



3Flash Finland Oy

HULEVESISUUNNITELMA RAUTJÄRVEN ÄNKILÄN AURINKOVOIMAPUISTO

8.8.2024

3Flash Finland Oy

Osmo Riikonen

Envineer Oy

Ida Sara-Aho

Ari Kolehmainen

etunimi.sukunimi@envineer.fi

www.envineer.fi

Y-tunnus: 2850396-1

Projektinumero: 12305-001

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto	1
2	Hulevesisuunnitelma	1
2.1	Alueen nykytilan kuvaus	1
2.2	Tavoitteet	4
2.3	Menetelmät ja mitoituserusteet	4
2.3.1	Mitoitusvirtaama	4
2.3.2	Valumakerroin	5
2.3.3	Mitoitussateen voimakkuus	6
2.3.4	Puuston poistosta aiheutuva valunnan lisäys	7
2.4	Tulokset	8
	Lähteet	9
	Liitteet	10

LIITTEET

1 JOHDANTO

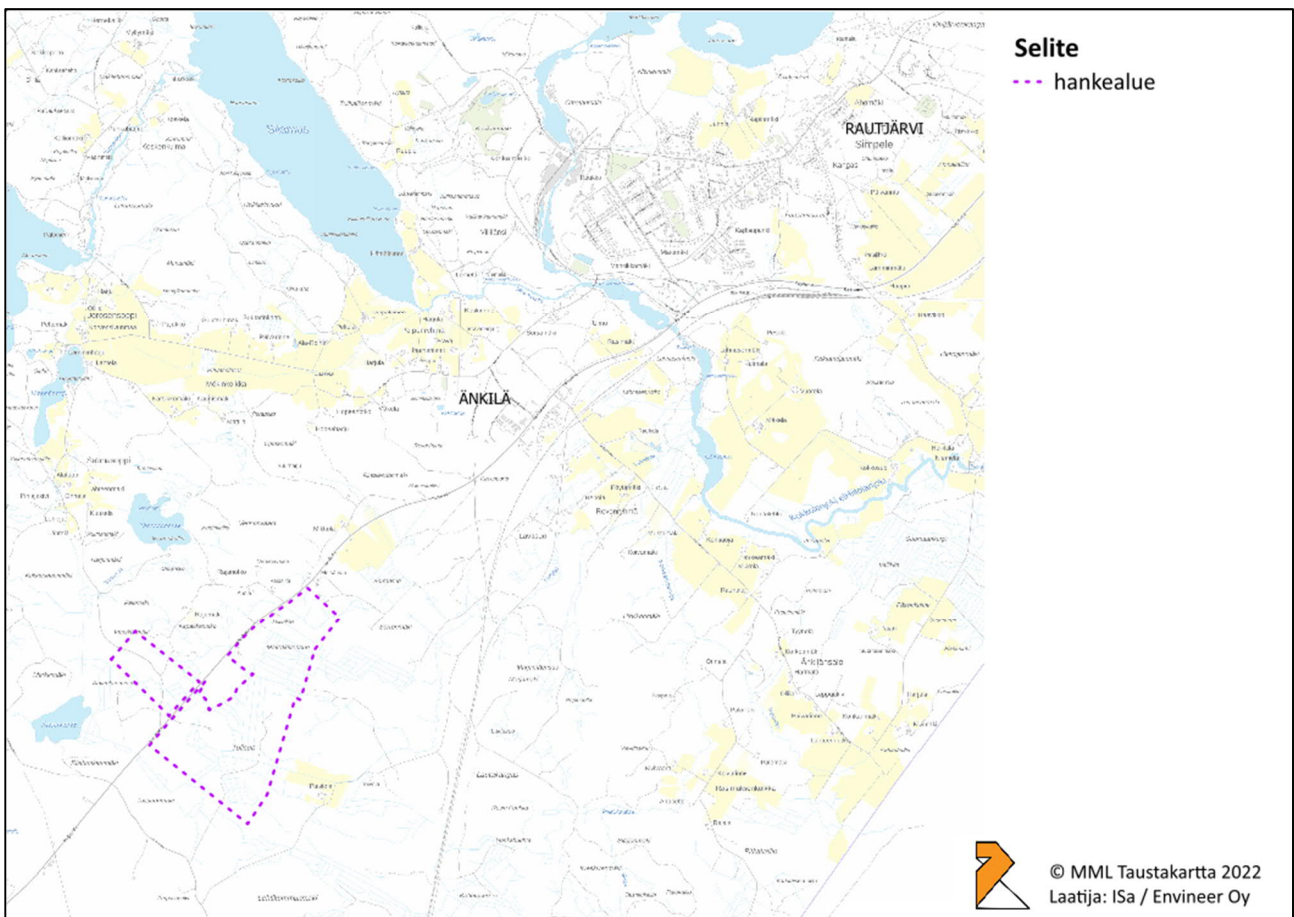
3Flash Finland Oy suunnittelee aurinkovoimapuistoa Rautjärven kunnan Änkilän kylän eteläpuolella sijaitsevan Tulisuoan ja Mäkräkivensuoan alueelle.

Tässä selvityksessä tarkastellaan aurinkovoimalan hankealueella syntyvien hulevesien määrää sekä arvioidaan niiden hallintatarvetta sekä hallintaan soveltuvia menetelmiä.

2 HULEVESISUUNNITELMA

2.1 Alueen nykytilan kuvaus

Työssä tehtiin hulevesisuunnitelma Rautjärven Änkilän eteläpuolelle sijoittuvalle aurinkovoimapuistolle. Alueella on käynnissä yleiskaavahanke, jossa tarkasteltava aluekokonaisuus on suurempi. Tässä tarkastelussa keskitytään kaava-alueen eteläosaan, jonka maankäyttö on tarkoitus ratkaista suunnittelutarveratkaisulla (kuva 1).



Kuva 1. Lähestymiskartta ja tarkasteltavan alueen rajaus Rautjärven Änkilän aurinkovoimapuistolle.

Suunnittelualue jakautuu maastoltaan metsäisiin kivennäismaapohjaisiin mäkiin ja rinteisiin sekä metsätalouden käyttöön ojitettuihin suoalueisiin. Alue rajautuu useasta kohtaa tiestöön sekä suoalueen länsipuolella valtatie varrella sijaitsevaan Natura-verkostoon kuuluvaan

luonnonsuojelualueeseen (Yhteismetsän puisto). Alueen keskiosaa halkoo Lohijoen kautta Hiitolanjokeen laskeva jokuoma.

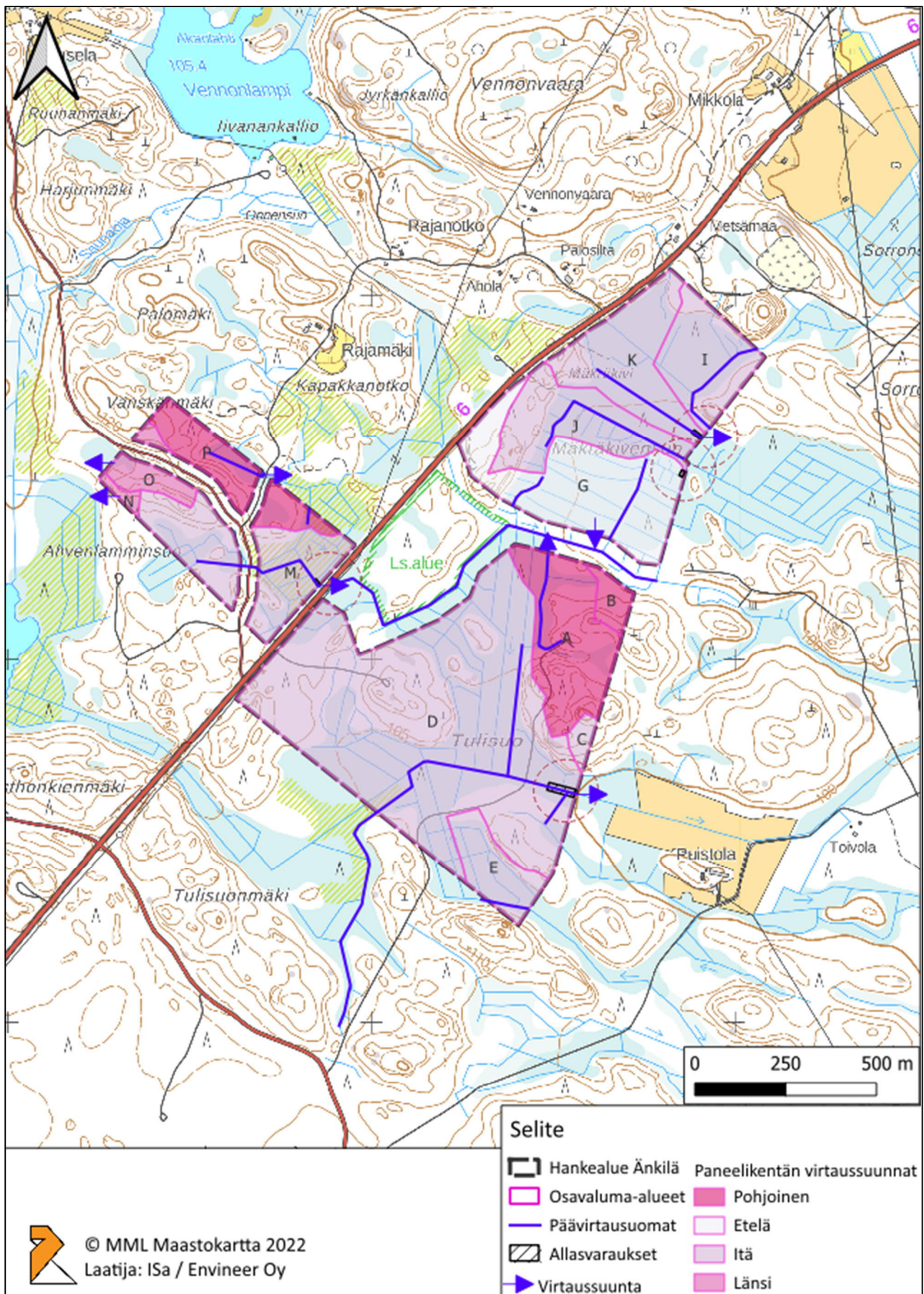
Alueen lähelle sijoittuu hankeen näkökulmasta kaksi tärkeää vesistöä: lännessä Ahvenlampi 0,1092 km² ja aluetta halkova ensin itään ja myöhemmin pohjoiseen päin virtaava Lohijoki. Lohijoki saa alkunsa Mäkräkivensuon, osin Tulisuon ja Ahvenlamminsuon alueilta, joten lähtökohtaisesti siihen purkautuu myös voimala-alueen pohjoisen osan Mäkräkivensuon etelään päin laskevia sekä paneelikentän eteläisen osan Tulisuon pohjoiseen päin laskevia vesiä. Pääasiallinen pintavesien virtaussuunta voimala-alueella on itään. Vedenjakajina toimivat maastonmuodot ohjaavat vettä alueella eri suuntiin ja näin ollen alueelle muodostuu useita pienvaluma-alueita.

Aurinkopaneelisto, siihen kuuluva tieverkko sekä muu infrastruktuuri sijoittuu hankealueelle tasaisesti siten, että rakenteiden peitto tulee olemaan 30–40 % kokonaisalasta. Suunnittelussa huomioidaan kaavassa annetut ohjeelliset suojavyöhykkeet Yhteismetsän puiston Natura-alueeseen, Karjalantiehen (Valtatie 6) sekä Saunasopentiehen, joihin paneeleita ei asenneta.

Paneelialueen ulkopuolella sijaitsee osavaluma-alueita, joiden vedet virtaavat hankealueen läpi. Alueen pohjoispuolella sijaitsee Vennonvaaran valuma-alue ja Mäkräkivensuon reunoilla pienialaisia valuma-alueita, jotka laskevat vetensä Mäkräkivensuolle. Hankealueen pohjois- ja länsipuolelle sijoittuu Vänskänmäen rinteinen valuma-alue, valtatie varrelle Yhteismetsän puiston Natura-alueelta vesiä keräävä valuma-alue, eteläpuolelle Ahvenlamminsuon valuma-alue sekä Tulisuonmäen eteläpuolen ojiin laskeva rinteinen valuma-alue. Voimala-alueen ulkopuolisten valuma-alueiden vedet huomioidaan tarvittavilta osin mitoituksissa ja ohjataan voimala-alueen läpi vedenviivytysrakenteiden kautta aiheuttamatta haittaa voimalan toiminnalle.

Kuvassa 2 on esitetty hankealueen yleiskartta ja pienvaluma-alueet sekä vesien purkupisteet. Pohjoiseen virtaava osavaluma-alue A ja G on lähtötilanteessa jaoteltu luontaisten valuma-alueiden mukaisesti, mutta valuma-alueiden veden virtaussuunta pyritään lopputilanteessa kääntämään. Osavaluma-alue A:n virtaussuunta käännetään Tulisuon läpi itään virtaavan osavaluma-alue D:n purkupisteelle tulevaan vesienkäsittelyrakenteeseen ja osavaluma-alue G:n virtaussuunta käännetään pohjoiseen Mäkräkivensuon itäosan vesienkäsittelyrakenteen kautta virtaamaan itään. Osavaluma-alue K:lle suunniteltavaan rakenteeseen ohjataan myös vedet osavaluma-alueilta I ja J. Asia tarkentuu myöhemmin laadittavilla tarkemmilla suunnitelmissa.

Pääasiallisen virtaussuunnan ollessa itään osavaluma-alue D ja K:n kautta, tulee niiden vesienkäsittelyrakenteiden aluevarauksissa ottaa huomioon kosteikkoratkaisuvaihtoehto. Allasvaraukset on lähtökohtaisesti laskettava suurempien osavaluma-alueiden purkupisteille D, M, G ja K. Vettä voidaan viivyttää myös ojaverkoissa, joten pienempien osavaluma-alueiden purkupisteissä vesien viivästystarvetta ei välttämättä todellisuudessa ole tai viivästys voidaan toteuttaa ojaverkossa levennyksenä, putkipatona tms., joka ei edellytä varsinaista allasta tai lähtökohtaisesti vaikuta paneelinen tai muiden voimalarakenteiden sijoitteluun alueella.



Kuva 2. Suunnittelualan yleiskartta sekä pienvalluma-alueet ja vesien purkupisteet

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 kullakin paneelilohkolla valuma-alueittain. Hulevesitarkastelut tehtiin jokaiselle paneelilohkolle erikseen määrittämällä kunkin osavaluma-alueen mitoitusvirtaamat ja alueiden mitoitusvirtaamien erotus.

2.3 Menetelmät ja mitoitusperusteet

Viivytysrakenteen 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. Viivytysrakenteen tilavuus eli mitoitusvesimäärä (m³) saadaan kertomalla viivytettävä virtaama mitoitusasteen kestolla, joka on määritetty mitoitusvirtaamaa laskettaessa. (Suomen Kuntaliitto 2012, 182–183.)

Viivytysaltaan mitoittamiseen vaikuttaa myös veden purkuvauhti altaasta. Sopiva purkuvauhti arvioidaan 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 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 viivytysaltaan 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 mitoitusasteen rankkuudella. Laskukaavassa

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

Q on virtaama [l/s], Ψ valumakerroin, F valuma-alueen pinta-ala [ha] ja i mitoitusasteen 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 mitoitusaste. (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 tarkastelun mahdollistamiseksi osavaluma-alueet on jaettu kolmeen eri pinnanmuotoja kuvaavaan maastotyyppiin niiden erilaisen veden pintavalunta- ja absorbtio-ominaisuuksien perusteella. Laskennassa oli käytössä yleistetyt tyypit: suo, tasainen metsämaa sekä metsäinen rinne, joiden pinta-alat laskettiin erikseen. Lumen sulamisen aiheuttamaa kevytylivalumaa ei valittu mitoitustapahtumaksi, koska pienvalluma-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. Ensimmäisistä 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 4), 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 maastotyyppin väliltä (taulukko 1). Laskennassa käytetyt tyypit valumakertoimeen näkyvät taulukossa 1.

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

Pinnan tyyppi	Valuntakerroin Ψ
katto	0,80...1,00
asfalttipäällyste	0,70...0,90
tien nurmetetty 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

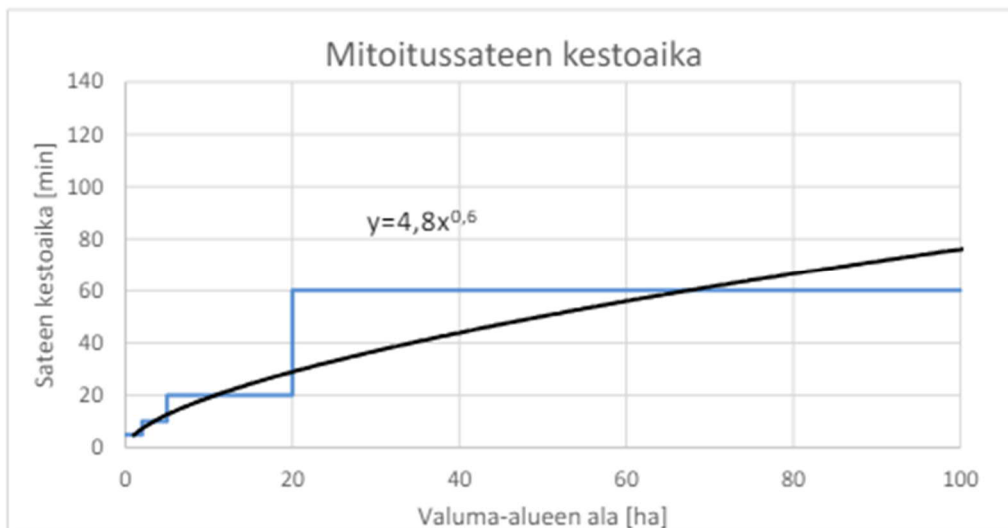
Kuva 3. Valumakertoimet pinnan tyyppin mukaan. (Väylävirasto 2023, 27)

Taulukko 1. Valumakertoimet tyyppin mukaan ennen rakentamista ja rakentamisen jälkeen

Tyyppi	Pinnan laatu	Valumakerroin ennen rakentamista	Valumakerroin rakentamisen jälkeen
suo	turve, turvekangas	0,08	0,12
tasainen metsämaa	metsäinen kivennäismaa	0,10	0,15
metsäinen rinne	kalteva metsäinen kivennäismaa tai kallio	0,15	0,23

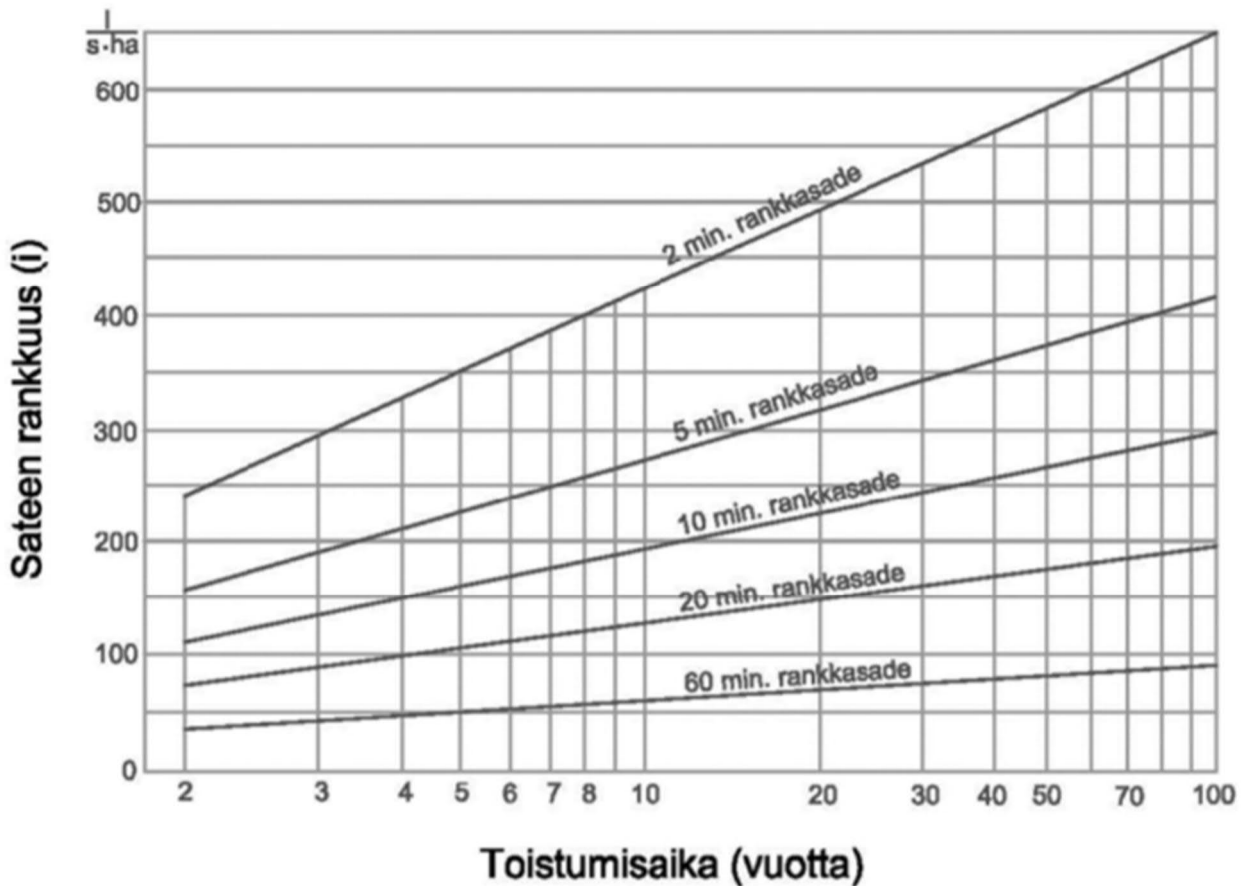
2.3.3 Mitoitussateen voimakkuus

Mitoitussateen voimakkuuden selvittämiseksi määriteltiin mitoitusateen kestoaja ja mitoitusvirtaaman toistumisaika. Mitoitussateen kestoaja riippuu valuma-alueen koosta ja pienenee valuma-alueen koon pienentyessä. Alla olevassa kuvassa 4 on esitetty ohjeelliset mitoitusateiden kestoajat valuma-alueen koon mukaan (Väylävirasto 2023, 29).



Kuva 4. 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 5. Mitoitussateen voimakkuus Suomessa (Väylävirasto 2023, 28)

Mitoitussateen kestoajan ja mitoitusvirtaaman toistumisajan avulla kyettiin määrittämään mitoitussateen rankkuus eli intensiteetti (i) yllä olevasta nomogrammista (kuva 5).

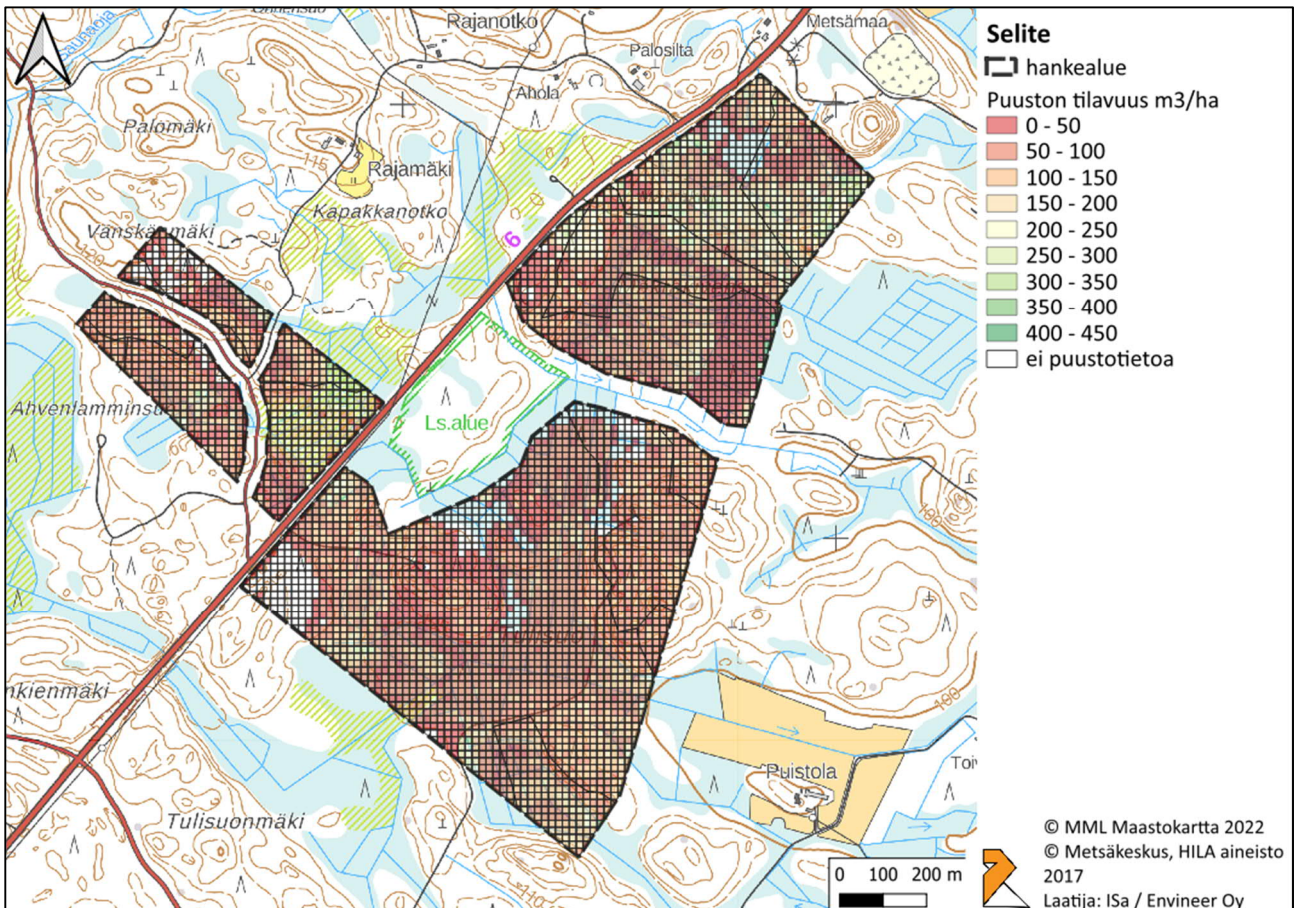
2.3.4 Puuston poistosta aiheutuva valunnan lisäys

Alueen keskimääräinen vuotuinen valunta on tilastojen mukaan 300 mm/neliometri (Suomen ympäristökeskus seuranta 1961–1991). 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 Suomen ympäristökeskus 2006.). Voimala-alueen metsien tilavuus laskettiin julkaistun avoimen metsävaratiedon HILA 2017 puustotulkinnan hehtaaripuuston arvioon perustuen (kuva 6). Kuutiometriä avulla johdettiin pinta-ala (m²) HILA ruudukolle voimalan eri osiin. Tilavuus laskettiin kullekin osavalmu-alueelle erikseen HILA ruutuja hyödyntäen, jotta saatiin koko alueen puuston tilavuus yhteensä puukuutiometreinä.

Puukuutiometrien 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.

Mitoitusvesimäärän ja viivytysrakenteen prosentuaalinen koon lisäys vaihteli välillä 1–4 % ja keskiarvo voimalan alueella oli 3 %.



Kuva 6. Puuston tilavuus m³/ha hankealueella.

2.4 Tulokset

Suunnittelun perusajatuksena on käyttää viivytysratkaisuina luontaisia rakenteita jäljitteleviä, lähes luonnonmukaisia oja-, allas- ja suoviivytysrakenteita. Veden viipymää voidaan muuttaa säätelämällä veden pinnankorkeutta altaissa ja ojarakenteissa. Ohjaamalla vesi kosteikoiden tai soiden läpi voidaan hidastaa veden virtausta, mikä pidentää viipymää.

Mitoitusvirtaamien erotus valuma-alueilla ennen ja jälkeen rakentamisen sekä vedenhallintarakenteiden mitoitusvesimäärä (m³) ovat esitetty taulukossa 2. Kullekin osavaluma-alueelle on tarpeen varata ja suunnitella mitoitusvesimäärään perustuva vesien viivyttämiseen tarkoitettu alue tai osa ojaverkkoa. Merkittävimpien purkupisteiden (valuma-alueen D, Q ja R) vedenhallintarakenteille tulisi varata viivytysaltan rakentamiseen mitoitusvesikuutioita vastaava

pinta-ala neliömetreinä. Muiden valuma-alueiden osalta viivästystarve tarkentuu myöhemmissä suunnitteluvaiheissa. Taulukossa 2 on kuitenkin suunnittelun tässä vaiheessa esitetty kullekin purkupisteelle viivästysallas (nettopinta-alat), joiden lisäksi mahdollisten alaiden ympärille on syytä varata muutaman metrin levyinen vyöhyke huoltotoimia varten (lietteen ja kasvillisuuden poisto yms.). Viivyttämiseen tarkoitettuja alueita on kuvattu liitteen 1 kartassa.

Taulukko 2. Laskentataulukko hulevesivirtaamista ja mitoitusvesimääristä

osa-valuma-alue	Pinta-ala (ha)	puuston tilavuus (m ³)	mitoitussateen kesto (min)	nykyinen vesimäärä (m ³ /s)	vesimäärä muutoksen jälkeen (m ³ /s)	mitoitusvesimäärä (m ³)
A	9,2	671	20	0,175	0,266	112
B	1,3	121	5	0,059	0,091	10
C	0,7	63	5	0,035	0,053	6
D	44,7	3270	60	0,391	0,595	1494
E	3,9	439	10	0,077	0,116	24
G	12,6	958	20	0,175	0,265	111
I	6,3	880	20	0,088	0,133	56
J	7,8	779	20	0,119	0,18	76
K	8,7	1068	20	0,113	0,17	71
M	10,0	1101	20	0,174	0,264	112
N	0,4	40	5	0,02	0,03	3
O	2,1	137	10	0,07	0,107	22
P	3,4	155	10	0,102	0,157	34
Q	1,6	203	5	0,051	0,078	8
SUMMA	113					2139

LÄHTEET

Lähdeluettelo

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

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

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

Suomen ympäristökeskus. Metsätalouden vesistökuormitus. 2006. 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>

Suomen ympäristökeskus, Seurantatiedot 1961–1991.

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

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

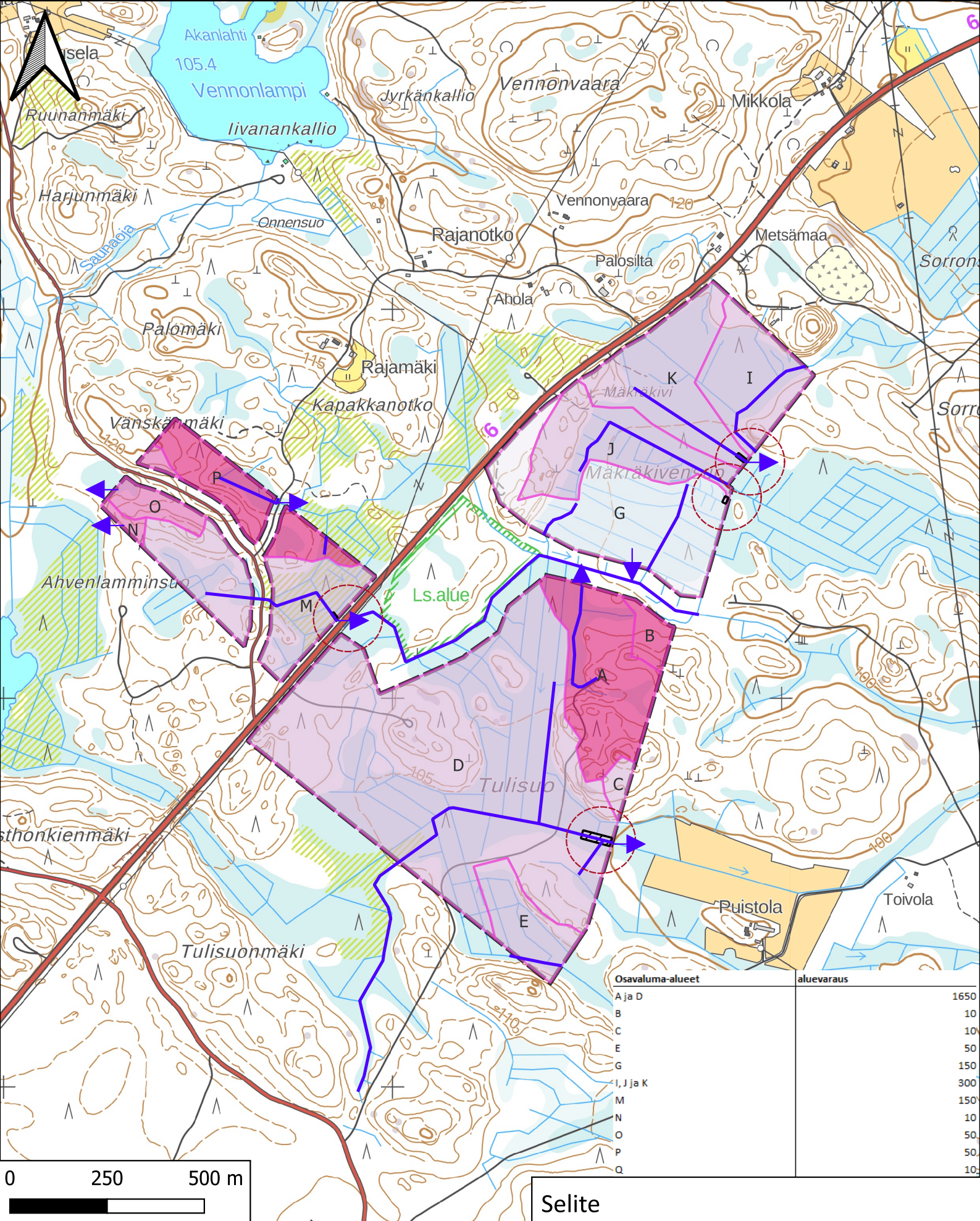
Suomen Metsäkeskus Hila-aineisto 2017: Kunta. 27.5.2024

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. Karttaesitys pienvaluma-alueista ja hulevesien johtamisesta



Osavaluma-alueet

- A ja D
- B
- C
- E
- G
- I, J ja K
- M
- N
- O
- P
- Q

aluevaraus

- 1650
- 10
- 10
- 50
- 150
- 300
- 150
- 10
- 50
- 50
- 10

Selite

- Hankealue Änkilä
- Osavaluma-alueet
- Päävirtausuomat
- Allasvaraukset
- Virtaussuunta
- Paneelikentän virtaussuunnat
- Pohjoinen
- Etelä
- Itä
- Länsi

 **ENGINEER** engineer.fi