



Sitema Oy

**HULEVESIEN HALLINTASUUNNITELMA  
JA -SELVITYS  
NURMELANSUO, KAJAANI**

7.4.2025

**Sitema Oy**

Mikko Mäkäräinen

**Envineer Oy**

Ida Sara-Aho

Maija Ahola

Lasse Varis

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

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

Y-tunnus: 2850396-1

Projektinumero: 12970-001

# SISÄLLYSLUETTELO

|       |                                                                         |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Johdanto.....                                                           | 3  |
| 2     | Kohde .....                                                             | 3  |
| 2.1   | Nykytila.....                                                           | 3  |
| 2.2   | Lähiympäristö.....                                                      | 3  |
| 2.3   | Maaperä .....                                                           | 4  |
| 2.4   | Suojelualueet ja muinaisjäännökset .....                                | 4  |
| 2.5   | Luontoselvitykset .....                                                 | 4  |
| 2.6   | Pinta- ja pohjavedet .....                                              | 5  |
| 2.6.1 | Valuma-alueet.....                                                      | 5  |
| 2.6.2 | Vesiensuojelu ja pohjavesialueet.....                                   | 9  |
| 2.7   | Lähtöaineistot .....                                                    | 9  |
| 3     | Hulevesiselvitys ja -laskenta .....                                     | 10 |
| 3.1   | Mitoitusperusteet .....                                                 | 11 |
| 3.1.1 | Mitoitusvirtaama.....                                                   | 11 |
| 3.1.2 | Valumakerroin.....                                                      | 11 |
| 3.1.3 | Mitoitussateen voimakkuus ja kesto .....                                | 12 |
| 4     | Hulevesien hallintamenetelmät.....                                      | 14 |
| 4.1   | Menetelmät ja mitoitusperusteet .....                                   | 14 |
| 4.2   | Hulevesien määrällinen hallinta, menetelmät.....                        | 14 |
| 4.2.1 | Putkipato .....                                                         | 14 |
| 4.2.2 | Ojaviivytys (Kaksitasouoma) .....                                       | 15 |
| 4.2.3 | Tasausallas .....                                                       | 16 |
| 4.3   | Hulevesien laadullinen hallinta, kohteeseen soveltuvat menetelmät ..... | 16 |
| 4.3.1 | Suotopadot.....                                                         | 16 |
| 4.3.2 | Eroosiosuojaukset .....                                                 | 16 |
| 5     | Kohteen hulevesiselvitys ja -hallinta.....                              | 17 |
| 5.1   | Hulevesien määrä nykytilassa .....                                      | 17 |
| 5.2   | Hulevesien määrä rakentamisen aikana .....                              | 18 |
| 5.3   | Hulevesien määrä rakentamisen jälkeen.....                              | 18 |
| 5.4   | Kohteelle valitut menetelmät ja mitoitus .....                          | 18 |

|       |                                                 |    |
|-------|-------------------------------------------------|----|
| 5.5   | Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta.....  | 19 |
| 5.6   | Vaikutukset pinta- ja pohjavesiin.....          | 20 |
| 5.7   | Vaikutukset ympäröivään luontoon.....           | 21 |
| 5.7.1 | Lainsäädännöllä suojeltu alue -pohjoisosa ..... | 21 |
| 5.7.2 | Lainsäädännöllä suojeltu alue -eteläosa .....   | 22 |

## LIITTEET

|         |                                                               |
|---------|---------------------------------------------------------------|
| Liite 1 | Alueen nykytila, kartta                                       |
| Liite 2 | Rakentamisen aikainen, hulevesien hallintasuunnitelma, kartta |
| Liite 3 | Rakentamisen jälkeen, hulevesien hallintasuunnitelma, kartta  |

# 1 JOHDANTO

Suunnitteilla olevan Kajaanin Otanmäen aurinkovoimalan alueelle laadittiin hulevesien hallintasuunnitelma ja -selvitys osana hankkeen suunnittelua. Hankealue sijaitsee Oulujärven eteläpuolella noin 35 km Kajaanista länteen. Suunnitelma pitää sisällään alueen hulevesien hallinnan periaatteet, vesimäärien laskennan kohteelle sekä kohteelle valittavien hulevesirakenteiden alustavan mitoituksen ja menetelmäehdotukset.

Hulevesiselvityksen tarkoituksena on tarkastella suunnitellulla aurinkovoima-alueella muodostuvien hulevesien määrää. Hankkeen vaikutuksia hulevesien määrään tarkastellaan vertailemalla alueen nykytilannetta ennen aurinkovoimalan rakentamista, rakentamisen aikana ja rakentamisen jälkeen. Selvityksessä huomioidaan myös aurinkovoima-alueen läheisyydessä olevat pintavesistöt ja arvioidaan niihin kohdistuvia aurinkovoima-alueen hulevesistä aiheutuvia vaikutuksia. Selvitys on tehty karttatarkasteluna, käyttäen Maanmittauslaitoksen avoimia aineistoja eikä selvityksen laadinnassa ole tehty maastosuunnittelua.

Hulevesisuunnittelun pääperiaatteena on luonnonmukainen hulevesien hallinta, jossa pyritään hyödyntämään olemassa olevia rakenteita, viivyttämään hulevesiä valitsemalla kohteelle sopivimmat ja mahdollisimman huoltovapaat rakenteet, sekä välttämään massiivista hulevesiin liittyvää infrarakentamista. Näin pyritään minimoimaan rakentamisenaikaista hulevesikuormitusta.

Selvityksessä on esitetty alueen nykytila, laskenta alueella muodostuvista vesimääristä ja alueelle valitut hulevesien johtamis- ja käsittelyrakenteet. Suunnitelma pitää sisällään vesienjohtamisen pääreitit suunnitelluille rakenteille, rakenteiden alustavat mitoitukset, sijainnit ja periaatetyyppikuvat. Suunnitelmassa on myös esitetty vesien johtamisreitit alapuoliseen vesistöön.

## 2 KOHDE

### 2.1 Nykytila

Hankealue sijoittuu kiinteistölle 205-417-15-5 ja on kooltaan noin 40 ha. Hankealue sijaitsee entisellä Nurmelansuon turvetuotantoalueella ja alue on voimakkaasti muokattu turvetuotannon käyttöön. Turvetuotanto on lopetettu alueella vuonna 2013. Alueella on havaittavissa turvetuotantoalueille tyypillisiä rakenteita kuten entisiä läjitys- ja auma-alueita, tuotantokenttiä, vedenohjausrakenteita sekä sammutusvesialtaita. Tuotantoaikana käytetyt vesienhallintarakenteet ovat pikkuhiljaa tukkeutuneet, alueen kuivatustasosta johtuen, jolloin itäpuolelle on päässyt muodostumaan laaja noin 15 ha kosteikkoalue.

### 2.2 Lähiympäristö

Hankealuetta ympäröivä maasto ja lähialueet ovat pääasiassa maa- ja metsätalouskäytössä olevia alueita. Hankealueen itäpuolella on edellä mainittu kosteikko ja eteläpuolella Välikorven lintuvesiallas, kooltaan noin 1,5 km<sup>2</sup>. Alueen lähiympäristössä ei ole asuin- tai lomarakennuksia. Lähin suurempi tie Vuottolahdentie kulkee alueen pohjoispuolella, noin yhden kilometrin päässä, jonka varrella sijaitsevat lähimmät asuinrakennukset. Asutus sijoittuu voimakkaammin

pohjoispuolella sijaitsevan Oulunjärven ranta-alueille (lähimmillään noin 1,5 km etäisyydellä) tai Vuolijoen taajamaan (noin 6 km etäisyydellä). Alueen eteläpuolella kulkee voimalinjat Metsäamminkangas-Vuolijoki 110 kV sekä Pyhänselkä-Vuolijoki 400 kV.

## 2.3 Maaperä

Hankealue sijaitsee soisella alueella, joka on toiminut turvetuotantoalueena. Hankealueen maaperä on GTK:n Maalajit 200k aineiston mukaan paksua turvekerrosta, yleensä yli 0,6 m. Maanpeitteen paksuus on GTK:n maanpeitepaksuusaineiston mukaan 1–10 metriä. Hankealueen nykyistä, turvetuotannon jälkeistä turvepaksuutta ei tiedetä tarkasti. Hankealue ei sijaitse happamilla sulfiittimailla tai niiden läheisyydessä, eikä mustaliuskealueella.

## 2.4 Suojelualueet ja muinaisjäännökset

Hankealueella tai sen läheisyydessä ei ole suojelualueita tai muinaisjäännöksiä.

## 2.5 Luontoselvitykset

Alueella on toteutettu luontoselvitys kesällä 2024 Luontoselvitys Metsänen Oy:n toimesta. Luontoselvityksessä kartoitettiin luonnonsuojelulain (64 §) suojeltavien luontotyyppien, metsälain (10 §) erityisen arvokkaiden elinympäristöjen ja vesilain (2 luvun 11§:n mukaisten kohteiden sekä 3 luvun 2 § kohdan 8 kohteiden) luontotyyppien lisäksi alueella esiintyvät uhanalaiset ja silmälläpidettävät luontotyypit. Selvitys sisälsi myös viitasammakon, pesimälinnuston sekä luontodirektiivin IV a) liitteen sudenkorentojen, lepakoiden, liito-oravan ja huomionarvoisten putkilokasvien kartoittamisen.

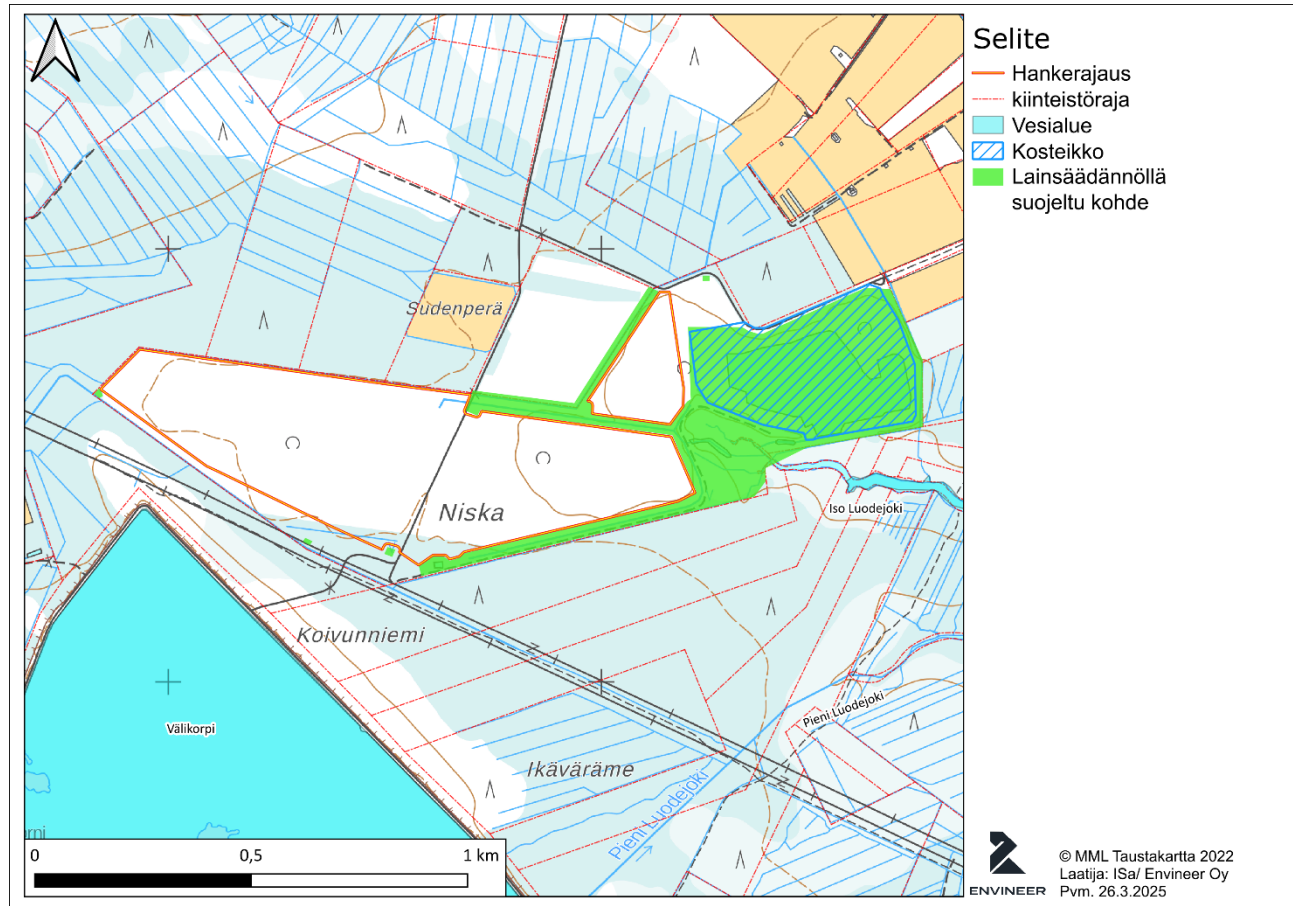
Alueelta ei tavattu luonnonsuojelulain tai vesilain mukaisia kohteita, uhanalaisten luontotyyppien kuvauksia vastaavia luonnontilaisia tai sen kaltaisia ja edustavia luontotyyppejä eikä uhanalaisia tai huomionarvoisia putkilokasveja. Alue on turvetuotannon vuoksi voimakkaasti käsiteltyä ja paikoitellen pintamaa on vielä paljaalla turpeella. Hankealueen kasvillisuus on lähinnä takaisin leviävää suolajistoa ja paikoin varsinkin sarkaojissa läpitunkemattoman tiheää pensaikkoa, jonka valtalajeina ovat rauduskoivu ja kiiltopaju.

Luontokartoituksessa tehdyt lajistohavainnot lajistosta merkittiin maastossa pistemäisenä paikkatietona, jonka perusteella on tehty arvio lajien levinneisyydestä hankealueelle ja rajattu esitys suojeltavista alueista kartalle (**Kuva 1**). Maankäytön suunnittelun kannalta merkittävin laji alueella on viitasammakko. Viitasammakon lisääntymis- ja levähdyspaikkoja koskee hävittämis- ja heikentämiskielto. Näillä alueilla ei tulisi suorittaa elinympäristöä radikaalisti muuttavia toimia kuten rakentamista, ruoppaamista tai vesikasvien niittoa.

Pesimälinnustaselvityksessä alueella havaittiin 26 lintulajia, joiden tulkittiin pesivän tai pitävän reviiriään alueella. Alueella tavattiin uusimmassa uhanalaisuusraportissa vaarantuneeksi (VU) luokiteltuja lajeja kolme (=haapana, naurulokki ja pajusirkku). Erittäin uhanalaisia tai äärimmäisen uhanalaisia lajeja (EN, CR) ei alueella todettu. Varsinaisten uhanalaisuusluokkien lisäksi tavattiin kuusi silmälläpidettävää lajia (NT), joiden kannan väheneminen voi johtaa tulevaisuudessa uhanalaistumiseen. Muut selvitysalueen lajit olivat luokituksestaan elinvoimaisia (LC). Hyvin harvinaisia tai erityisesti suojeltavia lajeja ei selvitysalueella havaittu. Huomionarvoisten lintulajien

reviirit painottuvat kosteikkoalueelle pajusirkkua lukuun ottamatta. Pajusirkun reviirit ovat tasaisesti levittyneet koko hankealueen pensaikkoihin. Kohteen linnustollisesti monipuolisin osa, kosteikkoalue, tulee huomioiduksi yhdessä viitasammakon suojelun kanssa.

Luontodirektiivin IV a) liitteen sudenkorentoja ei kartoituskäynneillä havaittu. Luontokartoituksen mukaan hankealueelta ja sen lähiympäristöstä ei löytynyt lepakoille tai liito-oravalle soveltuvia elinympäristöjä.

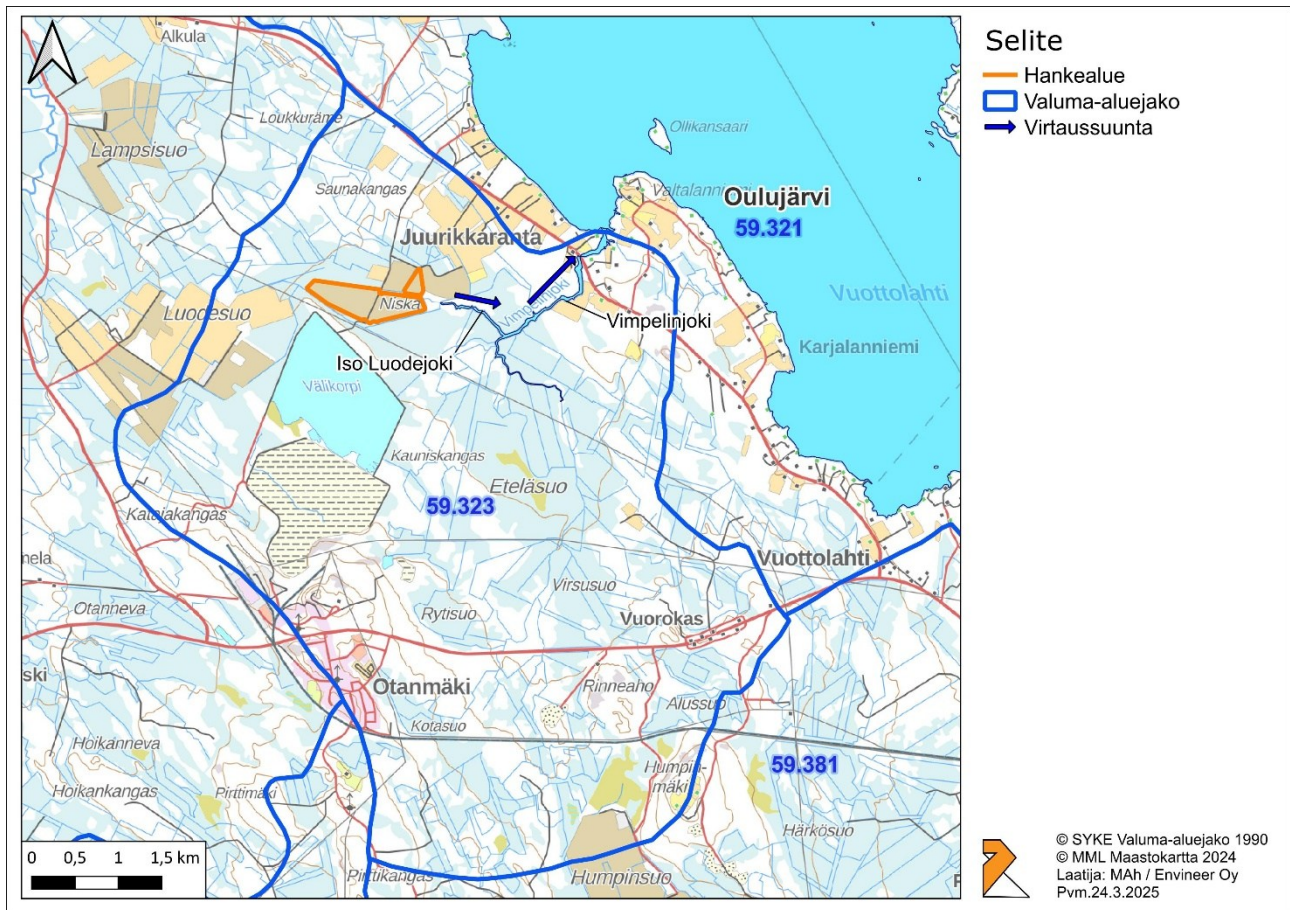


Kuva 1. Hankealue ja luontokartoituksessa rajatut lakisääteiset suojelukohteet, perustuu luontoselvitykseen, Metsänen Oy.

## 2.6 Pinta- ja pohjavedet

### 2.6.1 Valuma-alueet

Hankealue kuuluu Vimpelinjoen valuma-alueeseen (59.323). Vimpelinjoen valuma-alue on 3. jakovaiheen vesistöalue Oulujoki (59) -päävesistössä. Se on jaettu vesistöalueesta: Oulujärvi (59.3) ja Ärjänselkä (59.32) omaksi valuma-alueekseen. Vimpelinjoen valuma-alue purkaa Vimpelinjoesta Oulujärveen. Karttatarkastelun perusteella hankealueen valumavedet purkaantuvat luonnollisesti Iso Luodejokeen, josta ne laskevat Vimpelinjokeen ja sieltä Oulujärveen. (Kuva 2) Oulujärven ekologinen ja fysikaaliskemiallisten muuttujien tila on hyvä. Oulujärvi on säännöstelty, ja sen vedenkorkeutta säädellään Jylhämän voimalaitoksen padolla. Säännöstelyväli Oulujärvessä on 2,7 m.



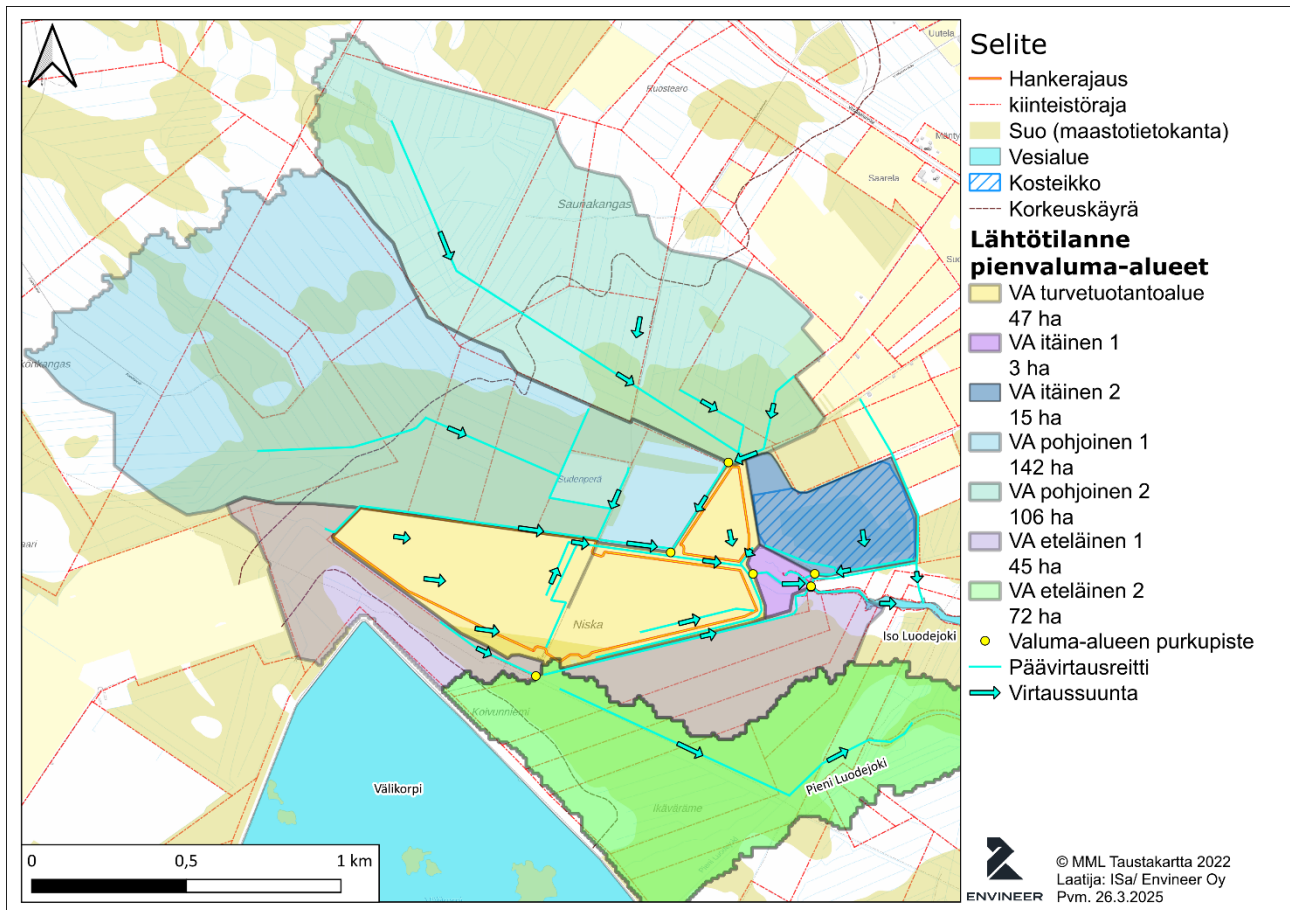
Kuva 2. Kolmannen jakovaiheen valuma-aluejako ja alueen luontainen purkureitti Oulujärveen.

Hankealueen aikaisemman maankäytön turvetuotannon aikana turvetuotantoalue on erotettu ympäröivästä suoalueesta reunaojilla, jolloin nykyisellä hankealueella muodostuvat valumavedet ovat lähtökohtaisesti erillään lähiympäristön vesistä. Hankealueen itäpuolella on turvetuotannon aikainen vedenpuhdistusrakenteena toiminut allas, jonka läpi hankealueen vedet kulkevat Iso Luodejokeen. Hankealueelta lähtevä Iso Luodejokeen laskeva oja on reunoiltaan pusikoitunut. **Kuvassa 3** on nähtävillä luontoselvityksessä kartoitettu ojan kunto.



*Kuva 3. Hankealueelta Iso Luodejokeen laskeva oja (Luontoselvitys 2024, Metsänen Oy)*

Yksityiskohtaisemmassa tarkastelussa hankealueen ja sen lähialueiden vedenvirtausta on tarkennettu jakamalla viidennen jakovaiheen valuma-aluejaon valuma-alueet pienemmiksi osavaluma-alueiksi. Nämä valuma-alueet on nimetty maantieteellisen sijaintinsa mukaan suhteessa hankealueeseen. Hankealueen ulkopuoliset valumavedet katsotaan lähemmän karttatarkastelun perusteella kulkeutuvan **kuvan 4** mukaisesti.



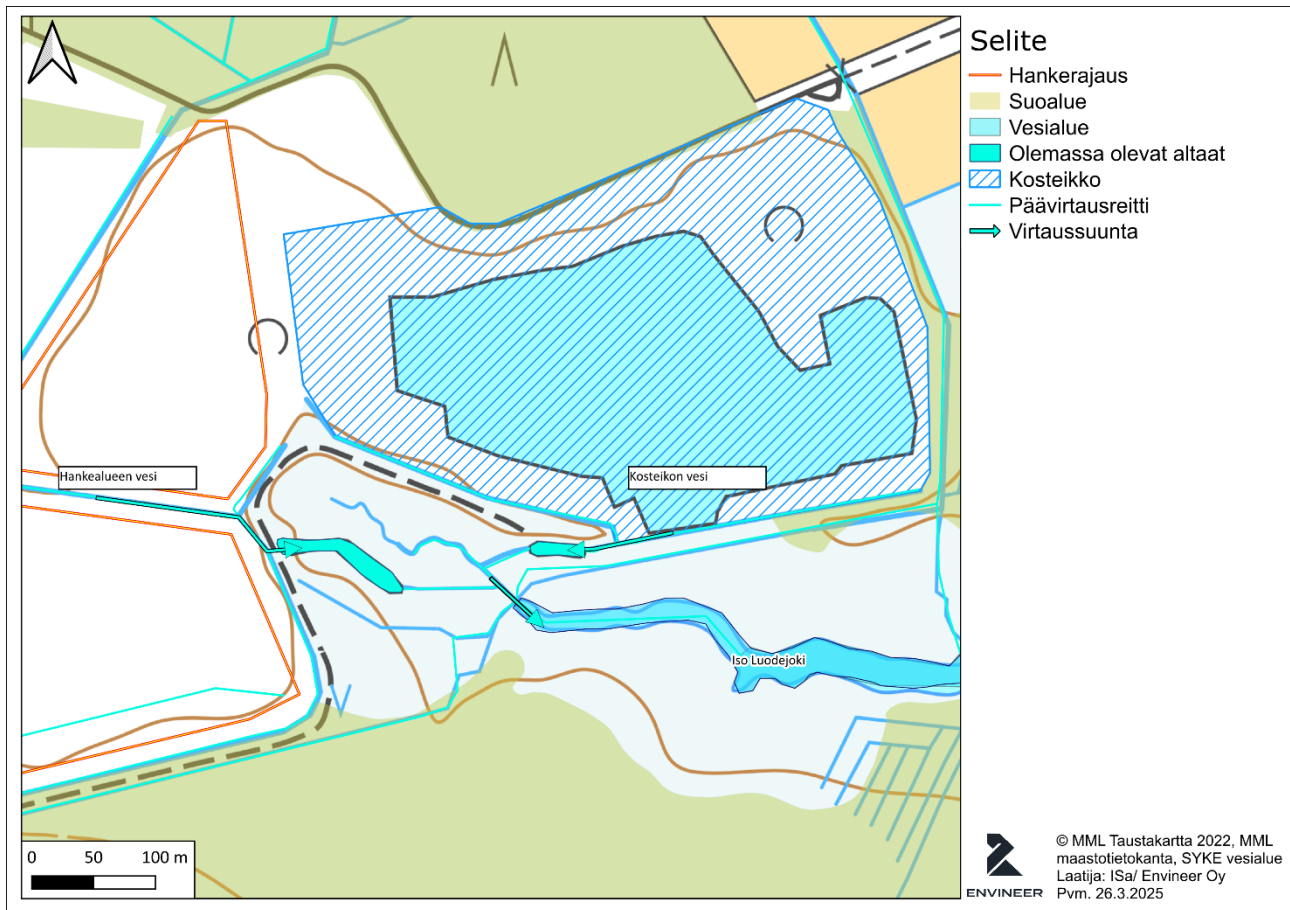
**Kuva 4.** Alue jaettuna osavaluma-alueisiin, nykytilanne.

Itäpuolelle luontaisesti muodostuneen kosteikkoalueen sekä sen muotoja mukailevan itäisen valuma-alueen 2 vedet laskevat olemassa olevaa laskuojaa pitkin jo kaivetun laskeutusaltaan kautta Iso Luodejokeen. Hankealueen itäpuolella sijaitsevan altaan sekä Iso Luodejoen ja turvetuotantoalueen väliin muodostuvan valuma-alueen itäinen 1 vedet purkautuvat Iso Luodejokeen. Eteläpuolella sijaitsevien valuma-alueiden 1 ja 2 vedet kulkevat eristysojia pitkin hankealueen reunoilla myös kohti Iso Luodejokea ja kaakossa kohti Pieni Luodejokea. (**Kuva 4**)

Hankealueelta ja kosteikolta tulevien vesien reitti on nähtävillä tarkemmin **kuvassa 5**, jossa nähdään myös alueella jo olevien altaiden sijainti. Turvetuotannon aikaisia vanhoja altaita ei voida käyttää alueen vesienkäsittelyssä, sillä sinne on muodostunut luontokartoituksen perusteella viitasammakkopopulaatio.

Karttatarkastelussa pohjoisosa on jaettu useaan osaan, sillä ylempien osien katsotaan purkautuvan osin kosteikolle sekä hankealueen ohi, että hankealueelle ja mahdollisesti pohjoisen suuntaan. Pohjoispuolelle jäävien valuma-alueen 1 valumavedet kulkevat sekä eristysojia tai metsätalouden tarpeisiin kaivettuja sarkaojia pitkin hankealueen reunoilla sekä osin hankealueen pohjoisosan läpi kohti Iso Luodejokea. Pohjoisen valuma-alueen 2 eli pohjoisosan ylempien vesien tulkitaan purkautuvan osin samaa reittiä, mutta lisäksi kulkevan mahdollisesti myös itäpuolella sijaitsevan kosteikon läpi Iso Luodejokeen.

Nykytilan virtausreitit nähtävillä myös **liitteessä 1**.



Kuva 5. Hankealueen itäpuolen jo olemassa olevat turvetuotannon aikaiset allasrakenteet.

## 2.6.2 Vesiensuojelu ja pohjavesialueet

Hankealueella ei sijaitse Metsälain 10§ erityisen tärkeitä elinympäristöjä kuten lähteitä.

Lähin pohjavesialue on Vuottolahden pohjavesialue hankealueesta n. 3 km itään. Vuottolahden pohjavesialue kuuluu 5. jakovaiheen vesistöaluejaossa eri valuma-alueeseen ja sen pintavalumavedet virtaavat pääasiassa suoraan Vuottolahteen. Hankealueen hulevesillä ei ole vaikutuksia Vuottolahden pohjavesialueen vesiin.

## 2.7 Lähtöaineistot

Lähtöaineistona käytettiin avoimia paikkatietoaineistoja sekä asiakkaan toimittamia alueella tehtyjä aikaisempia selvityksiä.

- GTK, Happamat sulfaattimaat 2022
- GTK, Maapeitepaksuus 1: 1 000 000, 2018
- GTK, Maaperä 1:200 000, 2015
- Luontoselvitys Metsänen Oy, Luontoselvitys ja havainnot 2024
- MML, Maastokartta 2024
- MML, Maastotietokanta (suo) 2022
- MML, Ortokuva 2024
- MML, Rinnevalovarjoste, korkeusmalli 2022

- Suomen Metsäkeskus, Eriytyisen tärkeät elinympäristöt 2024
- Suomen Metsäkeskus, Virtausverkko 6/2020
- SYKE, Luonnonsuojelu- ja erämaa-alueet 2018
- SYKE, Muinaisjäännökset, 2024
- SYKE, Pohjavesialueet 2024
- SYKE, Ranta10 Järvet, joet 2022
- SYKE, Valuma-aluejako 1990
- SYKE, Valuma-aluejako 2023

### 3 HULEVESISELVITYS JA -LASKENTA

Hulevesien viivyttäminen hankealueella on tarpeellista, sillä sekä rakentamisen aikana- että valmiin aurinkovoimalan hulevesimäärä tulee lisääntymään nykyisestä. Hulevesien viivyttämisellä varmistetaan se, että alapuoliseen uomaverkostoon ei kohdistu merkittävää lisäkuormitusta tai lisääntyviä eroosiohaittoja. Rakentamisen aikainen kiintoaineen hallinta on merkittävässä osassa hulevesien laadullisessa hallinnassa, sillä valtaosa alueen kiintoainekuormituksesta syntyy rakentamisen yhteydessä.

Hankealueen ominaispiirteitä ja tarkempaa valuma-aluejakoa tulkittiin karttatarkasteluna avoimien paikkatietoaineistojen avulla. Tarkastelussa käytettiin useita edellisessä kappaleessa listattuja aineistoja: rinnevalovarjoste ja korkeusmalli, valuma-aluejako, pintavesien reittejä kuvaavat aineistot, virtausverkko sekä ortokuva.

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, viivytetään ja johdetaan suunnitellusti voimala-alueen ulkopuolelle kaikissa tilanteissa. Suunnitteluperiaatteena on se, että hulevedet viivytetään ensisijaisesti paneelilohkoittain, jotka muodostuvat alueen suunniteltujen teiden sisäpuolisille alueille. Hankealueen ulkopuoliset vedet ohjataan voimala-alueen ohi.

Hulevesitarkastelut tehtiin jokaiselle paneelilohkolle erikseen määrittämällä kunkin paneelilohkon mitoitusvirtaamat ja viivytyskapasiteettitarve. Viivytysrakenteen mitoittaminen perustuu rakentamista edeltäneen ja rakentamisen jälkeisen mitoitusvirtaaman vertailuun. Mitoitusvirtaamalla tarkoitetaan vesirakenteiden mitoitusta siten, että rakenteen avulla mahdollistetaan riittävä ja tasainen veden virtaus. Mitoitusvirtaaman perusteella määritetään kuhunkin purkupisteeseen tarvittava viivästystilavuus. Kun rakentamista edeltäneen tilanteen mitoitusvirtaama vähennetään rakentamisen jälkeisen tilanteen mitoitusvirtaamasta, saadaan virtaamien erotus. Viivytysrakenteen tilavuus eli mitoitusvesimäärä ( $m^3$ ) saadaan kertomalla viivytettävä virtaama mitoitusasteen kestolla, joka on määritetty mitoitusvirtaamaa laskettaessa. (Suomen Kuntaliitto 2012, 182–183.)

## 3.1 Mitoitusperusteet

### 3.1.1 Mitoitusvirtaama

Aurinkovoimalan vedenhallintarakenteiden mitoitukset on tehty rankkasademitoituksen perusteella (Väylävirasto 2023, 26–31). Laskennassa on käytetty tasausaltaan laskentamallia, koska tavoitteena on tasoittaa ääreviä virtaamia ja viivyttää hulevettä (Väylävirasto 2023, 21). Näin vähennetään aurinkovoimalan alapuoliselle purkureitille aiheutuvaa kuormitusta ja eroosioriskiä. (Suomen Kuntaliitto 2012, 173).

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

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

Q on virtaama [l/s],  $\Psi$  valumakerroin, F valuma-alueen pinta-ala [ha] ja i mitoitusateen keskimääräinen intensiteetti [l/s·ha]. Mitoitusvirtaaman määrittämisessä on huomioitu ilmastomuutoksen vaikutus sateen rankkuuteen tulevaisuudessa (+ 20 % sateen rankkuuteen). Tärkeimmät valumavesien hallintarakenteiden mitoitusvirtaamaan vaikuttavat tekijät ovat valuma-alueen pinta-ala, sen pintojen ominaisuudet ja laskentaperusteena käytettävä mitoitus tapahtuma. (Väylävirasto 2023, 26).

### 3.1.2 Valumakerroin

Aurinkovoimaloiden hulevesivaikutuksia maapohjaan ja sen hulevesiin on tutkittu hyvin vähän. Tämän takia rakennetun aurinkovoimalan (paneelisto ja maastotyyppi yhdessä) valumakerrointa ei löydy suoraan kirjallisuudesta. Valumakertoimella kuvataan sitä, kuinka suuri osuus alueelle satavasta vedestä päätyy pintavalunnaksi. Arvo vaihtelee välillä 0–1. Ensisijaisesti 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).

Valuma-alueiden pinta-alat määritettiin karttatarkasteluna aikaisemmin kuvattujen aineistojen perusteella purkupisteiden mukaan. Virtaaman tarkastelun mahdollistamiseksi osavaluma-alueet jaettiin eri pinnanmuotoja kuvaaviin maastotyyppisiin niiden erilaisen veden pintavalunta- ja absorptio-ominaisuuksien perusteella. Lumen sulamisen aiheuttamaa kevytliivalumaa ei valittu mitoitus tapahtumaksi, koska paneelilohkoalueiden koko oli karttatulkinnan perusteella alle 100 hehtaaria. Mitoitus tapahtumaksi valittiin näin ollen rankkasade. (Väylävirasto 2023, 25–26).

Arvojen valinnassa sovellettiin Väyläviraston antamia ohjeellisia valumakertoimia (Väylävirasto 2023, 27) joita muokattiin kuvaamaan mahdollisimman hyvin paneelialueella vallitsevaa tilannetta ennen rakentamista, rakentamisen aikana sekä rakentamisen jälkeen. **(Taulukko 1)** Tässä työssä valmiin aurinkovoimalan valumakerroin on määritetty asiantuntija-arviona, siten että valumakerroin on valittu konservatiivisesti vettä läpäisemättömän aurinkopaneelin valumakertoimen ja taulukosta löytyvän maastotyyppin pinnan valuntakertoimen väliltä.

Laskennassa käytettiin alueen valumakertoimenä turvetuotannon kerrointa, sillä hankealueen katsottiin olevan kauttaaltaan samaa tyyppiä.

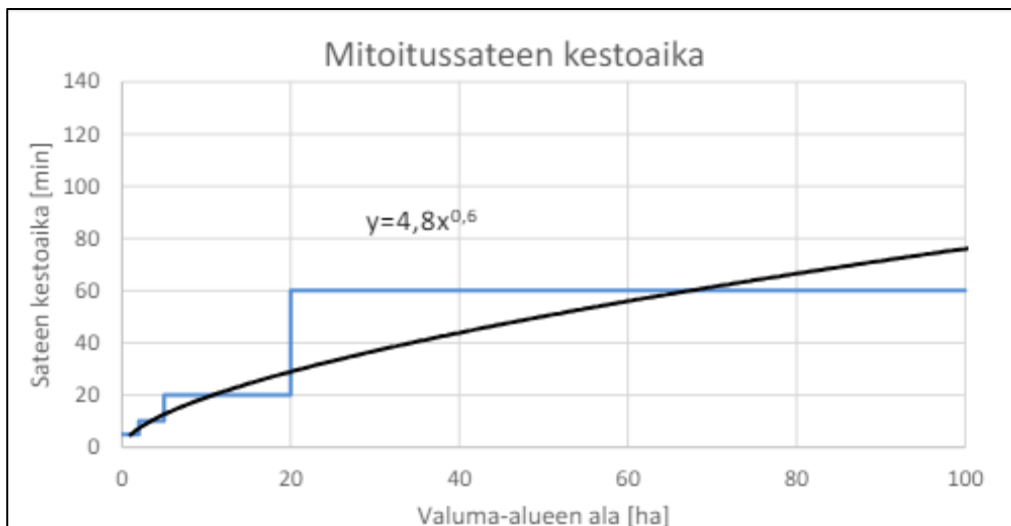
Rakenteiden mitoituksessa on varauduttu epäedullisiin tilanteisiin, jolloin maa on valmiiksi mahdollisimman märkä. Rankkasateen aiheuttaman mitoitusvirtaaman laskentakaavassa ei ole huomioitu maastonmuotojen kuten kaltevuuden, ojien tai painanteiden aiheuttamaa muutosta virtaamaan, mikä on kuitenkin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

*Taulukko 1. Valumakertoimet tyyppin mukaan ennen rakentamista, rakentamisen aikana ja arviolta 2 vuotta rakentamisen jälkeen*

| Tyyppi                                                 | Pinnan laatu                              | Valumakerroin<br>ennen<br>rakentamista | Valumakerroin<br>rakentamisen<br>aikainen | Valumakerroin<br>rakentamisen<br>jälkeen |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|
| tie                                                    | sora                                      | 0,3                                    | 0,3                                       | 0,3                                      |
| varastoalue                                            | sora                                      | -                                      | 0,3                                       | 0,3                                      |
| rakenne (perustus, muuntaja, sammutusjärjestelmä yms.) | rakennusmateriaali                        | -                                      | 1,0                                       | 1,0                                      |
| pelto                                                  | peltokasvillisuus                         | 0,1                                    | 0,13                                      | 0,12                                     |
| turvetuotanto                                          | turve                                     | 0,05                                   | 0,07                                      | 0,06                                     |
| suo                                                    | turve, pintakasvillisuus                  | 0,08                                   | 0,10                                      | 0,09                                     |
| kumpuileva metsämaasto                                 | kalteva metsäinen kivennäismaa tai kallio | 0,15                                   | 0,2                                       | 0,17                                     |
| tasainen metsämaasto                                   | metsäinen kivennäismaa                    | 0,10                                   | 0,13                                      | 0,12                                     |

### 3.1.3 Mitoitussateen voimakkuus ja kesto

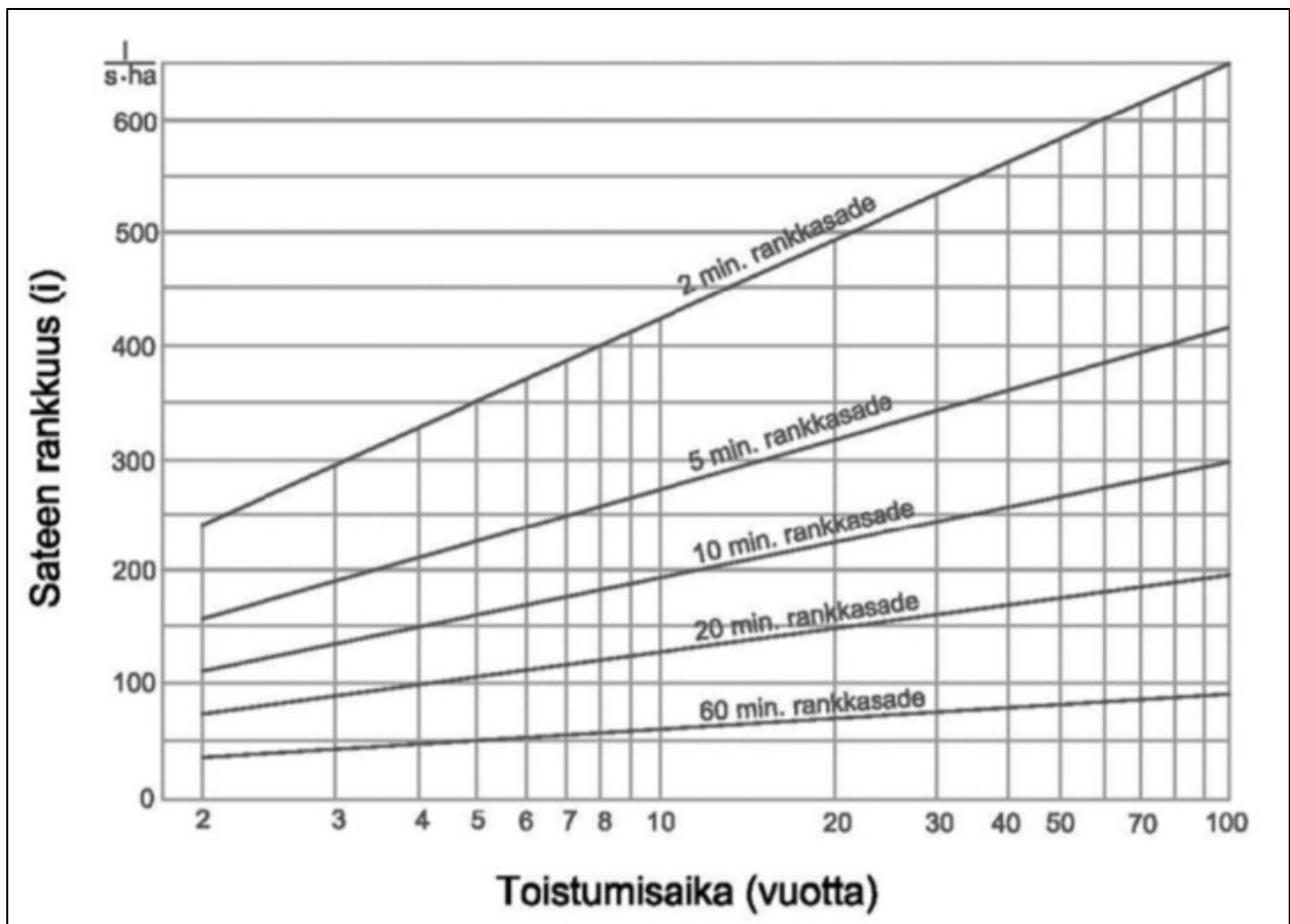
Mitoitussateen voimakkuuden selvittämiseksi määriteltiin mitoitussateen kesto aika ja mitoitusvirtaaman toistumisaika. Mitoitussateen kesto aika on määritetty valuma-alueen koon perusteella. Alla olevassa **kuvassa 6** on esitetty ohjeelliset mitoitussateiden kestoajat valuma-alueen koon mukaan (Väylävirasto 2023, 29).



Kuva 6. Mitoitussateen kesto aika 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. Tarkoituksena on, että vesienhallintarakenteet toimivat tavanomaisessa ja vähentävät harvoin tapahtuvan sateen tulvariskiä. Toistuvuudeksi valittiin asiantuntija-arviona 10 vuotta.

Mitoitussateen kestoajan ja mitoitusvirtaaman toistumisajan avulla määritettiin mitoitusasteen rankkuus eli intensiteetti (i) alla olevasta nomogrammista (**Kuva 7**).



Kuva 7. Mitoitussateen voimakkuus Suomessa (Väylävirasto 2023, 28)

## 4 HULEVESIEN HALLINTAMENETELMÄT

### 4.1 Menetelmät ja mitoitusperusteet

Yleisimpiä menetelmiä luonnonmukaiselle hulevesien viivyttämiseksi ovat viivytysojat, tasausaltaat sekä viivytystilavuudella varustetut kosteikot.

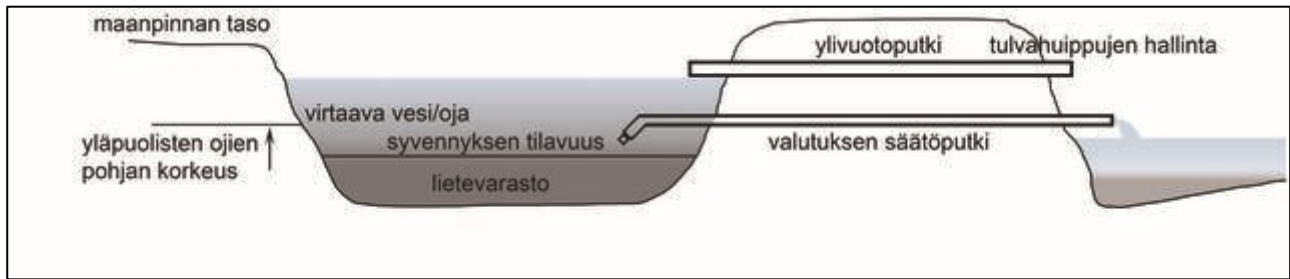
Hankealueella viivytystilavuus voidaan jakaa usean eri rakenteen kesken esimerkiksi siten, että osa viivytystilavuudesta on (putki)padoilla varustetuissa kaksitasouomissa (eli ns. ojaviivytytys) ja osa tilavuudesta voi sijaita alueen purkupisteen läheisyyteen rakennetuissa viivytyksalissa.

### 4.2 Hulevesien määrällinen hallinta, menetelmät

#### 4.2.1 Putkipato

Viivytyksen menetelmästä riippumatta viivytystilavuuden luominen viivytysrakenteeseen toteutetaan yleisimmin putkipatorakenteella. Putkipatorakenteessa uomaan tai allasrakenteeseen toteutetaan maapenger, jonka läpi rakennetaan säätöputki ja ylivuotoputki. Menetelmää on pitkään käytetty metsätalouden vesiensuojelussa. Se perustuu oikein mitoitetuihin putkiin, joista alempi säätöputki ”kuristaa” alueelta poistuvaa virtaamaa padottamalla vettä yläpuoliseen ojastoon. Ylempi

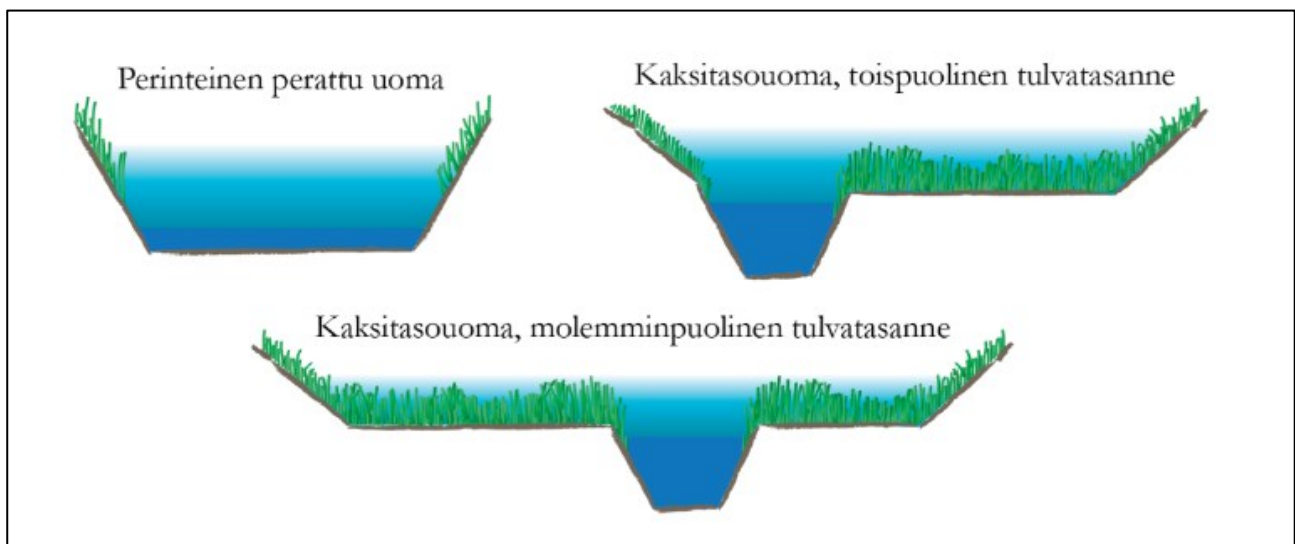
tulvaputki päästää virtaamahuiput läpi (**Kuva 8**). Ylempi putki voidaan tarvittaessa korvata myös pohjakynnyksellä, jonka yli vesi pääsee vapaasti juoksemaan sen saavutettua tulvakorkeuden.



Kuva 8. Putkipadon (ojaviivytys) toimintaperiaate (Metsänhoidon suositukset viitattu 25.3.2025)

#### 4.2.2 Ojaviivytys (Kaksitasouoma)

Kaksitasouoma koostuu syvemmästä uomasta (alivesiuomasta) sekä sitä molemmin puolin tai toiselta puolelta reunustavasta tulvatasanteesta (**Kuva 9**). Alivesiuoma säilyy vesipeittoisena läpi vuoden. Tulvatilanteessa vesi nousee hallitusti tulvatasanteille. Kaksitasouoma tasaa virtaamaa, hillitsee tulvia ja parantaa veden laatua. Tulvahuippujen aikana vesi nousee tasanteelle, jolloin veden liike hidastuu, mikä mahdollistaa ravinteiden ja kiintoaineen pidättymisen tasanteelle. (Metsänhoidon suositukset). Ojaviivytyksessä kaksitasouoman yhteyteen rakennetaan kohdassa 4.1.1 esitetty pohjapato, jolloin putkipato varastoi vettä ojastoon nostamalla vesipinnan tulvatasanteen yli halutulle korkeudelle.

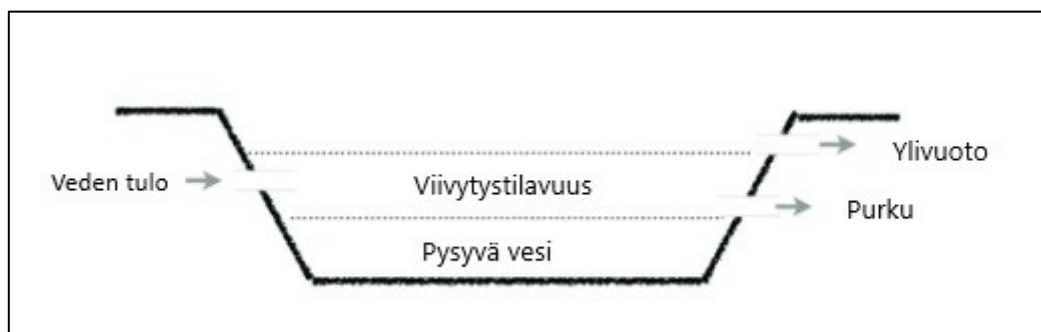


Kuva 9. Kaksitasouomaratkaisussa pääuomaan kaivetaan tulvatasanne noin keskivirtaamaa vastaavalle vedenkorkeudelle, kun taas perinteisessä ylläpitoperkauksessa pääuoma kaivetaan pohjaltaan leveäksi ja usein kaltevuudeltaan tasaiseksi (Metsänhoidon suositukset viitattu 25.3.2025)

### 4.2.3 Tasausallas

Tasausaltaan toiminta perustuu sen kykyyn varastoida mitoitusasteen vesimäärä ja purkaa se alapuoliseen uomaverkostoon tai vesistöön sopivana aikajaksona esimerkiksi 1–2 vrk. Tämä saavutetaan yleensä kuristamalla purkupään virtausta mitoituksen mukaiseksi. Tasausaltaat ovat yleensä jatkuvasti vesipintaisia ja niiden varastotilavuutta hallitaan erilaisilla putkitusjärjestelmillä. Toimintaperiaatetta on kuvattu **kuvassa 10**.

Tasausaltaan mitoittamiseen vaikuttaa veden purkuvauhti altaasta. Sopiva purkuvauhti voidaan arvioida viivytysrakenteiden kestokyvyn perusteella ja purkureitille ei voida ohjata suurempaa virtaamaa, kuin rakentamista edeltäneen tilanteen virtaama. Altaan viivytystilavuuden on myös tyhjennyttävä tarpeeksi nopeasti, jotta allas olisi valmis ottamaan vastaan seuraavan mahdollisen sadetapahtuman. (Suomen Kuntaliitto 2012, 182–183.)



Kuva 10. Tasaussaltaan toimintaperiaate.

## 4.3 Hulevesien laadullinen hallinta, kohteeseen soveltuvat menetelmät

Hulevesien laadulliselle hallinnalle on hankkeissa usein suurin tarve rakentamisen aikana. Oikein suunniteltuna hulevesien viivytysrakenteet laskeuttavat suuren osan rakentamisen aikaisesta kiintoainekuormituksesta. Kiintoainekuormituksen lisäksi voidaan käyttää erityyppisiä rakenteita tehostamaan kiintoaineen laskeutumista tai estämään kiintoaineen huuhtoutumista.

### 4.3.1 Suotopadot

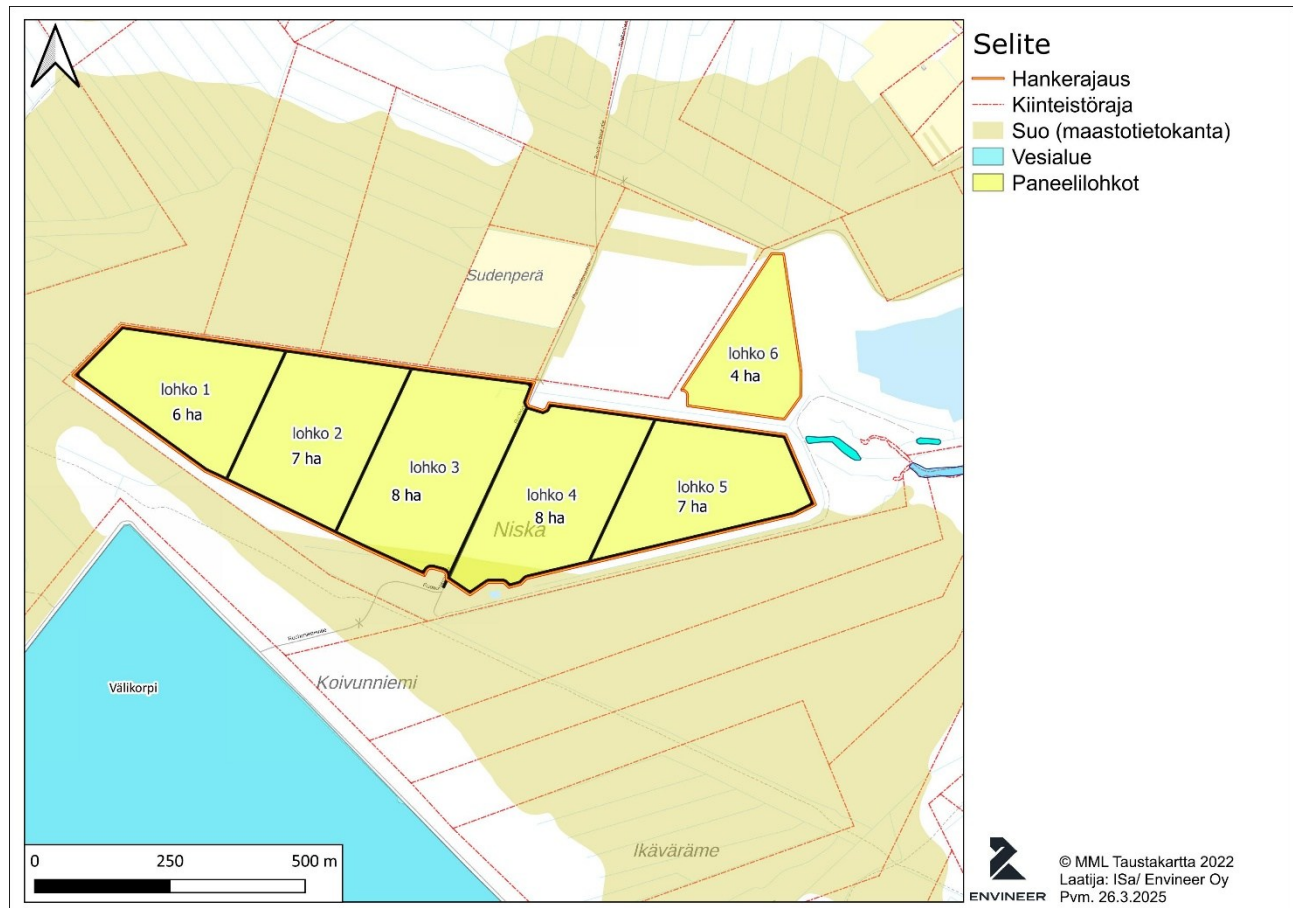
Suotopadolla tarkoitetaan ojaan tai altaan purkupäähän rakennettua karkeasta murskeesta tai vastaavasta melko hyvin vettä läpäisevästä materiaalista rakennettua pengertä, joka hidastaa veden virtausta sekä suodattaa vedestä karkeampaa kiintoainesta.

### 4.3.2 Eroosiosuojaukset

Mikäli alueella tunnistetaan kohteita, joissa rakentaminen voi aiheuttaa merkittävää eroosiota ja kiintoaineen huuhtoutumista, voidaan alueella tehdä tarvittavia eroosiosuojauksia kuten kiviverhouksia tai geotekstiilejä.

## 5 KOHTEEN HULEVESISELVITYS JA -HALLINTA

Alueen hulevedet viivytetään ensisijaisesti paneelilohkoittain, jotka muodostuvat alueen suunniteltujen teiden sisäpuolisille alueille (Kuva 11). Kappaleen 5.2. taulukosta voidaan havaita, että mitoitusvirtaama on suurin rakentamisen aikana, mikä johtuu siitä, että alueelle ei ole ehtinyt rakentamisen jälkeen muodostua vettä haihduttavaa ja sitovaa kasvillisuutta. Ratkaisuna hulevesien hallintaan hankealueella ehdotetaan joko tasausaltaita tai ojaviivytystä.



Kuva 11. Hankealueen paneelilohkot ja niiden pinta-alat

### 5.1 Hulevesien määrä nykytilassa

Taulukko 2. Nykytila

| Lohko | Mitoituksessa käytettävä<br>mitoitusvirtaama l/s | Mitoituksessa käytettävä<br>mitoitusvirtaama m <sup>3</sup> /h |
|-------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1     | 47                                               | 169                                                            |
| 2     | 51                                               | 184                                                            |
| 3     | 63                                               | 227                                                            |
| 4     | 58                                               | 209                                                            |
| 5     | 50                                               | 180                                                            |
| 6     | 48                                               | 173                                                            |

## 5.2 Hulevesien määrä rakentamisen aikana

Taulukko 3. Rakentamisen aikana

| Lohko | Mitoituksessa käytettävä<br>mitoitusvirtaama l/s | Mitoituksessa käytettävä<br>mitoitusvirtaama m <sup>3</sup> /h |
|-------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1     | 61                                               | 220                                                            |
| 2     | 66                                               | 238                                                            |
| 3     | 82                                               | 295                                                            |
| 4     | 75                                               | 270                                                            |
| 5     | 65                                               | 234                                                            |
| 6     | 62                                               | 223                                                            |

## 5.3 Hulevesien määrä rakentamisen jälkeen

Taulukko 4. Rakentamisen jälkeen

| Lohko | Mitoituksessa käytettävä<br>mitoitusvirtaama l/s | Mitoituksessa käytettävä<br>mitoitusvirtaama m <sup>3</sup> /h |
|-------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1     | 54                                               | 194                                                            |
| 2     | 59                                               | 212                                                            |
| 3     | 72                                               | 259                                                            |
| 4     | 66                                               | 238                                                            |
| 5     | 58                                               | 209                                                            |
| 6     | 55                                               | 198                                                            |

## 5.4 Kohteelle valitut menetelmät ja mitoitus

Tarvittava mitoitusvesimäärä hankealueen eri lohkoille määritettiin laskemalla mitoitusvirtaamien erotus, joka saatiin mitoitusvirtaaman ja mitoitusasteen keston perusteella. **Taulukossa 5** on esitetty eri lohkojen mitoitusvesimäärä pyöristettynä.

Taulukko 5. Hankealueen paneelilohkojen tarvittava mitoitusvesimäärä

| Lohko | Mitoitusvesimäärä m <sup>3</sup> |
|-------|----------------------------------|
| 1     | 20                               |
| 2     | 20                               |
| 3     | 30                               |
| 4     | 30                               |
| 5     | 20                               |
| 6     | 10                               |

Altaiden mahdolliset tilavaraukset on esitetty alla olevassa **taulukossa 6**. Tilavarauksissa on huomiotu altaan huoltoura (4 m toiselle puolelle) sekä mitoitusvyvyys, joka on 1,5 m. Mitoitusvyvyys ei sisällä rakennusvaiheessa muodostuvaa altaan pohjaa. Mahdollinen ojaviivytys ja sen tilantarve ja laajuus tulee suunnitella tarkemmin rakennussuunnitteluvaiheessa.

Taulukko 6. Altainen tilavaraukset

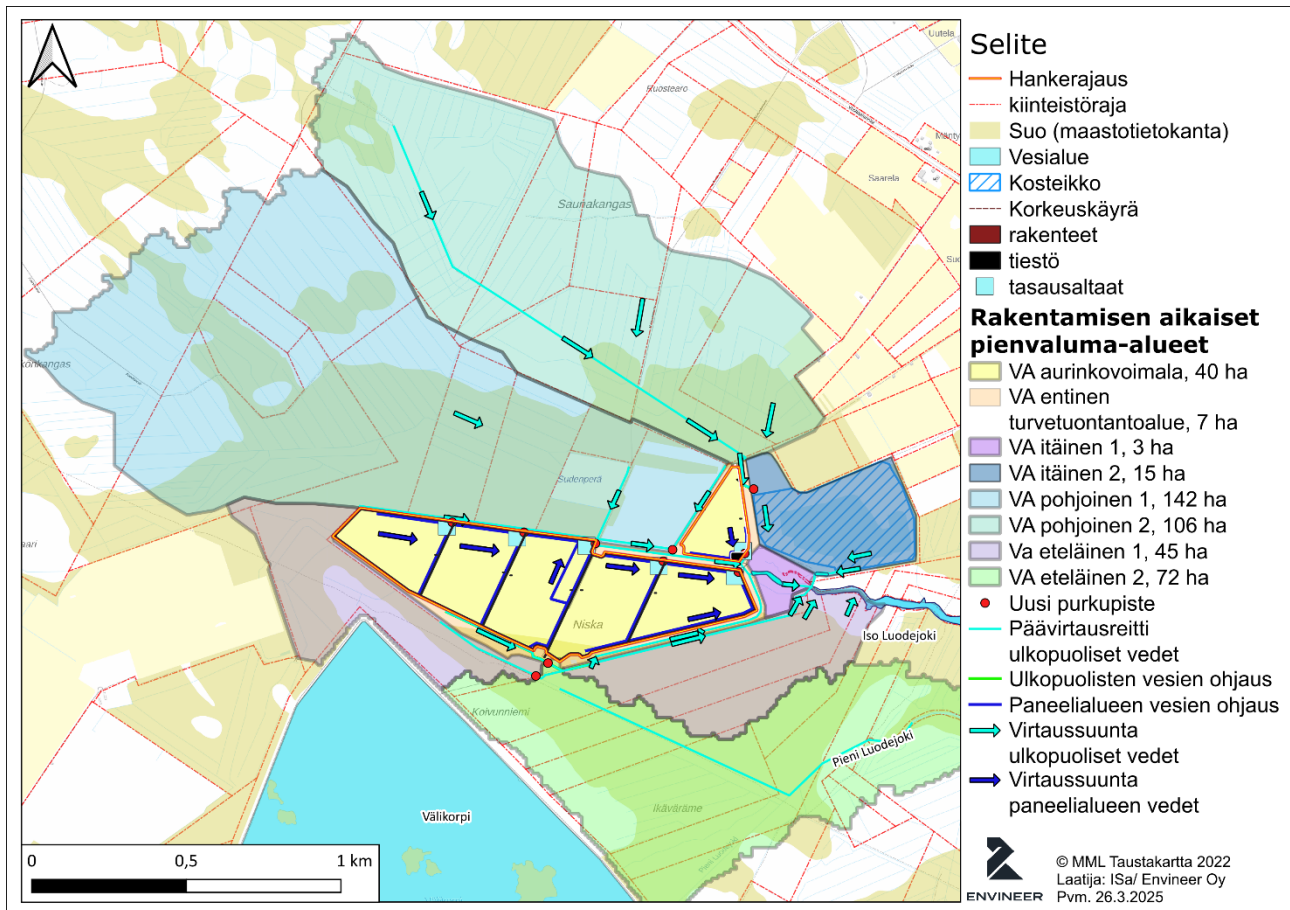
| Lohko | Tilavaraus tasausaltaalle m <sup>2</sup> |
|-------|------------------------------------------|
| 1     | 90                                       |
| 2     | 90                                       |
| 3     | 117                                      |
| 4     | 117                                      |
| 5     | 90                                       |
| 6     | 63                                       |

## 5.5 Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta

Ennen aurinkovoimakentän rakennustöiden aloittamista on varmistettava hulevesien hallinta rakennusvaiheen aikana. Tavoitteena on vähentää rakennusvaiheen aikaista kuormitusta alapuoliseen vesistöön.

Rakentamisen aikaisessa hulevesien hallinnassa keskeistä on kiintoaineiden laskeuttaminen. Tämän varmistamiseksi hankealueella rakennetaan ensin suunnitellut vesienhallintarakenteet, jonka jälkeen rakennetaan alueelle tuleva ojastot. Näin varmistetaan, että hulevesien määrä ja laatu pysyvät hallinnassa eivätkä kuormita lähellä sijaitsevia vesistöjä. Rakentamisen aikana kiintoaineiden hallintaa voidaan tarvittaessa tehostaa tilapäisillä suotopadoilla tai eroosiosuojauksilla (kappale 4.3).

Tässä hulevesiselvityksessä esitetään, että luontaiselle muodostuneelle kosteikolle ohjataan pohjoisosan ulkopuolisen valuma-alueen vedet (**Kuva 12**, valuma-alue pohjoinen 1).



Kuva 12. Rakentamisen aikaiset osavaluma-alueet ja niiden vesireitit.

Karttatarkastelun perusteella arvioidaan, että kosteikolle ei juuri tule ulkopuolisia vesiä, ja kääntämällä kyseisen valuma-alueen vedet pois hankealueelta parannetaan hankealueen vesienhallintaa sekä parannetaan kosteikon vesitilannetta. Samalla kosteikkokäsittelyyn ohjatun valuma-alueen vedenlaatu paranee kosteikolle ohjaamisen myötä.

Tarkempi kuva **liitteessä 2** ja hankealueen lopullinen tilanne on kuvattu **liitteessä 3**.

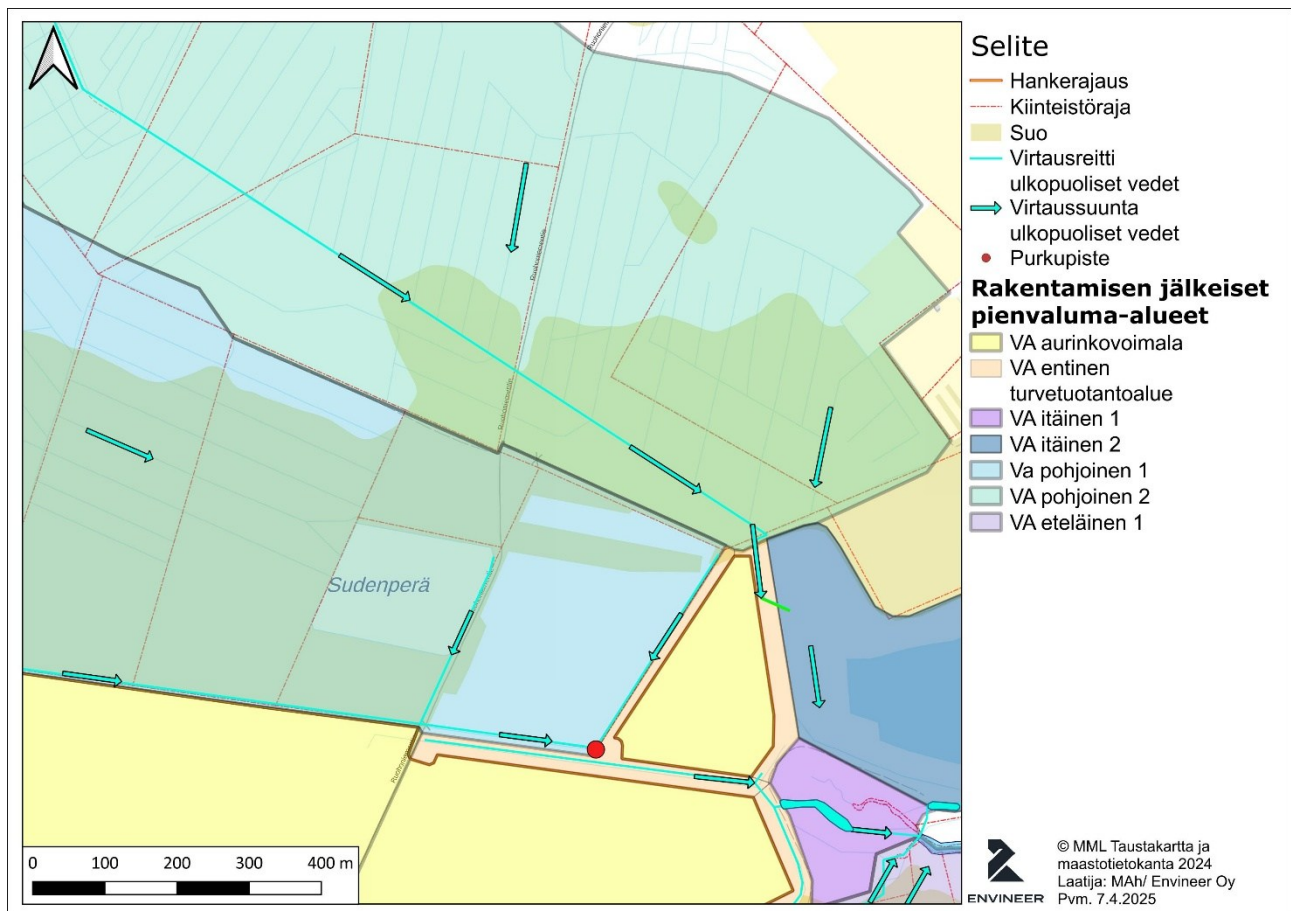
## 5.6 Vaikutukset pinta- ja pohjavesiin

Oikein suunnitellulla ja toteutetulla vesienhallinnalla rakentamisen aikaiset vesistövaikutukset ovat vähäiset. Rakennettavat hulevesirakenteet kuten tasausaltaat ja viivytysosat hidastavat veden virtausta, jolloin kiintoaines ehtii laskeutua altainen tai ojien pohjalle, vähentäen sameutta ja vesistöjen rehevöitymistä. Riittävällä hulevesien säätelyllä ehkäistään myös nopeita virtaamapiikkejä ja eroosiota alapuolisessa vesistössä. Hankealue ei sijaitse luokitellulla pohjavesialueella, joten sen ei arvioida vaikuttavan pohjaveteen.

## 5.7 Vaikutukset ympäröivään luontoon

### 5.7.1 Lainsäädännöllä suojeltu alue -pohjoisosa

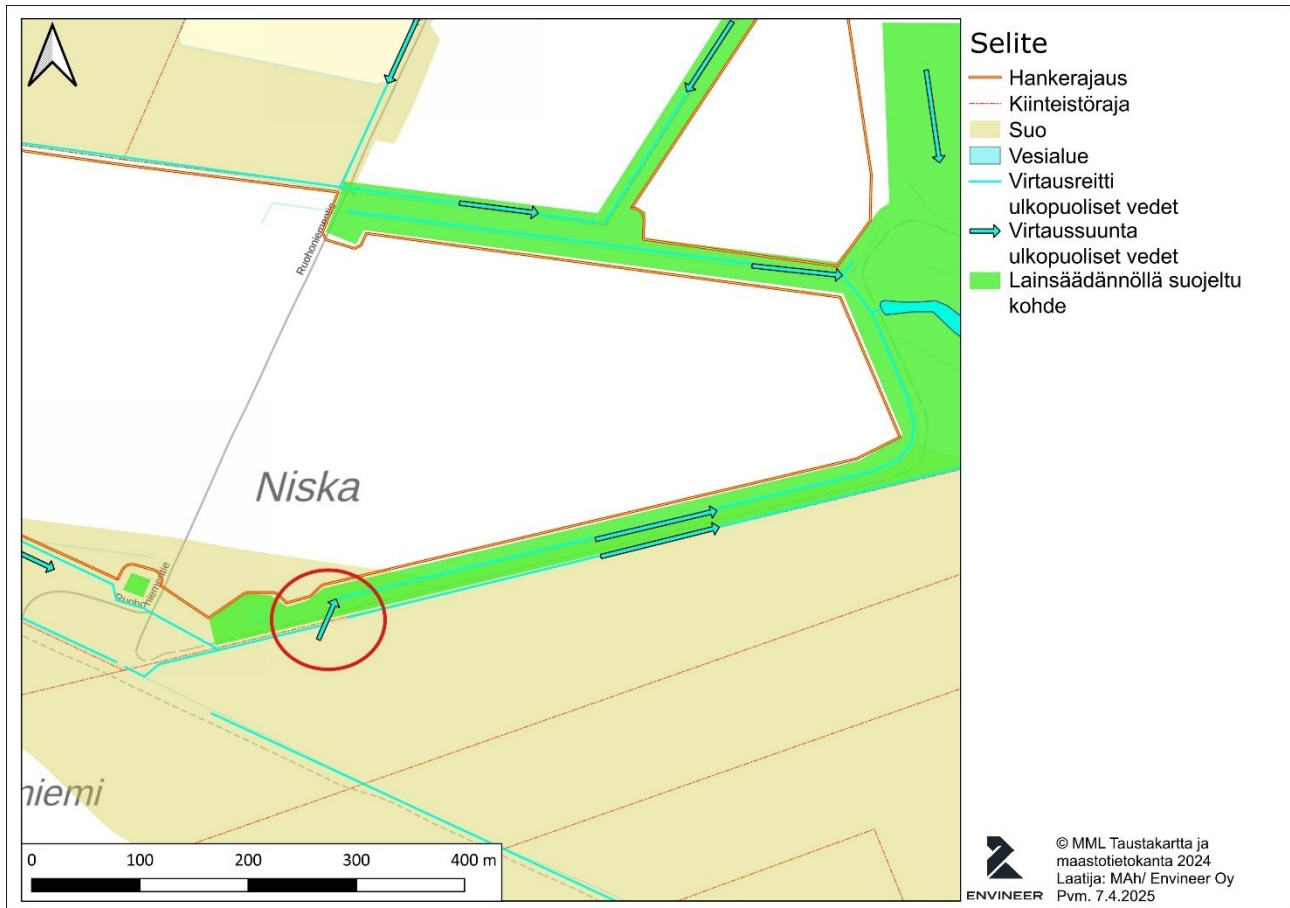
Tehty luontoselvitys on huomioitu siten, että kartoitetulla viitasammakkoalueella ei toteuteta rakentamista, ruoppaamista tai vesikasvillisuuden niittoa. Alueen linnustollisesti monipuolisin osa, kosteikko, tulee huomioiduksi yhdessä viitasammakon suojelun kanssa. Pohjoisosan vesien ohjaaminen itäpuolen kosteikolle parantaa kosteikon olosuhteita ja varmistaa sen riittävän veden saannin. Tämä saattaa vähentää tulevan veden määrää viitasammakkoalueen ojassa, mutta vaikutuksen ei arvioida olevan merkittävä. **Kuvassa 13** esitetyn suojellulle alueelle laskevan purkupisteen (punainen piste) valuma-aluetta pienenee kosteikolle ohjaamisen myötä nykyisestä 248 hehtaarista 106 hehtaariin. Muutosta voidaan pitää sellaisena, ettei se vaaranna alueen vesitilannetta ja suojeluarvoja.



Kuva 13. Pohjoisten valuma-alueiden muutokset

### 5.7.2 Lainsäädännöllä suojeltu alue -eteläosa

Koska eteläisen viitasammakkoalueen (Kuva 1) valuma-alue tulee alueen rakentamisen myötä pienenemään merkittävästi, ohjataan kuvassa 14 esitetty vanha eristysoja vanhaan reunaojaan. Tällä toimenpiteellä varmistetaan riittävä valuma-alue ja vesimäärä lainsäädännöllä suojellulle alueelle.



Kuva 14. Eteläpuolisen eristysojan ohjaaminen vanhaan reunaojaan (punainen ympyrä).

# LÄHTEET

*Metsänhoidon suositukset, Tapio 2020*

*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=](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38401/SY_21_2007.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

y



envineer.fi