esim. viivytys- ja kosteikkoratkaisut), mitkä vähentävät kiintoaineen ja ravinteiden pääsyä vesistöihin. Jatkosuunnittelussa tulee huomioida kasvava hulevesimäärä sekä lisääntyvä ravinne- ja kiintoainekuormitus.

Alueella suoritettavat rakennustyöt voivat muuttaa mahdollisten pelto-ojien toimivuutta, ja tämä tulee huomioida alueen hulevesien hallinnan suunnittelussa. Lisäksi jatkosuunnittelussa tulee huomioida mahdolliset Nakkilan rakennusjärjestyksessä mainitut hulevesiä koskevat määräykset.

Helsinki 26.8.2024

WSP Finland Oy

Laatinut:

Tarkastanut:

Aleksandr Marisev
Ympäristöinsinööri
Maa, Kallio ja Ympäristö

Sanna Hodju
Yksikönpäällikkö
Kestävä liiketoiminta

Lähteet

Suomen ympäristökeskus, 2022. Vesien ekologinen tila [Vesien ekologinen ja kemiallinen tila | Vesi.fi](#) , luettu 19.7.2024

Suomen ympäristökeskus, Vesi.fi, Pintavesien ekologinen tila: karttatason arvo kohteessa, <https://www.vesi.fi/karttapalvelu/?shortlink=23228&theme=pintavesientila> , 19.7.2024

Tulvakeskus, tulvakarttapalvelu.
<https://paikkatieto.ymparisto.fi/tulvakartat/Viewer/Viewer.html?Viewer=Tulvakartat>, luettu 19.7.2024

Suomen Kuntaliitto, Hulevesiopas, 101 s., 2012, ISBN 978-952-213-896-5.

K. Ruostenoja et al., Climate Projections for Finland Under the RCP Forcing Scenarios, https://geophysica.fi/pdf/geophysica_2016_51_1-2_017_ruostenoja.pdf, luettu 7.6.2024

Jakelu

Alight Sampo Oy