

ALIGHT AINO OY

HARJAVALLAN AURIKOVOIMAHANKE HULEVESISELVITYS

28.6.2024



320010
REV: A0



Sisällysluettelo

1. Johdanto	3
2. Aurinkovoima-alueen kuvaus	3
2.1. Alueen nykytila	3
2.2. Harjavallan aurinkovoima-alueen sijoittuminen valuma-alueille.....	4
2.3. Aurinkovoima-alueen hulevesien virtaussuunnat	6
3. Aineisto ja menetelmät	8
3.1. Hulevesien määrä mitoitussateen aikana.....	10
3.1.1.Laskelman epävarmuus.....	10
3.2. Ravinne- ja kiintoainekuormitus	10
3.2.1.Laskelman epävarmuus.....	10
4. Tulokset	11
4.1. Hulevesien määrä mitoitussateen aikana.....	11
4.2. Ravinne- ja kiintoainekuormitus	12
5. Johtopäätökset	13
Lähteet	13

28.6.2024

1. Johdanto

Alight Aino Oy suunnittelee Harjavallan alueelle aurinkosähkön tuotantoaluetta. Aurinkosähkön tuotantoalueesta käytetään nimeä Harjavalta. Alueelle suunniteltu aurinkovoima-alue koostuu kahdesta toisistaan irrallisesta osa-alueesta. Osa-alueet on nimetty numeroin 1 ja 2. Osa-alueen 1 rakennettavan alueen pinta-ala on noin 24,5 ha. Osa-alueen 2 rakennettavan alueen pinta-ala on puolestaan noin 77,1 ha.

Hulevesiselvityksen tarkoituksena on tarkastella suunnitellulle aurinkovoima-alueelle muodostuvien hulevesien määrää laskennallisesti layout -kuvien ja aurinkovoima-alueen alue-rajauksen perusteella (lähtötiedot saatu 05/2024). Rakentamisen vaikutuksia ja muutoksia hulevesien määrään tarkastellaan vertailemalla alueen nykytilannetta aurinkovoimalan rakentamisen jälkeiseen tilaan. Selvityksessä huomioidaan myös aurinkovoima-alueen läheisyydessä olevat pintavesistöt ja arvioidaan niihin kohdistuvia aurinkovoima-alueen hulevestä aiheutuvia mahdollisia vaikutuksia.

Hulevesillä tarkoitetaan maan pinnalta, rakennetuilta pinnoilta, kuten katoilta ja teiltä, pois johdettavia sade- ja sulamisvesiä. Luonnollisessa veden kiertokulussa suurin osa sadevestä 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, sitä suurempi osa vedestä valuu eteenpäin imeytymättä. Valumakertoimeen täten vaikuttaa pinnan laatu, vedenläpäisevyys sekä vuodenaika.

2. Aurinkovoima-alueen kuvaus

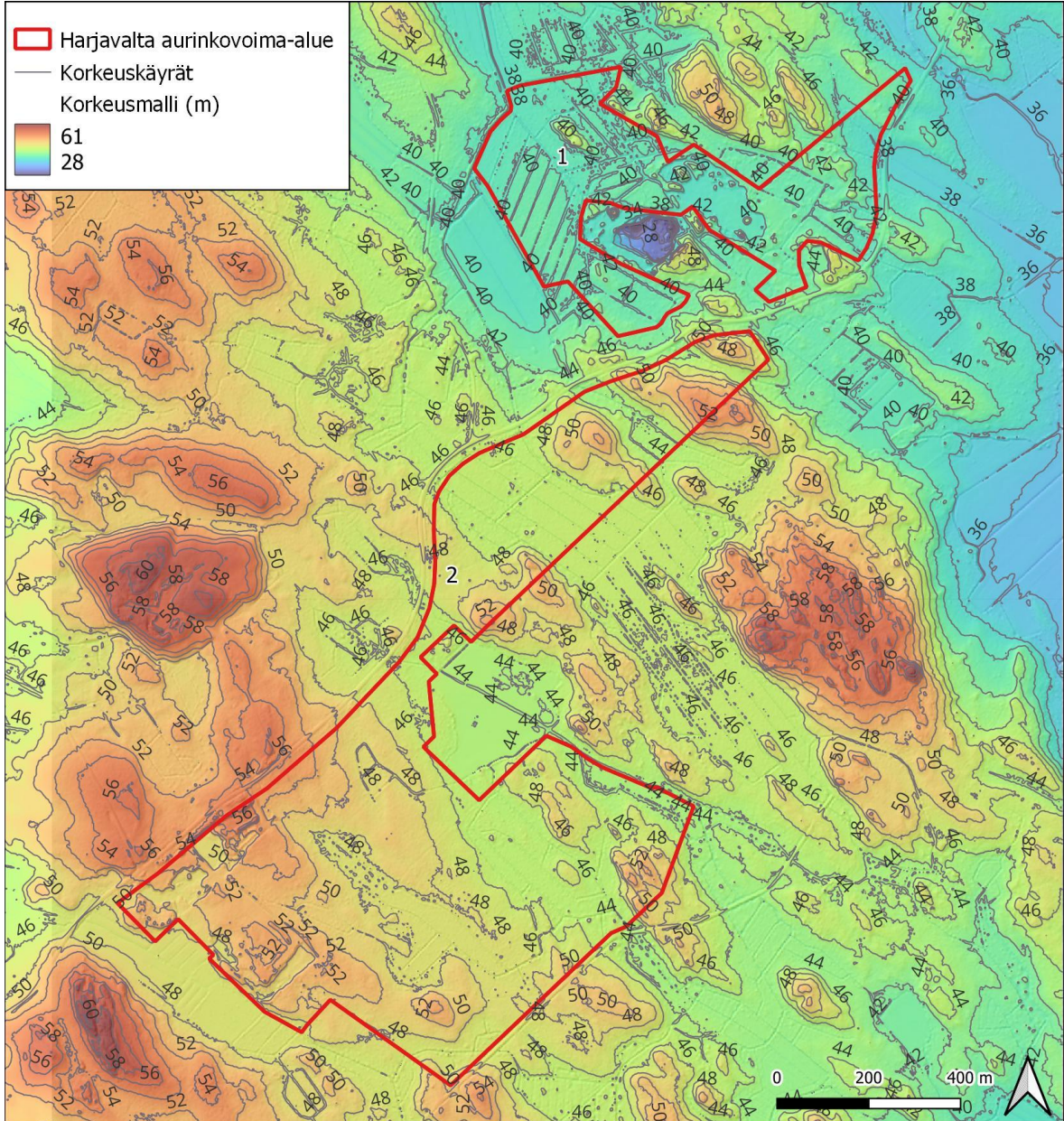
2.1. Alueen nykytila

Nykytilanteessa aurinkovoima-alue on osa-alueen 1 keskiosissa ja osa-alueen 2 lounaisnurkassa sijaitsevia sorakenttiä lukuun ottamatta suurimmaksi osaksi metsää ja osa-alueen 1 länsipuoli sekä osa-alueen 2 keskiosa ovat runsaasti ojitettua suopohjaista metsää.

Harjavallan aurinkovoima-alueen maanpinnan korkeus vaihtelee N2000 korkeusjärjestelmällä kuvattuna, osa-alueella 1 noin välillä +38...+46 mpy ja osa-alueella 2 noin +42...+58 mpy. Kuvassa 1 on esitetty alueen korkeusmalli.

GTK:n maaperäaineiston 1:20 000 perusteella, Harjavallan aurinkovoima-alueen pääasiallinen pinta- ja pohjamaalaji on hiekkamoreeni. Lisäksi osa-alueen 1 länsiosissa sekä osa-alueen 2 keskiosassa on pienempinä esiintyminä rahkaturvetta ja osa-alueen 2 eteläosassa saraturvetta. Kalliota esiintyy osa-alueen 2 pohjois- ja eteläosissa pieninä esiintyminä. Maanpeitepaksuus vaihtelee aurinkovoima-alueella GTK:n datan mukaan 1–30 metrin välillä.

28.6.2024



Tulostettu 27/06/2024, ML
Lähteet: Korkeusmalli: MML
Pohjakartta @ Maanmittauslaitos

Kuva 1 Aurinkovoima-alueen korkeusmalli.

2.2. Harjavallan aurinkovoima-alueen sijoittuminen valuma-alueille

SYKE:n uuden, vuoden 2023 valuma-aluejaon taso 5 mukaan aurinkovoima-alue sijoittuu valuma-alueelle 35.01.087.01, jonka purkupiste sijaitsee aurinkovoima-alueesta noin 3 kilometriä koilliseen, purkaen Porlanojaan ja siitä yhä Pitkäjärveen. Valuma-alue on kuvattu kuvassa 2 violetilla rajauksella.

28.6.2024

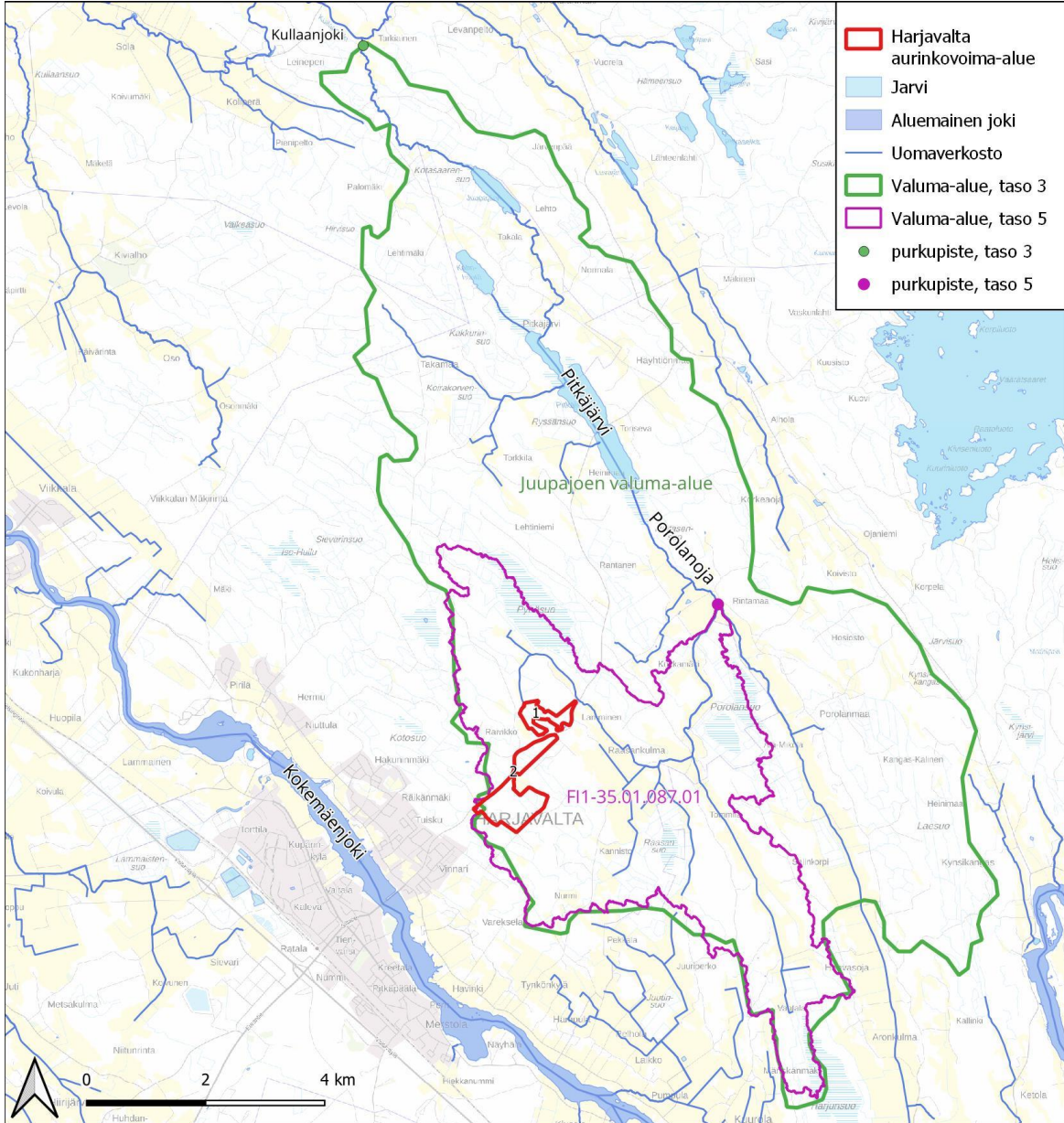
Vuoden 1990 valuma-aluejaon 3. jakovaiheen vesistöaluejaon mukaisesti aurinkovoima-alue sijaitsee Juupajoen valuma-alueella (35.147). Alue on kuvattu kuvassa 2, vihreällä rajauksella. Juupajoen valuma-alueen purkupiste sijaitsee valuma-alueen pohjoisosassa Kullaanjokeen, josta vedet virtaavat luoteeseen päätyen Kokemäenjokeen noin 25 kilometriä aurinkovoima-alueesta luoteeseen.

Harjavallan aurinkovoima-alue kuuluu Kokemäenjoen päävesistöön (35), joka on osa Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoaluetta.

Juupajoen valuma-alueen vesistöjen ekologista tilaa ei ole luokiteltu, mutta pitkäjärvi on tyypiltään matala runsashumuksinen järvi. Kullaanjoki on tyypiltään keskisuuri kangasmaiden joki, jonka ekologinen tila on luokiteltu hyväksi ([vesi.fi-karttapalvelu](https://vesi.fi/karttapalvelu), luettu 6.6.2024).

Purkupisteet sekä aurinkovoima-alueen tarkempi sijoittuminen valuma-alueilla on esitetty kuvassa 2.

28.6.2024



Tulostettu 26/06/2024, ML.
Lähteet: Valuma-aluejako ja purkupisteet: taso 5 (2023) ja taso 3 (1990): SYKE
Pohjakartta @ Maanmittauslaitos

Kuva 2 Aurinkovoima-alueen sijoittuminen valuma-alueille ja alueen vesistöt.

2.3. Aurinkovoima-alueen hulevesien virtaussuunnat

Aurinkovoima-alueen hulevesien virtaussuuntaa ohjaa ojitettujen metsien ja soisten alueiden uomat sekä maanpinnankorkeuksien luonnolliset vaihtelut.

Nykytilassa osa-alueen 1 hulevedet purkautuvat läntisessä osassa metsäojia pitkin pohjoiseen päin virtaavaan Punkkarinojaan ja sieltä edelleen kaakkoon virtaavaan Hormistonjojaan. Osa-alueen 1 itäisen osan hulevesien valumasuunta on suurimmaksi osaksi metsäojia pitkin kaakkoon purkautuen Kettulantien varrella kulkevaan tienvarsiojaan.

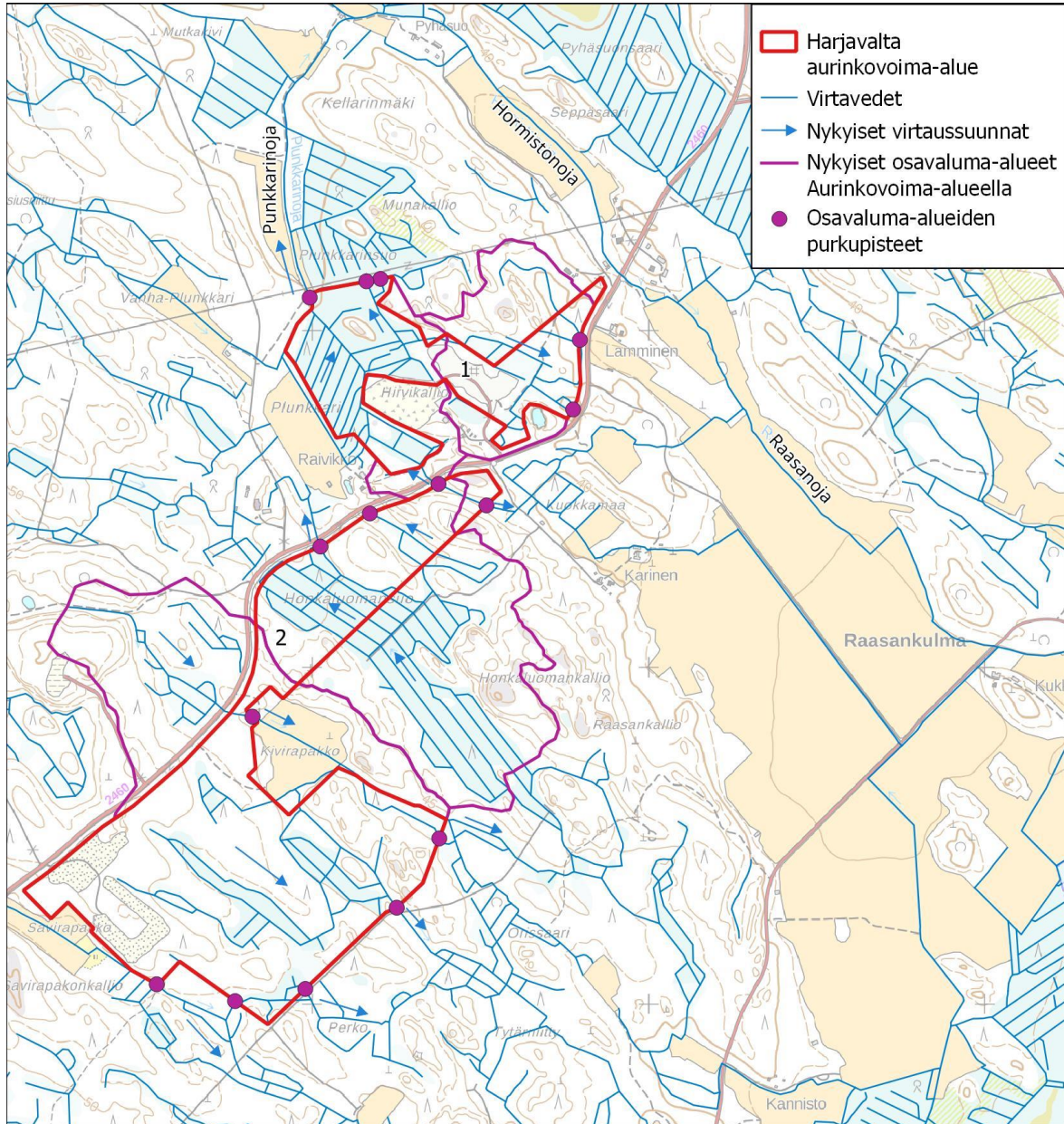
28.6.2024

Tienvarsioiden vedet virtaavat tien toiselle puolelle metsä- ja pelto ojiin, päätyen lopulta kaakkoon päin virtaavaan Raasanojaan. Pieni määrä osa-alueen 1 koillisnurkan hulevesistä virtaa suoraan läheiseen Hormistonjoaan.

Osa-alueen 2 pohjoisosien hulevedet purkautuvat suurimmalta osin metsäojia pitkin luoteeseen / pohjoiseen, päätyen Punkkarinojaan. Pieni osa osa-alueen 2 pohjoisosan hulevesistä purkautuu länteen ja päätyy pienempiä pelto- ja metsäojia pitkin Raasanojaan. Osa-alueen 2 eteläosan vedet virtaavat metsäojia pitkin kaakkoon, ja purkautuvat metsä-, pelto- ja tienvarsiin, jotka lopulta purkautuvat Raasanojaan.

Osa-alueiden 1 ja 2 virtaussuunnat on esitetty kuvassa 3.

28.6.2024



Kuva 3 Osa-alueiden hulevesien virtaussuunnat.

3. Aineisto ja menetelmät

Aurinkovoima-alueen käyttö muuttuu aurinkovoimalan rakentamisen myötä, kun alueella oleva puusto poistetaan ja peltoalueet poistuvat käytöstä. Aurinkovoima-alueelle rakennetaan muun muassa pitkiä aurinkopaneelipaneelirivistöjä, huoltoteitä ja muuntamo, mitkä vaikuttavat hulevesien kerääntymiseen, virtaamiseen ja alueen valumakertoimiin. Paneelien pinta ja muuntamon katto ovat vettä läpäisemättömiä pintoja, haihduntaa lukuun

ottamatta. Paneeleista ja muuntamosta vesi valuu alas paneelien ja kattojen reunalta kaltevuuden ansiosta, jolloin hulevesien kuormituksen jakautuminen maaperään muuttuu. Aurinkopaneelit rakennetaan yleensä telineiden päälle, jolloin ne ovat irti maasta. Laskelmassa oletetaan aurinkopaneelirivistöjen perustettavan ruuvipaaluilla. Täten hulevesi voi valua seuraavan aurinkopaneelirivistön alle, jolloin imeytymistä tapahtuu myös paneelien alla telineiden palkkien kohtia lukuun ottamatta. Huoltoteiden oletetaan olevan 4 m leveitä ja rakennettavan sorasta. Rakennuttamattomille alueille ja paneelirivistöjen alle oletetaan kasvavan peltomaista niittykasvillisuutta. Aurinkopaneelirivistöjen alle mahdollisesti asennettavan geotekstiilin vaikutuksia hulevesimääriin ei ole huomioitu.

Taulukko 1 Aurinkovoima-alueen maankäytön suhteellinen osuus. Pinta-alat arvioitu ilmakuvien, GTK:n maaperäaineiston ja asiakkaan toimittaman lähtötietojen perusteella.

Maankäyttö %	Osa-alue 1		Osa-alue 2	
	Nykytila	Rakentamisen jälkeen	Nykytila	Rakentamisen jälkeen
Metsä	10,87 %	0,8 %	70,3 %	-
Turvepohjainen ojitettu metsä	11,11 %	-	15,2 %	-
Sora-alueet	2,51 %	2,51 %	8,9 %	8,9 %
Pelto / niitty	-	19,89 %	5,6 %	86,2 %
Paneelien perustus	-	0,016 %	-	0,1 %
Huoltotie	-	1,27 %	-	4,8 %
Muuntamot	-	0,0054 %	-	0,03 %

Hulevesien laskennassa on käytetty erilaisille pinnoille valumakertoimia taulukon 2 mukaan.

Taulukko 2. Laskelmassa käytetyt valumakertoimet erilaisille pinnoille.

Pinta	Valumakerroin
Paneelien perustus	1,00
Muuntamot	0,95
Sora-alueet ja -tiet	0,35
Pelto, niitty	0,20
Metsä	0,10
Turvepohjainen ojitettu metsä	0,2

3.1. Hulevesien määrä mitoitussateen aikana

Hulevesien määrään vaikuttaa valumakertoimen lisäksi sateen intensiteetti. Tässä hulevesiselvityksessä rankkasateen keskimääräiseksi intensiteetiksi on valittu 150 l/s/ha ja tarkasteluajaksi 10 minuuttia. Käytetty mitoitussade ja tarkastelu aika vastaa noin kerran viidessä vuodessa tapahtuvaa rankkasadetta Etelä-Suomessa (Kuntaliitto, Hulevesiopas).

Hulevesien määrä, eli tilavuus mitoitussateen aikana lasketaan kaavan 1 kuvaamalla tavalla

$$V = \frac{C * i * A * t}{1000}$$

V [m³] = hulevesien määrä

C = valumakerroin

i [l/s/ha] = mitoitussateen keskimääräinen intensiteetti

A [ha] = alueen pinta-ala

t [s] = mitoitussateen kesto aika

Kaava 1 Hulevesien määrän laskukaava

3.1.1. Laskelman epävarmuus

Hulevesien määrän laskemisessa on epävarmuustekijöitä, jolloin laskelmissa saadut hulevesimäärät ovat arvioita. Valumakertoimet eivät ole vakioita, vaan niihin vaikuttavat esimerkiksi maaperän laatu pintojen kaltevuus ja vedenläpäisevyys sekä vuodenaikaiset vaihtelut. Pinta-alat eivät ole täysin tarkkoja, sillä alueen nykytilaa on tarkasteltu ortokuvien perusteella, jotka eivät välttämättä vastaa täysin nykytilaa. Rakennuksen jälkeiset pinta-alat perustuvat asiakkaalta saamiin sen hetkisiin materiaaleihin ja suunnitelmiin, jotka saattavat vielä muuttua. Alueella ei ole tehty pohjatutkimuksia, joten myös maaperätiedot ovat oletuksia GTK:n karttapalvelun tietoihin perustuen. Aluetta ei myöskään ole kartoitettu.

3.2. 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 hulevesien määrien laskelmissa. Käytetyt valumakertoimet ovat esitetty taulukossa 2. Keskimääräiseksi sademääräksi määritettiin 626 mm, joka perustuu Ilmatieteenlaitoksen julkaisemiin tietoihin Porin keskimääräisestä sademäärästä vuosilta 1991–2020.

3.2.1. 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. Tällöin laskelman tulokset ovat suuntaa antavia. Suhteellinen epävarmuus maankäyttömuodoissa on keskimäärin 20 %.

4. Tulokset

4.1. Hulevesien määrä mitoitussateen aikana

Hulevesien määrän karkea laskenta tehtiin molemmille osa-alueille erikseen. Aurinkovoimalan rakentamisen takia vettä läpäisemättömien pintojen määrä lisääntyy. Taulukosta 3 nähdään valumakertoimen ja hulevesien määrän muutokset.

Keskimääräiset valumakertoimet nykytilanteessa ovat osa-alueella 1 noin 0,17 ja osa-alueella 2 noin 0,15. Valumakertoimet aurinkovoimalan rakentamisen jälkeen ovat kummallakin osa-alueella noin 0,22. Mitoitussateen ollessa 150 l/s/ha ja tarkasteluajan ollessa 10 minuuttia, hulevesien määrä kasvaa 1 osa-alueella noin 29 % ja 2 osa-alueella noin 27 %.

Esimerkiksi osa-alueella 1 hulevesien määrä nykytilanteessa on noin 377 m³ ja aurinkovoimalan rakentamisen jälkeen hulevesien määrä kasvaa noin 486 m³:iin. Mikäli osa-alueen 1 muodostuvien hulevesien määrät muutetaan yksikköön litraa per 100 m², nykytilanteessa hulevesiä muodostuu noin 154 l/100 m² ja aurinkovoimalan rakentamisen jälkeen hulevesien määrä olisi noin 198 l/100 m².

Tämänhetkisten arvioiden mukaan sadannat kasvavat Suomessa keskimäärin noin 20 % tulevaisuudessa. Tällöin hulevesien määrä kasvaisi osa-alueella 1 nykytilanteessa 452 m³:iin, joka vastaa noin 185 l/100 m². Aurinkovoimalan rakentamisen vaikutus nostaa hulevesien määrän noin 583 m³:iin, joka puolestaan vastaa noin 238 l/100 m².

Osa-alueella 1 nykytilanteessa 452 m³:iin, joka vastaa noin 185 l/100 m². Aurinkovoimalan rakentamisen vaikutus nostaa hulevesien määrän noin 583 m³:iin, joka puolestaan vastaa noin 238 l/100 m².

Taulukko 3. Harjavallan aurinkovoima-alueella muodostuvien hulevesien määrien muutokset ja alueen keskimääräiset valumakertoimet.

Osa-alue	Valumakerroin	Hulevesien määrä		Hulevesien määrä sateiden lisääntyessä 20 %		Muutos	
		m ³	l/100 m ²	m ³	l/100 m ²		
1	Nykytilanne	0,17	377	154	452	185	29 %
	Rakentamisen jälkeen	0,22	486	198	583	238	
2	Nykytilanne	0,17	992	129	1191	154	27 %
	Rakentamisen jälkeen	0,22	1535	199	1842	239	

4.2. Ravinne- ja kiintoainekuormitus

Aurinkovoima-alueen ravinne- ja kiintoainekuormituksen tulokset ovat esitetty erikseen osa-alueille 1 ja 2, taulukoissa 4 ja 5. Tulosten mukaan vuosittainen fosforin kuormitus kasvaa osa-alueella 1 213 %, nykyisen arvon ollessa 2,3 kg/a ja aurinkovoimalan rakentamisen jälkeen 7,2 kg/a. Vuosittainen typen kuormitus puolestaan kasvaa 112 % nykytilanteeseen verrattuna. Vuosittaisen kiintoaineen kuormitus nousee 114 % aiemmasta.

Tuloksia tarkastellessa yksikössä µg/l, fosforin määrä hulevesissä nousee 146 % aiemmasta, arvon ollessa nykytilanteessa 25 µg/l ja hankkeen rakentamisen jälkeen 64 µg/l. Typen määrä puolestaan kasvaa 75 % ja kiintoaineen määrä nousee 73 %.

Taulukko 4. Harjavallan aurinkovoima-alueen osa-alueella 1 muodostuvien ravinne- ja kiintoainekuormituksen määrien muutokset.

	Fosfori, P	Typpi, N	Kiintoaine, SS
Nykytilanne, kg/a	2,3	52	1400
Rakentamisen jälkeen, kg/a	7,2	110	3000
Muutos, %	213 %	112 %	114 %
Nykytilanne, µg/l	25	570	15000
Rakentamisen jälkeen, µg/l	64	1000	26000
Muutos, %	156 %	75 %	73 %

Osa-alueella 2 vuosittainen fosforin kuormitus kasvaa tulosten mukaan osa-alueella 376 %, nykyisen arvon ollessa 4,2 kg/a ja aurinkovoimalan rakentamisen jälkeen 20 kg/a. Vuosittainen typen kuormitus puolestaan kasvaa 220 % nykytilanteeseen verrattuna. Vuosittaisen kiintoaineen kuormitus nousee 181 % aiemmasta.

Tuloksia tarkastellessa yksikössä µg/l, fosforin määrä hulevesissä nousee 275 % aiemmasta, arvon ollessa nykytilanteessa 32 µg/l ja hankkeen rakentamisen jälkeen 120 µg/l. Typen määrä puolestaan kasvaa 143 % ja kiintoaineen määrä nousee 125 %.

Taulukko 5. Harjavallan aurinkovoima-alueen osa-alueella 2 muodostuvien ravinne- ja kiintoainekuormituksen määrien muutokset.

	Fosfori, P	Typpi, N	Kiintoaine, SS
Nykytilanne, kg/a	4,2	97	2100
Rakentamisen jälkeen, kg/a	20	310	5900
Muutos, %	376	220 %	181 %
Nykytilanne, µg/l	32	740	16000
Rakentamisen jälkeen, µg/l	120	1800	36000
Muutos, %	275 %	143 %	125 %

5. Johtopäätökset

Kokonaisuutena hulevesien suhteellinen määrä nousee kohtalaisesti rakentamisen myötä. Suurin osa aurinkovoima-alueesta on metsäistä ja epätasaista maata, jolloin puiden kaataminen ja maanpinnan voimakas muokkaaminen tulee aiheuttamaan muutosta hulevesien imeytymiseen ja virtaussuuntiin.

Alueella suoritettavat rakennustyöt voivat muuttaa metsäojien toimivuutta ja virtaussuuntia, joka huomioidaan alueen hulevesien hallinnan suunnittelussa. Lisäksi hulevesisuunnitelmassa huomioidaan rakennusmääräyksissä olevat hulevesiin liittyvät määräykset. Hulevesisuunnittelulla pyritään vähentämään erilaisilla ratkaisuilla (esim. viivytyserätykset) vaikutuksia aurinkovoima-alueen ulkopuolelle.

Lähteet

GTK. Maaperä. [Maankamara \(gtk.fi\)](https://www.gtk.fi)

Ilmatieteen laitos. 2017. Ilmastomuutos Suomessa. <https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/sademaarat-kasvavat>

Suomen kuntaliitto. 2012. Hulevesiopus. 297 s. ISBN 978-952-213-896-5.

Vesi.fi. Tulvavaara-alue meri. <https://www.vesi.fi/karttapalvelu/>