



Elements Finland Oy

# HULEVESISUUNNITELMA SÄRKIJÄRVEN AURINKOVOIMAPUISTO

20.9.2024

Elements Finland Oy

Sonja Vuorsalo

Envineer Oy

Lasse Varis

Ida Sara-Aho

Maija Ahola

[etunimi.sukunimi@envineer.fi](mailto:etunimi.sukunimi@envineer.fi)

[www.envineer.fi](http://www.envineer.fi)

Y-tunnus: 2850396-1

Projektinnumero: 12554-001

# SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto .....	1
2	Hulevesisuunnitelma .....	1
2.1	Alueen nykytilan kuvaus .....	1
2.2	Tavoitteet .....	4
2.3	Menetelmät ja mitoituserusteet .....	5
2.3.1	Mitoitusvirtaama .....	6
2.3.2	Valumakerroin .....	7
2.3.3	Mitoitussateen voimakkuus .....	8
2.3.4	Puuston poistosta aiheutuva valunnan lisäys .....	9
2.4	Kosteikko ja sen mitoitus .....	10
2.5	Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta .....	11
2.6	Tulokset .....	11
	Lähteet .....	12
	Liitteet .....	13
	Liite 1. Laskentataulukko hulevesivirtaamista ja mitoitusvesimääristä .....	13
	Liite 2. Karttaesitys pienvalluma-alueista ja hulevesien johtamisesta .....	13

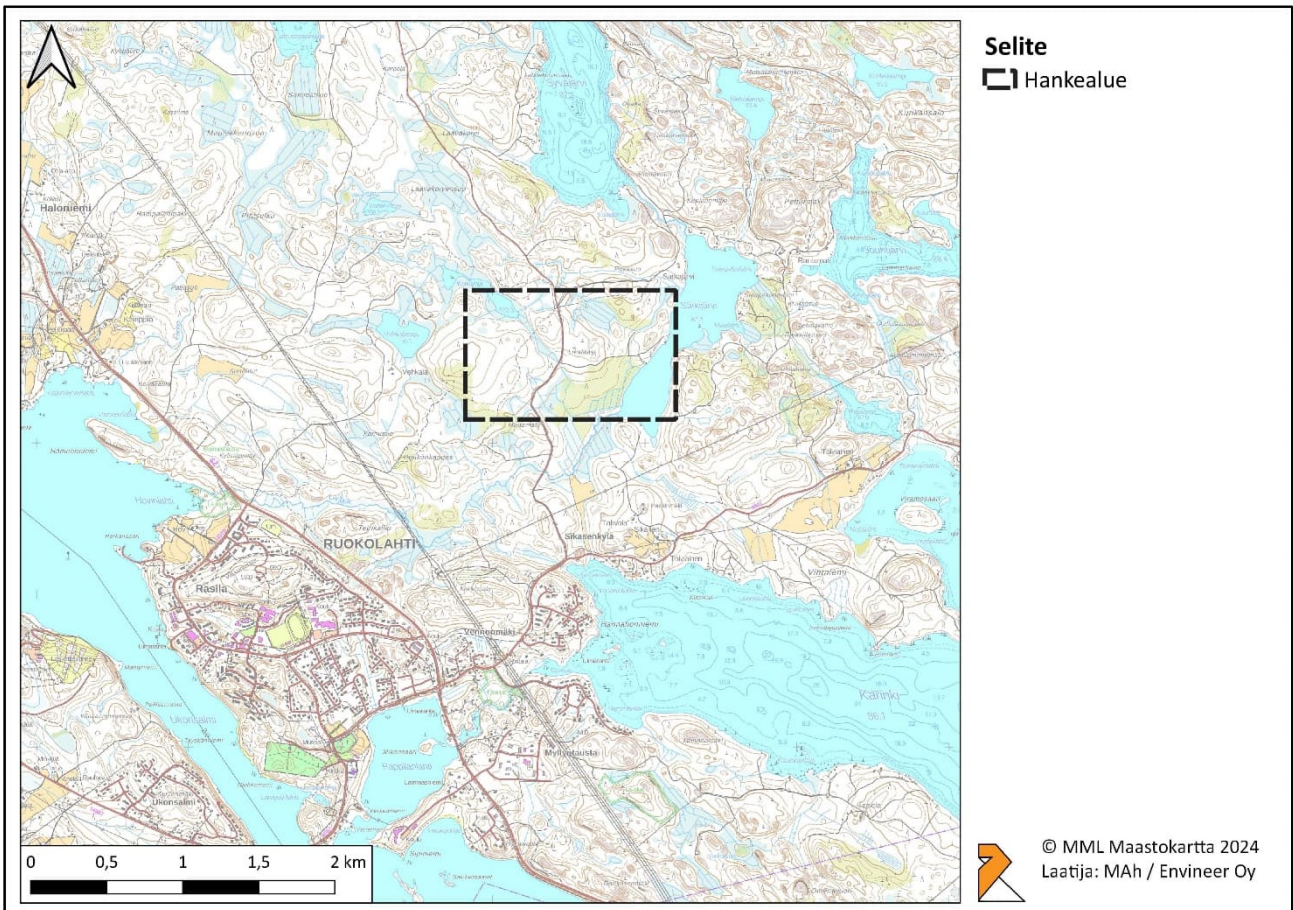
# 1 JOHDANTO

Ruokolahden Aurinkovoima Oy suunnittelee aurinkovoimapuistoa Ruokolahdelle, Särkijärven länsipuolelle. Tässä hulevesisuunnitelmassa tarkastellaan aurinkovoimalan hankealueella syntyvien hulevesien määrää ja arvioidaan niiden hallintatarvetta sekä hallintaan soveltuvia menetelmiä.

## 2 HULEVESISUUNNITELMA

### 2.1 Alueen nykytilan kuvaus

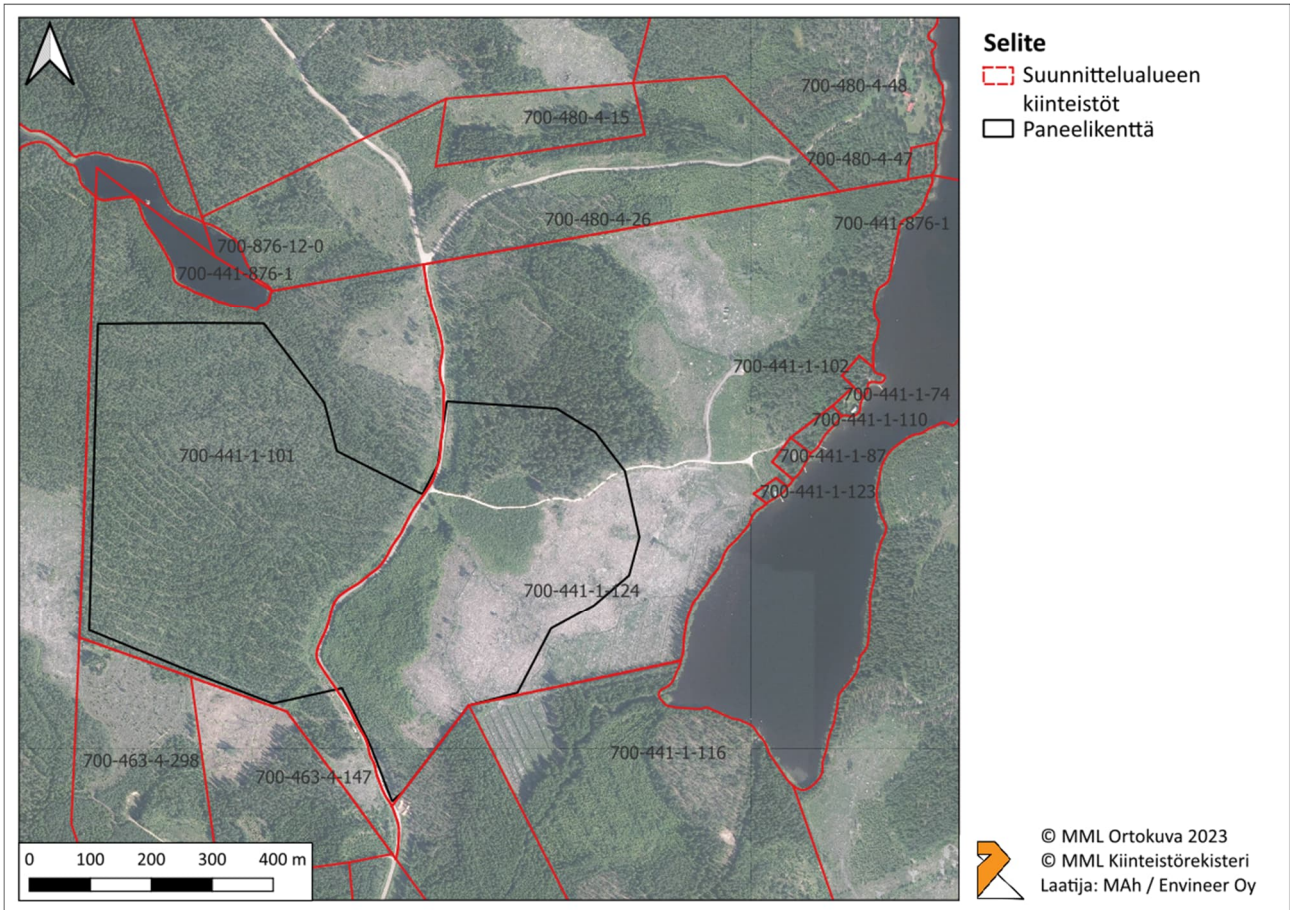
Suunnittelualue sijoittuu Ruokolahdelle, Särkijärven länsipuolelle (Kuva 1) noin 4 km Ruokolahden keskustasta. Alue koostuu kahdesta kiinteistöstä: Tornator Oyj:n omistamasta kiinteistöstä 700-441-1-101 ja yksityisen maanomistajan omistamasta kiinteistöstä 700-441-1-124.



Kuva 1. Suunnittelualueen sijainti

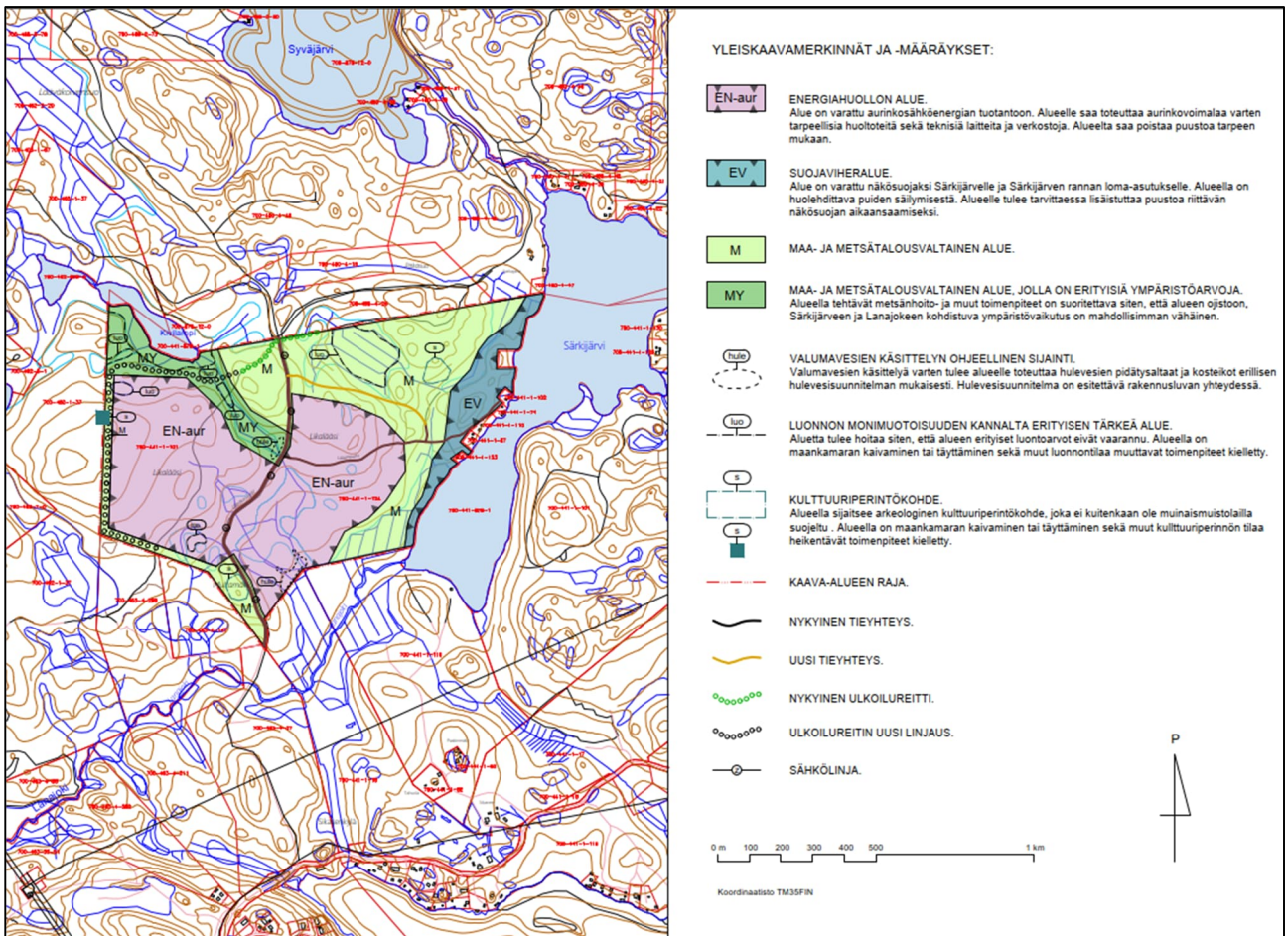
Alueen maaperä koostuu kalliomaasta, sora- ja hiekkamoreenista sekä turpeesta. Alue on pääosin rinteistä melko runsaskivistä kivennäismaata tai turvepohjaista korpi- ja rämeturvekangasta. Alueen kiinteistöt ovat metsätalouskäytössä ja sen merkit näkyvät alueella voimakkaasti (Kuva 2). Tehtyjen harvennus- ja uudistushakkuiden lisäksi maastossa on havaittavissa ajouria, risukasvoja ja maanmuokkauksessa tehtyjä istutuspaikkoja. Särkijärven puoleinen kiinteistö suunnittelualueutta (700-441-1-124) on laajalti hakkuuaukioita ja nuorta taimikkoa. Luoteisosassa kiinteistöä on

harvennettuja kasvatusmetsäkuviota, joissa puulajisuhteet vaihtelevat. Toinen suunnittelualueen kiinteistöistä (700-441-1-101) on suurimmaksi osaksi mänty tai kuusivaltaista varttunutta kasvatusmetsää. Suunnittelu-alueen pohjois- ja länsiosassa kulkee virkistyskäytölle tärkeä retkeilyreitti.



Kuva 2. Suunnittelualueen kiinteistöt ja paneelikentän aluevaraus

Suunnittelualue rajautuu idässä Särkijärveen ja rannalla oleviin mökkikiinteistöihin. Luoteessa aluetta rajaa Kivilampi. Muualla alue rajautuu 700-441-1-101 ja 700-441-1-124 kiinteistörajojen mukaisesti ympäröiviin talousmetsiin. Aurinkopaneelikenttä sijoittuu suunnittelualueella sen keski- ja eteläosaan aluetta halkovan Lääväkorventien molemmiin puolin kaavaehdotuksessa (Kuva 3) kuvatun energianhuollon (EN-aur) alueelle. Pinta-alaltaan paneelikenttä on noin 42 hehtaaria. Lisäksi maa- ja metsätalousvaltaisilla alueilla (M ja MY) on mahdollista käsitellä hulevesiä luonnon erityiset arvot huomioiden. (Kuva 3).



Kuva 3. Ruokolahden Särkijärven aurinkovoimalan kaavakarttaluonnos.

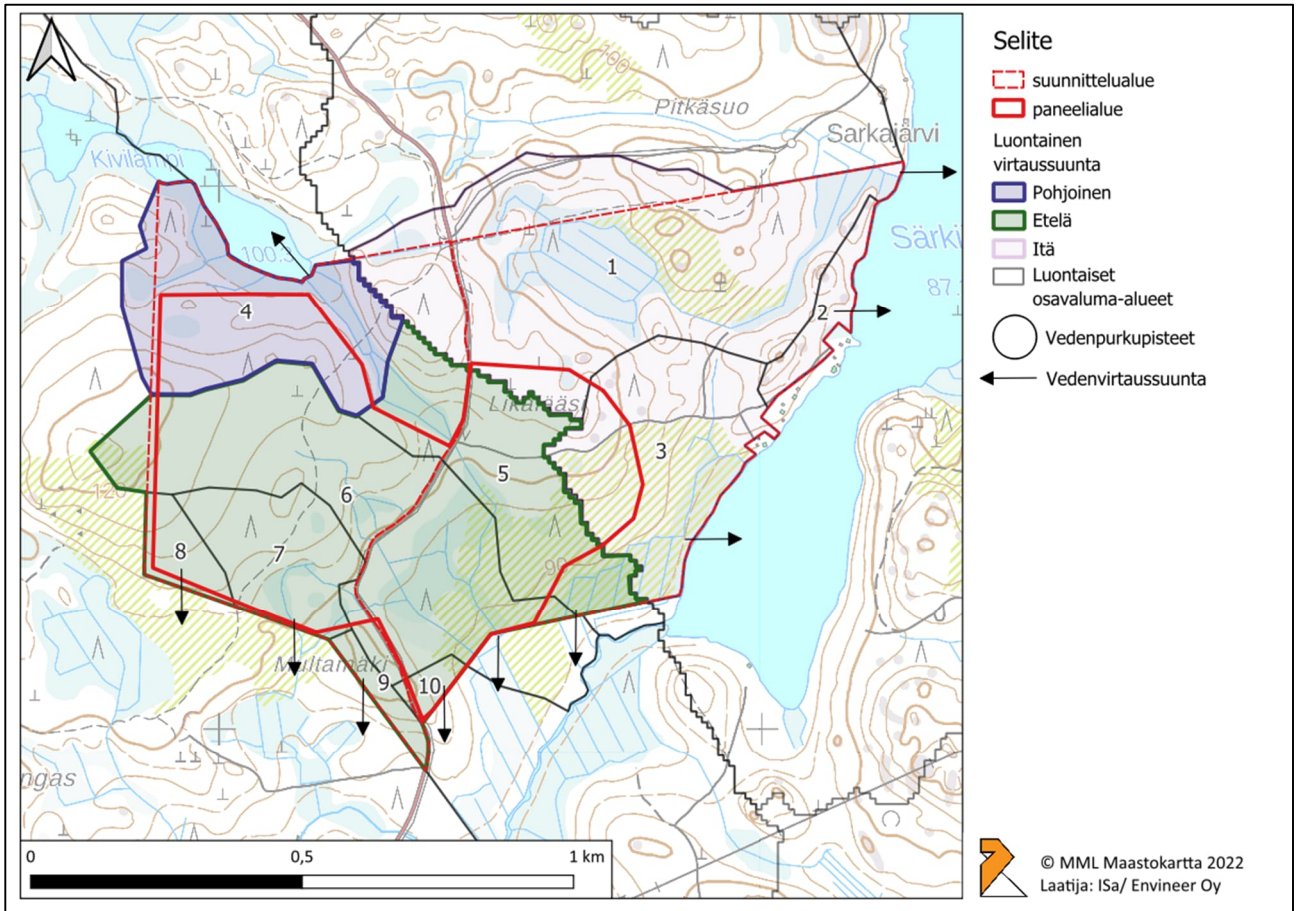
Suunnittelualue ei sijaitse pohjavesialueella. Hankkeen näkökulmasta tärkeimmät vesistöt alueen lähellä ovat Kivilampi, Särkijärvi ja Lanajoki. Kivilampi on pinta-alaltaan noin 3,8 ha ja se sijaitsee suunnittelualueen luoteisreunassa. Sen vesi laskee Vehkalammen kautta Lanajokeen, jota pitkin se virtaa Saimaan Haapaveteen. Pudotuskorkeutta Kivilammesta Vehkalampeen on noin 2,2m ja Haapaveteen noin 24,6m.

Särkijärvi kuuluu Vuoksen vesistöön ja järven pinta-ala on noin 39 ha. Vesi laskee Lanajokea pitkin Haapaveteen. Lanajoen pituus on noin 3,5 km. Pudotuskorkeutta Särkijärvestä Haapaveteen on noin 11,4 metriä.

Maastonmuodot ja luontaiset vedenkulkeutumisreitit jakavat suunnittelualueen kahteen valuma-alueeseen Suomen ympäristökeskuksen laatiman valtakunnallisen valuma-aluejaon hierarkiatason 5 mukaisesti. Maastoprofiilin lähemmässä tarkastelussa veden virtaussuuntia on lähtökohtaisesti kolme:

- 1) Etelä  
Likälääsi-kumpareen länsipuolelta virtaa etelään Lanapuron suuntaan.
- 2) Itä  
Likälääsi-kumpareen itäpuolelta virtaa itään Särkijärven suuntaan.
- 3) Pohjoinen  
Kivilampeen ulottuvalta soistuneelta notkolta virtaa pohjoiseen, Kivilammen suuntaan.

Näin ollen suunnittelualueelle muodostuu useita veden purkukohtia ja osavaluma-alueita (Kuva 4).



Kuva 4. Alueen osavaluma-alueet ja veden virtaussuunnat

Suunnittelualueen ulkopuolella sijaitsee pieniä osia osavaluma-alueista, joiden vedet virtaavat sekä suunnittelualueen että paneelialueen läpi. Pohjoispuolella suunnittelualueella on kaistale, jonka vedet laskevat osavaluma-alueelle 1, mutta virtaavat luonnollista reittiä paneelialueen pohjoispuolella ohi kohti Särkijärveä. Länsipuolella suunnittelualueella sijaitsee mäkiä, joiden rinteiltä vesi laskee pohjoisessa paneelialueen ja osavaluma-alueen 4 läpi sekä etelämmässä paneelialueen ja osavaluma-alueen 6 läpi. Suunnittelualueen ulkopuolisten valuma-alueiden vedet huomioidaan tarvittavilta osin mitoituksissa ja ohjataan tarvittaessa voimala-alueen läpi vedenviivytysrakenteiden kautta aiheuttamatta haittaa voimalan toiminnalle.

## 2.2 Tavoitteet

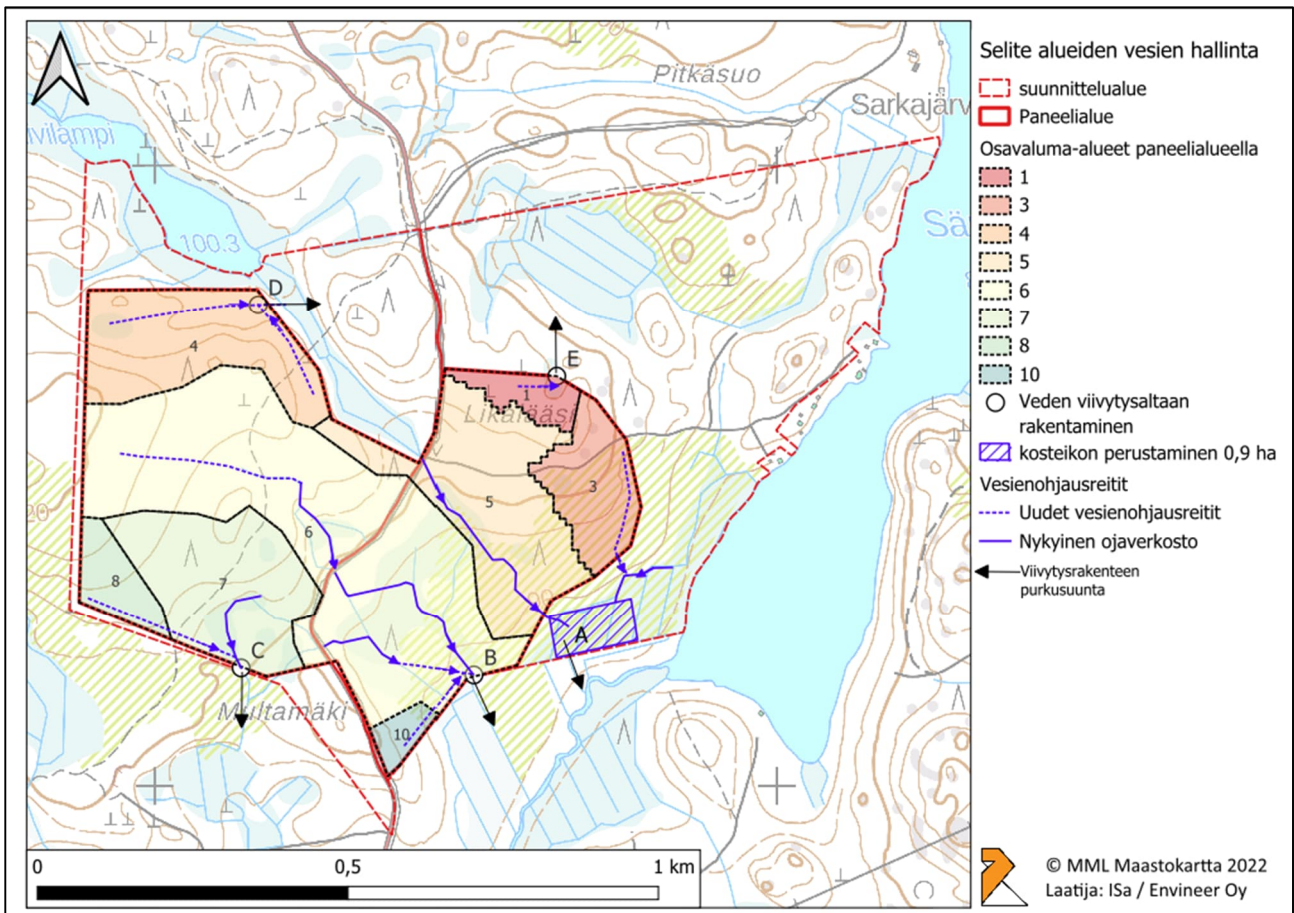
Suunnittelun tavoitteena on arvioida alueella syntyvän valunnan muutos nykytilanteeseen verrattuna, kun alue otetaan aurinkovoimalakäyttöön. Lisäksi tavoitteena on mitoittaa sekä esittää sellaiset hulevesien viivytysrakenteet ja menetelmät siten, että voimala-alueella syntyvä valunta hallitaan ja johdetaan hallitusti voimala-alueen ulkopuolelle kaikissa tilanteissa. Suunnitteluperiaatteena on se, että hulevedet viivytetään ensisijaisesti paneelialueella. Paneelialueen vesien käsittelyrakenteet sijoitetaan siten, että niille voidaan johtaa yhdistetysti useamman osavaluma-alueen vesiä. Hulevesitarkastelut tehdään jokaiselle paneelialueen

osavalumalle erikseen määrittämällä kunkin osavaluma-alueen mitoitusvirtaamat ja alueiden mitoitusvirtaamien erotus.

## 2.3 Menetelmät ja mitoitusperusteet

Kuvassa 5 on esitetty paneelialueen yleiskartta ja osavaluma-alueet sekä vesien purkupisteet. paneelialueella virtaussuunnat ovat pohjoiseen ja etelään. Vesienkäsittelyrakenteiden koko ja allasvaraukset on lähtökohtaisesti laskettava osavaluma-alueiden 4, 5, 6 ja 7 purkupisteille, jolle johdetaan muiden paneelialueen osavaluma-alueiden vedet. Vettä voidaan viivyttaa myös ojaverkoissa, joten pienempien osavaluma-alueiden purkupisteissä vesien viivästystarvetta ei välttämättä todellisuudessa ole.

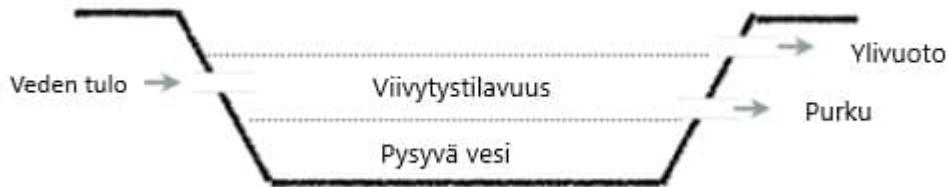
Mikäli altaan rakentaminen kohteelle on kohteellisen haastavaa tai mahdotonta, viivästys voidaan toteuttaa ojaverkossa levennyksenä, putkipatona tms., joka ei edellytä varsinaista allasta tai lähtökohtaisesti vaikuta paneelinen tai muiden voimalarakenteiden sijoitteluun alueella. Hulevesien lopulliset ohjausreitit tarkennetaan rakennussuunnitelman yhteydessä. Kartassa esitetyt reitit ovat ohjeellisia. Nykyinen ojaverkosto tulee kunnostaa tarvittavilta osin, mutta kuitenkin siten, että liiallista ojien perkausta vältetään ja ojiin tulee jättää kaivuukatkoja. Tarvittaessa ojaverkoston voidaan lisätä uomaverhouksia, mikäli alueella on eroosioriskejä. Kosteikko ja altaat suunnitellaan tarkemmin alueen rakentamissuunnitelman yhteydessä.



Kuva 5. Suunnittelualueen yleiskartta sekä pienvalmu-alueet ja vesien purkupisteet. Suurempi kuva liitteessä 2.



Viivytyksaltaan toiminta perustuu sen kykyyn varastoida mitoitussateen vesimäärä ja purkaa alapuoliseen uomaverkostoon tai vesistöön sopivana aikajaksona esim. 1-2 vrk. Tämä saavutetaan yleensä kuristamalla purkupään virtausta mitoituksen mukaiseksi. Viivytyksaltaat ovat yleensä jatkuvasti vesipintaisia ja niiden varastotilavuutta hallitaan erilaisilla putkitusjärjestelmillä. Toimintaperiaatetta on kuvattu kuvassa 6.



Kuva 6. Viivytyksaltaan toimintaperiaate.

Viivytyksrakenteen mitoittaminen perustuu rakentamista edeltäneen ja rakentamisen jälkeisen mitoitusvirtaaman vertailuun. Mitoitusvirtaaman perusteella määritetään kuhunkin purkupisteeseen tarvittava viivästystilavuus. Kun rakentamista edeltäneen tilanteen mitoitusvirtaama vähennetään rakentamisen jälkeisen tilanteen mitoitusvirtaamasta, saadaan virtaamien erotus. Viivytyksrakenteen tilavuus eli mitoitusvesimäärä (m<sup>3</sup>) saadaan kertomalla viivytettävä virtaama mitoitussateen kestolla, joka on määritetty mitoitusvirtaamaa laskettaessa. (Suomen Kuntaliitto 2012, 182–183.)

Viivytyksaltaan mitoittamiseen vaikuttaa myös veden purkuvauhti altaasta. Sopiva purkuvauhti arvioidaan viivytyksrakenteiden kestokyvyn perusteella ja purkureitille ei voida ohjata suurempaa virtaamaa, kuin rakentamista edeltäneen tilanteen virtaama. Altaan viivytyksaltaisuuden on myös tyhjennettävä tarpeeksi nopeasti, jotta allas olisi valmis ottamaan vastaan seuraavan sadetapahtuman. (Suomen Kuntaliitto 2012, 182–18.)

### 2.3.1 Mitoitusvirtaama

Aurinkovoimalan vedenhallintarakenteiden (kosteikko, allas ja ojarakenteet) mitoitukset on tehty rankkasademitoituksen perusteella (Väylävirasto 2023, 26). Laskennassa käytettiin tasausaltaan eli viivytyksaltaan laskentamallia, koska tavoitteena on tasoittaa ääreviä virtaamia ja viivyttää hulevettä (Väylävirasto 2023, 21). Näin vähennetään voimalan alapuolisille purkureiteille aiheutuvaa kuormitusta sekä estetään tulvimista ja eroosiota. (Suomen Kuntaliitto 2012, 173).

Mitoitusvirtaama laskettiin nykytilassa osavaluma-alueittain ennen aurinkovoimalan rakentamista sekä rakentamisen jälkeen. Rankkasateesta aiheutuva mitoitusvirtaama lasketaan kertomalla valuma-alueen pinta-ala valumakertoimella sekä mitoitussateen rankkuudella. Laskukaavassa

$$Q = \Psi \cdot F \cdot i$$

$Q$  on virtaama [l/s],  $\Psi$  valumakerroin,  $F$  valuma-alueen pinta-ala [ha] ja  $i$  mitoitussateen keskimääräinen intensiteetti [l/s-ha]. Mitoitusvirtaaman määrittämisessä on huomioitu ilmastonmuutoksen vaikutus sateen rankkuuteen tulevaisuudessa (+ 20 % sateen rankkuuteen). Tärkeimmät valumavesien hallintaan käytettävien altaiden mitoitusvirtaamaan vaikuttavat tekijät

ovat valuma-alueen pinta-ala, sen pintojen ominaisuudet ja laskentaperusteena käytettävä mitoitustapahtuma. (Väylävirasto 2023, 26).

## 2.3.2 Valumakerroin

Valuma-alueen pinta-ala on määritetty karttatarkasteluna maanmittauslaitoksen peruskartan, Metsäkeskuksen luoman virtausverkkoaineiston ja maastoa kuvaavan korkeusmallin avulla. Virtaaman tarkastelussa valittiin maastotyyppi metsäinen rinnemaa, joka kuvaa veden pintavalunta ja absorbtio-ominaisuuksia suunnittelualueella. Lumen sulamisen aiheuttamaa kevytylivalumaa ei valittu mitoitustapahtumaksi, koska pienvaluma-alueiden koko on alle 100 hehtaaria (Väylävirasto 2013, 25). Mitoitustapahtumaksi valittiin rankkasade.

Valumakertoimella kuvataan sitä, kuinka suuri osuus alueelle satavasta vedestä päätyy pintavalunnaksi. Arvo vaihtelee välillä 0–1. Ensijaisesti kertoimen suuruus riippuu valuma-alueen pinnan vedenläpäisykyvystä ja sileydestä. Lisäksi kertoimeen vaikuttaa alueen kosteusvajausta sateen alkaessa sekä sateen kesto ja rankkuus. (Väylävirasto 2013, 26–27).

Aurinkovoimaloiden hulevesivaikutuksia maapohjaan ja sen hulevesiin on tutkittu erittäin vähän. Tämän takia rakennetun aurinkovoimalan (paneelisto ja maastotyyppi yhdessä) valumakerrointa ei löydy suoraan kirjallisuudesta. Arvojen valinnassa sovellettiin Väyläviraston antamia ohjeellisia valumakertoimia (kuva 7), joita muokattiin kuvaamaan mahdollisimman hyvin paneelialueella vallitsevaa tilannetta ennen ja jälkeen rakentamisen. Tässä työssä valmiin aurinkovoimalan valumakerroin on määritetty asiantuntija-arviona, siten että valumakerroin on valittu konservatiivisesti vettä läpäisemättömän aurinkopaneelin valumakertoimen ja taulukosta löytyvän maastotyypin väliltä (taulukko 1). Laskennassa käytetyt tyypit valumakertoimien näkyvät taulukossa 1.

Valumavesien ja altaiden suunnittelussa varauduttiin epäedullisiin tilanteisiin, jolloin maa on valmiiksi mahdollisimman märkä. Rankkasateen aiheuttaman mitoitusvirtaaman laskentakaavassa ei ole huomioitu maastonmuotojen kuten kaltevuuden, ojien tai painanteiden aiheuttamaa muutosta virtaamaan, mikä on kuitenkin huomioitu valuntakertoimen määrittämisessä (Väylävirasto 2023, 26–27).

Pinnan tyyppi	Valuntakerroin $\Psi$
katto	0,80...1,00
asfalttipäällyste	0,70...0,90
tien nurmetettu luiska	0,40...0,60
avoin kalliomaasto	0,30...0,50
soratie, soraluiska	0,20...0,50
nurmipintainen piha, puisto	0,10...0,40
niitty, pelto, puutarha	0,10...0,30
suo	0,05...0,15
kumpuileva sekametsä	0,05...0,20
tasainen metsämaasto	0,10...0,10
tasainen sorakenttä	0,00...0,05

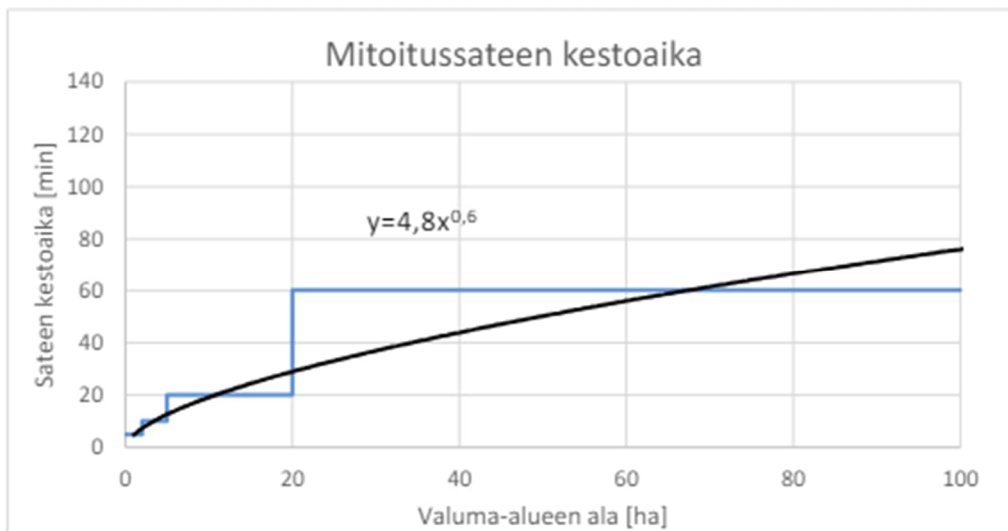
Kuva 7. Valumakertoimet pinnan tyypin mukaan. (Väylävirasto 2023, 27)

Taulukko 1. Valumakerroin valitun maastotyyppin mukaan ennen rakentamista ja rakentamisen jälkeen

Tyyppi	Pinnan laatu	Valumakerroin ennen rakentamista	Valumakerroin rakentamisen jälkeen
metsäinen rinne	kalteva metsäinen kivennäismaa tai kallio	0,15	0,23

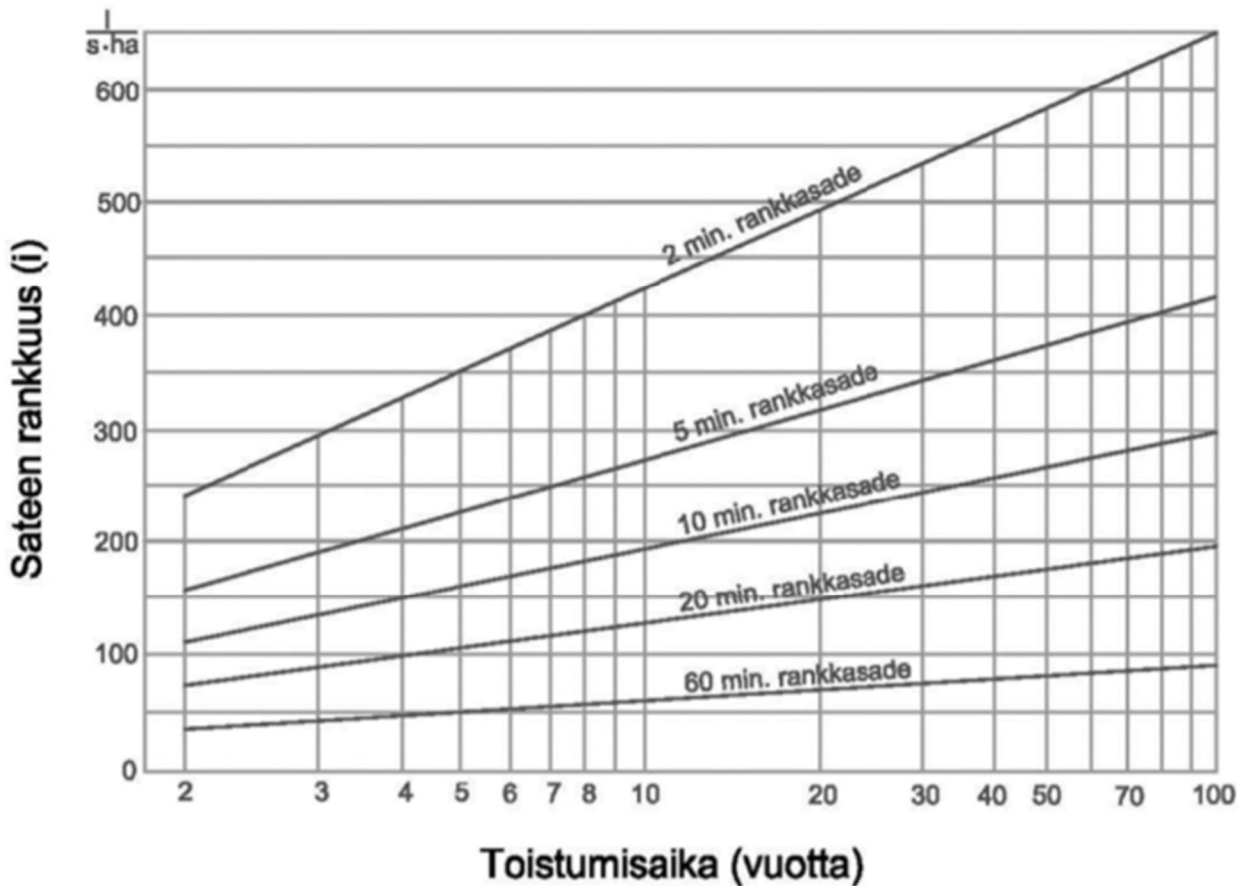
### 2.3.3 Mitoitussateen voimakkuus

Mitoitussateen voimakkuuden selvittämiseksi määriteltiin mitoitusateen kestoaja ja mitoitusvirtaaman toistumisaika. Mitoitussateen kestoaja riippuu valuma-alueen koosta ja pienenee valuma-alueen koon pienentyessä. Alla olevassa kuvassa 8 on esitetty ohjeelliset mitoitusateiden kestoajat valuma-alueen koon mukaan (Väylävirasto 2023, 29).



Kuva 8. Mitoitussateen kestoaja määritetään 0–100 ha valuma-alueille kuvan funktiolla (Väyläviraston ohjeita 2023, 29)

Mitoitusvirtaaman toistuvuudella tarkoitetaan sitä, kuinka usein mitoitusperusteen rankkasade keskimäärin toistuu (Väylävirasto 2023, 29–30). Toistuvuusarvon valinta tehtiin hankkeen rakenteiden koon mukaan. Pyrkimyksenä oli, että allas toimisi tavanomaisessa tilanteessa, mutta kykenisi myös vähentämään todella harvoin tapahtuvan sateen tulvariskiä. Toistuvuudeksi valittiin asiantuntija-arviona 10 vuotta.



Kuva 9. Mitoitussateen voimakkuus Suomessa (Väylävirasto 2023, 28)

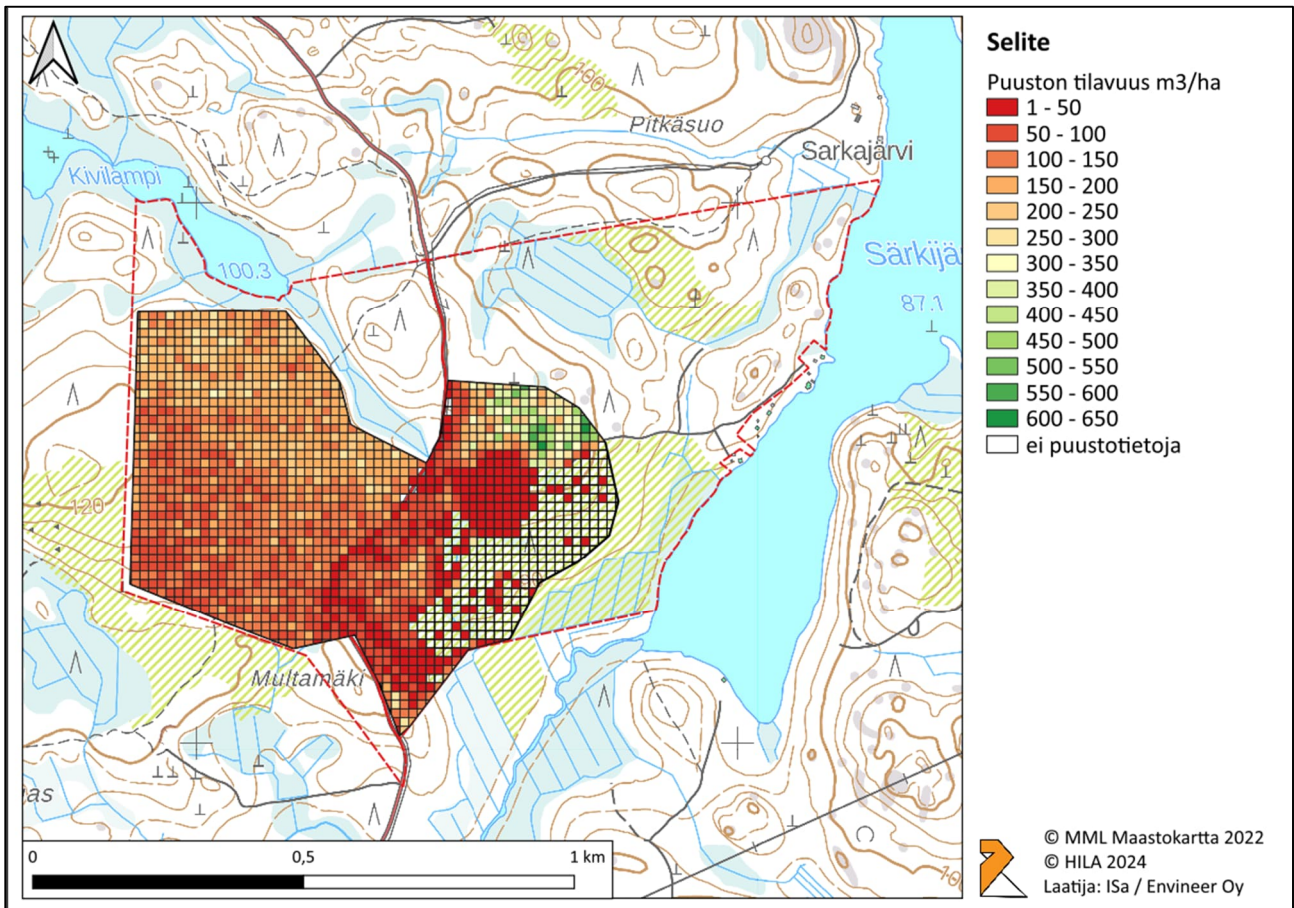
Mitoitussateen kestoajan ja mitoitusvirtaaman toistumisajan avulla kyettiin määrittämään mitoitussateen rankkuus eli intensiteetti (i) yllä olevasta nomogrammista (kuva 9).

### 2.3.4 Puuston poistosta aiheutuva valunnan lisäys

Alueen keskimääräinen vuotuinen valunta on tilastojen mukaan 300 mm/neliömetri (Paasonen-Kivekäs, M. ym. 2016). Vettä haihduttava puusto ja pensaskerros poistetaan rakentamisen tieltä ja näin ollen valunnan kasvua käsiteltiin yhtä neliometriä kohden suhteessa tilastolliseen keskimääräiseen valuntaan. Valunnan lisäystä arvioitiin metsätaloudessa tehtyjen tutkimusten perusteella. Kyseessä on rakennettavan voimala-alueen kokonaisvaltainen puuston poisto eli avohakkuu, jolloin muutokset metsämaan hydrologiassa ja vesitaloudessa ovat verrattavissa metsätalouden avohakkuiden tutkimuksissa tehtyihin johtopäätöksiin. Paneelialueella latvuspeittävyys ei voimalan toiminta-aikana palaudu, joten paneelialueen valunnan lisäys on parhaiten verrattavissa vallitsevaan tilanteeseen välittömästi avohakkuun jälkeen.

Useassa tutkimuksessa avohakkuun vaikutus valunnan kasvuun on arvioitu olevan 5–10 mm hakattua puukuutiometriä kohti vuositasolla (Seuna, P. 1990 ja Paasonen-Kivekäs, M. ym. 2016). Voimala-alueen metsien tilavuus laskettiin julkaistun avoimen metsävaratiedon HILA 2024 puustotulkinnan hehtaaripuuston arvioon perustuen (kuva 10). Kuutiometriä avulla johdettiin pinta-ala (m<sup>2</sup>) HILA ruudukolle voimalan eri osiin. Tilavuus laskettiin kullekin osavalmu-alueelle erikseen HILA ruutuja hyödyntäen, jotta saatiin koko alueen puuston tilavuus yhteensä

puukuutiometreinä. Puukuutiometriä perusteella laskettiin, kullekin osa-valuma-alueelle kohdistuva valuman lisäys mm:nä. Varovaisuusperiaatteella valunnan lisäyksenä käytettiin 10 mm/hakattu puukuutiometri. Lisäys jaettiin osavaluma-alueen pinta-alalla, jonka jälkeen se jaettiin normaaliolosuhteiden valunnalla. Tästä saatiin valunnan prosentuaalinen kasvu puuston poiston jälkeen. Johdetun arvon katsottiin olevan lisäys vuotuisen valuntaan alueella, ja valunnan muutos laskettiin mitoitusvesimäärän sekä tarvittavan viivästystilavuuden prosentuaalisena lisäyksenä.



Kuva 10. Puuston tilavuus m<sup>3</sup>/ha hankealueella.

## 2.4 Kosteikko ja sen mitoitus

Vesiensuojelurakenteina toimivien kosteikkojen tarkoituksena on pidättää kiintoainesta ja ravinteita. Kosteikoksi määritellään alue, joka on suurimman osan vuodesta veden pinnan alapuolella ja jossa kasvaa kosteikkokasvillisuutta. Koska kosteikot tarjoavat monipuolisia elinolosuhteita, lisäävät ne alueen monimuotoisuutta ja tukevat näin myös virkistyskäyttömahdollisuuksia, kuten metsästystä ja lintuharrastusta. Lisäksi kosteikot tasaavat virtaamaa vähentäen uoman eroosiota. Kosteikot sijoitetaan usein luontaisiin painanteisiin, notkoihin tai tulva-alueille. Ne rakennetaan pääosin patoamalla tai kaivamalla.

Kosteikot pyritään suunnittelemaan syvyydeltään vaihteleviksi. Syvän veden alueelle laskeutuu tällöin kiintoainesta, joka voidaan tarvittaessa poistaa. Laskeutuneen kiintoaineksen mukana pohjalle päätyy myös ravinteita. Ravinteita pidättyy myös kasvistoon, ja niittämällä osa sitoutuneista ravinteista voidaan poistaa. Mikäli kosteikko on tarpeeksi syvä, voi näihin alueille muodostua

hapettomia kohtia. Hapettomissa oloissa tietyt bakteerit kykenevät muuttamaan vedessä liukoisessa muodossa olevan nitraatin ja nitriitin typpikaasuksi, jolloin typen poistuminen tehostuu. On kuitenkin tärkeää, että kosteikko ei ole kauttaaltaan hapeton, sillä hapettomissa oloissa pohjasta voi liueta fosforia. Syvyysvaihtelut mahdollistavatkin sen, että olosuhteet ovat otolliset ravinteiden ja kiintoaineksen pidättymiselle ja poistolle. Lisäksi alueen kasvisto monipuolistuu.

Kosteikon mitoitukseen on olemassa useita eri menetelmiä. Tässä työssä on käytetty yksinkertaistettua prosenttiosuutta (noin 4 %) yläpuolisen valuma-alueen kokonaispinta-alasta (Puustinen, M. ym. 2007). Kosteikkoon rakennetaan viivytyksrakenteita kuten kuvatuissa viivytyksalustoissa.

## 2.5 Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta

Ennen aurinkovoimakentän rakennustöiden aloittamista on otettava huomioon hulevesien hallinta rakennusvaiheen aikana. Tavoitteena on estää kiintoaineksen ja haitallisten aineiden kulkeutuminen vesistöihin, mikä voisi heikentää veden laatua ja aiheuttaa esimerkiksi rehevöitymistä. Rakentamisen aikaisessa hulevesien hallinnassa korostuu kiintoaineen laskeuttaminen ja suodattuminen kasvillisuuden ja maaperän läpi, jolloin kiintoaines ja haitta-aineet eivät suurelta osin päädy vesistöön. Uomiin tulee rakentaa tarvittavilta osin liettaskuja, tilapäisiä laskeutusaltaita sekä ojiin jätettävä kaivuukatkoja kiintoaineskuormituksen hillitsemiseksi.

Sekä rakentamisen aikainen vedenjohtaminen, että pysyvät viivytyksrakenteet tulee toteuttaa ennen aurinkovoimakentän rakennustöiden aloittamista, jotta hulevesien määrä ja laatu pysyvät hallinnassa eivätkä kuormita läheisiä vesistöjä. Vesien ohjaaminen ja hallinta suunnittelualueella koostuu pääasiassa ojista, rummuista, viivytyksalustoista sekä vettä viivyttävästä kosteikkoalueesta.

## 2.6 Tulokset

Suunnittelun perusajatuksena on käyttää viivytyksratkaisuina luontaisia rakenteita jäljitteleviä, lähes luonnonmukaisia oja-, allas- ja suoviivytyksrakenteita. Veden viipymää voidaan muuttaa säätelämällä veden pinnankorkeutta altaissa ja ojarakenteissa. Ohjaamalla vesi kosteikon ja altaiden läpi voidaan hidastaa veden virtausta, mikä pidentää viipymää. Kosteikko rakennetaan samanlaisella viivytyksperiaatteella kuin alueelle suunniteltavat viivytyksalustat. Kosteikko toimii viivytyksratkaisuna purkupisteellä A ja muille purkupisteille B, C, D, E rakennetaan viivytyksallas.

Mitoitusvesimäärät valuma-alueilla ennen ja jälkeen rakentamisen sekä vedenhallintarakenteiden viivytyksalustatarve ( $m^3$ ) ovat esitetty liitteessä 1. Kullekin osavaluma-alueelle on tarpeen varata mitoitusvesimäärään perustuva vesien viivyttämiseen tarkoitettu alue. Viivyttämiseen tarkoitettuja alueita on kuvattu liitteessä 2.

Aluevarausten laadinnassa tulee huomioida mitoitusvesimäärä sekä huoltoalue altaan ympärille. Mitoitusvesimäärä osoittaa kuinka paljon vettä tulee varautua viivyttämään altaassa mahdollisten virtaamahuippujen aikana. Huoltotielle tulee varata tilaa allasrakenteiden kahdelle sivulle, koska huoltotöissä käytettävien kaivureiden puomin ulottuvuus on yleisesti n. 8 m ja koko allas pitää ulottua huoltamaan tarvittaessa.

Taulukossa 2 esitetään tarkastelu mahdollisista altaan tilavuuksista ja sen ympärille vaatiman infran pinta-alasta (m<sup>2</sup>). Esimerkkilaskennassa on käytetty syvyydeltään 1,5 m suorakaiteen muotoista mitoitusallasta 1:2 reunaluiskalla, johon on lisätty 3 m levyinen huoltoalue altaan reunaan kahdelle pitkälle sivulle. Pienissä alle 50 m<sup>3</sup>:n altaissa riittää huoltotie yhdelle pitkälle sivulle, koska allas pystytään kokonaisvaltaisesti huoltamaan toiselta laidalta.

Taulukko 2. Esimerkkejä allastilavuuksista ja allasalueelle vaadittavista pinta-ala varauksista

Altaan tilavuus (m <sup>3</sup> )	Allasalueelle vaadittava pinta-ala (m <sup>2</sup> )
50	200
100	350
200	500
500	1050
1000	1650

## LÄHTEET

### Lähdeluettelo

Kenttämies K. ja Mattsson T. 2006. Suomen ympäristö. Metsätalouden vesistökuormitus. MESUVE-projektin loppuraportti, vol. 816, pp. 43–62. Pdf tiedosto. 1.6.2024

<https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/093d6a8b-ce52-4f0e-aaab-508f7b4261ba/content>

Maanmittauslaitos Suomen Kuntaliitto 2012. Hulevesiopus. Pdf-tiedosto. 27.5.2024

<https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2012/1481-hulevesiopus>.

Paasonen-Kivekäs M., Peltomaa R. ja Vakkilainen P., Äijö H. Maan vesi- ja ravinnetalous 2016. Salaojayhdistys Ry. Pdf-tiedosto. 1.6.2024

[https://www.salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2022/05/web\\_maanvesijaravinnetalous\\_B5\\_2016.pdf](https://www.salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2022/05/web_maanvesijaravinnetalous_B5_2016.pdf)

Puustinen, M., Koskiahho, J., Jormola, J. ym 2007. Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus. Suomen ympäristö 21 | 2007

[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38401/SY\\_21\\_2007.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38401/SY_21_2007.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Seuna, P. 1990. Metsätalouden toimenpiteet hydrologisina vaikuttajina. Vesitalous 31 (2): 38–41.

Väyläviraston ohjeita 93/2023. Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu. Pdf-tiedosto. 27.5.2024

[https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo\\_2023-93\\_teiden\\_ratojen\\_kuivatuksen\\_suunnittelu\\_web.pdf](https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2023-93_teiden_ratojen_kuivatuksen_suunnittelu_web.pdf)

## Paikkatietoaineistot ja karttojen lähteet:

*MML Korkeusmalli 2 m ja Korkeusmalli 10 m 6/2020. 27.5.2024*

*MML Maastokartta 2022. 27.5.2024*

*MML Ortokuva 2023. 27.5.2024*

*Suomen Metsäkeskus Hila-aineisto 2017: Kunta. 27.5.2024*

*Suomen metsäkeskus Virtausverkko 2 m– 10 m. 27.5.2024*

<https://aineistot.metsakeskus.fi/metsakeskus/services/Vesiensuojelu/Virtausverkko/MapServer/WMServer?request=GetCapabilities&service=WMS>.

## LIITTEET

Liite 1. Laskentataulukko hulevesivirtaamista ja mitoitusvesimääristä

Liite 2. Karttaesitys pienvaluma-alueista ja hulevesien johtamisesta



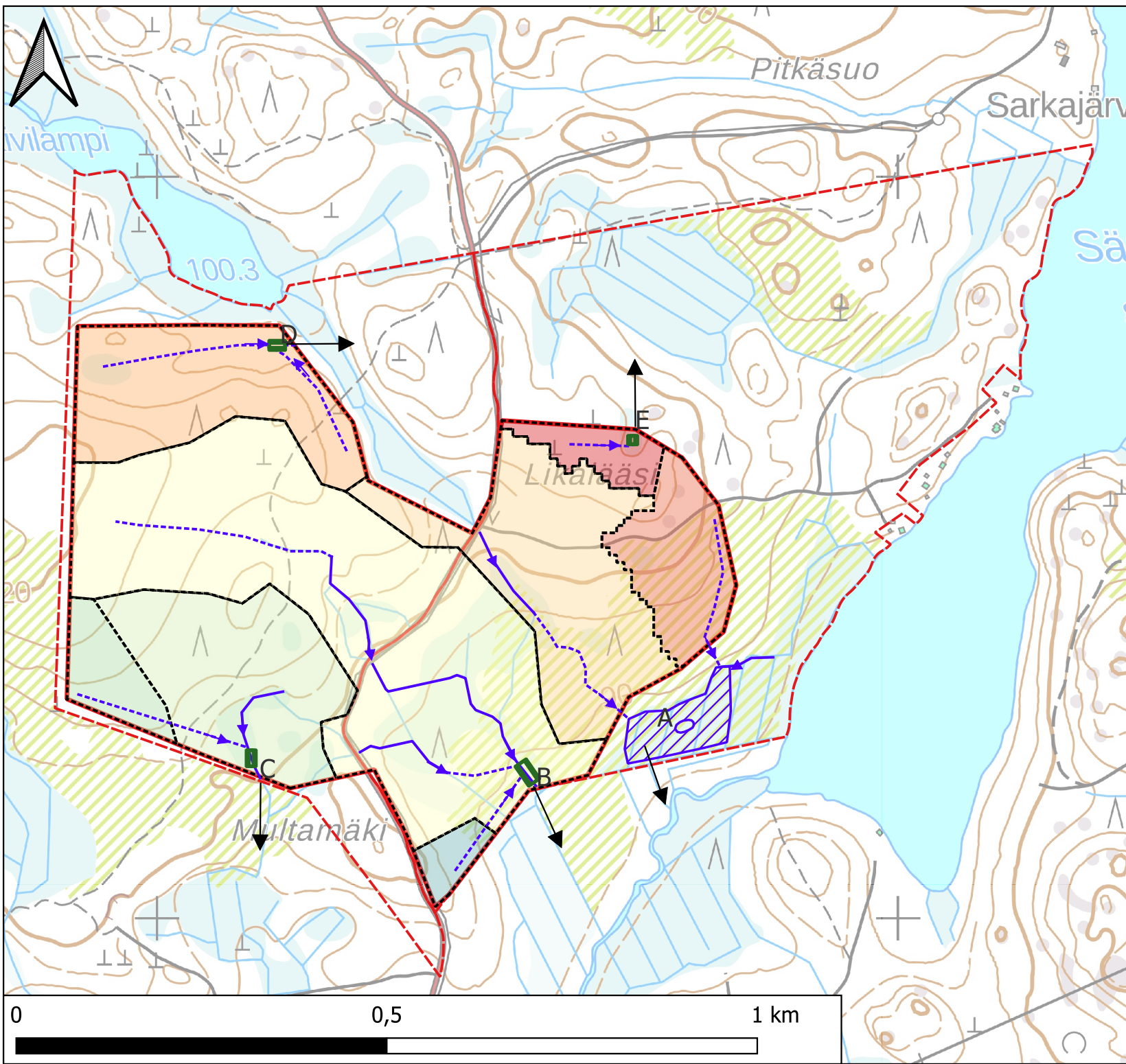
## LIITE 1

## Osavalmu-alueiden vedenviivytystarve

Osavalmu-alue	Pinta-ala (ha)	mitoitussateen kesto (min)	nykyinen vesimäärä (m <sup>3</sup> /s)	mitoitusvesimäärä nykytilanteessa (m <sup>3</sup> )	vesimäärä rakentamisen jälkeen (m <sup>3</sup> /s)	mitoitusvesimäärä rakentamisen jälkeen (m <sup>3</sup> )	viivytystilavuustarve (m <sup>3</sup> )
1	1,1	5	0,054	16,2	0,083	24,9	10
3	2,9	10	0,097	58,2	0,114	68,4	11
4	5,6	20	0,126	151,2	0,193	231,6	85
5	7,1	20	0,16	192	0,245	294	105
6	17,4	20	0,392	470,4	0,6	720	258
7	6,0	20	0,135	162	0,207	248,4	90
8	1,5	5	0,074	22,2	0,114	34,2	12
10	0,6	5	0,03	9	0,046	13,8	5

## Purkupisteiden vedenviivytysrakenteiden koko ja aluemitoitukset

Purkupisteet paneelialueelta	rakenne	paneelikentän viivytystilavuustarve (m <sup>3</sup> )	Rakenteelle vaadittava pinta-ala (m <sup>2</sup> )
A	kosteikko	115	9000
B	allas	263	650
C	allas	102	350
D	allas	85	350
E	allas	10	200



- Selite alueiden vesien hallinta**
- suunnittelualue
  - Paneelialue
- Osavalueet paneelialueella**
- 1
  - 3
  - 4
  - 5
  - 6
  - 7
  - 8
  - 10
  - Allasrakenne
  - kosteikko
- Vesienohjausreitit**
- Uudet vesienohjausreitit
  - Nykyinen ojaverkosto
  - Viivytyksrakenteen purkusuunta

