

2024

Hulevesiselvitys Glendora aurinkovoimapuisto



HULEVESISELVITYS GLENDORA AURINKOVOIMAPUISTO

ERIK KIHLEÉN OCH JUAN FREYTES

SUOMENNOS MINNA TUURAS

HELIOS NORDIC ENERGY AB | FINLAND

Bulevardi 21

00180

Helsinki

1. TAVOITE	2
2. JOHDANTO	3
3. TAUSTATIEDOT – PROJEKTIALUE	3
SADEMÄÄRÄT	4
4. HULEVESIÄ KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ.	5
5. TOTEUTUS – TOIMENPITEIDEN KUVAUS	5
6. MAAPERÄ	9
7. TOPOGRAFIA JA KORKEUS	12
8. POHJAVESI	15
9. PINTAVESI	16
KALATTOMANLAMMIT	16
RUUTTANALAMMI	16
10. VIRTAUSREITIT	18
11. TULVAVAARA ALUEET	21
12. PÄÄSTÖT	27
13. HULEVESIRATKAISUT	27
VIIVYTYSALTAAT	28
VAROTOIMET/ENNALTAEHKÄISEVÄT TOIMET	29
14. JOHTOPÄÄTÖKSET	30
15. LÄHTEET JA VIITTEET	31

1. Tavoite

Tämän raportin päätavoitteena on tarkastella, kuinka aurinkopuiston rakentaminen vaikuttaa vedenlaatuun läheisissä järvissä ja vesistöissä. Samalla tutkitaan myös hulevesivirtoja ja tulvivia alueita. Raportti esittelee myös olemassa olevat virtausreitit ja maaperän, jotka ovat tärkeitä mallinnustulosten tulkitsemiseksi.

Tulvavaarojen selvityksen tavoitteena on tunnistaa, mihin hulevesi kertyy voimakkaiden sateiden aikana. Tulva-analyysin avulla voidaan suunnitella ja toteuttaa aurinkopuiston pohjarakenteet siten, että tulvariskit otetaan huomioon. Tämä vähentää huomattavasti vahinkojen riskiä ja varmistaa, että aurinkopuiston perustukset kestävät myös äärimmäisiä sääolosuhteita ilman vaurioita.

2. Johdanto

Rakennusvaiheen ja ensimmäisen käyttövuoden aikana kiinteän aineen määrät ja sameus voivat hieman kasvaa. Kun uusi kasvillisuus on juurtunut, ravinteiden ja torjunta-aineiden määrät sekä sameus vähenevät verrattuna nykyiseen maa- ja metsätalouteen. Tämä johtuu pääasiassa siitä, että aurinkopuiston toiminta-aikana maata ei lannoiteta, kynnetä, muokata tai käsitellä torjunta-aineilla.

Tulvariski on alueella vähäistä tai keskitasoa, ja aurinkopaneelien rakentaminen on mahdollista lähes koko alueella. **Alueen A** pohjoiskulmassa on kuitenkin painanne, johon vesi voi kerääntyä ja nousta korkealle rankkasateiden aikana.

Tässä kohdassa tarvitaan ennaltaehkäiseviä toimia, jos koko alue halutaan rakentaa. Myös eteläosissa on alueita, joissa veden kerääntymisen riski on suurempi.

Alueella B on yksi alue, jossa tulvariski on kohonnut suurten sateiden aikana. Alueella on myös pienempiä vedenkerääntymispaikkoja, jotka eivät estä aurinkopaneelien rakentamista. Teknisten rakennusten sijoittaminen alueelle on kuitenkin suunniteltava huolellisesti.

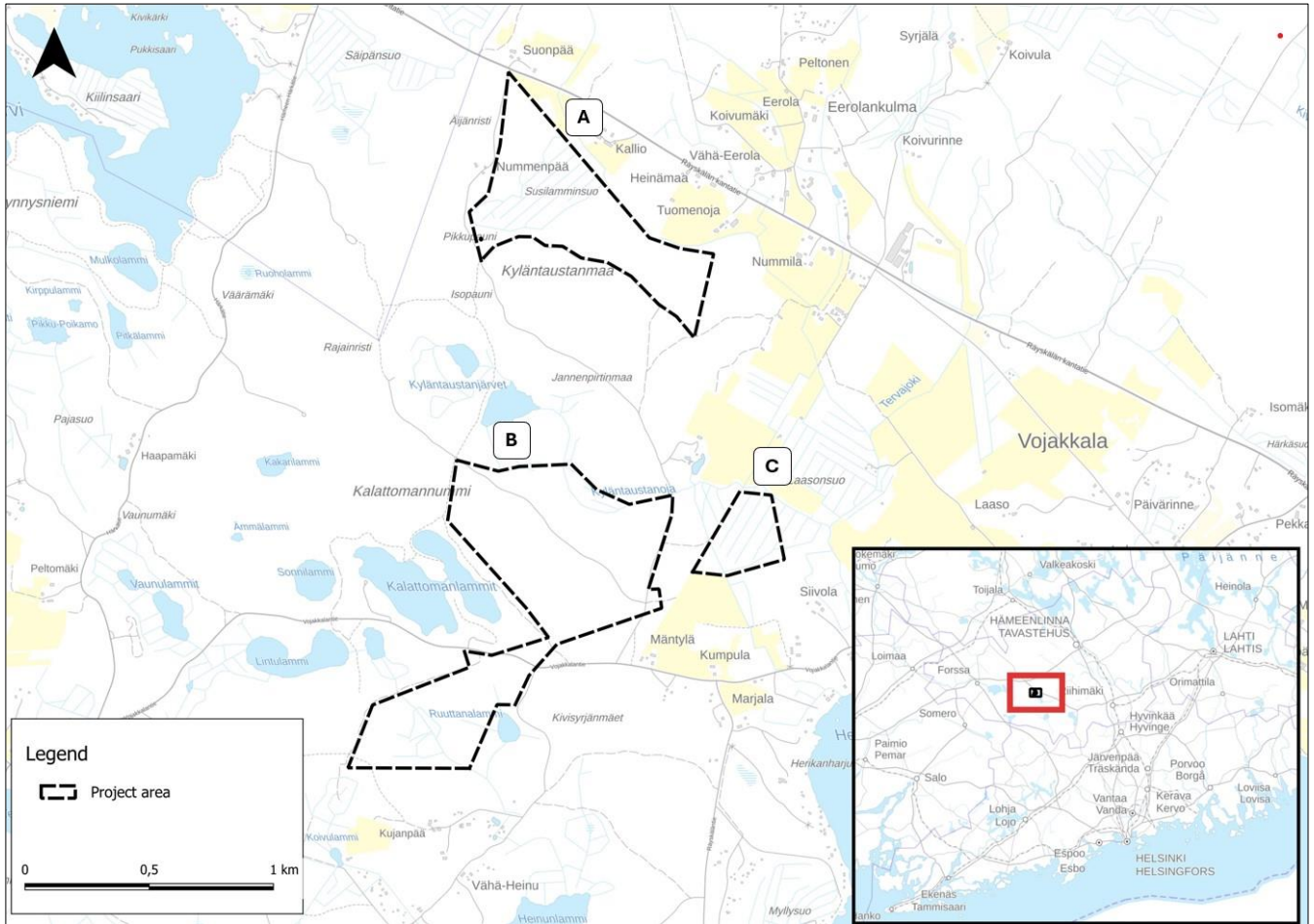
Alue C on ojitettu, eikä siellä ole tulvariskiä tai seisovan veden alueita.

Aurinkopuiston rakentaminen ei vaikuta ympäröivien vesistöjen mahdollisuuksiin saavuttaa asetettuja ympäristönlaadun normeja.

3. Taustatiedot – Projektialue

Hanke sijaitsee noin 20 kilometriä lounaaseen Hämeenlinnasta, lähellä Vojakkalaa. Hankealue on jaettu kolmeen eri osaan, joihin aurinkopaneelikentät sijoittuvat.

- **Alue A** koostuu peltomaasta ja metsätalousmaasta. Alueen länsipuolella on Pääjärvi.
- **Alue B** koostuu hakkuualueesta ja nuoresta metsästä. Keskiosan läpi kulkee voimajohto. Pohjoisessa ja lännessä on pieniä järviä.
- **Alue C** on metsäalue, jota ympäröi peltomaat. Kaakossa on Kaartjärvi. Koko alue on harvaan asuttua.



Kuva 1. Yleiskartta Glendora aurinkopuistosta. Hankealue on jaettu kolmeen suurempaan osa-alueeseen (Project area kuvassa mustalla katkoviivalla).

Sademäärät

Sademäärätiedot on kerätty kahdelta läheiseltä mittausasemalta. Täydelliset mittaussarjat ovat saatavilla vuosilta 1966–2008 Loppi Vojakkala -mittausasemalta. Viisi suurinta sadetapahtumaa on valittu, katso Taulukko 1.

Taulukko 1. Viisi suurinta sademäärätapahtumaa Loppi Vojakkalassa ajanjaksolla 1966–2008.

Havaintoasema	Vuosi	Kuukausi	Päivä	Sademäärä [mm]
Loppi Vojakkala	1999	8	10	73,8
Loppi Vojakkala	1976	7	22	53
Loppi Vojakkala	1997	7	26	44,5
Loppi Vojakkala	2004	6	30	44,1
Loppi Vojakkala	1992	8	14	41,4

Laajat mittausarjat ovat saatavilla vuosilta 1970–2005 Loppi Hevosoja -mittausasemalta. Seuraavassa taulukossa (Taulukko 2) on esitelty viisi suurinta sadetapahtumaa.

Taulukko 2. Viisi suurinta sadetapahtumaa Loppi Vojakkalassa vuosina 1970–2005.

Havaintoasema	Vuosi	Kuukausi	Päivä	Sademäärä [mm]
Loppi Hevosoja	1988	7	16	78
Loppi Hevosoja	1985	8	8	49,5
Loppi Hevosoja	2004	7	29	45
Loppi Hevosoja	2001	9	6	42,5
Loppi Hevosoja	1988	7	16	78

Vuonna 1988 kesällä mitattiin 78 mm sademäärä Loppi Hevosoja -mittausasemalla. Tulvamallinnuksessa maaperä oletetaan tiivistyneeksi sekä läpäisemätöntä, joten se määrää vettä, jonka odotetaan imeytyvän maaperään, vähennetään mallinnetusta sademäärästä. Tulva-analyyseissä käytetään 58 mm sademäärää, mikä vastaa noin 78 mm sadetapahtumaa. Oletus perustuu siihen, että 20 mm sademäärä imeytyy maaperään.

4. Hulevesiä koskeva lainsäädäntö.

Hulevesien hallintaa säädellään pääasiassa maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999). Laki määrittää yleiset tavoitteet hulevesien hallinnalle, erityisesti asemakaava-alueilla, sekä millaisia toimenpiteitä hulevesien hallintaan kuuluu. Laki määrittää myös, kuka vastaa hulevesien hallinnasta.

Hulevesien hallinnasta säädetään myös vesihuoltolaissa sekä tulvariskien hallintaa koskevassa laissa ja asetuksessa. Näiden säädösten tarkoituksena on vähentää tulvariskejä, ehkäistä ja lieventää tulvien haitallisia vaikutuksia ja edistää varautumista tulviin.¹

5. Toteutus – Toimenpiteiden kuvaus

Tämä luku kuvaa lyhyesti suunnitellut toimenpiteet aurinkopuiston alueella.

Alue aidataan tiheällä teollisuusverkoaidalla (5 x 5 cm) tai harvemmalla riista-aidalla (10 x 10 cm) (katso kuva 2). Tällä aidalla rajataan alue ja estetään sekä yleisön että suurten eläinten, kuten hirvien, pääsy alueelle, mikä suojaa sekä eläimiä että laitteistoa vahingoilta.

¹ [Vastuu ja ohjeet hulevesien hallinnasta | Vesi.fi](#)



Kuva 2 Esimerkki riista-aidasta, jossa on puutolpat (vasen kuva), ja teollisuusverkkoa sisältäen sisäisen ylityssuojan sähkölangalla (oikea kuva)

Aurinkopaneelimoduulit ovat piipohjaisia aurinkokennoja, joka on yleisin tuote markkinoilla. Moduulit ovat kooltaan noin 1 x 2 metriä, ja ne asennetaan vierekkäin joko pysty- (muotokuvaasuunta) tai vaakasuoraan (maisemasuunta). Esimerkki kolmen paneelin asennuksesta maisemasuuntaan kiinteässä telineessä näkyy kuvassa 3 vasemmalla. Puistoon sijoitetaan myös invertterit ja muuntamot.



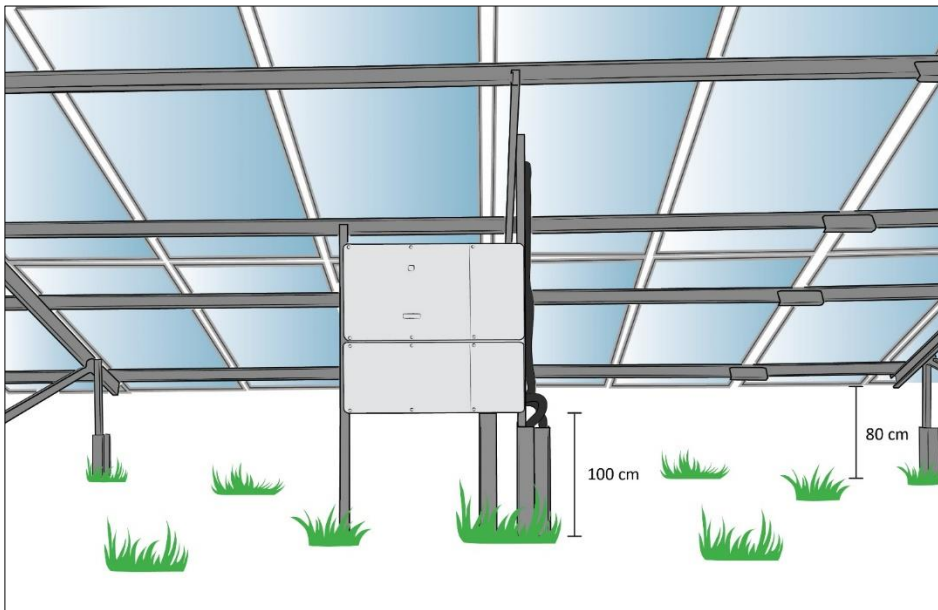
Kuva 3. Esimerkki piipohjaisista aurinkopaneelimoduuleista alumiinirungossa maapohjaisessa telineessä (vasemmalla). Oikealla esimerkki yksiakselisista seurantalaitteista aurinkopaneeleille.

Maa-alue paneelitelineiden ympärillä niitetään 1–2 kertaa vuodessa tai tarpeen mukaan. Vaihtoehtoisesti laiduntavat eläimet, kuten lampaat, voivat hoitaa kasvillisuuden. Riveillä olevien paneelien väliin jää noin 5–6 metrin väli, mikä mahdollistaa alueen niittämisen pienellä maataloustraktorilla.



Kuva 4. Aurinkopaneelit asetetaan pitkiin riveihin, joiden välissä on noin 5–6 metriä. Nurmi ja muut kasvit voivat kasvaa paneelien alla, jolloin maata ei koveteta, ja hulevesi voi imeytyä maaperään.

Aurinkopaneelien sähköiset komponentit koostuvat kaapeleista ja inverttereistä. Inverttereitä käytetään muuntamaan aurinkopaneelien tuottama tasavirta vaihtovirraksi, joka voidaan muuntaa sähköverkon jännitetasolle. Paksummat matalajännitekaapelit vedetään maahan muuntamoille. Kiinteiden aurinkopaneelien tapauksessa invertterit asennetaan telineiden alle. Seurantalaitteiden kohdalla ne asennetaan sivulle tai telineiden väliin, jotta ne sallivat paneelien liikkeen. Invertterit asennetaan yleensä noin metrin korkeuteen maasta. Jos veden pinta nousee 80 cm, se voi ulottua paneelien etureunaan, mikä ei vahingoita niitä, mutta invertterit voivat kärsiä oikosulusta vedenpinnan noustessa yli 100 cm.



Kuva 5. Aurinkopaneelien korkeus etureunassa sekä inverttereiden sijoitus. Sähkökomponentit, kuten invertterit, voivat vaurioitua korkeiden vesitasojen vuoksi.

Puistoon sijoitetaan muutama muuntamo ja suurempi sähköasemarakennus. Rakennukset toimitetaan valmiina yksikköinä ja asennetaan paikoilleen murskepohjalle tai esivalmistetulle betonialustalle nosturin avulla.



Kuva 6. Esimerkki muuntamosta, joka sijoitetaan aurinkopuistoon. Lähde: Helios Nordic Energy AB Kungsåra-aurinkopuisto.

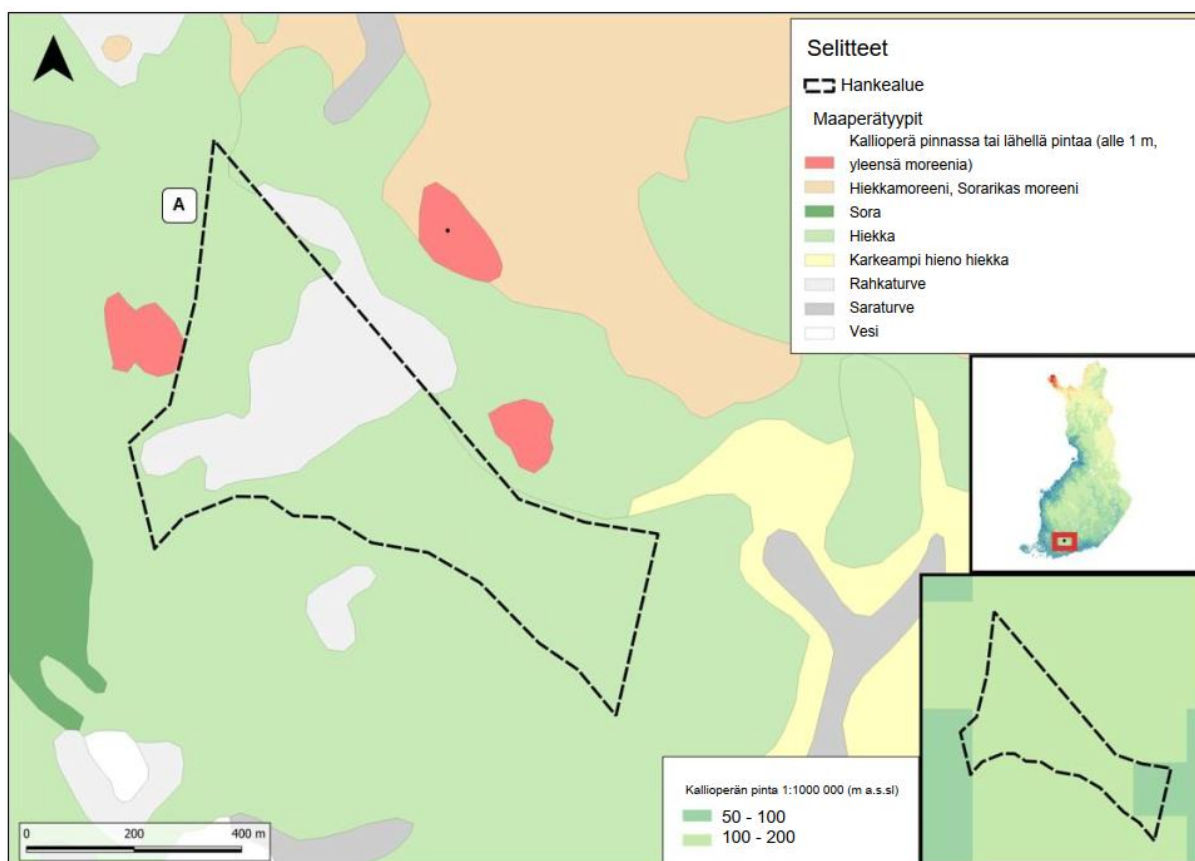
Rakennukset on suunniteltu kestävämmän sadetta ja myrskyjä, mutta tulvavesi voi aiheuttaa niille vahinkoa. Rakennusten sijoittelussa on otettava huomioon tulvariskit, ja ne tulee sijoittaa turvallisille alueille, joilla ei ole tulvavaaraa.

6. Maaperä

Maaperäkartat on laadittu antamaan yleiskuva projektialueen eri osien maaperätyypeistä. Mallinnuksessa käytetty tulva-analyysi ei huomioi maaperän tyyppiä, läpäisevyyttä tai imeytymiskykyä, sillä ne on jätetty pois tarkoituksella. Tulva-analyysissä pyritään esittämään pahin mahdollinen skenaario, jossa maaperä ei ime vettä lainkaan. Tämä auttaa tunnistamaan varhaisessa vaiheessa syvempiä vesikertymiä, jotka saattaisivat aiheuttaa ongelmia aurinkopuiston suunnittelussa. Maaperän syvyyden ja läpäisevyyden tutkiminen mahdollistaa alueen imeytymiskyvyn arvioimisen ja mallinnuksen tulosten tarkemman tulkinnan.

Alue A

Alueella A hallitseva maaperätyyppi on hiekka ja saraturve.



Kuva 7. Maaperäkartta alueelle A. Projektialue on merkitty katkoviivareunaisella suorakulmiolla.

Alue B

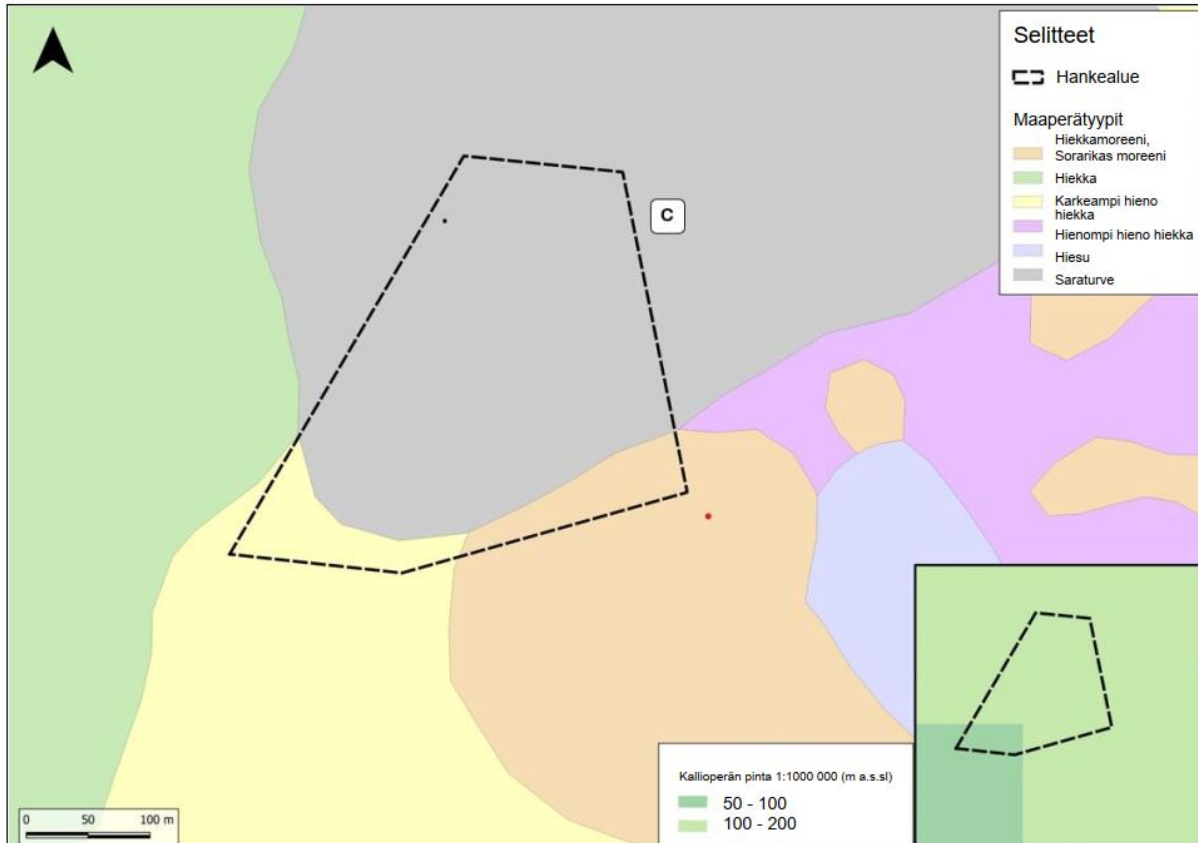
Alueella B hallitseva maaperätyyppi on hiekka. Eteläisimmässä osassa on hiekkamoreenia. Etelä- ja pohjoisosissa on saraturve alueita.



Kuva 8. Maaperäkarta alueelle B. Projektialue on merkitty katkoviivareunaisella suorakulmiolla.

Alue C

Alueella C hallitseva maaperätyyppi on saraturve. Alueen eteläosassa on hienojakoista hiekkaa ja hiekkamoreenia.



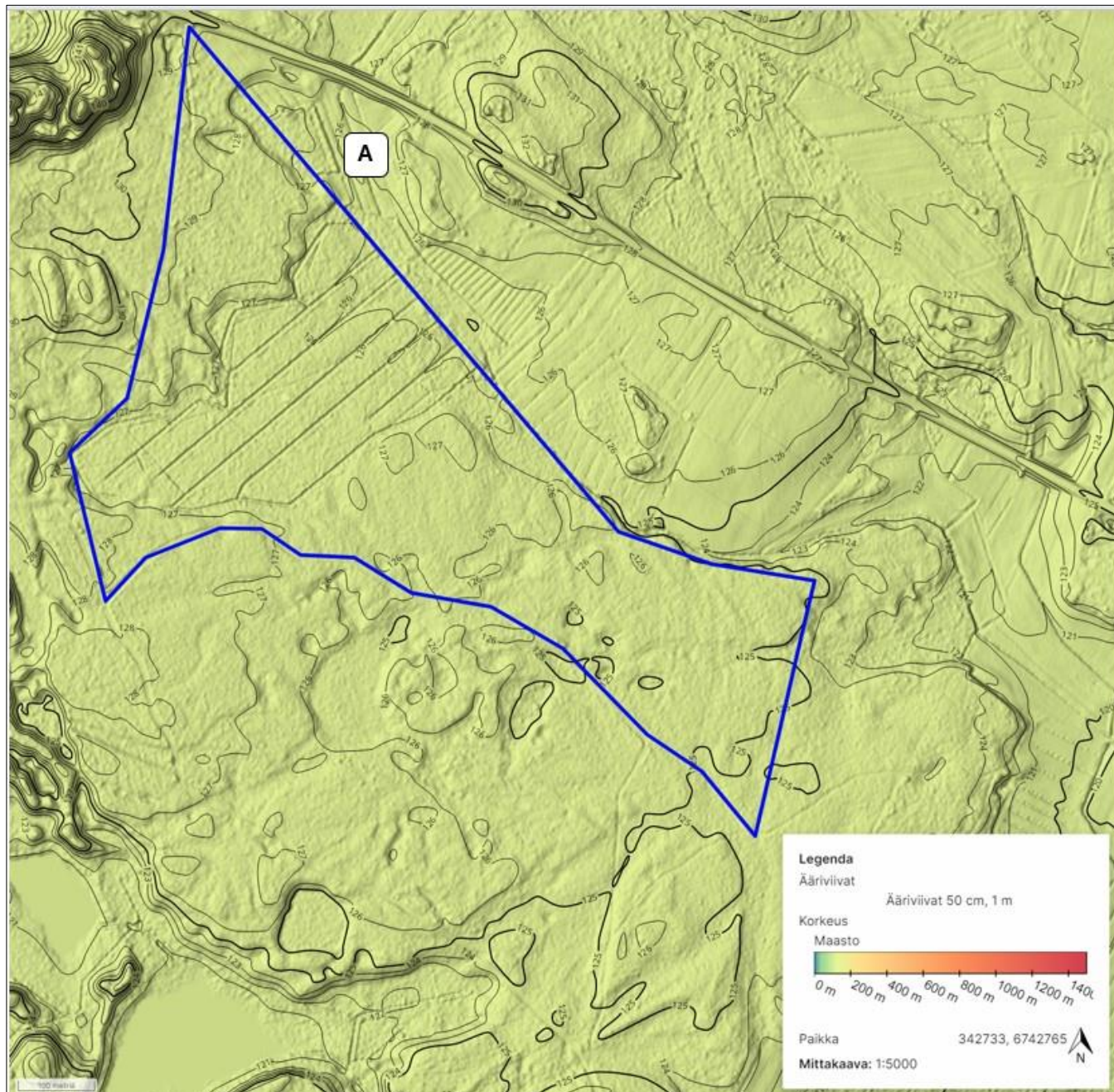
Kuva 9. Maaperäkarta alueelle C. Alueella on useita erilaisia maaperätyyppjä.

7. Topografia ja korkeus

Tässä luvussa kuvataan lyhyesti, millainen projektialueen topografia on.

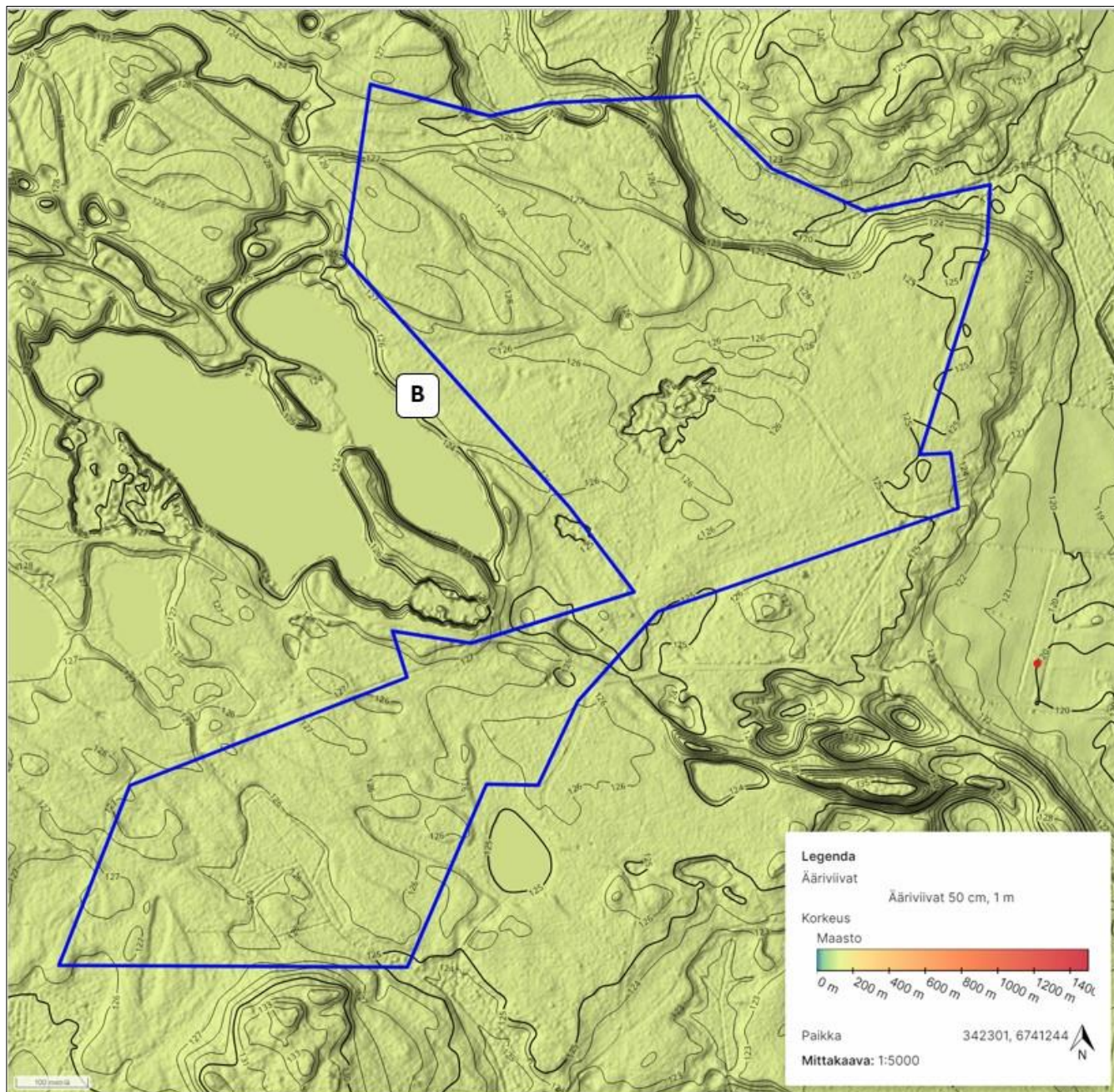
Alue A

Topografia ja korkeuskäyrät **alueelle A** esitetään kuvassa 10. Alue on korkeimmillaan pohjoisessa, mutta yleisesti se on melko tasainen. Alueen keskellä on ojaverkosto, joka näkyy painanteina.



Kuva 10. Topografia ja korkeuskäyrät alueelle A.

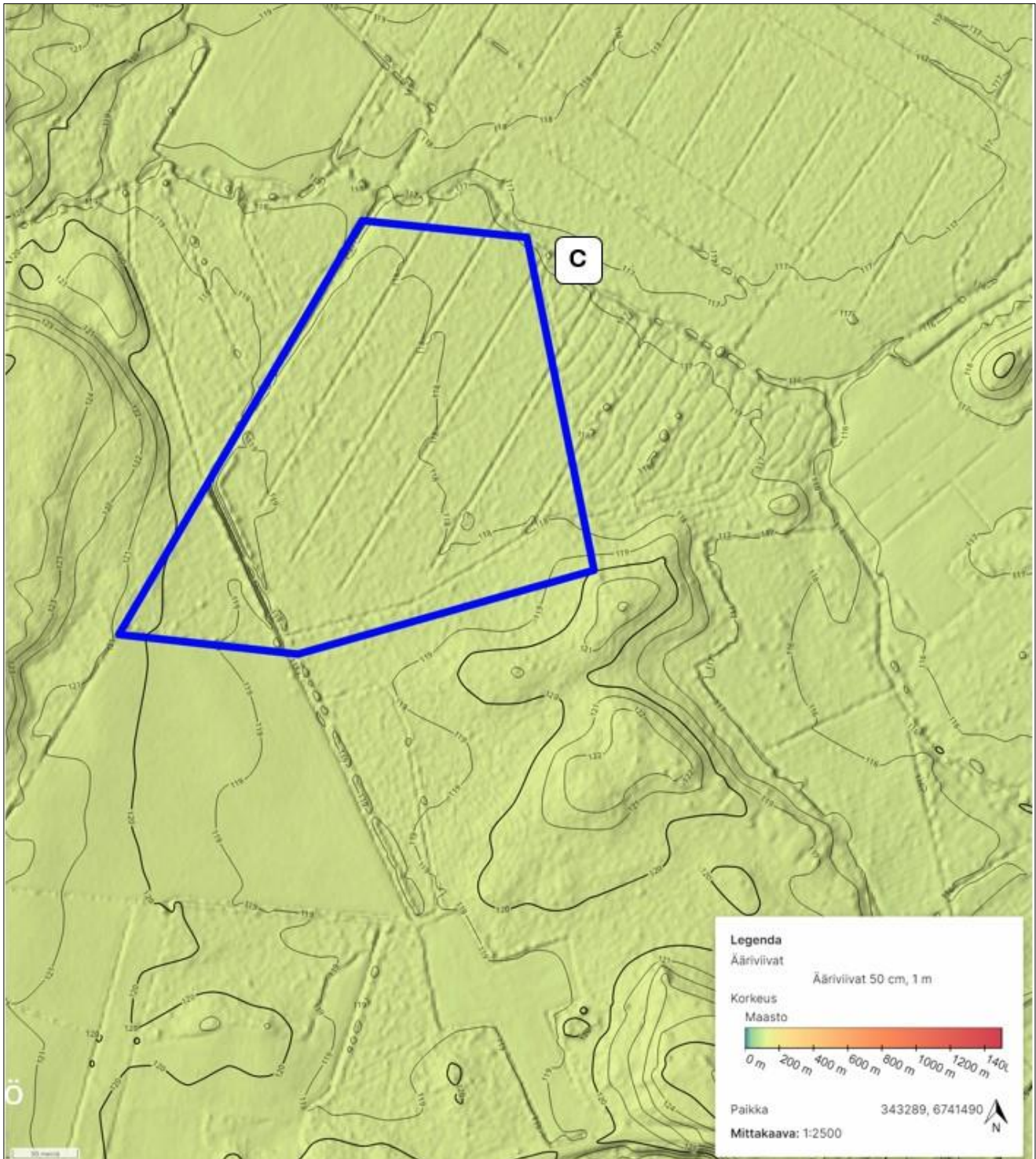
Topografia ja korkeuskäyrät **alueelle B** esitetään kuvassa 11. **Alueella B** on harjanne pohjoisosassa. Alue viettää loivasti itään. Alueen länsipuolella on vesistö.



Kuva 11. Topografia ja korkeuskäyrät alueelle B.

Alue C

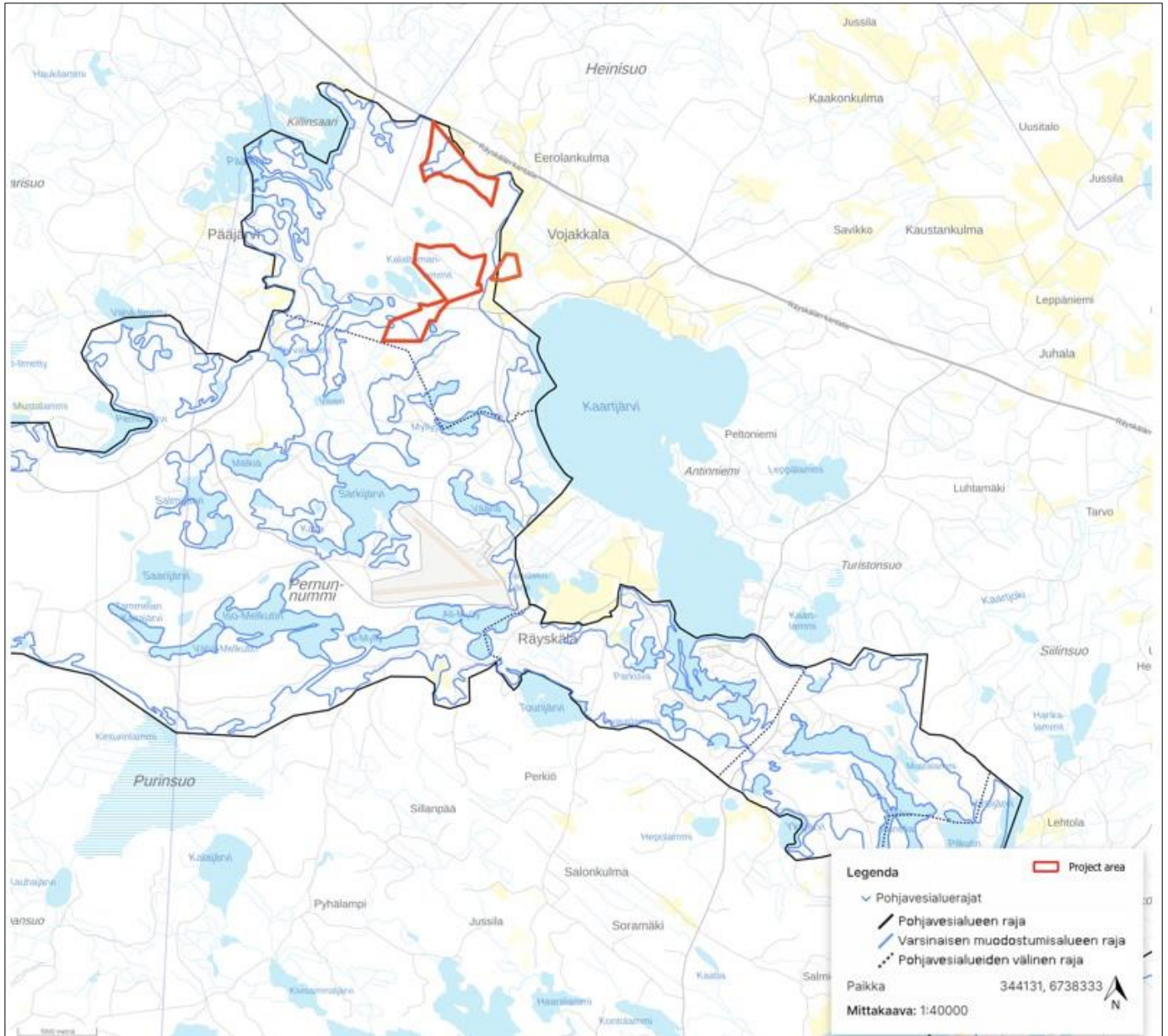
Topografia ja korkeuskäyrät **alueelle C** esitetään kuvassa 12. **Alue C** on melko tasainen ja viettää hieman pohjoiseen.



Kuva 12. Topografia ja korkeuskäyrät alueelle C.

8. Pohjavesi

Projektialueen alla sijaitsee suuri pohjavesivaranto, joka ulottuu lähes koko projektialueelle.



Kuva 13. Suuri pohjavesivaranto kattaa lähes koko projektialueen sekä laajoja alueita sen ulkopuolella.

9. Pintavesi

Eri alueiden hulevesi virtaa ojien ja pohjaveden kautta läheisiin järviin ja vesistöihin. Alla on lyhyt kuvaus vesistöistä, joiden kemiallinen ja ekologinen tila on luokiteltu Suomen viranomaisten toimesta. Yleisesti ottaen kemiallinen ja ekologinen tila ei saa huonontua. EU:ssa yleisenä tavoitteena on, että kaikki järvet ja vesistöt saavuttavat hyvän kemiallisen ja ekologisen tilan tietyn ajan puitteissa.

Alue A

Hulevesi **alueelta A** virtaa ojia pitkin kohti Herikanlahtia, joka on osa Kaartjärveä. Suurin osa **alueen B ja C** hulevedestä virtaa myös Herikanlahtea kohti. Pieni osa **alueesta B** virtaa kohti Ruuttanalammi-nimistä pientä vesialuetta.

Pääjärvi

Ekologinen tila: Hyvä

Biologinen tila: Hyvä

Kemiallinen tila: Kohtalainen

Järvi sijaitsee Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueella.

Kaartjärvi

VHS-ID: 35.887.1.001_001

Ekologinen tila: Hyvä

Kemiallinen tila: Hyvä

Biologinen tila: Hyvä

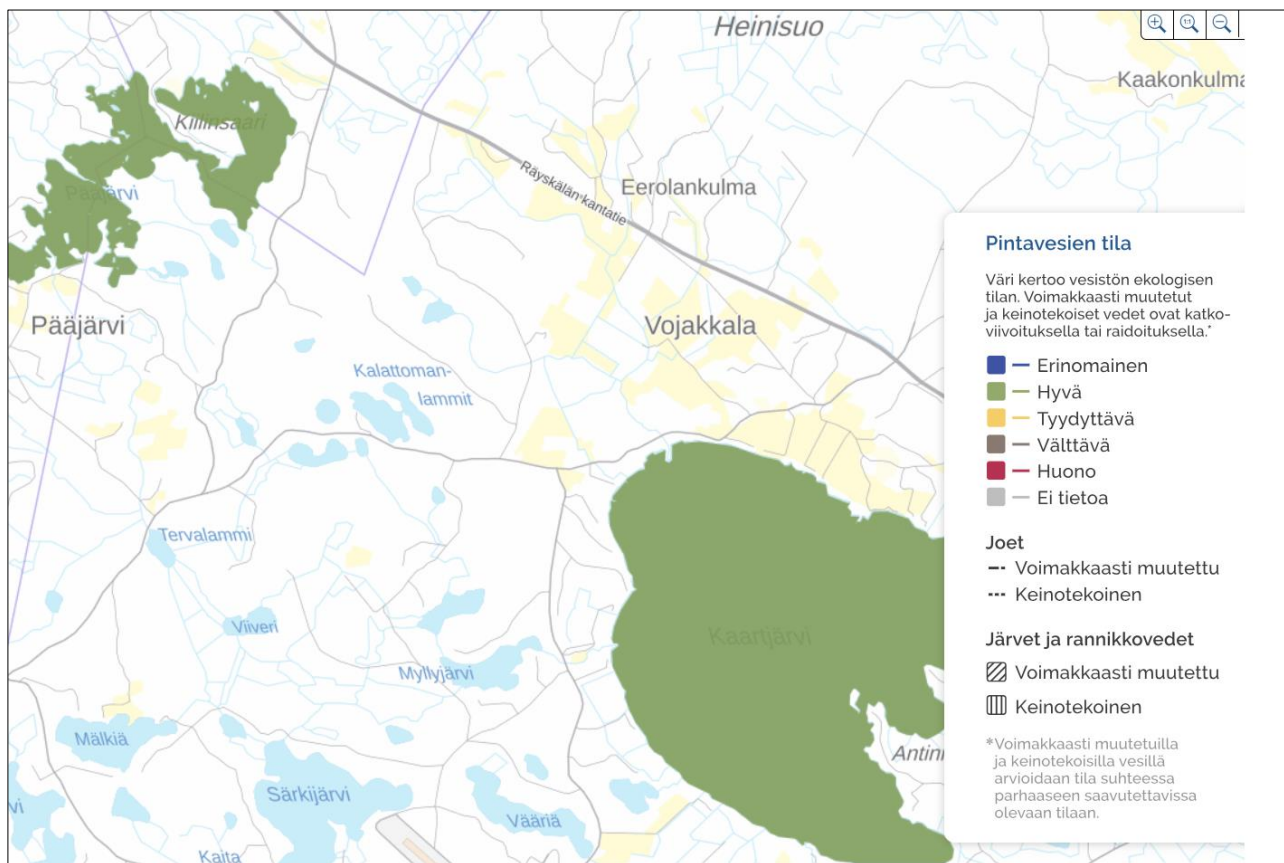
Valuma-alue: Kokemäenjoen vesistöalue

Kalattomanlammit

Lähialueen järvillä ei ole luokitusta VESI-palvelun mukaan.

Ruuttanalammi

Pieni osa alueesta B virtaa Ruuttanalammiin, joka sijaitsee lähellä projektialuetta, mutta sillä ei ole luokitusta VESI-palvelun mukaan.



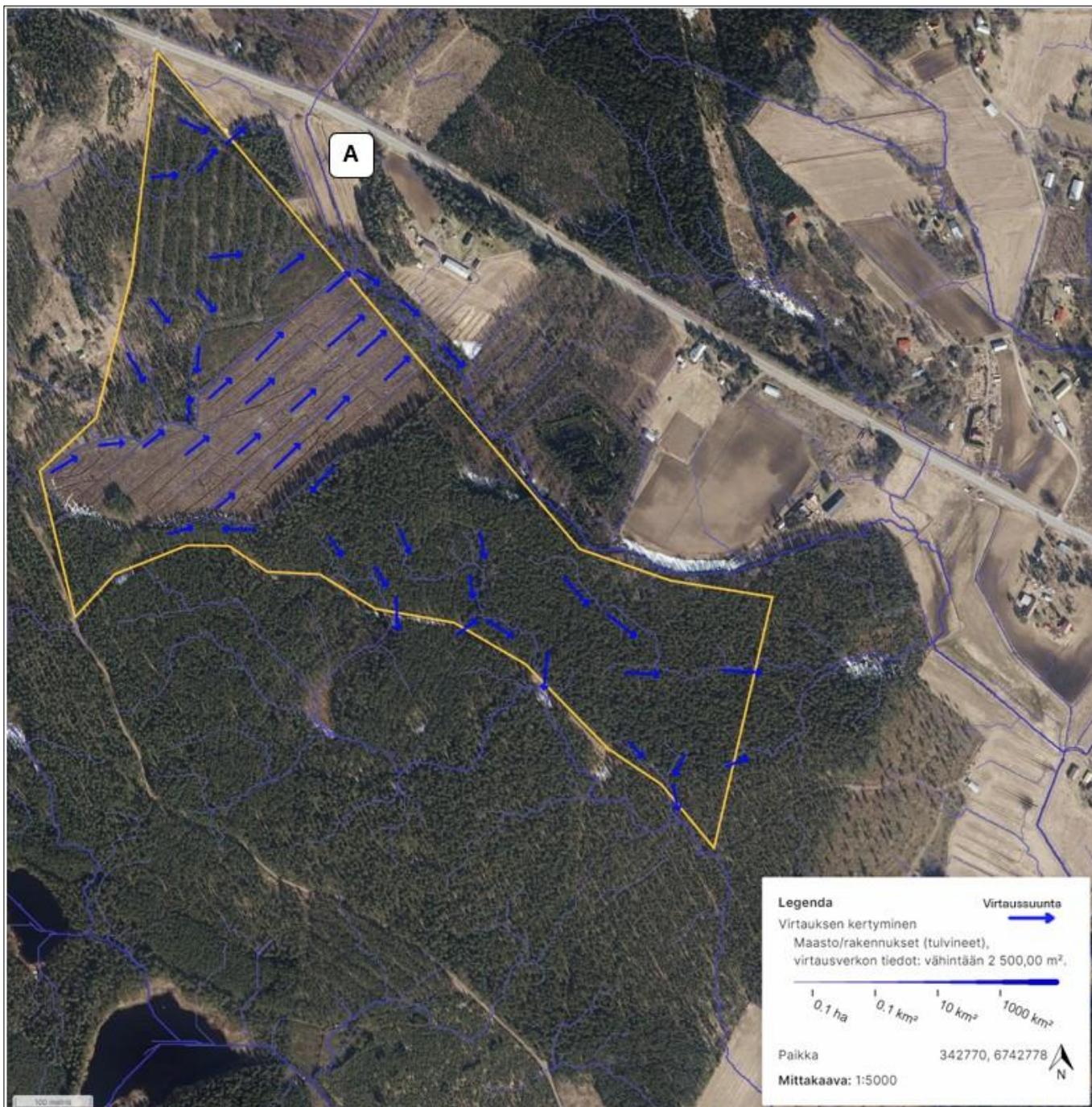
Kuva 14. Kartta näyttää järvien, rannikkovesien ja vesistöjen ekologisen tilan. Ympäristölaatumit liittyvät kemiallisen ja ekologisen tilan luokituksiin. Kartta on haettu VESI.fi-palvelusta 12.8.2024.

10. Virtausreitit

Virtausreitit osoittavat, minne vesi kulkeutuu projektialueelta. Vesistöjä, joihin vesi johdetaan, kutsutaan purkukohteiksi.

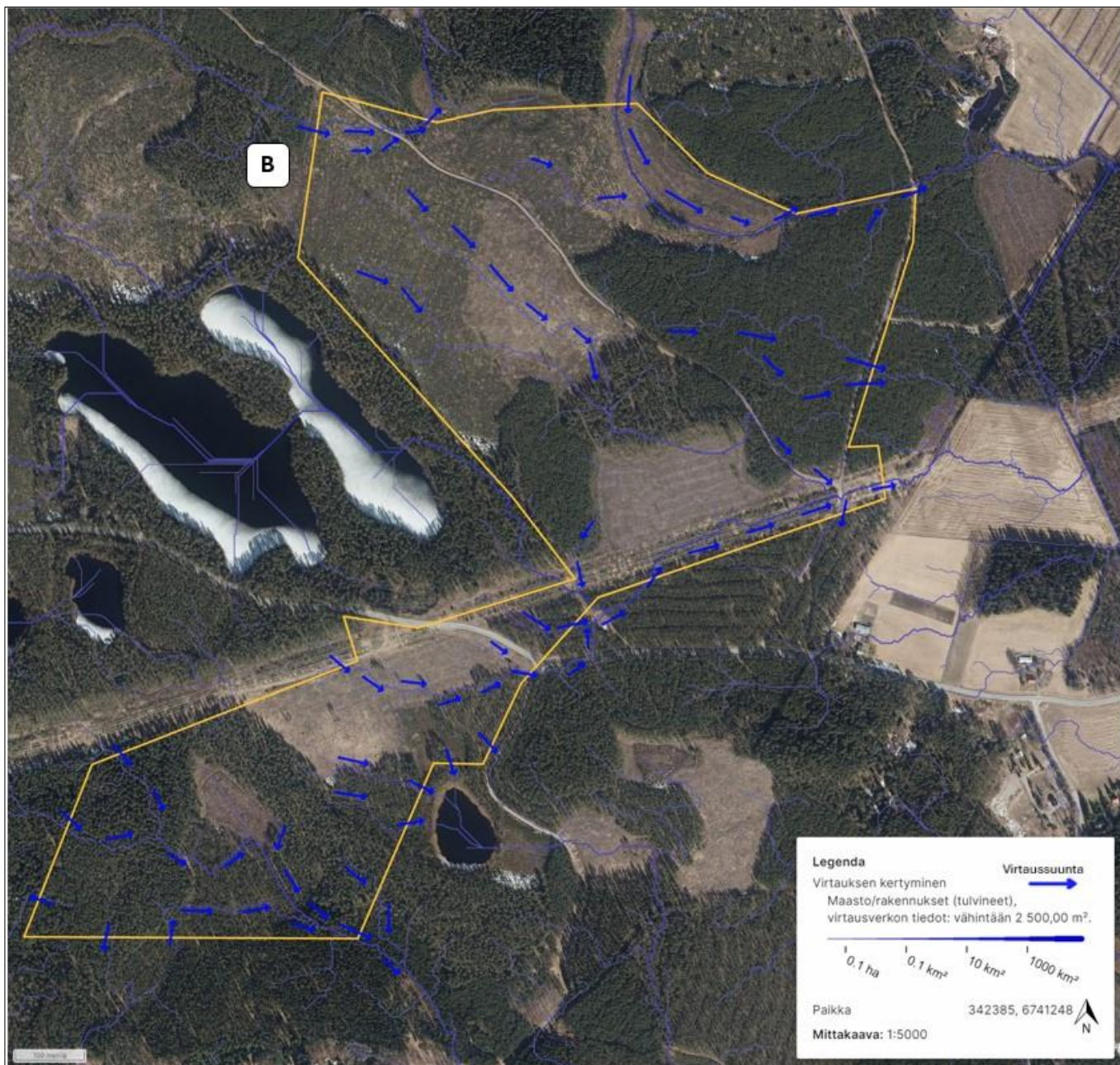
Alue A

Alueen A virtausreitit kulkevat pohjoisesta alueen keskellä oleviin ojiin. Ojista vesi virtaa pohjoiseen alueen rajojen myötäisesti. Alueen eteläosista vesi virtaa pois projektialueelta.



Kuva 15. Virtausreitit alueella A. Siniset nuolet osoittavat veden virtauksen suunnan. Taustakartta on ortokuva.

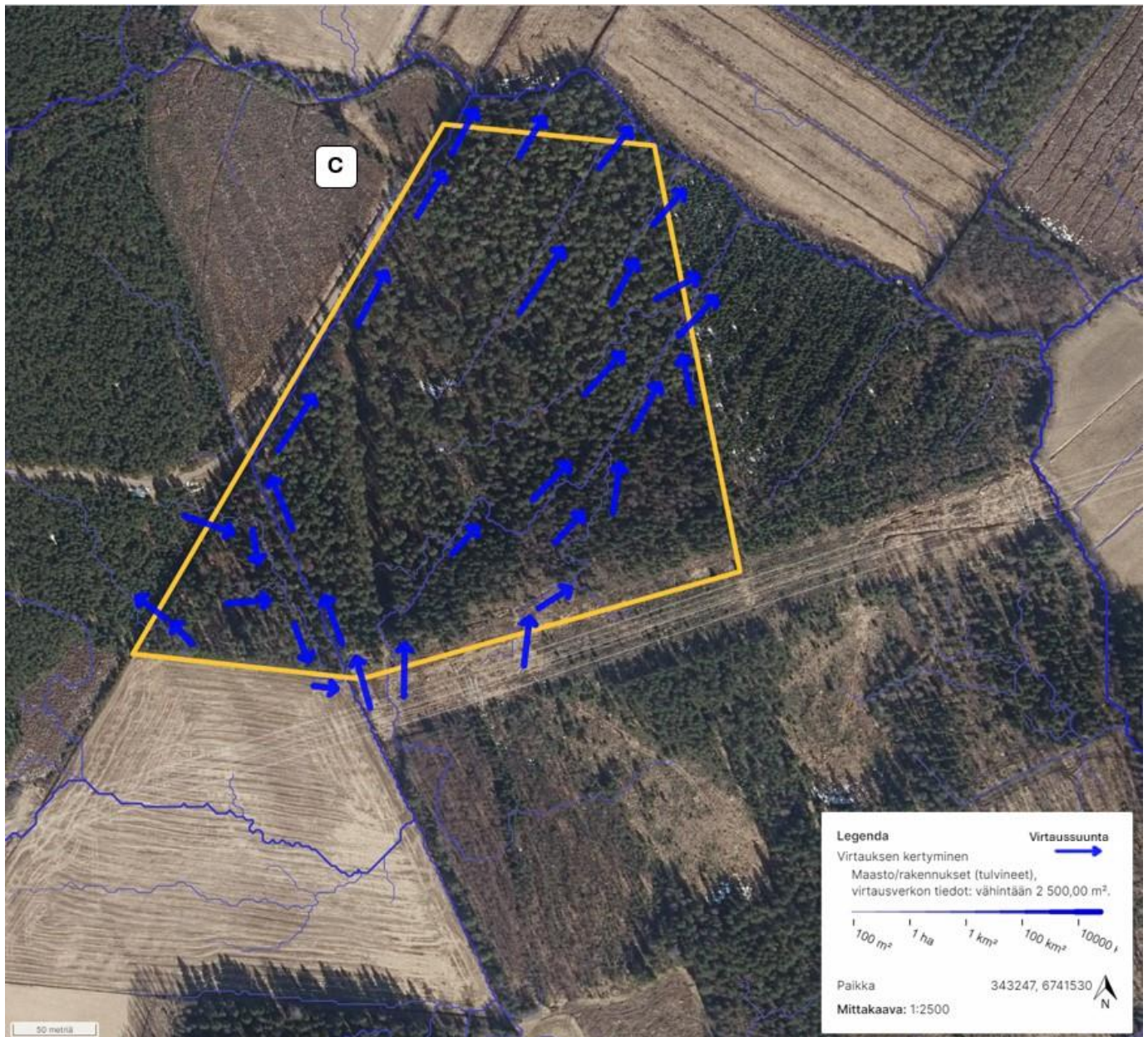
Alueen B virtausreitit esitetään kuvassa 16. Vesi virtaa yleensä itään. Alueen keskellä kulkee voimajohto. Vesi virtaa sen suuntaisesti itään. Alueen eteläpuolella on pieni järvi, johon vesi virtaa lähimmiltä mailta. Projektialueen länsipuolella on kaksi pientä vesistöä, mutta alue ei valu näihin.



Kuva 16. Virtausreitit alueella B.

Alue C

Alueen C hulevedet virtaavat pohjoiseen olemassa olevien ojien kautta. Ojia on projektialueen ympärillä, ja ne kuljettavat vettä alueen eteläosasta länsireunan kautta pohjoiseen. Sieltä oja kääntyy itään ja kulkee juuri projektialueen pohjoispuolella.



Kuva 17. Virtausreitit alueella C.

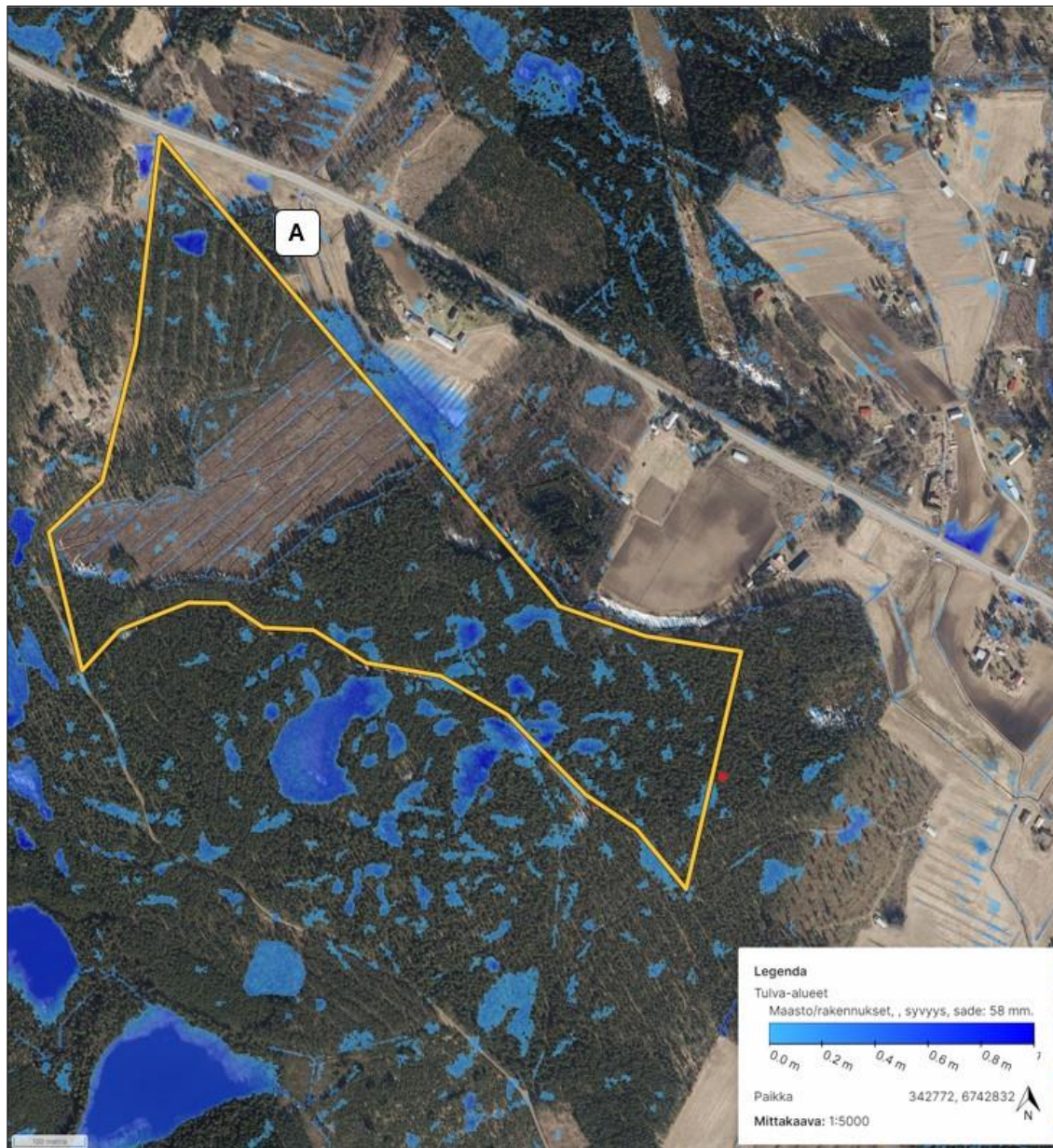
11. Tulvavaara alueet

Äärimmäinen sademäärä ja toistuvuus

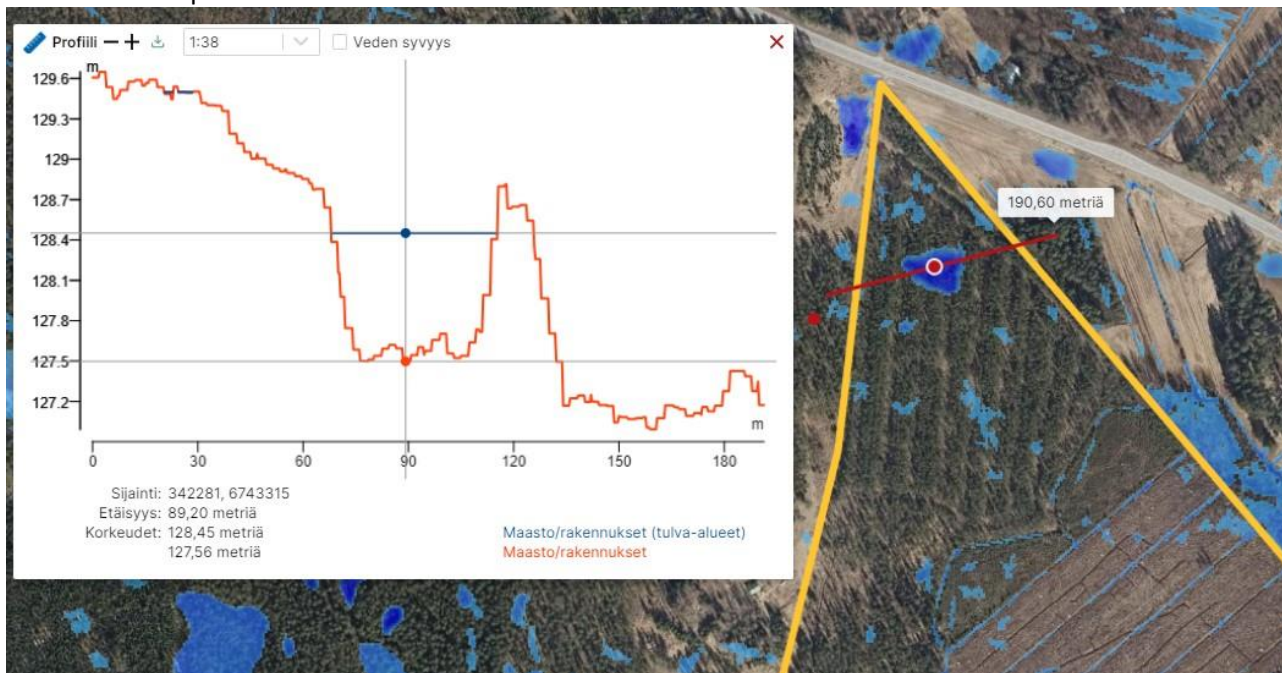
Toistuvuus tarkoittaa sitä, kuinka usein tietyn mittainen tai suurempi sateen määrä esiintyy. Tulva-analyysin avulla voidaan luoda "pahin mahdollinen skenaario" ja kehittää ratkaisuja tai riskienhallintatoimenpiteitä. Tässä tapauksessa historiallisia sademääriä on analysoitu.

Mallinnettu tulvamäärä on 58 mm, joka edustaa voimakasta rankkasadetta. Tämä määrä perustuu siihen, että historiallisesti lähialueilla on esiintynyt jopa 78 mm sadetapahtumia. Mallinnuksessa oletetaan, että maaperä on täysin tiivistynyt, eikä oteta huomioon infiltraatiota. Siksi oletetaan, että 20 mm sademäärästä imeytyy maahan, ja 58 mm käytetään mallinnuksessa.

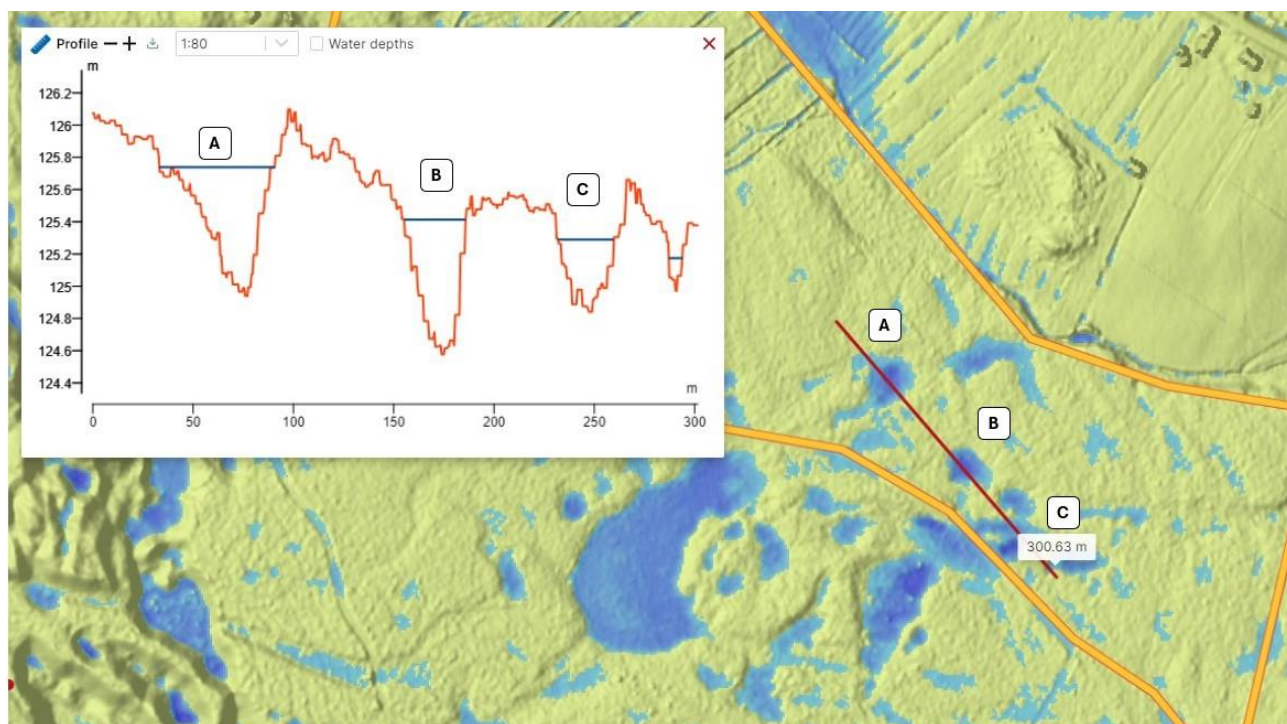
Scalgo-mallinnus osoittaa, että pohjoiskulmassa on pieni alue, joka voi tulvia. Myös eteläosissa on muutamia pieniä alueita, jotka tuluvat rankkasateiden aikana. Näillä alueilla ei tulisi sijoittaa muuntamoita tai sähköasemia. Kolme syvintä painanne aluetta suositellaan jätettäväksi rakentamatta.



Kuva 18A Tulvivat alueet 58 mm sademäärällä. Alueella A on pohjoisessa ja etelässä muutamia alueita, jotka voivat tulvia rankkasateiden aikana.



Kuva 18B. Profiili tulvimisesta alueella A. Veden syvyys on 8,48 cm, ja tilavuus on 840 m³. Tämä alue suositellaan jätettäväksi rakentamatta.



Kuva 19. Kolmen matalapaikan profiili alueen A eteläosassa. Näitä alueita ei suositella rakennettavaksi tulvimisriskin vuoksi.

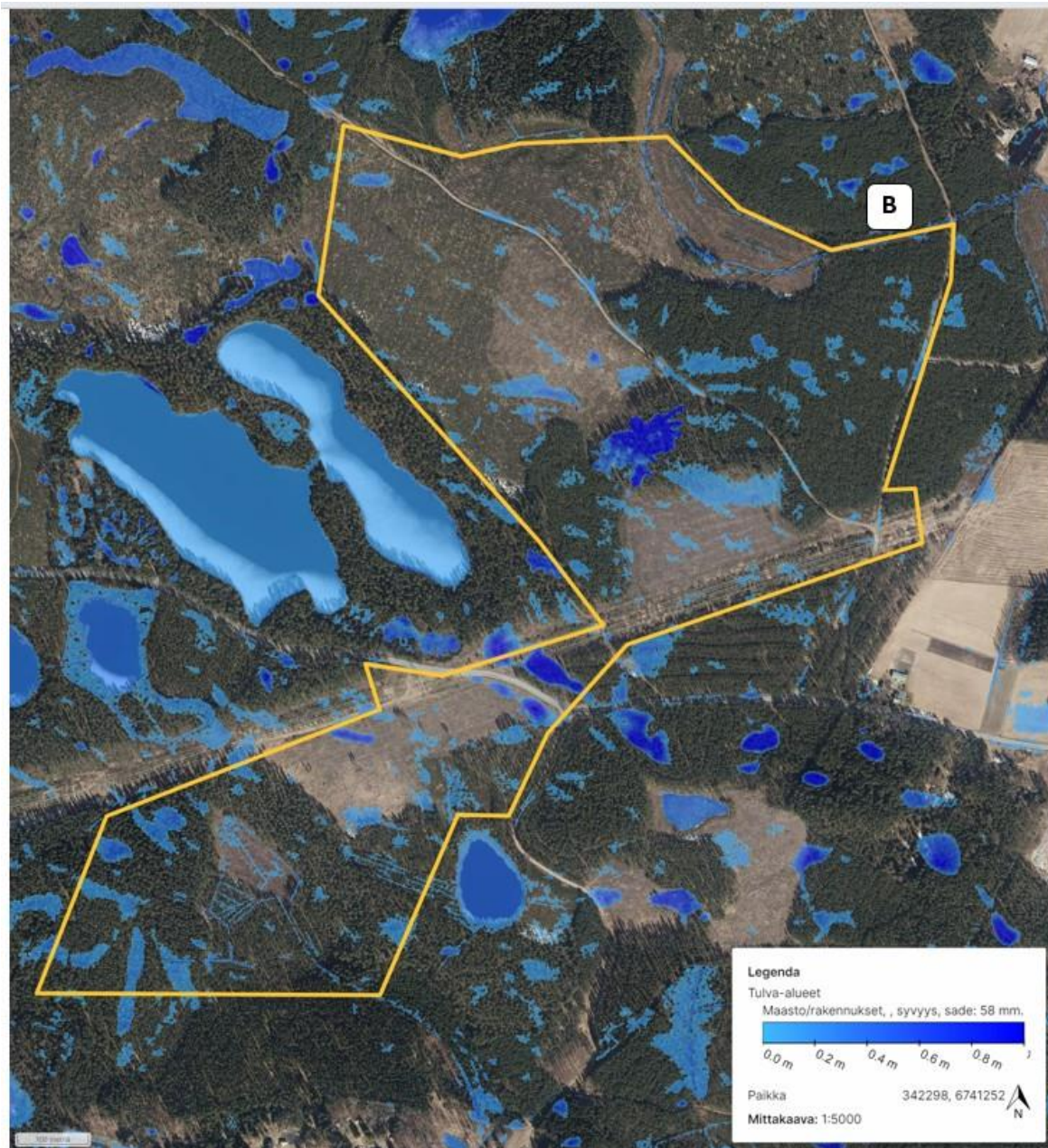
A: Syvyys – 77 cm, tilavuus – 735 m³

B: Syvyys – 82 cm, tilavuus – 390 m³

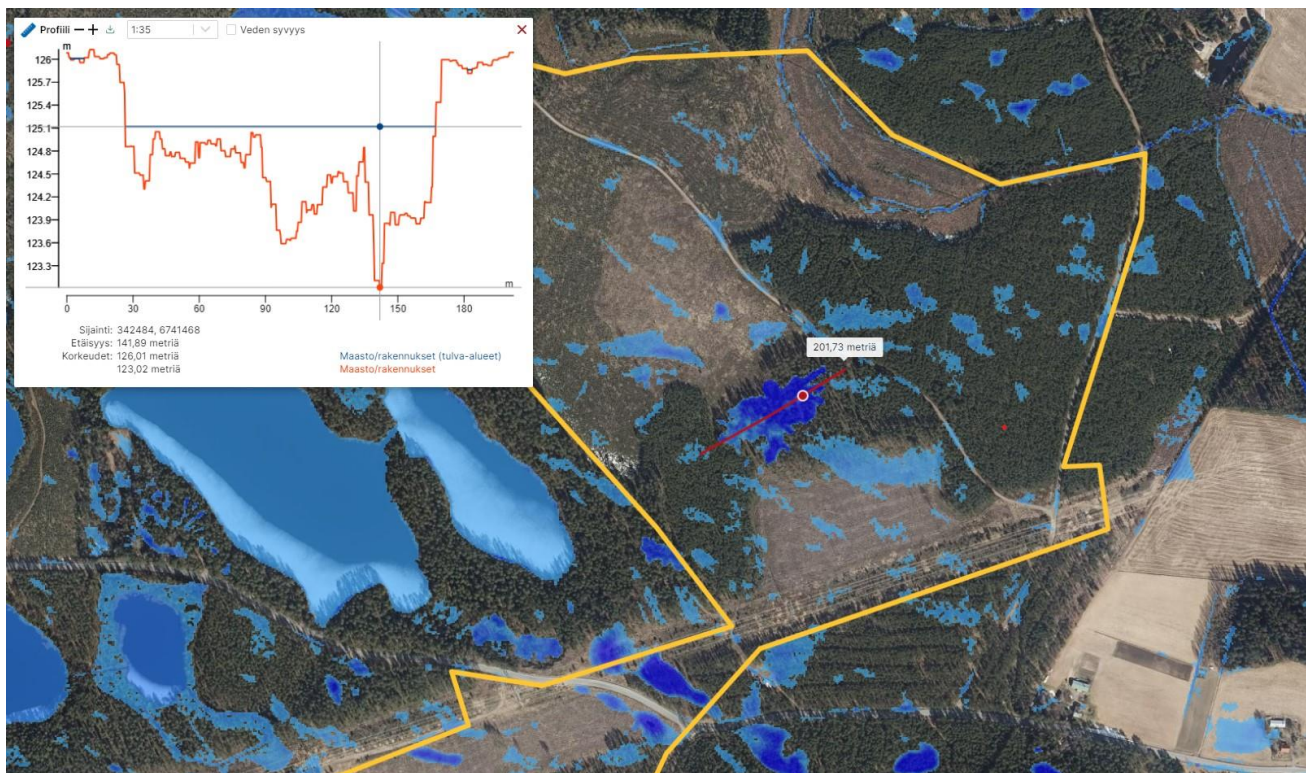
C: Syvyys – 90 cm, tilavuus – 3260 m³

Alue B

Alueella B on kaksi pientä aluetta, joissa on riski syvempään tulvimiseen rankkasateiden aikana. Mallinnuksessa on myös joitakin pieniä vesialueita, mutta ne eivät todennäköisesti aiheuta ongelmia, sillä vesi todennäköisesti imeytyy maaperään.



Kuva 20. Tulvat alueet 58 mm sademäärällä. Alueella B on kaksi pientä aluetta, jotka voivat tulvia rankkasateiden aikana.

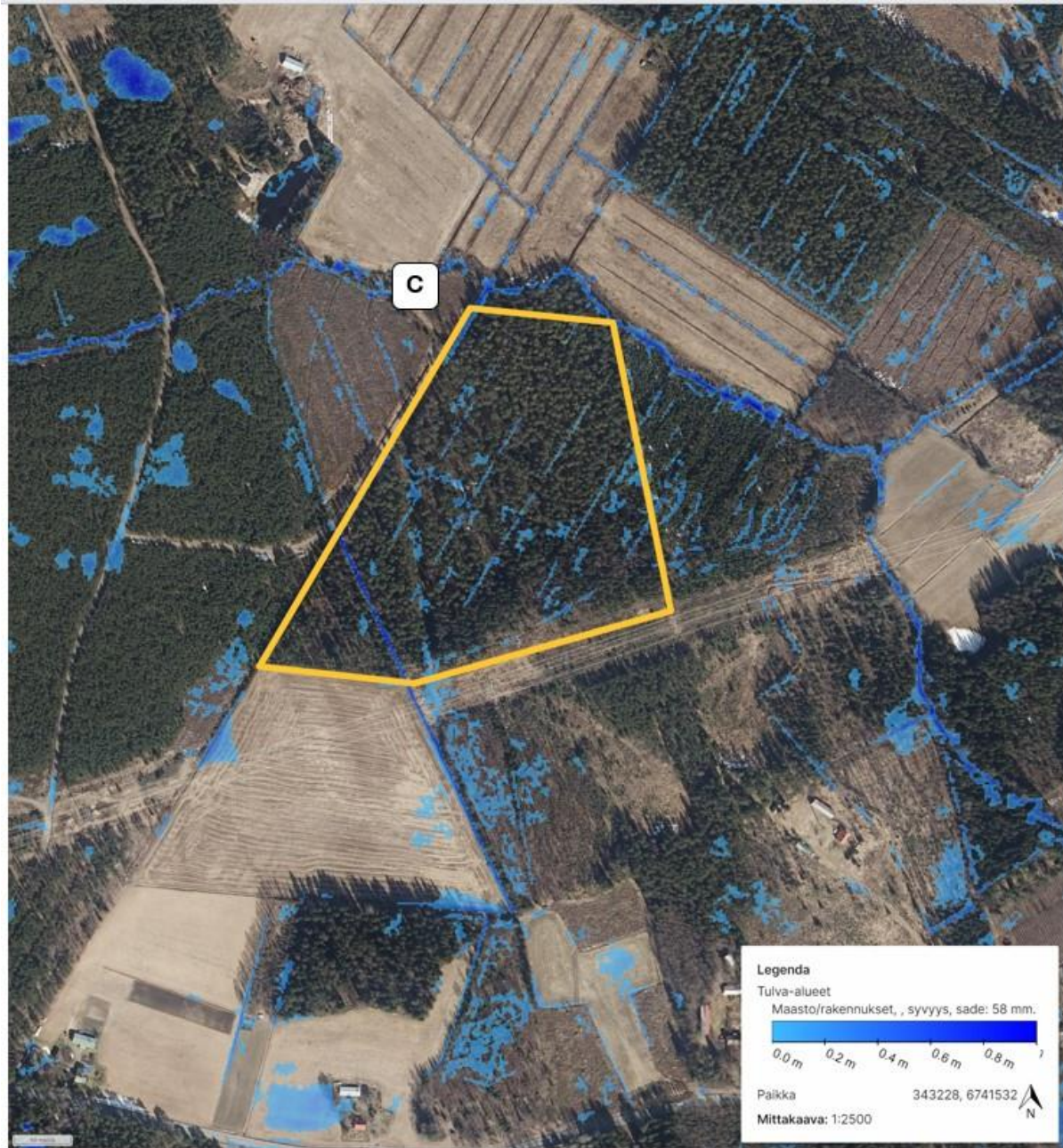


Figur 21. Profili voimakkaasti tulvivasta alueesta alueella B. Veden syvyys pohjoisosassa on 17 m, ja tilavuus on 6615 m³. Rakentamista ei suositella näissä syvimmissä paikoissa.

Veden syvyys on 1,7 metriä, ja vesialueen kokonaistilavuudeksi on arvioitu 6615 m³. Alueen syvimmissä kohdissa ei suositella rakentamista. Alueen keskiosassa on toinen syvä vesialue, jossa veden syvyys on 1,68 metriä ja tilavuus 4279 m³. Myös tämä alue tulisi jättää rakentamatta.

Alue C

Alueella C ei ole tulvariskiä. Olemassa olevat ojat tulee säilyttää.



Figur 22. Tulvivat alueet 58 mm sademäärällä alueella C.

12. Päästöt

Tällä hetkellä suurin osa maasta on metsää. On tärkeää, että oikeat varotoimet otetaan käyttöön rakennusvaiheen aikana. Suoja-alue, joka on 10 metriä leveä, tulisi säilyttää lähimpien vesistöjen ja aurinkopuistoalueen välillä. Suoja-alueella kasvillisuuden tulee pysyä koskemattomana, jotta estetään maan partikkeliin kulkeutuminen huleveden mukana vesistöihin.

Maapartikkelit voivat samentaa vettä, mikä on haitallista vesistöissä eläville eläimille ja organismeille. On myös suositeltavaa pitää muutaman metrin etäisyys kaikista olemassa olevista ojista. Tämä suojaetäisyys riippuu ojan koosta ja paikallisista olosuhteista.

Aurinkopuiston toiminnan aikana ei tapahdu päästöjä kemikaalien tai muiden vierasaineiden muodossa. Projektialueella on myös erittäin vähän liikennettä, joten arvioidaan, että saastekuormituksen ei ole suurempi kuin nykyisellä maankäytöllä.

13. Hulevesiratkaisut

Suurimman osan vuodesta suurin osa sateesta imeytyy maaperään ja muodostaa maa- ja pohjavettä. Aurinkopuiston maaperä koostuu pääasiassa ruhosta ja kukkivista niittykasveista. Hieman tiiviimpiä alueita ovat lähinnä muuntamoasemat, sähköaseman rakennus, varastokontit ja sisäiset ajoväylät. Nämä rakenteet muodostavat kuitenkin vain pienen osan koko aurinkopuistosta. Käytännössä sadevesi, joka valuu esimerkiksi muuntamon katolle, voi imeytyä viereisiin ruohopintoihin. Nyrkkisääntö on, että tiivistetty alue tarvitsee noin yhtä suuren viheralueen, jotta kaikki hulevesi voi imeytyä maahan. Tämä tarkka viheralueen koko riippuu myös maaperän laadusta ja maakerroksen paksuudesta.

Aurinkopaneelien alla oleva maa-alue on myös nurmen ja niittykasvien peitossa, joten vain hyvin pieni osa maasta tiivistetään aurinkopuiston rakentamisen yhteydessä. Osittain maata voi kuitenkin tiivistyä rakentamisen aikana, mikä voi johtaa siihen, että infiltraatiokapasiteetti, esimerkiksi ajourilla, on matala. Tällöin vettä voi jäädä maahan rakentamisen aikana. Kasvillisuuden juurtuminen voi kestää yhden tai useamman kasvukauden. Jokaisella kaudella juuret tunkeutuvat syvemmälle maahan ja muodostavat juurikerroksen, jossa maaperästä tulee huokoisempaa ja vesi imeytyy helpommin.

Viivytytsaltaat



Kuva 23. Esimerkki viivytytsaltaasta aurinkopuistossa.

Viivytytsaltaiden tai muiden virtaamien hidastamiseen tarkoitettujen rakenteiden rakentaminen ei ole välttämätöntä, sillä virtaamat pysyvät todennäköisesti samanlaisina ennen ja jälkeen rakentamisen. Viivytytsaltaita voidaan kuitenkin rakentaa tasaamaan virtaushuippuja ja edistämään luonnon monimuotoisuutta.

Kosteikot tai viivytytsaltaat ovat hyödyllisiä monille lajeille. Sammakkoeläimet sekä vesieliöiden monimuotoisuus hyötyy näistä, mutta altaat ovat tärkeitä myös linnuille ja hyönteisille. Pieniä viivytytsaltaita voidaan rakentaa painennekohtiin hankealueella. Vedenvirtaus alueelle tapahtuu pääsääntöisesti olemassa olevista ojista, ja vesi saa seistä lammissa. Jos altaat rakennetaan tiiviille maaperille, kuten savelle, ne voidaan rakentaa luonnollisella maaperällä, ja ne pysyvät tiiviinä. Jos altaat rakennetaan läpäisevämmälle maaperälle, altaan pohjana voidaan käyttää tiivistyskangasta. On myös mahdollista rakentaa kuiva-altaita, jotka tulvivat vain korkean virtaaman aikana. Nämä altaat ovat kuivina ja kasvien peitossa osan vuodesta ja täyttyvät vedellä toisina vuodenaikoina.

Rakennusvaiheen aikana voidaan olemassa oleviin ojiin rakentaa lietekaivoja, jotta vesistöihin kulkeutuvien partikkeleiden määrää voidaan rajoittaa.

Ojitukset

Ojituksia on useita tyyppisiä. Tietyntyyppiset uudet ojat vaativat ilmoituksen tai luvan, kun taas toisissa tapauksissa pienet uudet ojat, joilla on vähäinen vaikutus, eivät vaadi ilmoitusta. Ojia, joita voidaan pitää merkityksettöminä, ovat esimerkiksi salaojitukset tai täydentävät ojitukset peltolohkolla sekä ojien normaali huolto.

Jos ojitustyö on merkittävää, siitä on tehtävä ilmoitus elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle (ELY-keskus) vähintään 60 päivää etukäteen. Jos ojitus sijaitsee pohjavesialueella tai happamalla sulfaattimaalla, ilmoitus on tehtävä myös pienemmistä ojituksista. Ilmoituksen jättämisen jälkeen ELY-keskus arvioi, tarvitseeko ojitukselle hakea lupaa aluehallintovirastolta tai onko tarpeen määrätä ojitusmääräys.

Kaikki ojitushankkeet, niin pienet kuin suuretkin, tulee suunnitella ja toteuttaa niin, että ojituksen haitat minimoidaan. Ojituksen tulee aiheuttaa mahdollisimman vähän haittaa esimerkiksi muille maanomistajille tai vesistön alapuolisille kalakannoille sekä vesistön virkistyskäytölle. Vettä ei esimerkiksi saa johtaa pois niin, että toisen omistamaa maata kastellaan tai naapurin veden saanti vaikeutuu.

Aurinkopuiston rakentamisen yhteydessä ei nähdä tarpeelliseksi kaivaa uusia suuria ojia. Todennäköisesti nykyiset ojat tarkistetaan, ja tarvittaessa niitä puhdistetaan hydrologisen toiminnan säilyttämiseksi. On mahdollista, että matalia ojia rakennetaan muuntamoiden ympärille ja uusien ajoväylien varrelle, sekä loivia painanteita aurinkopaneelien alle, jotta estetään seisovan veden kertyminen tasaisille alueille rakennusvaiheen aikana ennen kasvillisuuden palautumista. Nämä ojat ovat noin 2–3 metriä leveitä ja enintään 0,5 metriä syviä, ja ne kasvavat vähitellen umpeen puiston käyttöaikana. Kyseiset ojat eivät ole varsinaisia maankuivatusrakenteita, mutta ne suojaavat puistoa seisovalta vedeltä rankkasateiden tai voimakkaiden sateiden aikana.

Jos uusia ojia rakennetaan, asiasta käydään keskustelua asianomaisten viranomaisten kanssa.

Varotoimet/ennaltaehkäisevät toimet

Jotta vältetään sedimentin ja kiinteän aineksen kulkeutuminen huleveden mukana, voidaan soveltaa erilaisia varotoimia. Näihin kuuluvat pääasiassa seuraavat:

- 10 metrin suoja-alue kaikista luonnollisista vesistöistä. Tälle suoja-alueelle ei saa sijoittaa aurinkokennoja, muuntamoita, sähköasemia, aitoja tai ajoväyliä.
- Olemassa oleviin kaivettuihin ojiin on jätettävä muutaman metrin suojaetäisyys. Tälle suoja-alueelle ei saa sijoittaa aurinkokennoja, muuntamoita, sähköasemia, aitoja tai ajoväyliä.

14. Johtopäätökset

Tulvariski on olemassa rankkasateiden aikana alueilla **A** ja **B**. **Alueella A** on tulvariski pohjoisosassa sekä muutamilla alueilla idässä. Luontaisten matalapaikkojen säilyttäminen on tehokas tapa ohjata vesiä pienemmille alueille. Aurinkopaneelit voidaan asentaa myös tulvaherkille alueille, kunhan tekniset rakennukset sijoitetaan kuivemmille paikoille.

Alueella B syntyy vain pieniä vesikertymiä. Erityisiä toimenpiteitä ei tarvita, mutta on suositeltavaa jättää syvimät painaumat rakentamatta ja olla sijoittamatta muuntamoita näille alueille.

Virtausreitit rankkasateiden aikana voivat poiketa tavanomaisista, pienempien sateiden virtausreiteistä. Suurten sademäärien aikana maaperän kyky imeä vettä voi heiketä, jolloin se ei enää pysty ottamaan vastaan lisää vettä. Tällöin hulevesi alkaa virrata sekä maaperän pintakerroksessa, että maan pinnalla. On suositeltavaa, että luonnolliset valumareitit jätetään vapaiksi, jotta rakennustöiden aikana ei synny uusia suljettuja alueita, jotka voivat aiheuttaa tulvia. Esimerkiksi, jos sisäinen ajotie katkaisee yhden suuremmista virtausreiteistä, tiehen tulisi asentaa rumpuputki, jotta vesi voi virrata sen ali.

Aurinkopuiston rakentaminen ei lisää riskiä, että rakennukset tai naapurikiinteistöt tulvisivat. Tämä johtuu pääasiassa siitä, että hankealueen virtaaman ei arvioida lisääntyvän merkittävästi, koska maaperä pysyy pääasiassa viheralueena.

Aurinkopuisto ei aiheuta päästöjä ilmaan, maahan tai veteen.

Aurinkopuiston vaikutuksia ja vaikutusten lieventämistä on arvioitu erillisessä raportissa.

Jotta aurinkopuiston rakentaminen ei vaikuttaisi negatiivisesti lähialueen vesistöihin, on harkittava ennaltaehkäiseviä toimia. On tärkeää, että suojavyöhykkeet pidetään olemassa olevien ojien ympärillä, jotta maapartikkeleita ei kulkeutuisi huleveden mukana ja samentaisi alapuolella olevia vesistöjä. Ruoho ja niittykasvillisuus tulisi istuttaa mahdollisimman nopeasti aurinkopuiston rakentamisen jälkeen.

Voidaan arvioida, että metsää raivattaessa voi tapahtua virtaaman lisääntymistä sekä jonkin verran kiinteiden ainesten lisääntymistä vastaanottaviin vesistöihin rakennusvaiheen aikana ja ensimmäisellä kasvukaudella ennen kuin kasvillisuus on vakiintunut. Kun aurinkopuisto on toiminnassa ja kasvillisuus kattaa maaperän, arvion mukaan saastekuormitus ja veden samentuminen pysyvät muuttumattomina koko aurinkopuiston elinkaaren ajan. Aurinkopuiston rakentaminen ei haittaa lähimpien vesistöjen mahdollisuuksia saavuttaa asetettuja ympäristönladun normeja.

15. Lähteet ja viitteet

Ojitukset: "Kuka saa kaivaa ojan ja missä?" | [Vesi.fi](#)

Kartat: Vedenkorkeus: www.vesi.fi/karttapalvelu

Sademäärätiedot: Lataa havaintoja - [Ilmatieteen laitos](#)

Sademäärätilastot eri puolilta Suomea: Tilastot vuodesta 1961 lähtien - [Ilmatieteen laitos](#)

Scalgo Live

Veden tilanne | [Vesi.fi](#)

Tulvat Suomessa: Tulvat Varsinais-Suomessa | [Vesi.fi](#)