

---

**HULEVESISELVITYS**

7.1.2025

---

TYÖNUMERO 25010326

**SKY POWER FINLAND**

**AURINKOKETUN AURINKOVOIMAHANKE – SÄKYLÄ**

**Sweco Finland Oy**

Hovioikeudenpuistikko 17, 65100 Vaasa

[www.sweco.fi](http://www.sweco.fi)  
[etunimi.sukunimi@sweco.fi](mailto:etunimi.sukunimi@sweco.fi)  
puh. 0207 393 000

Y-tunnus 2661738-3

## Sisällysluettelo

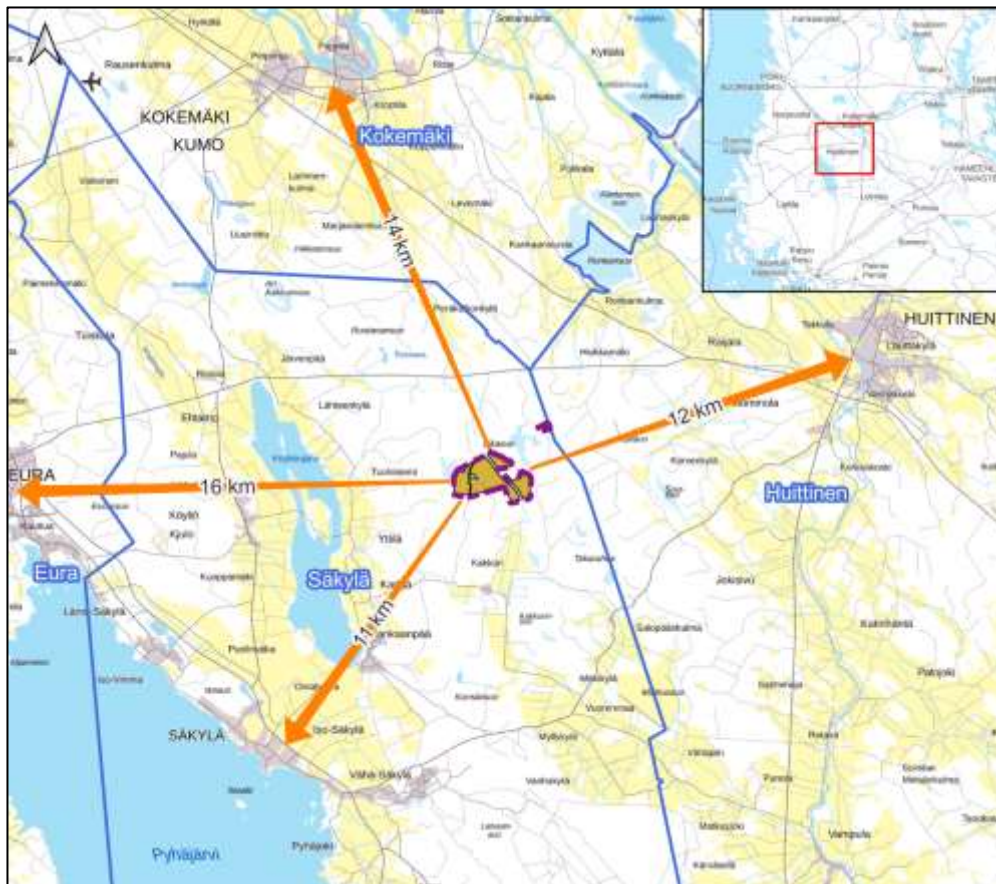
|           |                                                              |           |
|-----------|--------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b> | <b>JOHDANTO</b>                                              | <b>1</b>  |
| 1.1.      | Tausta ja tavoitteet                                         | 1         |
| <b>2.</b> | <b>NYKYTILA</b>                                              | <b>2</b>  |
| 2.1.      | Maankäyttö                                                   | 2         |
| 2.2.      | Maaperä ja pohjaolosuhteet                                   | 2         |
| 2.3.      | Voimassa olevat kaavat                                       | 2         |
| 2.4.      | Luontoarvot                                                  | 3         |
| 2.5.      | Hulevesien osavaluma-alueet ja virtausreitit nykytilanteessa | 4         |
| 2.6.      | Hydrologiset laskelmat nykytilanteessa                       | 9         |
| 2.6.1     | Keskivirtaamat                                               | 9         |
| 2.6.2     | Virtaamat rankkasateella                                     | 9         |
| 2.6.3     | Virtaamat lumensulamistilanteessa                            | 11        |
| <b>3.</b> | <b>AURINKOVOIMALAN VAIHTOEHTOISET SUUNNITELMAT</b>           | <b>11</b> |
| <b>4.</b> | <b>VALUMAKERROIN JA VIRTAAMAT RAKENNETUSSA TILANTEESSA</b>   | <b>13</b> |
| 4.1.      | Valumakerroin                                                | 13        |
| 4.2.      | Virtaamat rakennetussa tilanteessa                           | 15        |
| <b>5.</b> | <b>HULEVESIEN HALLINTA</b>                                   | <b>17</b> |
| 5.1.      | Rakentamisen aikaisten haittojen ehkäisy                     | 18        |
| 5.2.      | Kasvavien hulevesivirtaamien hallinta                        | 18        |
| 5.3.      | Hulevesien laadun hallinta                                   | 21        |
| 4.6       | Huomioitavaa jatkosuunnitteluun                              | 21        |
| <b>5</b>  | <b>YHTEENVETO</b>                                            | <b>22</b> |

# 1. JOHDANTO

## 1.1. Tausta ja tavoitteet

Työssä laadittiin hulevesiselvitys aurinkovoimalan hankealueelle osana ympäristövaikutusten arviointia. Työn tavoitteena oli selvittää hulevesireittien ja virtaamamäärien nykytilanne, tehdä arvio virtaamamuutoksista kolmessa eri toteutusvaihtoehdossa ja esittää jatkosuunnittelussa huomioitavia asioita sekä arvioida tarvittavia toimenpiteitä rakentamisen aikaisten vesistövaikutusten hallintaan.

Kohteeseen on suunnitteilla aurinkovoimala. Kohde sijaitsee Säkylässä. Hankealueen tarkempi sijainti näkyy alla olevassa kuvassa.



Kuva 1. Likimääräinen sijainti (Lähde: Aurinkoketun hankkeen YVA-selostus).

## 2. NYKYTILA

### 2.1. Maankäyttö

Alueella on nykyisin pääasiassa suota ja ojittua metsää, pieni Sonnilanjoki sekä muutama metsätie. Metsäteiden nimet ovat Ketunmäentie, Jouhihevontie ja Kirveskalliontie.



Kuva 2. Ilmakuva alueesta (Kuva: Kim Hernberg).

### 2.2. Maaperä ja pohjaolosuhteet

Maaperä alueella koostuu enimmäkseen paksuista turvekerroksista, moreeneista sekä hankealueen lounaisosion kallioalueista (GTK 1:200 000). Lähimmät alueet, joilla happamien sulfaattimaiden esiintymistodennäköisyys on kohtalainen tai suuri, sijoittuvat n. 2 km etäisyydelle hankealueen pohjoispuolelle. (Lähde Aurinkoketun hankkeen YVA-selostus)

### 2.3. Voimassa olevat kaavat

Hankealueella ei ole voimassa olevia kaavoja.

## 2.4. Luontoarvot

Luontoarvot on kuvattu tarkemmin Aurinkoketun hankkeen YVA-selostuksessa. YVA-selostuksesta on poimittu tähän muutamasta luontoarvosta, jotka liittyvät selkeästi hulevesiin. Näitä ovat majavat ja vuolejokisimpukka. Alla näistä otteet YVA-selostuksesta:

”Sonnilanjoen yläjuoksulla on tehty havaintoja majavista... joen alueella on useita vanhoja patorakennelmia, joita on purettu ja myös pesäpaikkoja on joen alueelta löytynyt (Matikainen 2024c). Tuoreita havaintoja majavasta tehtiin lisäksi kesällä 2024 kasvillisuus- ja luontotyyppiselvityksen yhteydessä, jolloin lajin todettiin palanneen selvitysalueen eteläosaan ja vedenpinnan olleen nousussa (Matikainen 2024a). Tutkimusalueella ei tuoreita patorakennelmia tai pesäkekoja kuitenkaan havaittu. Vanhoja jälkiä majavan oleskelusta alueella havaittiin mm. majavan kaatamien puiden muodossa ja aivan alueen eteläosassa Sonnilanjoesta länteen päin kaivetun metsäojan varrella havaittiin useita vanhoja, sortuneita majavan pesäkoloja noin 30 metrin päässä jokiuomasta. Selvitysten perusteella on mahdollista, että euroopamajava on palannut Sonnilanjokeen muutamien vuosien tauon jälkeen. Mikäli Sonnilanjoki ja sitä ympäröivä puusto säilytetään ennallaan eikä kaivauksia suoriteta pesien lähellä, ei hankkeella arvioida olevan erityisiä vaikutuksia majavan fyysisiin elinpiireihin. Hankkeen kokonaisvaikutus riippuu hankealueelta tulevien valumavesien laadusta.” (Aurinkoketun hankkeen YVA-selostus)

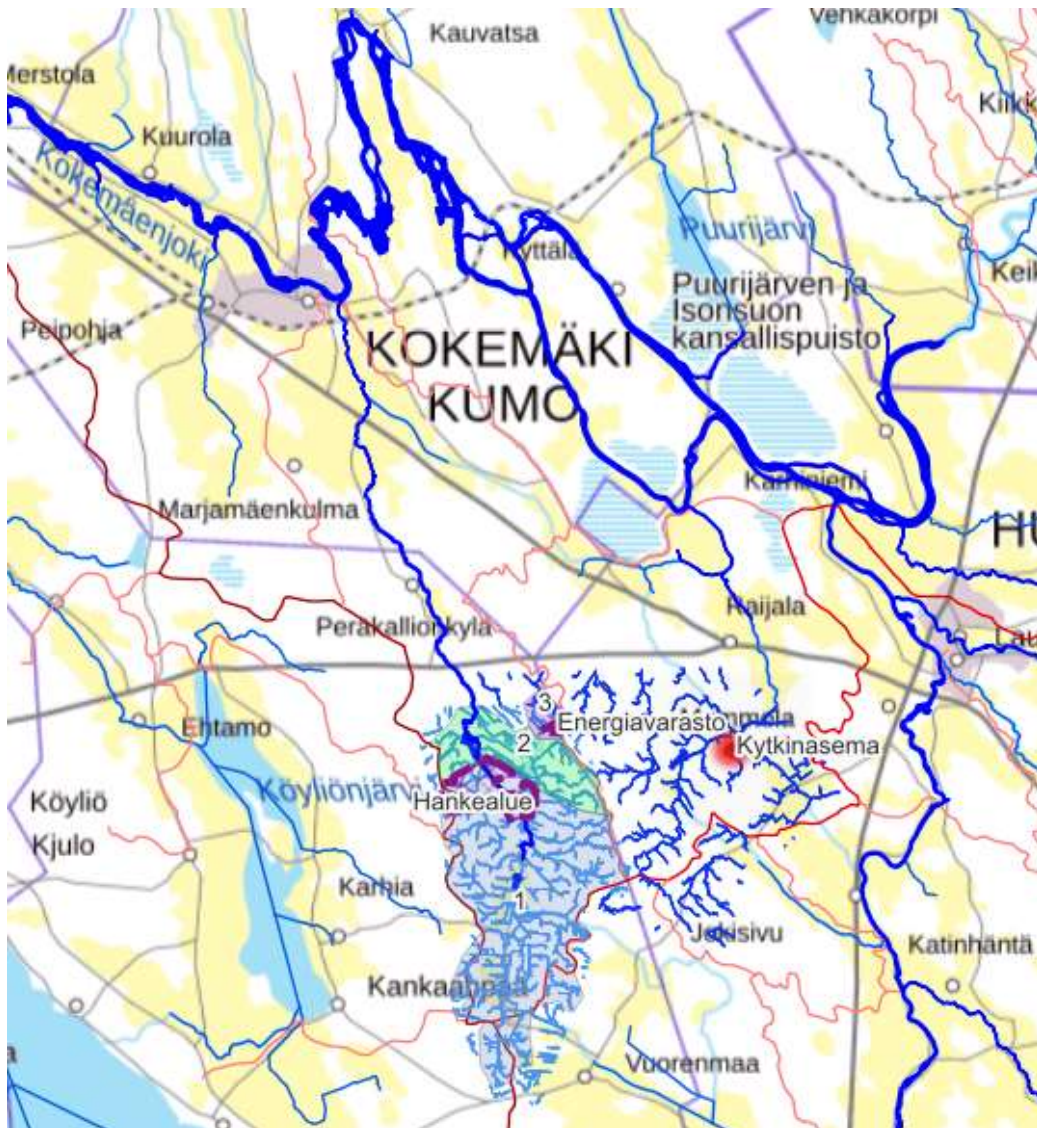
”Ojitusten vuoksi Sonnilanjoen hydrologia on äärevöitynyt ja minimivirtaamat hyvin alhaisia. Joen tila parantuu alajuoksulla (Krootilan kohdalla), jossa vesimäärät ovat suurempia ja kalaston tila parempi (ELYN ohjelmalausunto). Kalastossa esiintyy ahven, hauki, kivenuoliainen, kivisimppu, made ja pikkunahkiainen. Joen yläosassa hankealueen lähistöllä on saatu saaliiksi ainoastaan kivenuoliaisia. Kokemäenjoessa esiintyy tiukasti suojeltu vuolejokisimpukka *Unio crassus*. Sonnilanjoen alajuoksulla on raportoitu olevan useita täydellisiä vaellusesteitä (Rannikko 2006), joista osa näyttää ilmakuvatarkastelun perusteella olevan edelleen paikoillaan. Siten vesieliöiden (simpukat, kalasto yms.) vaellus Kokemäenjoesta Sonnilanjokeen ei ole todennäköisesti mahdollista. Vuolejokisimpukan esiintymisestä Sonnilanjoessa ei ole tietoja. Lajin tyypillisimmät isäntälajit (simpukoiden lisääntymiskierrolle välttämättömät) ovat särkikalat, kivisimppu ja ahven (esim. Taubert ym. 2012, Taubert ym. 2012b, Schneider ym. 2017, Leinikki ym. 2019), mutta hankealueen lähistöllä tavattua kivenuoliaista ei kirjallisuuden perusteella pidetä soveltuvana isäntäkalalajina vuolejokisimpukalle. Kalastohavainnon perusteella ja äärevöityneiden (mahdollisesti jäätyy pohjaa myöten talvisaikaan tai kuivuu kesällä) virtaamien vuoksi vuolejokisimpukan esiintymistä hankealueen välittömässä läheisyydessä voidaan pitää kohtalaisen epätodennäköisenä.” (Aurinkoketun hankkeen YVA-selostus)

Majavan toiminta Sonnilanjoessa voi rajoittaa ojan virtaamapasiteettia ja aiheuttaa tulvimista. Tästä syystä olisi myös tärkeä viivyttää kasvavia hulevesivirtaamia hankealueella, jotta tulvariski ei kasvaisi.



## 2.5. Hulevesien osavaluma-alueet ja virtausreitit nykytilanteessa

Hankealue on suurelta osin ojitettua aluetta. Hulevedet valuvat hankealueelta Sonnilanjokea pitkin Kokemäenjokeen. Alla olevassa kuvassa näkyy hankealueen sijainti ja purku-uoma Kokemäenjokeen.



Kuva 3. Hankealueen valuma-alue ja hulevesien purkureitti Kokemäenjokeen.

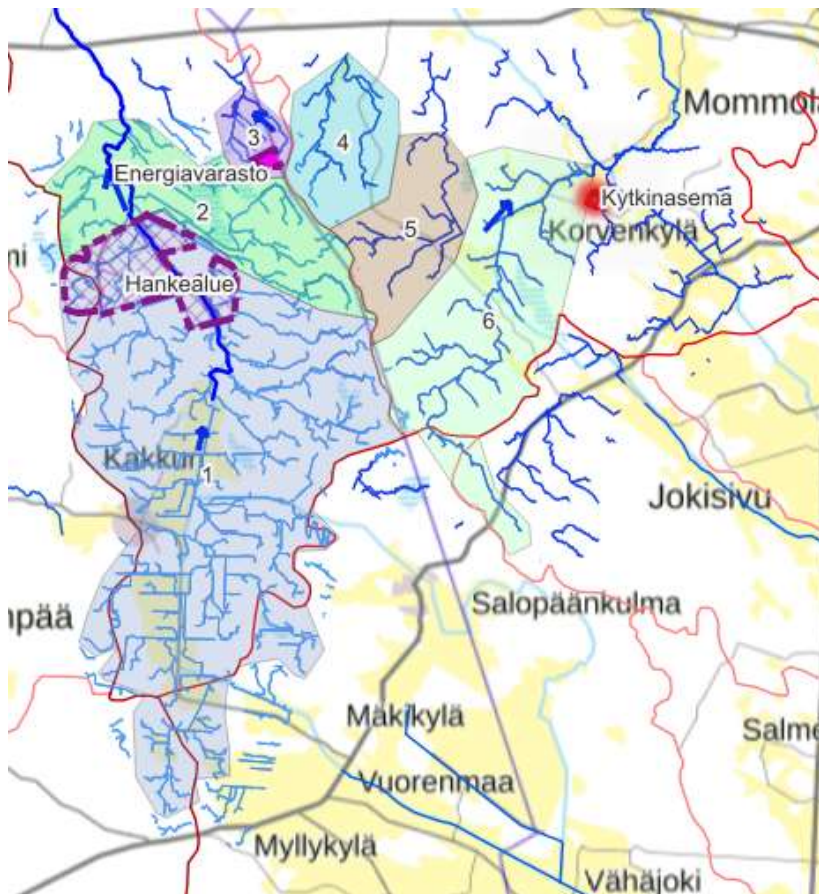




*Kuva 4. Hankealueen sijoittuminen valuma-alueille ja tärkeimmät vesistökohteet.*

Sonnilanjoen uoma on hankealueella tehdyn luontoselvityksen mukaan luonnontilainen. Siihen on kuitenkin johdettu useita metsäojia, joilla on vaikutusta joen hydrologiaan ja vedenlaatuun. Sonnilanjoen uoma on PUROHELMi (2024) aineistossa mallinnettu voimakkaasti muutetuksi. (luokka 1, mikä tarkoittaa, että sen suojeluarvo on vähäinen). Joen ekologinen tila on tyydyttävällä tasolla. (Aurinkoketun hankkeen YVA-selostus, Ekologisen tilan kohdekortit; Avoin tieto 2024).

Seuraavassa kuvassa on kuvattu lähemmin hankealueeseen sekä siihen liittyviin sähköjohtamisreitteihin liittyvät osavaluma-alueet ja alueen pintavaluntareitit. Taulukkoon 1 on merkattu näiden osavaluma-alueiden pinta-alat.



*Kuva 5. Hankealueeseen liittyvät osavaluma-alueet.*

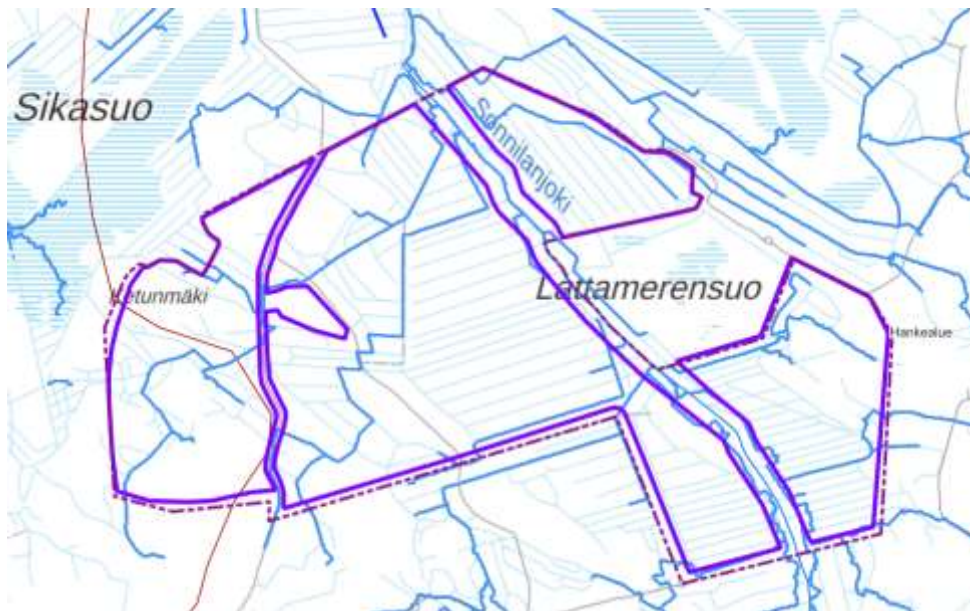


Seuraavassa taulukossa on esitetty kuvan 5 osavaluma-alueiden koot. Osavaluma-alueet 2, 4, 5 ja 6 on katsottu mukaan siitä syystä, että nämä ovat osavaluama-alueita ja virtausreittejä, jotka risteävät sähkönsiirtoreittiä.

*Taulukko 1. Osavaluma-alueiden pinta-alat.*

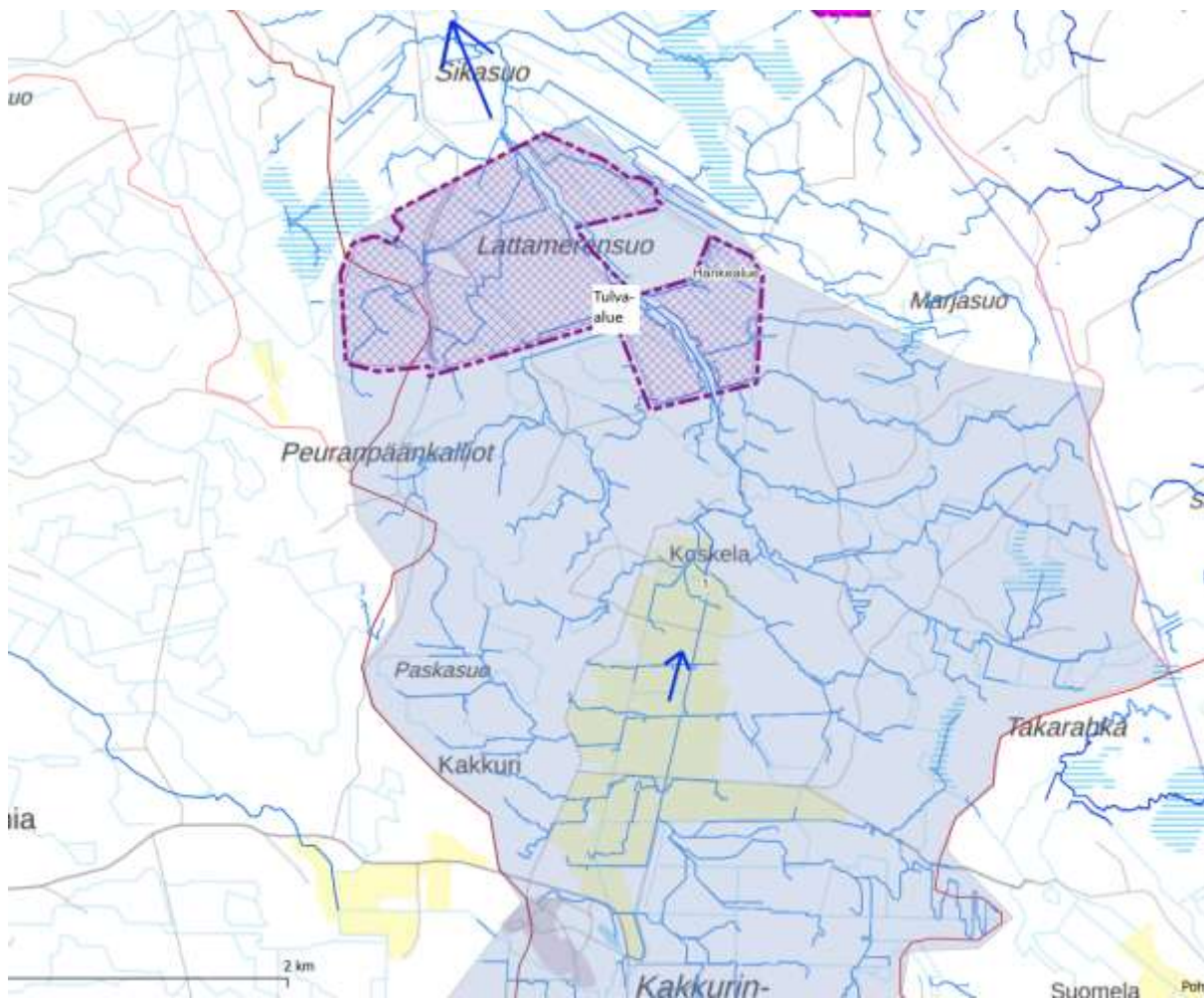
| Valuma-alueet | Pinta-ala (km <sup>2</sup> ) | Pinta-ala (ha) |
|---------------|------------------------------|----------------|
| 1             | 27,19                        | 2719           |
| 2             | 6,56                         | 656            |
| 3             | 1,16                         | 116            |
| 4             | 3,38                         | 338            |
| 5             | 3,84                         | 384            |
| 6             | 9,79                         | 979            |
| 7             | 2,64                         | 264            |

Kuvassa 6 on esitettyä hankealueen pääpintavaluntareitit Scalgon maanpinta-aineiston mukaan. Nykyisiä päävirtausreittejä kannattaa hyödyntää alueen kuivatuksessa ja viivytysalueiden sijaintien suunnittelussa.



*Kuva 6. Hankealueen nykyiset pintavaluntareitit maanpintamallin mukaan (Lähde: Scalgo).*

Kesällä 2024 Sonnilanjoella oli havaittu tulvaa alla olevaan kuvaan merkityssä kohdassa. Saatujen havaintojen mukaan tulva oli mennyt ohi viikossa. Sonnilanjoen uomassa saattaa olla majavan rakentamia patoja/pesiä, jotka saattavat vaikuttaa joen virtaamiin.



Kuva 7. Havaittu tulva-alue loppukesällä 2024.

## 2.6. Hydrologiset laskelmat nykytilanteessa

### 2.6.1 Keskivirtaamat

Tehokkaan ojituksen vuoksi joen hydrologia on äärevää. Kuivimpina aikoina virtaama saattaa olla joen yläosassa vain muutamia litroja sekunnissa (Lähde: Aurinkoketun hankkeen arviointiohjelman ELY - lausunto)

Sykeen Vemala-mallin mukaan Sonnilanjoen keskivirtaama hankealueen lähistöllä on 0,251 m<sup>3</sup>/s.

### 2.6.2 Virtaamat rankkasateella

Rankkasateiden virtaamia selvittäessä tarkasteltiin mitoitussateena kaksi eri kestoista 1/5 vuodessa toistuvaa sadetta. Yksi tarkasteltavista sateista on lyhyt, 15 minuutin sade, jonka aikana muodostuu hankealueelta muodostuva maksimivirtaama. Jos taas tarkastellaan Sonnilanjoen osavaluma-alueen maksimivirtaamaa hankealueen pohjoisosassa, eli hulevesien purkupisteessä, muodostuu tälle laajemmalle osavaluma-alueelle maksimivirtaama noin neljän tunnin kestoisen sateen aikana.

**Mitoitussade 1: 150 l/s/ha (sateen kesto 15 min).** Sateessa on huomioitu 20 % ilmastomuutoksen vaikutus. (Mitoitussateiden lähde: Kuntaliiton hulevesiopas.) Nykytilanteen valumakertoimena on käytetty arvoa 0,1. Virtaamat mitoitussateella 1 on esitetty taulukossa 2.

**Mitoitussade 2: 26 l/s/ha (sateen kesto 4 tuntia).** Sateessa on huomioitu 20 % ilmastomuutoksen vaikutus. Nykytilanteen valumakertoimena on käytetty arvoa 0,1. Virtaamat mitoitussateella 2 on esitetty taulukossa 3.

Sonnilanjoen länsipuolella olevasta hankealueesta käytetään tässä yhteydessä nimeä Ketunmäki, tämä alue on mukana jokaisessa vaihtoehdossa VE1-VE3. Vaihtoehdossa VE3 on Ketunmäen alueen lisäksi mukana Sonnilanjoen itäpuolella oleva eteläinen alue. Vaihtoehdossa VE2 on mukana pelkästään Ketunmäki. Vaihtoehdossa VE1 on Ketunmäen lisäksi Sonnilanjoen itäpuolelta pohjoinen ja eteläinen alue mukana. Alueet on nimetty näkyviin kuvaan 8.

*Taulukko 2. Hankealueen virtaamat nykytilanteessa lyhyellä kerran viidessä vuodessa toistuvalla rankkasateella.*

|                | Pinta-ala (ha) | Virtaama nyk. (m3/s) |
|----------------|----------------|----------------------|
| VE1            |                |                      |
| Ketunmäki      | 161            | 2,4                  |
| Eteläinen alue | 36             | 0,5                  |
| Pohjoinen alue | 23             | 0,3                  |
| Energiavarasto | 7              | 0,1                  |
| VE2            |                |                      |
| Ketunmäki      | 161            | 2,4                  |
| Energiavarasto | 7              | 0,1                  |
| VE3            |                |                      |
| Ketunmäki      | 161            | 2,4                  |
| Eteläinen alue | 36             | 0,5                  |
| Energiavarasto | 7              | 0,1                  |

*Taulukko 3. Hankealueen virtaamat nykytilanteessa 4 tunnin kerran viidessä vuodessa toistuvalla rankkasateella.*

| Vaihtoehdot    | Pinta-ala (ha) | Virtaama nyk. (m3/s) |
|----------------|----------------|----------------------|
| VE1            |                |                      |
| Ketunmäki      | 161            | 0,42                 |
| Eteläinen alue | 36             | 0,09                 |
| Pohjoinen alue | 23             | 0,06                 |
| Energiavarasto | 7              | 0,02                 |
| VE2            |                |                      |
| Ketunmäki      | 161            | 0,42                 |
| Energiavarasto | 7              | 0,02                 |
| VE3            |                |                      |
| Ketunmäki      | 161            | 0,42                 |
| Eteläinen alue | 36             | 0,09                 |
| Energiavarasto | 7              | 0,02                 |

| Sonnilanjoen osavaluma-alue hankealueen pohjoisreunassa | Pinta-ala (ha) | Virtaama nyk. (m3/s)<br>(4n tunnin rankkasade, 1/5v) |
|---------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------|
| 1                                                       | 2719           | 7,1                                                  |



### 2.6.3 Virtaamat lumensulamistilanteessa

Laajoilla valuma-alueilla virtaamahuiput saattavat tulla lumensulamistilanteessa ja siitä syystä tarkasteltiin Sonnilanjoen osavaluma-alueenlumensulamivirtaama hankealueen pohjoisessa reunassa. Osavaluma-alueen peltoisuus ja järvisyysprosentti oli nolla.

*Taulukko 4. Lumensulamivirtaama 1/20 ja 1/100 vuoden toistuvuuksilla.*

| Valuma-alueet | Pinta-ala (ha) | Lumensulamivirtaama HQ1/20 | Lumensulamivirtaama HQ1/100 |
|---------------|----------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1             | 2719           | 7,8                        | 10,3                        |

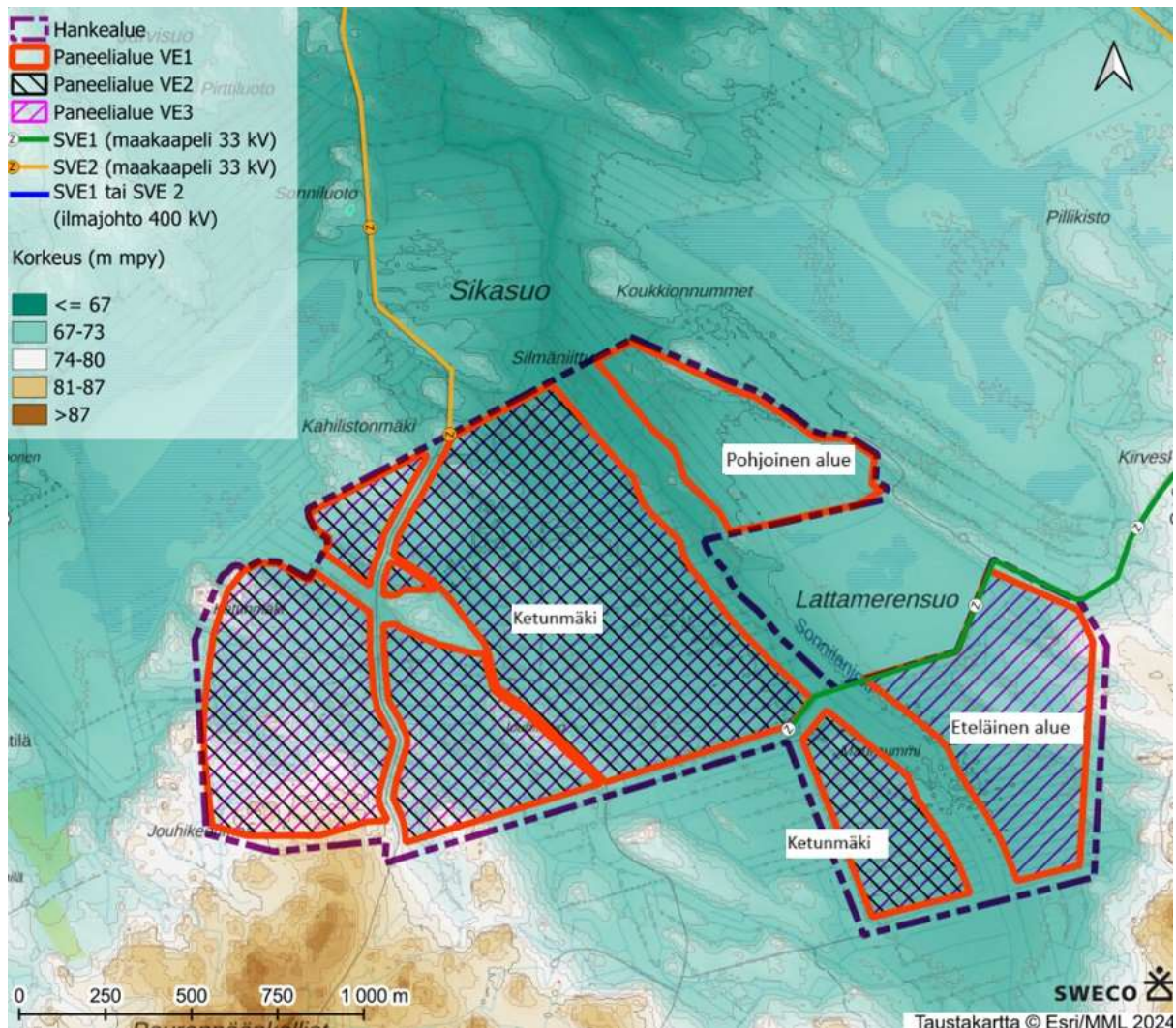
## 3. AURINKOVOIMALAN VAIHTOEHTOSET SUUNNITELMAT

Hulevesiselvityksessä tutkitaan seuraavanlaisia vaihtoehtoja VE1, VE2 ja VE3, jotka ovat esiteltynä seuraavaksi:

- VE 1: Toteutetaan hanke, jossa aurinkopaneelien kokonaispinta-ala on noin 219 ha, paneeli-alueita sijoittuu joen kummallekin puolelle. Puunpoisto alue on 229,7 ha.
- VE 2: Toteutetaan hanke, jossa aurinkopaneelien kokonaispinta-ala on noin 161 ha, VE2 aurinkopaneelialue sijoittuu Sonnilanjoen länsipuolelle. Puunpoisto alue on 168,6 ha.
- VE 3: Toteutetaan hanke, jossa aurinkopaneelien kokonaispinta-ala on noin 196 ha, aurinkopaneelialue sijoittuu sekä Sonnilanjoen länsipuolelle, että joen kaakkoispuolelle. Puunpoisto alue on 206,3 ha.

Sähkönsiirrolle on kaksi eri vaihtoehtoa:

- SVE1 Maakaapeli ja ilmajohto, Puunpoisto 30 ha (sis, sähköaseman 7,2 ha)
- SVE2 Maakaapeli ja ilmajohto, Puunpoisto 31 ha (sis, sähköaseman 7,2 ha)



Kuva 8. VE1 (219 ha). Vaihtoehdossa VE2 (161 ha) Sonnilanjoen koillispuolella sijaitsevat aurinkopaneelialueet jäävät kokonaan pois. Vaihtoehdossa VE3 (196 ha) Sonnilanjoen koillispuolella Lattamerensuon luoteispuolella sijaitseva aurinkopaneelialue jää pois. Hankealue sijaitsee selänteen keski-osassa Sonnilanjokea ympäröivällä alavalla suoperäisellä alueella. Alueen keskellä sijaitseva Lattamerensuo on rajattu pois hankealueesta.

Hankealueelle ollaan rakentamassa aurinkovoimala sekä energiavarasto. Alla olevassa kuvassa on esimerkkikuva aurinkopaneelialueesta.

Etäisyys paneelialueelta Sonnilanjokeen on lyhimmillään noin 50 metriä.



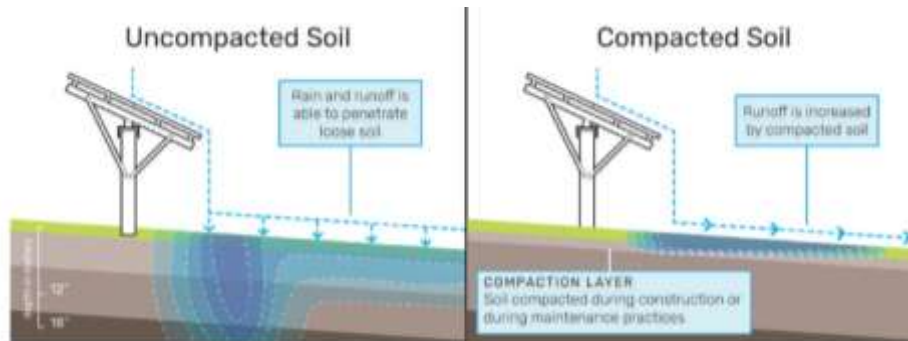
*Kuva 9. Esimerkkikuva aurinkopaneeleista (Kuva: Etha Oy).*

Tyypillisesti aurinkopaneelit asennetaan metallirakenteiseen telineeseen. Aurinkopaneelitelineet asennetaan maahan tyypillisesti joko ruuvi- tai lyöntipaalulla alueen maaperän ominaisuuksista riippuen. Paalutus ei vaadi lähtökohtaisesti maanpoistoa, massanvaihtoa tai ojituksia alueen tiestöä lukuun ottamatta. Aurinkovoima-alueen perustamistavat, tarvittavat uudet tiestöt sekä alueen kuivatustarpeet tarkentuvat jatkosuunnittelun yhteydessä. (Lähde Aurinkoketun hankkeen YVA-selostus)

## 4. VALUMAKERROIN JA VIRTAAMAT RAKENNETUSSA TILANTEESSA

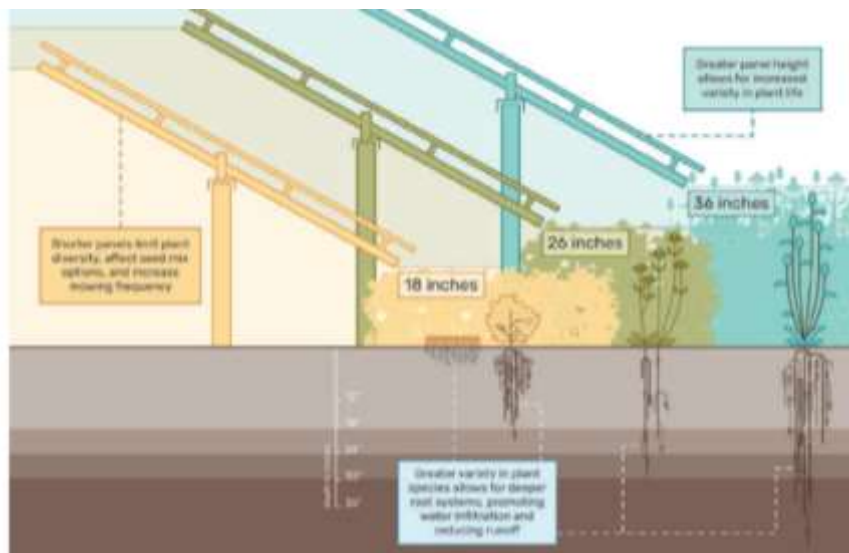
### 4.1. Valumakerroin

Aurinkovoimalan rakennetun tilanteen valumakerroin riippuu paljon siitä, kuinka paljon maastoa joudutaan muokkaamaan. Lähtökohta tulisi olla, että maaperää muokataan mahdollisimman vähän. Uudet huoltotiet ja tiivistyvä maaperä kasvattavat valumakerrointa (kuva 12).



Kuva 10. Maaperän tiivistymisen vaikutukset pintavaluntaan (Kuva: Great Plains Institute 2023).

Aurinkopaneelit kasvattavat myös valumakerrointa. Itse aurinkopaneelin osa on vettä läpäisemätöntä pintaa, mutta paneelien kallistuksen ansiosta hulevesi valuu paneelien alareunasta maahan. Valumakerroin riippuu paljon myös kasvillisuudesta, jota paneelien alueella muodostuu. Mikäli paneelien alueella kenttä päälystetään soralla kasvaa valumakerroin selvästi enemmän kuin jos alue annetaan säilyä viherpintaisena. Paneelien asennuskorkeus vaikuttaa lisäksi siihen millaista kasvillisuutta alueelle muodostuu. (kuva 13).



Kuva 11. Paneelien asennuskorkeus, kasvillisuus ja vedenpidätyskyky (Kuva: Great Plains Institute 2023).



Puustonpoistoalueilla hydrologia muuttuu, kun vettä haihduttava puusto poistetaan. Tällaisilla alueilla valumakerroin kasvaa. Muokatun maan eroosio jatkuu siihen saakka, kunnes kentälle muodostuu uusi eroosiota kestävä pohjakasvillisuus. Nurmikko päällysteisellä alustalla veden imeytymiskyky on rajallinen ja juuristo ylettyy vain vähän pinnan alapuolelle. Monipuolisempi kasvillisuus ottaa käyttöönsä hulevesiä tehokkaammin kuten edellisessä kuvassa esitettiin. Kasvillisuus alueella on tietysti myös huoltokysymys, mutta tässä päänostona se, että sillä voi olla vaikutusta valumakertoimeen.

Seuraavan kappaleen laskelmissa on käytetty paneelialueiden rakennetun tilanteen valumakertoimelle arvoa 0,4.

Valumakerroin arvioitiin edellä esitettyjä näkökulmia huomioon ottaen. Tarkka uusi valumakerroin riippuu, kuten sanottu monesta asiasta ja voi tarkentua vasta suunnitelmien tarkennuttua, mutta arvio 0,4 on suuruusluokaltaan oikea, kunhan paneeleita ei perusteta murskekentälle vaan paalujen varaan ja pintamateriaali paneelien välissä säilyy kasvillisuuspintaisena.

#### 4.2. Virtaamat rakennetussa tilanteessa

Rankkasateiden virtaamia selvitettäessä tarkasteltiin mitoitussateena kaksi eri kestoista 1/5 vuodessa toistuvaa sadetta. Yksi tarkasteltavista sateista on lyhyt, 15 minuutin sade, jonka aikana muodostuu hankealueelta muodostuva maksimivirtaama. Jos taas tarkastellaan Sonnilanjoen osavaluma-alueen maksimivirtaamaa hankealueen pohjoisosassa, eli hulevesien purkupisteessä, muodostuu tälle laajemmalle osavaluma-alueelle maksimivirtaama noin neljän tunnin kestoisen sateen aikana.

**Mitoitussade 1: 150 l/s/ha (sateen kesto 15 min).** Sateessa on huomioitu 20 % ilmastomuutoksen vaikutus. (Mitoitussateiden lähde: Kuntaliiton hulevesiopas.) Rakennetun tilanteen valumakertoimena on käytetty arvoa 0,4.

*Taulukko 5. Hankealueen virtaamat rakennetussa tilanteessa, sellaisen 15 minuutin kestoisen rankkasateen aikana, jonka todennäköisyys on kerran viidessä vuodessa.*

|                | Virtaama nyk. (m3/s) | virtaama uusi (m3/s) | Virtaaman kasvu (m3/s) |
|----------------|----------------------|----------------------|------------------------|
| VE1            |                      |                      |                        |
| Ketunmäki      | 2,42                 | 9,66                 | 7,25                   |
| Eteläinen alue | 0,54                 | 2,16                 | 1,62                   |
| Pohjoinen alue | 0,35                 | 1,38                 | 1,04                   |
| Energiavarasto | 0,11                 | 0,63                 | 0,52                   |

|                |      |      |      |
|----------------|------|------|------|
| VE2            |      |      |      |
| Ketunmäki      | 2,42 | 9,66 | 7,25 |
| Energiavarasto | 0,11 | 0,63 | 0,52 |

|                |      |      |      |
|----------------|------|------|------|
| VE3            |      |      |      |
| Ketunmäki      | 2,42 | 9,66 | 7,25 |
| Eteläinen alue | 0,54 | 2,16 | 1,62 |
| Energiavarasto | 0,11 | 0,63 | 0,52 |

*Taulukko 6. Hankealueen virtaamat rakennetussa tilanteessa sellaisen 4 tunnin kestoisen rankkasateen aikana, jonka todennäköisyys on kerran viidessä vuodessa.*

| Vaihtoehdot    | Virtaama nyk. (m3/s) | Virtaama uusi (m3/s) | Virtaaman-kasvu (m3/s) |
|----------------|----------------------|----------------------|------------------------|
| VE1            |                      |                      |                        |
| Ketunmäki      | 0,42                 | 1,67                 | 1,26                   |
| Eteläinen alue | 0,09                 | 0,37                 | 0,28                   |
| Pohjoinen alue | 0,06                 | 0,24                 | 0,18                   |
| Energiavarasto | 0,02                 | 0,11                 | 0,09                   |
| VE2            |                      |                      |                        |
| Ketunmäki      | 0,42                 | 1,67                 | 1,26                   |
| Energiavarasto | 0,02                 | 0,11                 | 0,09                   |
| VE3            |                      |                      |                        |
| Ketunmäki      | 0,42                 | 1,67                 | 1,26                   |
| Eteläinen alue | 0,09                 | 0,37                 | 0,28                   |
| Energiavarasto | 0,02                 | 0,11                 | 0,09                   |

Alla olevaan taulukkoon on kerätty vielä hankealueen eri versioiden paneelialueiden yhteenlaskettu virtaama rakennetussa tilanteessa neljän tunnin sateen aikana. Taulukossa on esitetty myös Sonnilanjoen virtaamien kasvu vastaavalla sateella tarkastelupisteessä hankealueen pohjoisreunassa.

*Taulukko 7. Hankealueen virtaamat rakennetussa tilanteessa verrattuna Sonnilanjoen osavaluma-alueen virtaamiin 4 tunnin kestoisen rankkasateen aikana. Rankkasateen toistuvuus noin kerran viidessä vuodessa.*

| Osavaluma-alue                         | Virtaama nyk.<br>(m3/s) | Virtaama rakennettu<br>tilanne ilman viivy-<br>tystä (m3/s) |
|----------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Sonnilanjoen osavaluma-alue 1 (kuva 3) | 8,16                    | 9,17(VE2)-<br>10,14(VE1)                                    |
| Hankealueen ylävirran puolinen alue    | 7,50                    | 7,50                                                        |
| Hankealue VE1 (puunpoistoalue)         | 0,60                    | 2,40                                                        |
| Hankealue VE2 (puunpoistoalue)         | 0,44                    | 1,75                                                        |
| Hankealue VE3 (puunpoistoalue)         | 0,51                    | 2,15                                                        |
| Energiavarasto                         | 0,02                    | 0,11                                                        |

Virtaama kasvaa eniten vaihtoehdossa VE1, jossa paneelialue on laajin. Kasvavia hulevesivirtaamia suositellaan viivyttämään hankealueella. Hulevesien hallinnan suosituksista enemmän seuraavassa kappaleessa.

Sonnilanjoen valuma-alueen pinta-ala on 85 km<sup>2</sup> ja hankealueen puunpoiston pinta-ala laajimmassa vaihtoehdossa VE1 on noin 230 ha ja sähkönsiirtolinjojen puunpoisto enimmillään 31 ha vaihtoehdossa SVE2. Hankealueen pinta-ala on Sonnilanjoen koko valuma-alueesta vain noin 3 %. Jos tarkastellaan Sonnilanjoen virtaamia hankealueen pohjoisreunalla, jossa Sonnilanjoen ylävirran osavaluma-alueen suuruus on noin 27 km<sup>2</sup>, on tässä tarkastelupisteessä osavaluma-alueesta 9 % hankkeeseen liittyvää puunpoistoaluetta.

Mikäli hankealue kuivattuu rakennetussa tilanteessa nykytilannetta nopeammin, voidaan arvioida, että alivirtaaman aikana virtaama Sonnilanjoessa pieneneisi maksimissaan noin 9 %. Hankealueen pohjoisreunalla. Vastaava vaikutus Sonnilanjoen alajuoksulla olisi 3 %.

## 5. HULEVESIEN HALLINTA

Seuraavaksi käsitellään, minkälaisilla hulevesien hallintakeinoilla voidaan ehkäistä ja lieventää haitallisia vaikutuksia. Mahdolliset haitalliset vaikutukset liittyvät joko hulevesien määrään tai laatuun.

Hulevesien hallinnassa pääperiaatteena oli prioriteettijärjestys, jossa tärkeimpänä on pyrkiä

minimoimaan kohteessa syntyvät hulevedet ja maksimoida niiden hyötykäyttö ja imeytys kohteessa. Tämä tarkoittaa vettä läpäisemättömän pinnan minimoimista siellä, missä se on mahdollista ja kasvillisuuspeitteisten pintojen suosimista siellä, missä mahdollista.

### 5.1. Rakentamisen aikaisten haittojen ehkäisy

Hankkeen vesistövaikutuksia voidaan vähentää rakentamisaikana hyvällä suunnittelulla ja vesien pidättämis- ja imeyttämistoimilla sekä maamassojen järkevällä sijoittelulla. Hulevedet on suositeltava johdattaa usean lietetaskun tai laskeutusaltaan kautta ennen purkamista purku-uomaan. Suodatuspenkereet (esim. murskeesta) ovat suositeltavia rakenteita työmaavesien käsittelyyn. Laskeutusaltaat voivat toimia myös viivytyksaltaina, jos niissä vedenpinnan korkeuden on mahdollista vaihdella. Laskeutusaltaat eivät kuivatu altaan pohjaa myöten, vaan niihin rakennetaan syvennys. Syvennyksessä on pysyvä vedenpinta, ellei syvennys kuivu haihtumalla. Huleveden mukana kulkeutuva kiintoaine pääsee laskeutumaan syvennyksiin, kunhan veden virtausnopeus hidastuu riittävästi. Rakennustöiden päätyttyä laskeutusaltaista ja lietetaskuista tulee poistaa laskeutunut kiintoaines erikseen sovittavaan paikkaan, josta kiintoaines ei pääse takaisin veteen.

Työmaavesien hallinnan tärkeimpiä tekniikoita ovat vesiensuojelurakenteiden sijasta kuitenkin hyvä suunnittelu. Normaalin rakennustyömaan kuormitusta voidaan vähentää merkittävästi (tai jopa poistaa kokonaan) hyvällä työmaa-ajoneuvojen reittiohjauksella, maamassojen järkevällä läjityksellä ja olemassa olevan kasvillisuuden säästämällä (Valtanen ym. 2023). Hyviä työmaakäytäntöjä on esitelty vastikään julkaistussa oppaassa (Vilminko ym. 2023) (mm. työmaalle soveltuva tarkistuslista, jota voidaan hyödyntää työmaavesien hyvän hallinnan varmistamiseksi), jonka ohjeita tässä hankkeessa noudatetaan.

Maan pintaeroosion minimoimiseksi voimala-, tie- ja sähkönsiirtorakennustyöt tehdään kuivaan aikaan tai talvella.

Muokatun maan eroosio jatkuu siihen saakka, kunnes kentälle muodostuu uusi eroosiota kestävä pohjakasvillisuus. Hulevesien laskeutus- ja suodatusrakenteita tarvitaan siis ainekin siihen asti, kunnes kestävä pohjakasvillisuus on muodostunut.

Suodatusrakenteiden kunto on myös syytä tarkistaa rakennustöiden päätyttyä ja uusia tarvittaessa. Murskepadot tukkiutuvat nopeasti, mutta toisaalta ne ovat melko yksinkertaisia rakenteita vaihtaa uusiin.

### 5.2. Kasvavien hulevesivirtaamien hallinta

Hulevesivirtaamia suositellaan tasattavaksi hankealueella viivyttämällä virtaamia esimerkiksi viivytyksaltaiden ja/tai viivytyksainanteiden avulla. Rakennustyövaiheessa käytetyt laskeutusallasrakenteita voidaan hyödyntää myös hulevesien virtaamien tasaamiseen rakennustöiden valmistuttua.



Edellisessä kappaleessa laskettiin virtaamien kasvua 15 minuutin sekä neljäntunnin rankkasateen aikana. Alla olevassa taulukossa on esitetty laskennalliset viivytystarpeet (m<sup>3</sup>) neljän tunnin kestoisen rankkasateen tilanteessa. Lyhyemmällä sateella kertymät ovat pienempiä, mutta lyhyet paikalliset maksimivirtaamapiikit suurimmillaan. Lyhyitä paikallisia virtaamapiikkejä hallitaan eroosiosuojauksella. Tulvariskin pienentämiseksi on oleellista viivyttää pidempi kestoisella sateella muodostuvia virtaamia. Näihin viivytystilavuuksiin mahtuu myös lyhyen sateen kertymät. Pidempi kestoisella sateella sateen intensiteetti pienenee. Laskelmien perusteella maksimi virtaama Sonnilanjoessa hankealueen kohdalla muodostuu noin neljän tunnin kestoisen rankkasadetapahtuman aikana.

*Taulukko 8. Laskennalliset hulevesien viivytystarpeet, jotta virtaamat vastaisivat nykytilanteen virtaamia 1/5 vuodessa toistuvalla rankkasateella.*

| Vaihtoehdot    | Viivytystarve noin (m <sup>3</sup> )<br>(4 tunnin sade) |
|----------------|---------------------------------------------------------|
| VE1            |                                                         |
| Ketunmäki      | 18 084                                                  |
| Eteläinen alue | 4 044                                                   |
| Pohjoinen alue | 2 5833                                                  |
| Energiavarasto | 1310                                                    |

Jotta virtaamat saataisiin tasattua nykytilannetta vastaaviksi, voidaan viivytystarve ilmaista myös muodossa  $x \text{ m}^3$  viivytettävä hulevesimäärää  $100 \text{ m}^2$  paneloitavaa aluetta kohti.

Mitoitussateella 1 (kesto 15min) laskettaessa virtaamien tasaaminen nykytilanteeseen tarkoittaisi  $0,4 \text{ m}^3$  viivytystä /  $100 \text{ m}^2$  paneloitavaa aluetta kohti.

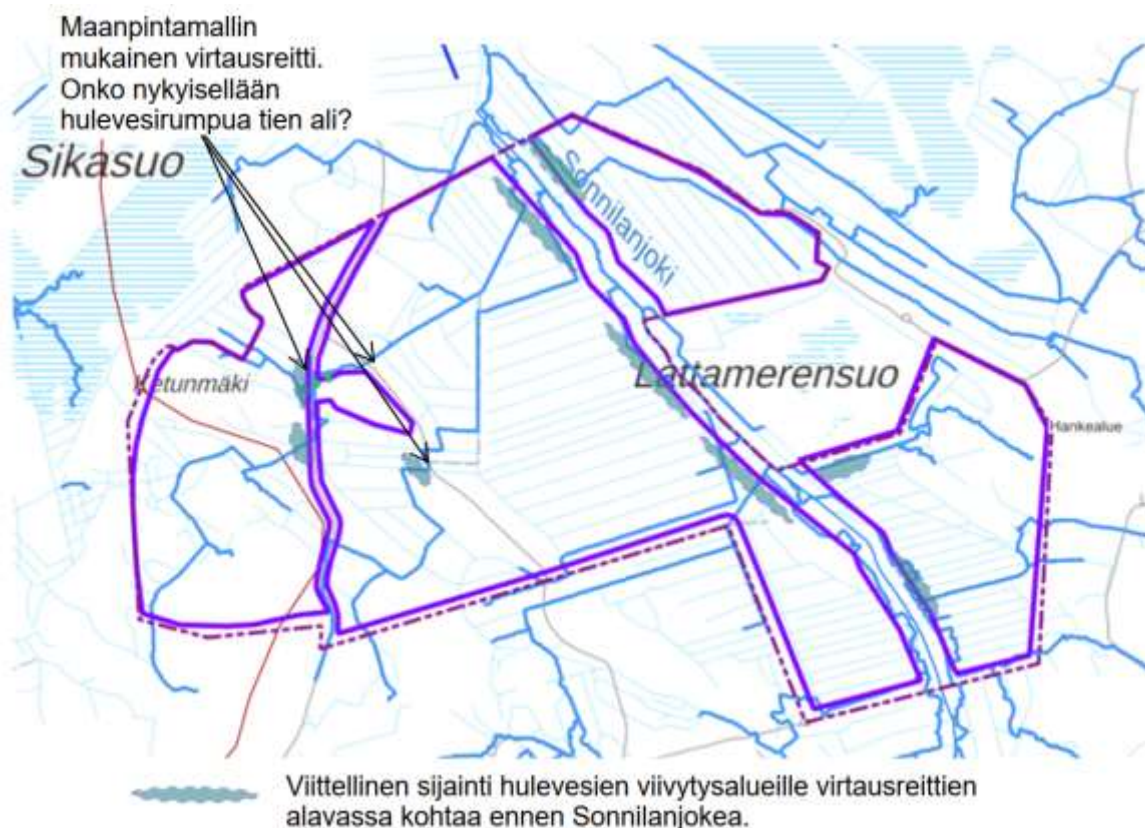
Kun tarkastellaan vastaavaa lukemaa neljän tunnin kestoisella sateella (mitoitussade 2), tarkoittaisi vastaava arvo  $1,1 \text{ m}^3$  viivytystä /  $100 \text{ m}^2$  paneloitavaa aluetta kohti.

**Mikäli viivytystilavuuden käytettävä veden vaihteluväli olisi 0,5 metriä, tarkoittaisi  $1,1 \text{ m}^3$  viivytystarve tilavarauksena  $2,2 \text{ m}^2$  /  $100 \text{ m}^2$  paneloitavaa aluetta kohden. Tämä vastaisi noin 2% pinta-alasta.**

**Jatkosuunnittelussa tulisi varata kutakin paneloitavan alueen hulevesien osavaluma-aluetta kohti noin 2 % muokatusta pinta-alasta hulevesien viivytykseen.**

Viivytysaltaat kannatta rakentaa hajautetusti alueelle osa-alueiden alimpiin kohtiin lähelle kyseisen osa-alueen purkupistettä. Alla olevaan kuvaan (kuva 12) on merkitty suuntaa antavasti vaaleansinisellä mahdollisia sijainteja hulevesien viivytysaltille olemassa olevien painanteiden yhteyteen. Vihreällä on merkattu tarvittavan (tai mahdollisesti olemassa olevan) rummun likimainen sijainti.

Ojastoa voidaan laskea osaksi viivytyskapasiteettiä, mikäli vesi saadaan virtaamaan hitaasti. Hitaasti virtaavat ja usein kasvittuneet metsäojat ja painanteet pidättävät vesien lisäksi myös kiintoainesta ja ravinteita lieventäen hydrologisia ja vedenlaadullisia vaikutuksia.



Kuva 12. Mahdollisia sijainteja hulevesien viivytysalueille nykyisiä painanteita hyödyntäen.

Mahdollisten viivytysaltaiden luiskat ovat suositeltavaa tehdä 1:3 tai loivempina, koska silloin altainen huolto on helpompaa koneellisesti, ja altaasta pääsee helposti pois. Hulevesien viivytys- ja/tai laskeutusjärjestelmän toimivuutta tulee tarkistaa säännöllisesti ja poistaa tukkeumat ja kertyneet kiintoaineet tarvittaessa.

### 5.3. Hulevesien laadun hallinta

Paneelien alueen alareunan kohta maassa on altis eroosiolle, mikä voi aiheuttaa pitkäaikaista kiintoainnekuormitusta vesistössä. Voi olla tarpeen suunnitella eroosionsuojausta näihin kohtiin. Maaston kaltevuus vaikuttaa siihen, kulkeutuuko hulevedet tasaisesti pintavaluntana kohti purku-uomaa vai tarvitaanko ojitusta tai pikemminkin pieniä painanteita paneelien alareunaan, joita pitkin hulevedet johdetaan hallitusti kohti purku-uomaa. Tällaiset painanteet voisi suojata eroosiolta maatuville eroosiosuojamatoilla tai murskeella. Maaperästä riippuen painanne voi toimia imeytyspainanteena tai mikäli maaperä on niin tiivis, että imeytymistä tapahtuu vain vähän, painanne johtaa hulevesiä eteenpäin.

Tiepenkereet muotoillaan loiviksi eroosion vähentämiseksi.

Hulevesien laatuun voidaan vaikuttaa pienilläkin ratkaisulla. Hulevesien laadun kannalta on hyödyllistä, että hulevesiä, johdetaan pintavalutuksena viherpainanteeseen eli ojan kaltaiseen painanteeseen, jossa on kasvillisuutta. Viherpainanteessa virtaamat hidastuvat ja osittain imeytyvät kasvillisuuden ansiosta. Viherpainanteilla on hulevesiä puhdistava kiintoaineen jäädessä kasvillisuuteen. Yksinkertainen viherpainanne on hulevesien laadun kannalta parempi ratkaisu, kuin se että hulevesiä johdetaan tiivistetyltä pinnalta hulevesiviemäriä tai perattua suoraviivaista ojaa pitkin eteenpäin. Viherpainanteiden sopiva sijoituspaikka on esimerkiksi huoltoreittien varsille.

Kiintoainetta voidaan poistaa kasvillisuuden lisäksi rakentamalla viivytysaltaiden yhteyteen syvennyksiä, jotka toimivat laskeutusaltaan tapaan. Altaan syvennyksiin laskeutunutta lietettä tulisi käydä poistamassa tasaisin väliajoin.

Suurin hulevesien laatua heikentävä kuormitus tulee yleensä rakennusvaiheessa. Tästä on kirjoitettu luvussa 4.3.

Mikäli paneeleita pestään kemikaaleilla, olisi suositeltavaa suunnitella hulevesien johtaminen ja viivytysjärjestelmä sellaiseksi, että se voidaan sulkea. Tällöin pesuvedet voitaisiin imeä niistä pois ja kuljettaa asianmukaiseen käsittelyyn. Näin voitaisiin estää mahdollisesti haitallisten kemikaalien pääsy suu-  
rimmilta osin vastaanottavaan vesistöön.

### 4.6 Huomioitavaa jatkosuunnitteluun

- Viivytysrakenteiden sekä laskeutusaltaiden ja suotopatojen suunnittelu: Hulevesien viivytysaltaiden tarkat sijainnit, korkotaso ja purkutaso, purkuaukko, sekä ylivuotoreitti
- Työnaikaisesta hulevesien laadun hallinnasta tulee huolehtia
- Huolehdittava eroosionsuojauksesta

## 5 YHTEENVETO

Hulevesiselvityksessä tarkasteltiin Säkylään suunniteltavan aurinkovoimalan vaikutuksia hulevesiin ja annettiin ehdotuksia hulevesien hallintatoimenpiteiksi.

Hankealueen hulevedet purkavat nykyisellään pääasiassa Sonnilanjoen kautta Kokemäenjokeen. Sonnilanjoen valuma-alue on 85 km<sup>2</sup>. Hankealueen pohjoisreunan kohdalla Sonnilanjoen valuma-alue on noin 27 km<sup>2</sup>. Hankealue on koko Sonnilanjoen valuma-alueesta noin 3 % ja hankealueen pohjoisreunalla 9 % Sonnilanjoen ylävirran valuma-alueesta. Mikäli hankealue pääsee kuivattumaan rakennetussa tilanteessa nykytilannetta nopeammin, tulevat alueelta purkautuvat hulevesivirtaamat vähentyvät kuivina aikoina. Vaikutus on hankealueen läheisyydessä maksimissaan 9 % luokkaa ja Sonnilanjoen alavirrassa maksimissaan 3 % luokkaa.

Aurinkovoimalan rakentuessa vettä läpäisemättömän pinnan määrä lisääntyy ja alueella rankkasadetilanteissa muodostuvat hulevesivirtaamat kasvavat. Kasvavia virtaamia suositella tasattavaksi periaatteella, että mikäli hulevesien imeyttäminen maahan ei ole mahdollista, hulevesiä tulee viivyttää siten, että jokaista 100 m<sup>2</sup> paneloitavaa aluetta tai muuta vettä läpäisemätöntä pintaa kohti rakennetaan 1,1 m<sup>3</sup> hulevesien viivytystilavuutta. Aurinkovoimalan haltijan tulee myös huolehtia hulevesien viivytysjärjestelmien kunnossapidosta. Mikäli kasvavia hulevesimääriä viivytetään huolellisesti hankealueella, ei hanke lisää tulvariskiä alavirran suunnassa.

Ravinteiden, kiintoaineen ja muiden haitallisten aineiden huuhtoutumista vesistöön voidaan vähentää esimerkiksi johtamalla hulevesiä kasvillisuuspainanteiden, lietetaskujen ja laskeutusaltaiden ja suodatuspenkereiden kautta. Hulevesien laadun kannalta mahdollinen käytön aikainen riski voi olla, jos tulee tilanteita, että paneeleita joudutaan pesemään kemikaaleilla. Mikäli kemikaalien käyttö on tarpeen, tulisi hulevesien johtaminen ja viivytysjärjestelmät suunnitella suljetuksi systeemiksi, jonka voisi tarvittaessa sulkea ja likaiset vedet imeä pois ennen vastaanottavaan vesistöön pääsemistä.

Vesistövaikutusten vähentämiseksi erityisesti rakentamisen aikaiseen hulevesien hallintaan tulee kiinnittää huomiota. Rakentamisen aikaisessa hulevesien hallinnassa on tärkeää huolellinen suunnittelu, sen lisäksi erityisesti kiintoaineen poisto hulevesistä, ennen johtamista purkuojaan ja vastaanottavaan vesistöön. Työmaanaikaisten hulevesien hallinnasta löytyy ohjeistusta esimerkiksi Pääkaupunkiseudun työmaavesiohjeesta.

Ottamalla hulevesien hallinta huomioon rakentamisvaiheessa sekä käytön aikana voidaan hulevesien vaikutukset arvioida olevan vähäiset. Mutta mikäli hulevesien hallintaan ei kiinnitetä huomiota, on hankkeella selkeitä hulevesien laatua Sonnilanjoessa heikentäviä vaikutuksia.

## Lähteet

Purohelmi, 2023. Arviot pienten virtavesien luonnontilan muuttuneisuudesta. Suomen ympäristökeskus. [www.syke.fi/hankkeet/purohelmi](http://www.syke.fi/hankkeet/purohelmi).

Kuntaliiton hulevesiopas, 2012. Kuntaliitto. <https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2012/1481-hulevesiopas>

Pääkaupunkiseudun työmaavesiohje, 2024. HSY. <https://julkaisu.hsy.fi/paakaupunkiseudun-tyomaa-vesiohje.html>