

Hulevesiselvitys Särkisalon aurinkovoimala



HULEVESISELVITYS SÄRKISALON AURINKOVOIMALA
ERIK KIHLEÉN OCH JUAN FREYTES

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1. | RAPORTIN TARKOITUS | 2 |
| 2. | TIIVISTELMÄ | 2 |
| 3. | HANKEALUE..... | 3 |
| 4. | HULEVESIÄ KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ | 4 |
| 5. | TOIMENPITEIDEN KUVAUS | 4 |
| 6. | MAAPERÄTYYPIT | 8 |
| 7. | TOPOGRAFIA | 12 |
| 8. | POHJAVEDET | 16 |
| 9. | PINTAVEDET | 17 |
| | JÄRVET | 17 |
| | RANNIKKOVEDET | 18 |
| 10. | VALUMA-ALUEET | 19 |
| 11. | TULVAVAARA-ALUEET | 23 |
| | ÄÄRIMMÄINEN SADEMÄÄRÄ JA NIIDEN TODENNÄKÖISYYS | 23 |
| | SADEMÄÄRÄT | 23 |
| 12. | KIINTOAINHEET | 34 |
| 13. | HULEVESIRATKAISUT..... | 34 |
| | HULEVESIALTAAT | 35 |
| | ENNALTAEHKÄISEVÄT TOIMENPITEET..... | 37 |
| 14. | JOHTOPÄÄTÖKSET JA KESKUSTELU | 37 |
| | LÄHTEET..... | 39 |

1. Raportin tarkoitus

Tämän raportin tavoitteena on selvittää, kuinka aurinkovoimapuiston rakentaminen tulee vaikuttamaan alueen hulevesiin ja onko olemassa riskiä tulvavesille voimakkaiden sateiden yhteydessä. Raportissa esitellään myös nykyiset valumareitit ja maaperätyypit, jotka ovat tärkeitä analysoitavia tekijöitä mallinnustulosten tulkitsemiseksi.

Tulvaosioissa pyritään selvittämään, mihin hulevedet kerääntyvät äärimmäisten sateiden aikana. Tulva-analyysin avulla aurinkovoimapuiston suunnittelu voidaan tehdä tulvariskit huomioiden, mikä vähentää tulvariskien määrää.

2. Tiivistelmä

Kiintoaineiden ja veden sameus arvioidaan hieman lisääntyvän voimalan rakennusvaiheessa ja ensimmäisen käyttövuoden aikana. Uuden kasvillisuuden vakiinnuttua ravinteiden ja torjunta-aineiden aiheuttama kuormitus ja vedensameus vähenevät nykyiseen maan- ja metsätalouteen verrattuna. Tämä johtuu pääasiassa siitä, että maata ei lannoiteta, käännetä, haravoida tai ruiskuteta torjunta-aineilla aurinkovoimapuiston toiminnan aikana.

Tulvariski on olemassa lähes kaikilla osa-alueilla, mutta aurinkopaneelit voidaan asentaa melkein koko alueelle. Osa-alue C:n koilliskulmassa on suuri tulvariski. Tällä alueella tarvitaan erityisesti varotoimenpiteitä, mikäli sinne aiotaan rakentaa.

Osa-alueella E on riski rannikkoveden tulvasta, mikäli vedenpinta nousee. Eteläiset osat lähellä Finnarinselkää ovat alavia ja voivat tulvia merenpinnan ollessa korkealla. Tällä alueella voidaan rakentaa, mutta muuntajat tulee sijoittaa tulva-alueen ulkopuolelle. Invertterit tulisi sijoittaa paneelikentän kauimpana merestä olevalle puolelle, jotta johtojen vetäminen muuntajille minimoidaan.

Osa-alueella F itäpuolella sijaitsee pieni alue, joka on vaarassa tulvia. Aurinkopaneeleja voidaan rakentaa suurimmalle osalle tätä aluetta, mutta teknisiä rakennuksia ei tulisi sijoittaa sinne.

Aurinkovoimapuiston laajentaminen ei vaaranna vastaanottajien mahdollisuutta saavuttaa asetettuja ympäristölaatunormeja

Aurinkovoimapuiston laajentaminen ei vaikuta alueen hulevesiä koskevien ympäristölaatutavoitteiden saavuttamiseen.

3. Hankealue

Hankealue sijaitsee lähellä Särkisalon kylää ja se on jaettu useisiin osa-alueisiin, joihin rakennetaan aurinkopaneeleita. Hankealue on jaettu seitsemään erilliseen osa-alueeseen, A-G.

Osa-alue A koostuu tällä hetkellä avohakkuualueista. Projektialueen itäpuolella on asutusta ja Makarlanjärvi.

Osa-alue B koostuu avohakkuualueista, nuoresta metsästä sekä etelä- ja itäosan metsäalueista. Projektialueen välittömässä läheisyydessä ei ole asutusta.

Osa-alue C koostuu pellostä, metsästä ja avohakkuualueista. Osa-alueen eteläpuolella on asutusta.

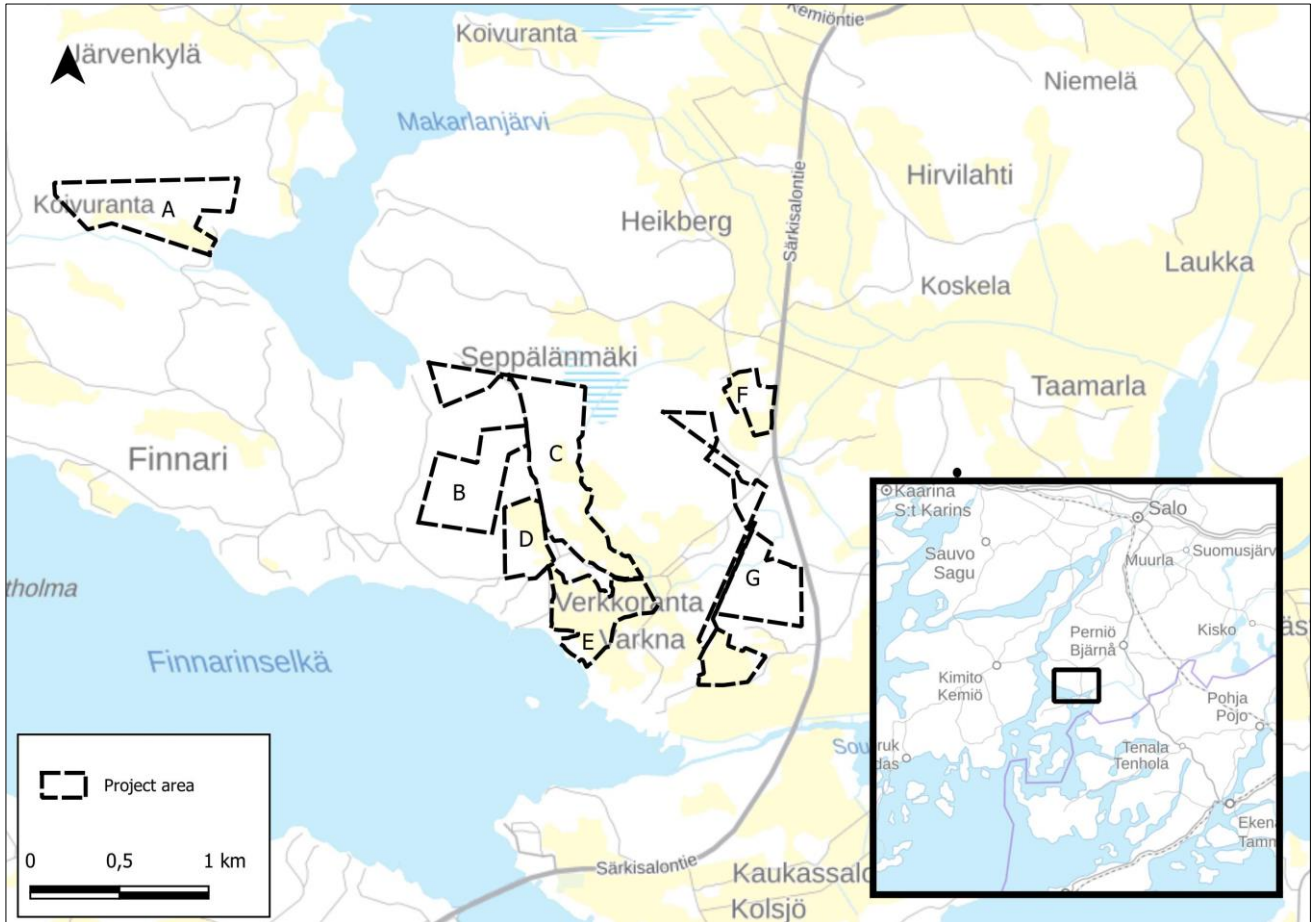
Osa-alue D koostuu puoliksi pellostä ja puoliksi uudelleen istutetusta metsästä. Alueen itäpuolella on asutusta.

Osa-alue E sijaitsee lähellä rannikkoa ja koostuu peltomaasta. Alueella on useita peltosaarekkeita ja alueen pohjoispuolella on asutusta.

Osa-alue F on heterogeeninen ja koostuu pellostä, metsästä että avohakkuualueista.

Osa-alue G koostuu useista metsäalueista, avohakkuualueista ja pellostä alueen eteläosassa. Asutusta on lähellä pohjoisessa, lännessä ja idässä.

Särkisalon aurinkovoimala



Kuva 1. Yleiskartta Särkisalon aurinkovoimapaistosta. Projektialue on jaettu seitsemään suurempaan osa-alueeseen.

4. Hulevesiä koskeva lainsäädäntö

Hulevesien hallintaa säädellään pääasiassa maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999). Laissa määritellään yleiset tavoitteet hulevesien hallinnalle erityisesti asemakaava-alueilla sekä toimenpiteet, joista hulevesien hallinta koostuu. Laissa määritellään myös, kuka vastaa hulevesien hallinnasta.

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

5. Toimenpiteiden kuvaus

Tässä luvussa kuvataan lyhyesti aurinkovoimapaiston suunnitellut toimenpiteet. Puiston alue aidataan teollisuusaidalla, jonka silmäkoko on 5 x 5 cm, tai riista-aidalla, jonka tyypillinen silmäkoko on 10 x 10 cm (ks. kuva 2). Aidan tarkoitus estää ulkopuolisten pääsy alueelle ja pitää suurriista, kuten hirvet, voimalan ulkopuolella, jotta estetään vahingot sekä eläimille että laitokselle.



Kuva 2. Esimerkki riista-aidasta puutolpilla (kuva vasemmalla) ja teollisuusaidan toteutus sisäpuolisella ylikiipeämissuojalla (kuva oikealla).

Aurinkopaneelit rakennetaan piikkennoista, jotka ovat ylivoimaisesti yleisin tuote markkinoilla. Paneelit ovat noin 1 x 2 metriä suuria ja ne asennetaan vierekkäin joko pystysuoraan (pystyorientaatio) tai vaakasuoraan (vaakaorientaatio). Esimerkki kolmen paneelin asennuksesta vaakasuorassa kiinteillä maakiinnikkeillä on esitetty kuvassa 3. Puistoon sijoitetaan myös inverttereitä ja muuntamoita.



Kuva 3. Esimerkki aurinkopaneeleista alumiinikehyksellä maakiinnikkeissä (vasemmalla). Kuvassa näkyy Varbergs Energin Solsidan-puisto Tvååkerissa Ruotsissa. Esimerkki aurinkopaneeleista yksiakselisilla aurinkokeräimillä (oikealla).

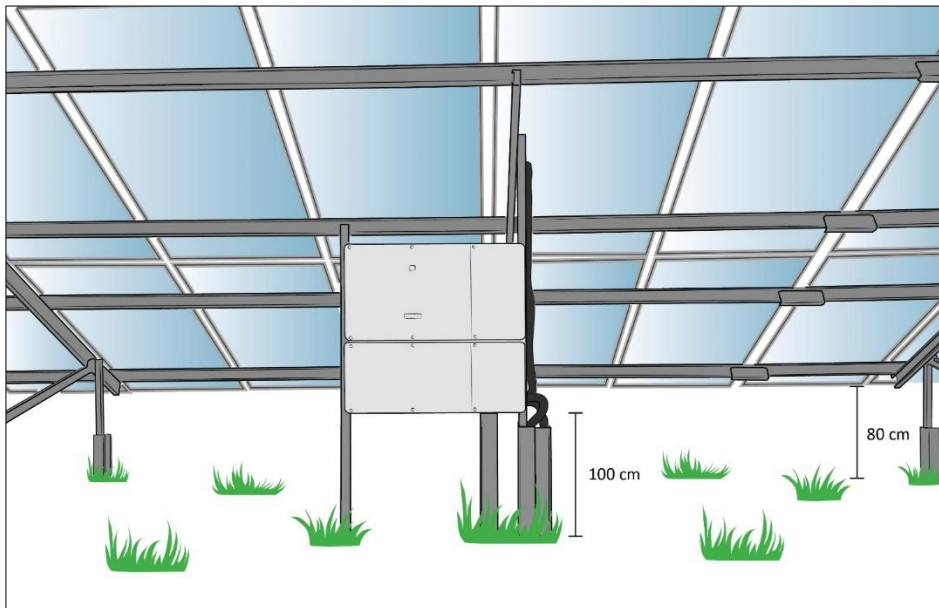
Maakiinnikkeiden ympärillä olevaa maata niitetään 1–2 kertaa vuodessa tai tarpeen mukaan. Vaihtoehtoisesti sitä voidaan laiduntaa esimerkiksi lampaiden avulla. Aurinkopaneelirivien välinen etäisyys on noin 5–6 metriä, mikä jättää tilaa alueen niittämiseen pienellä maataloustraktorilla.



Kuva 4. Aurinkopaneelit asennetaan pitkiin riveihin, noin 5–6 metrin välein. Ruoho sekä muu kasvillisuus voivat kasvaa paneelien alla, minkä vuoksi maa ei kovetu ja huleveden voivat imeytyä hyvin siihen.

Aurinkopaneelien sähköiset komponentit koostuvat kaapeleista ja inverttereistä. Inverttereitä käytetään muuntamaan aurinkopaneelien tasavirta vaihtovirraksi, joka voidaan muuntaa sähköverkon jännitetasolle. Paksummat pienjännitekaapelit vedetään sitten maahan muuntamoihin. Kiinteissä aurinkopaneeleissa invertterit on asennettu maakiinnikkeisiin, yleensä aurinkopaneelien alle. Aurinkokeräimiä käytettäessä ne sijoitetaan sen sijaan joko sivulle tai keräimien väliin, jotta liike on mahdollista. Invertterit asennetaan samalle korkeudelle sekä kiinteissä että liikkuvissa aurinkopaneeleissa, noin 100 cm korkeudelle maanpinnasta.

Särkisalons aurinkovoimala



Kuva 5. Aurinkopaneelien etureunan korkeus sekä elektronisten komponenttien korkeus (kuvassa invertteri).

Puistoon sijoitetaan muutama muuntamo ja yksi suurempi kytkinlaitosrakennus. Muuntamot ja kytkinlaitosrakennus toimitetaan yhtenä kappaleena ja nostetaan paikalleen soraperustuksen päälle suodatinkankaan päälle tai sijoitetaan esivalmistetulle betoniperustukselle erillisen nosturin avulla.



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

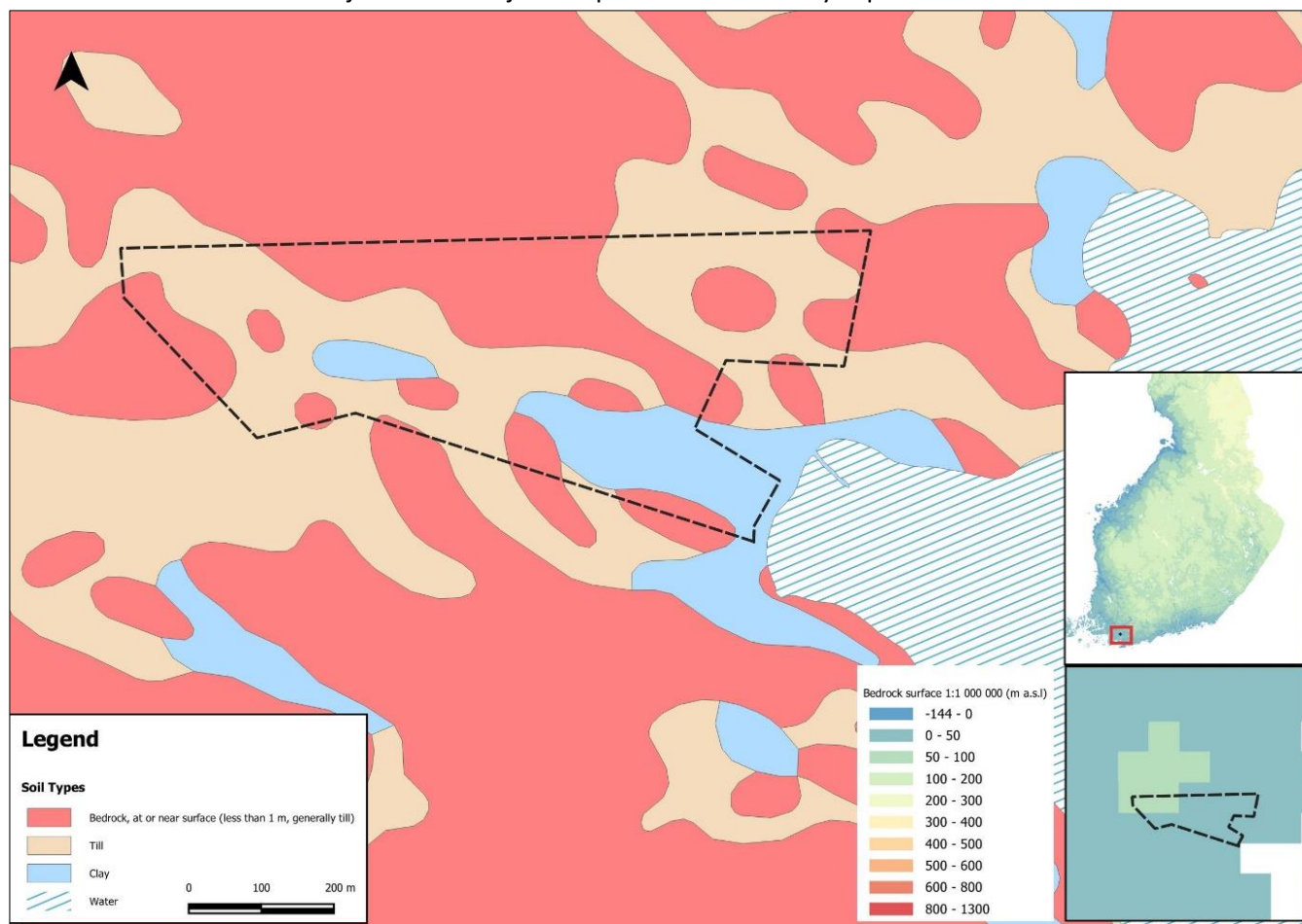
Rakennukset on suunniteltu kestämään sateita ja myrskyjä. Rakennukset tulee kuitenkin sijoittaa niin, että huomioidaan mahdollinen tulvariski ja välttää ja matalia maastonmuotoja alueella.

6. Maaperätyypit

Maaperäkartat on laadittu antamaan yleiskuva siitä, millaisia maaperätyyppejä kussakin lohossa on. Scalgo-ohjelman mallinnuksella tehty tulva-analyysi ei ota huomioon maaperätyyppejä, läpäisevyyttä tai imeytymiskykyä. Tämä on jätetty pois, koska tulva-analyysi on tarkoitettu esittämään pahin mahdollinen skenaario, jossa imeytymiskyky on 0, jotta varhaisessa vaiheessa voidaan paikantaa syvemmät vesikertymät, jotka saattaisivat aiheuttaa ongelmia aurinkovoimapuistolle. Maaperän syvyyttä ja läpäisevyyttä tutkimalla voidaan myöhemmin arvioida imeytymiskykyä hankealueella ja siten tulkitta mallin tuloksia tarkemmin.

Osa-alue A

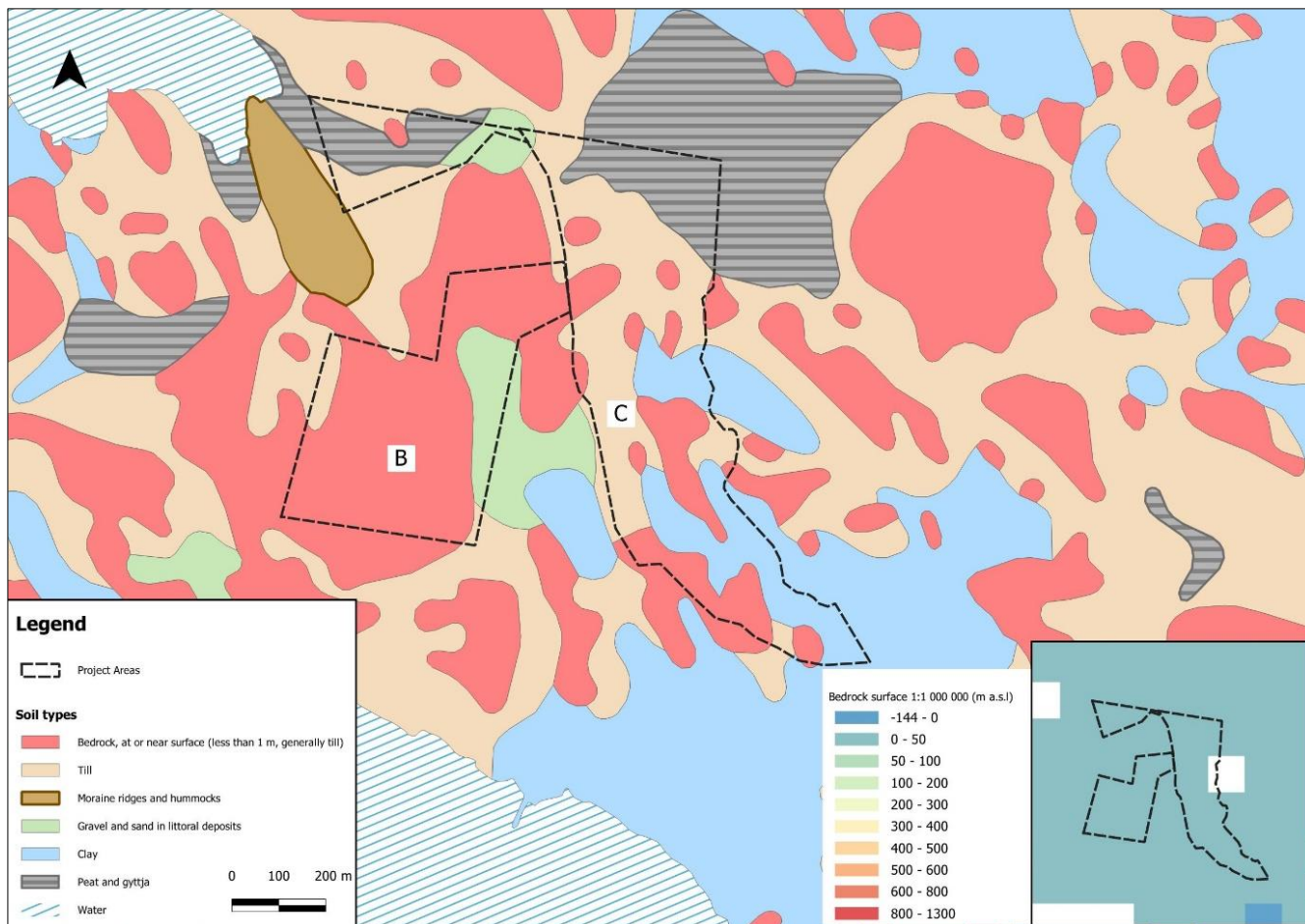
Osa-alue A:n hallitseva maalaji on moreeni ja kallioperä. Alueella on myös pieniä savialueita.



Kuva 7. Osa-alue A:n maalajikartta, hankealue on merkitty mustalla katkoviivareunuksella.

Osa-alueet B & C

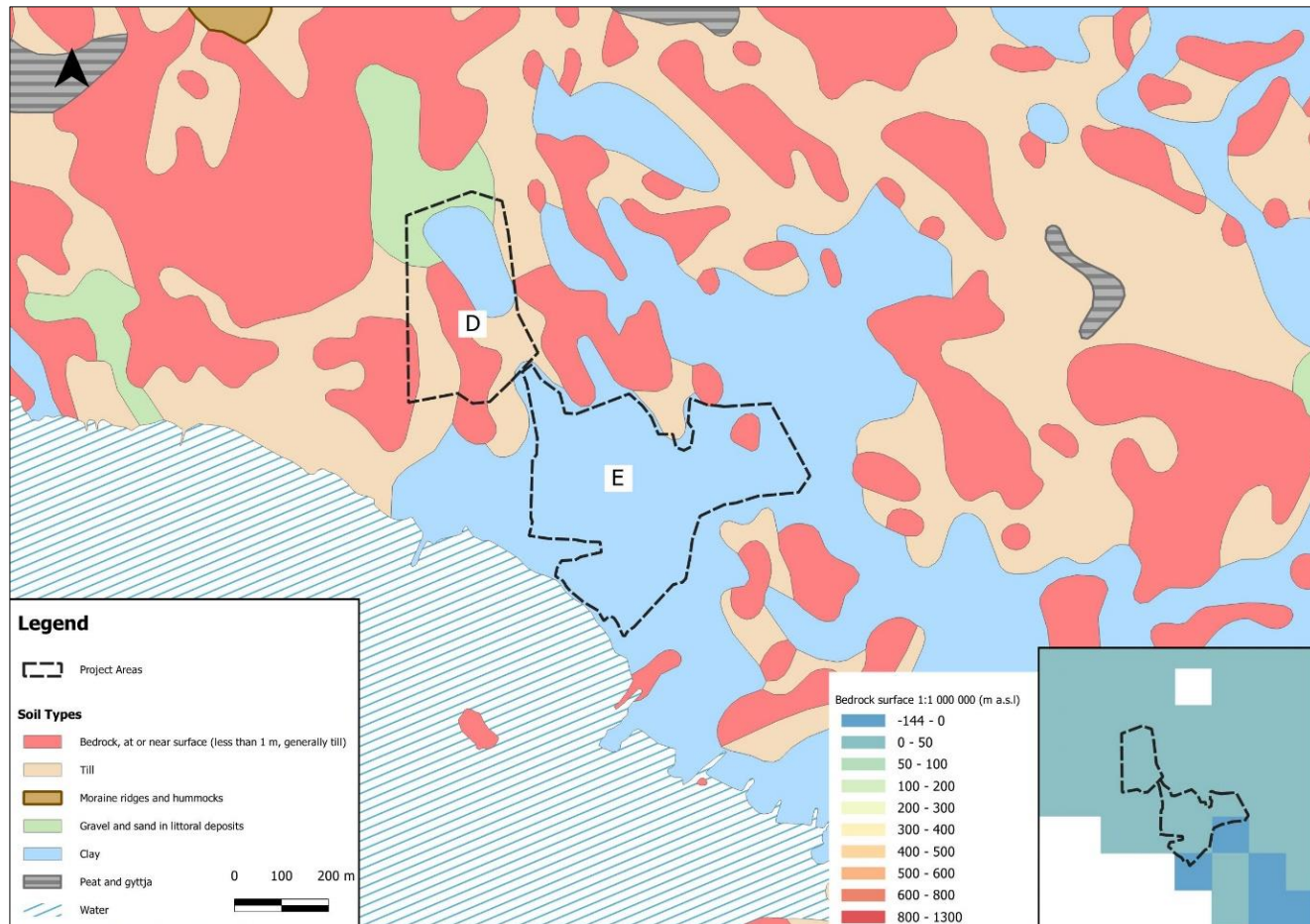
Osa-alueilla B ja C on useita eri maalajeja, kuten kallioperää, moreenia, turvetta sekä paikoin savea ja liejua.



Kuva 8. Osa-alueiden B ja C maalajikartta, hankealue on merkitty mustalla katkoviivareunuksella.

Osa-alueet D & E

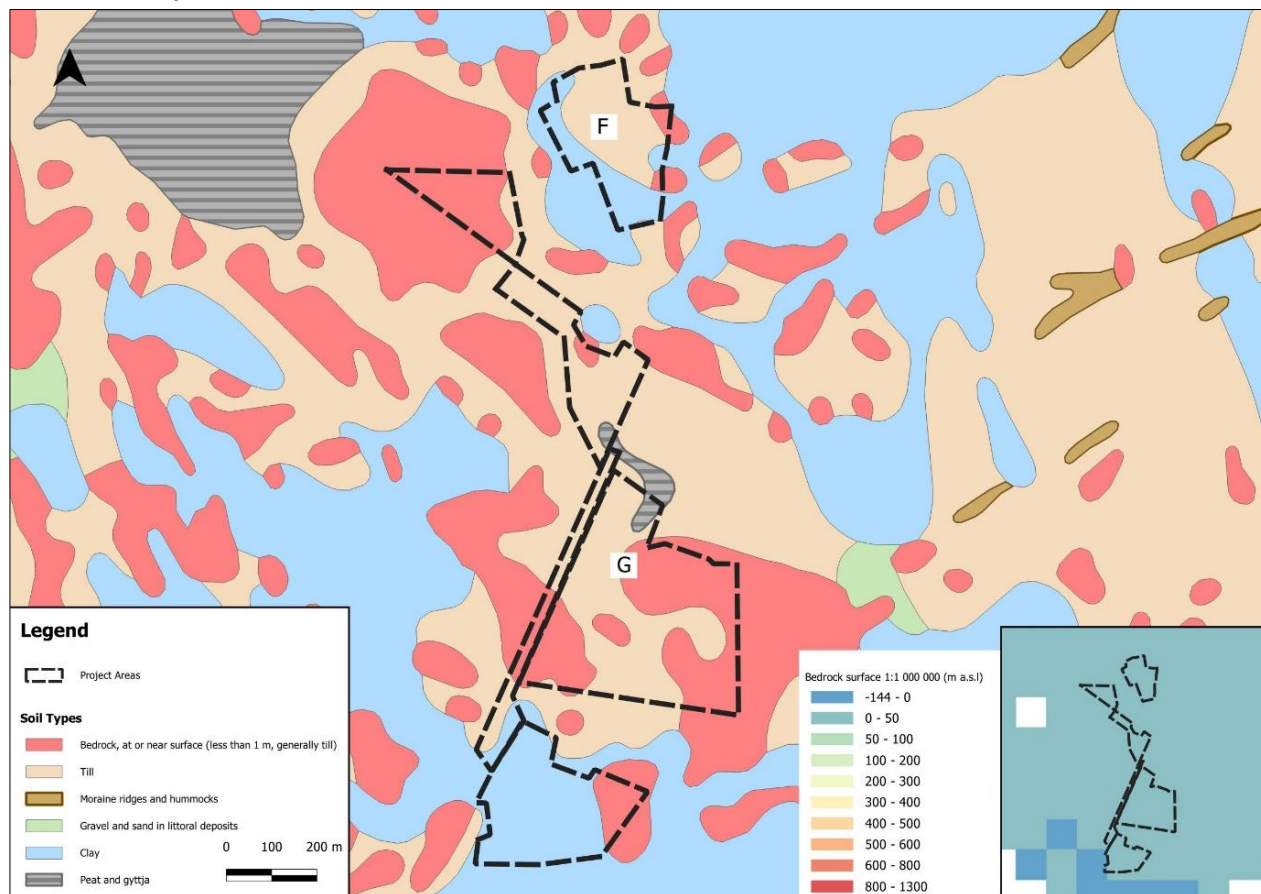
Osa-alueilla D ja E on useita eri maalajeja, pääasiassa savea, kallioperää, moreenia ja myös pienempiä hiekka-alueita. Alue E on lähes kokonaan savea. Alueen E eteläpuolella on vesistö.



Kuva 9. Osa-alueiden D ja E maalajikartta, hankealue on merkitty mustalla katkoviivareunuksella.

Osa-alue F & G

Osa-alueella F on moreenia, savea ja hieman kallioperää. Alueella G on moreenia, kallioperää ja hieman turvetta tai liejua.



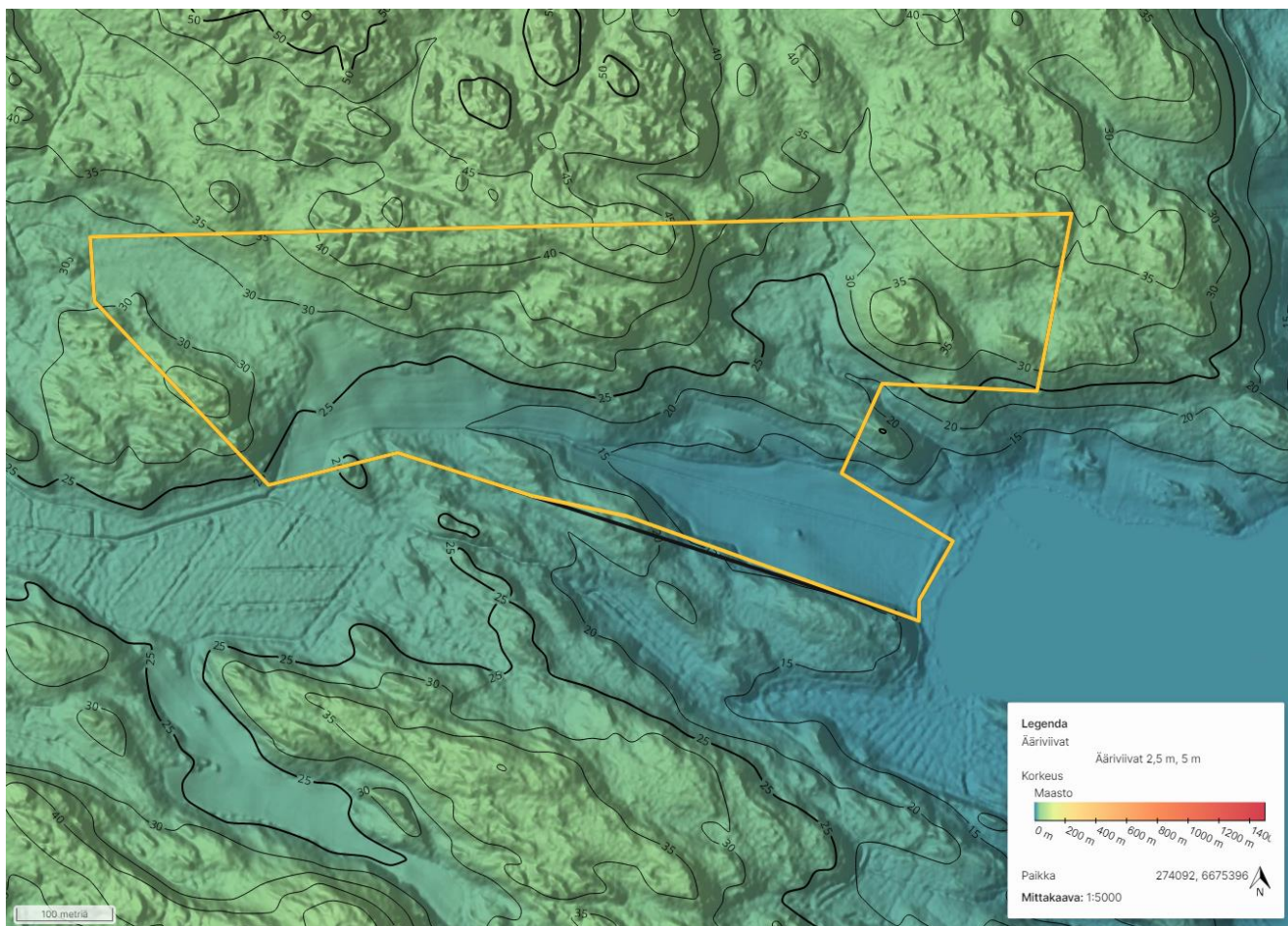
Kuva 10. Osa-alueiden F ja G maalajikartta, hankealue on merkitty mustalla katkoviivareunuksella.

7. Topografia

Tässä luvussa kuvataan lyhyesti alueiden topografiaa.

Osa-alue A

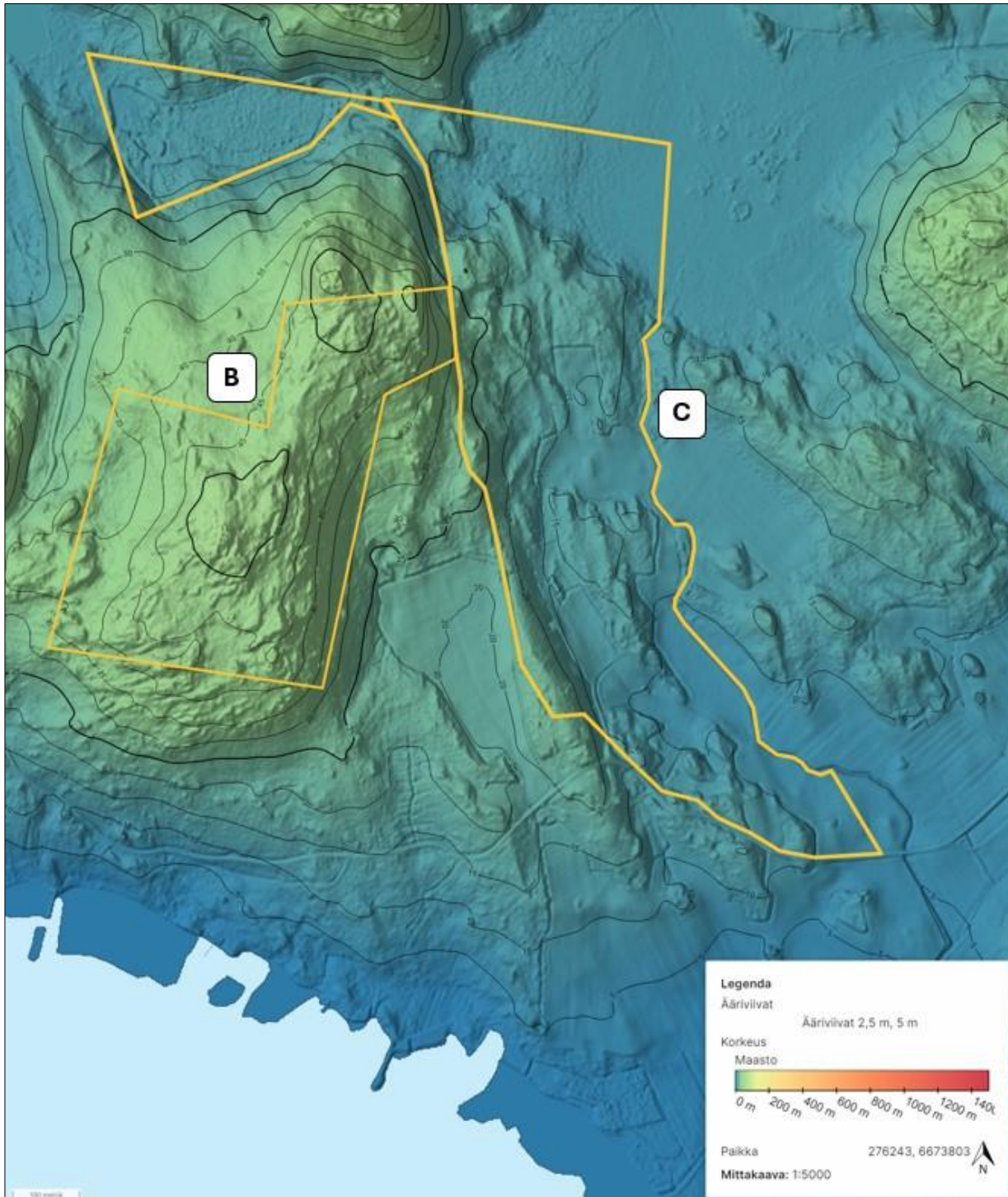
Alueen A topografia ja korkeuskäyrät on esitetty kuvassa 11. Alue on korkeimmillaan pohjoisessa ja viettää pohjoisesta etelään ja lännestä itään, missä myös järvi sijaitsee. Lähellä järveä sijaitseva osa-alueen A itäosa on matalaa.



Kuva 11. Topografia osa-alueella A.

Osa-alue B & C

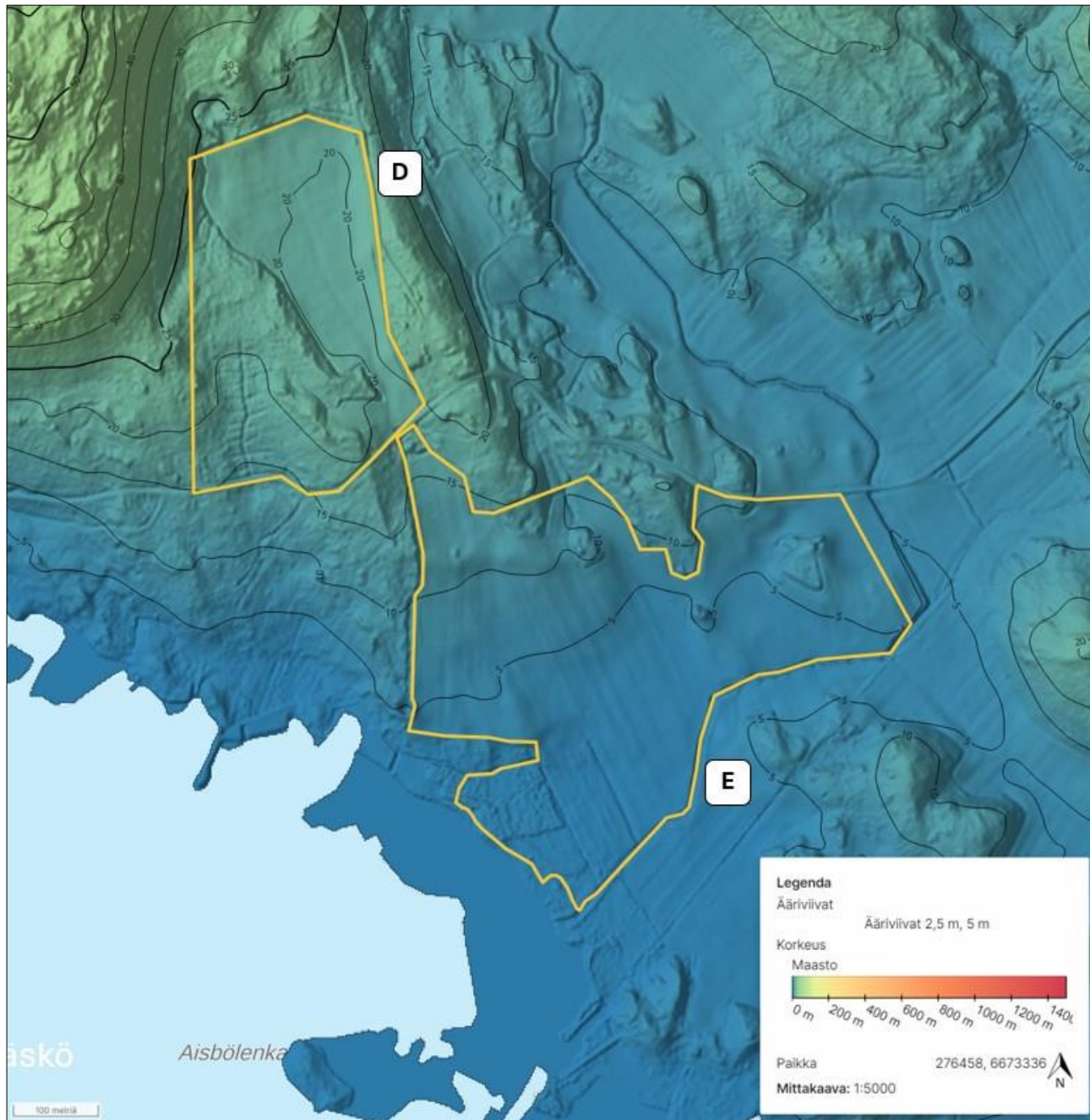
Osa-alueiden B ja C topografia ja korkeuskäyrät on esitetty kuvassa 12. Alue B:n keskellä oleva alue on korkeudeltaan noin +55 metriä, ja se viettää yleisesti kaikkiin suuntiin. Alueen pohjoisosassa on myös korkea alue. Osa-alue C on suhteellisen tasainen.



Kuva 12. Topografia osa-alueilla B ja C.

Osa-alueet D & E

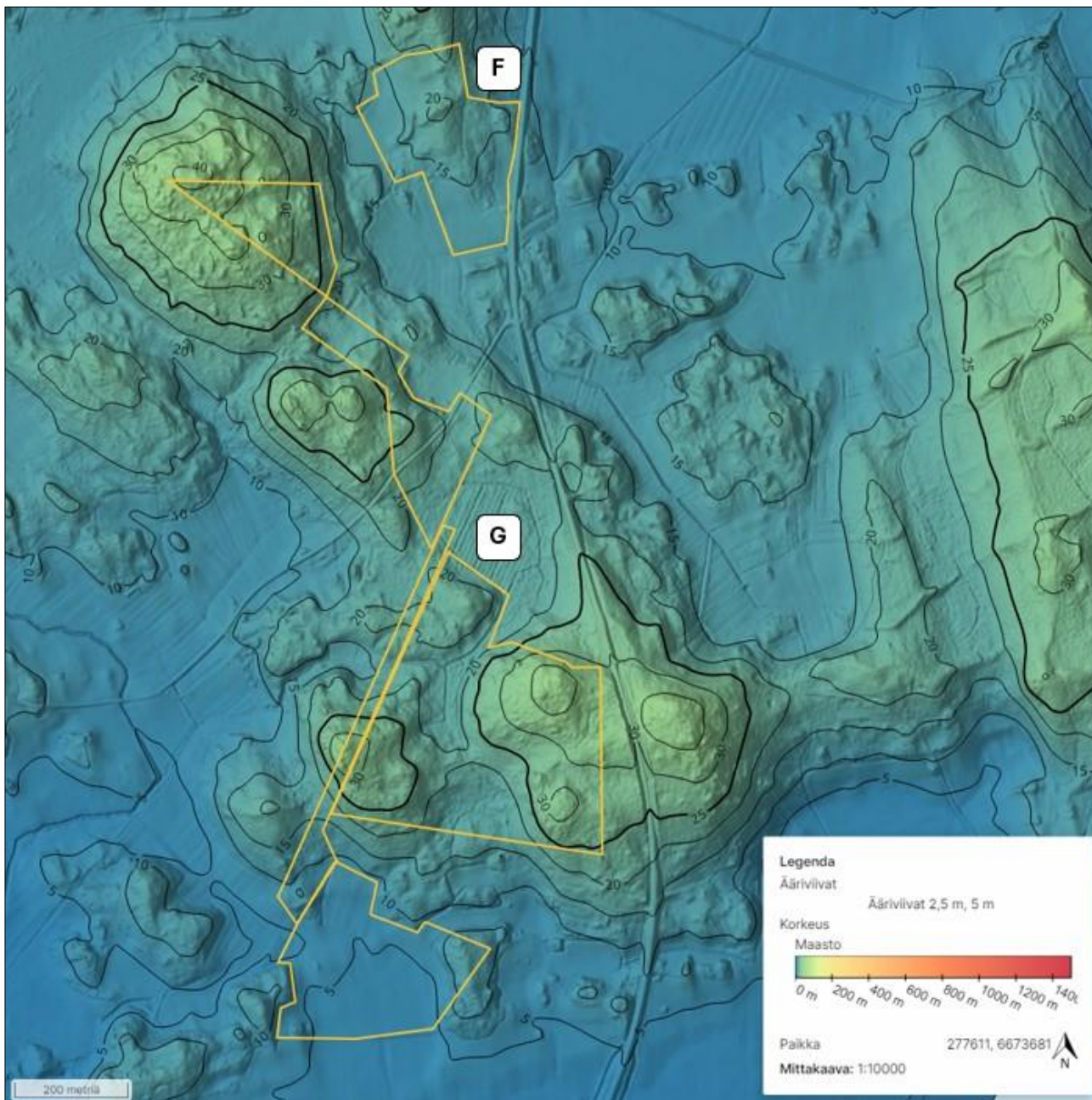
Osa-alueiden D ja E topografia ja korkeuskäyrät on esitetty kuvassa 13. Osa-alue D on melko tasainen ja viettää hieman lounaaseen. Osa-alue E on alava ja viettää pohjoisesta etelään. Sen eteläosa sijaitsee noin +1 korkeudella.



Kuva 2. Topografia osa-alueilla D & E.

Osa-alueet F & G

Keskellä osa-aluetta F sijaitsee pieni mäki +20 korkeudella aluetta, josta se viettää joka suuntaan. Osa-alue G koostuu useista korkeudeltaan vaihtelevista alueista. Maatalousmaata oleva eteläisin alue on tasainen. Keskellä sijaitseva metsäalue on suhteellisen kumpuileva, ja koillisosassa sijaitsee mäki +35 korkeudella. Pohjoisosassa sijaitsee myös kukkula.



Kuva 3. Topografia osa-alueilla F & G.

8. Pohjavedet

Hankealueen läheisyydessä ei sijaitse suuria pohjavesialueita. Suojeltavat pohjavesialueet sijaitsevat kauempana hankealueen eteläpuolella. Hankkeella ei ole vaikutusta kuvassa 15 esitettyihin pohjavesialueisiin.



Kuva 15. Pohjavesialueet suhteessa hankealueeseen. Hankealueen eri osat on piirretty ohuilla mustilla viivoilla.

9. Pintavedet

Makarlanjärvi sijaitsee osa-alueiden A ja C välissä. Sinne virtaa hulevesiä alueelta A sekä osista alueita B ja C. Hankealueen eteläpuolella sijaitsee Finnarinselkä, jonne virtaa hulevesiä alueilta B-E ja G. Alueelta F vesi virtaa itään ja laskee Laukanlahteen, joka kuuluu Karilanselkään. Hulevesi virtaa eri alueilta ojien ja pohjaveden kautta läheisiin järviin, vesistöihin ja rannikkovesiin. Alla on lyhyt kuvaus vesistöistä ja niiden kemiallisesta ja ekologisesta tilasta. Yleisesti ottaen vesistöjen kemiallista ja ekologista tilaa ei saa heikentää.

Järvet

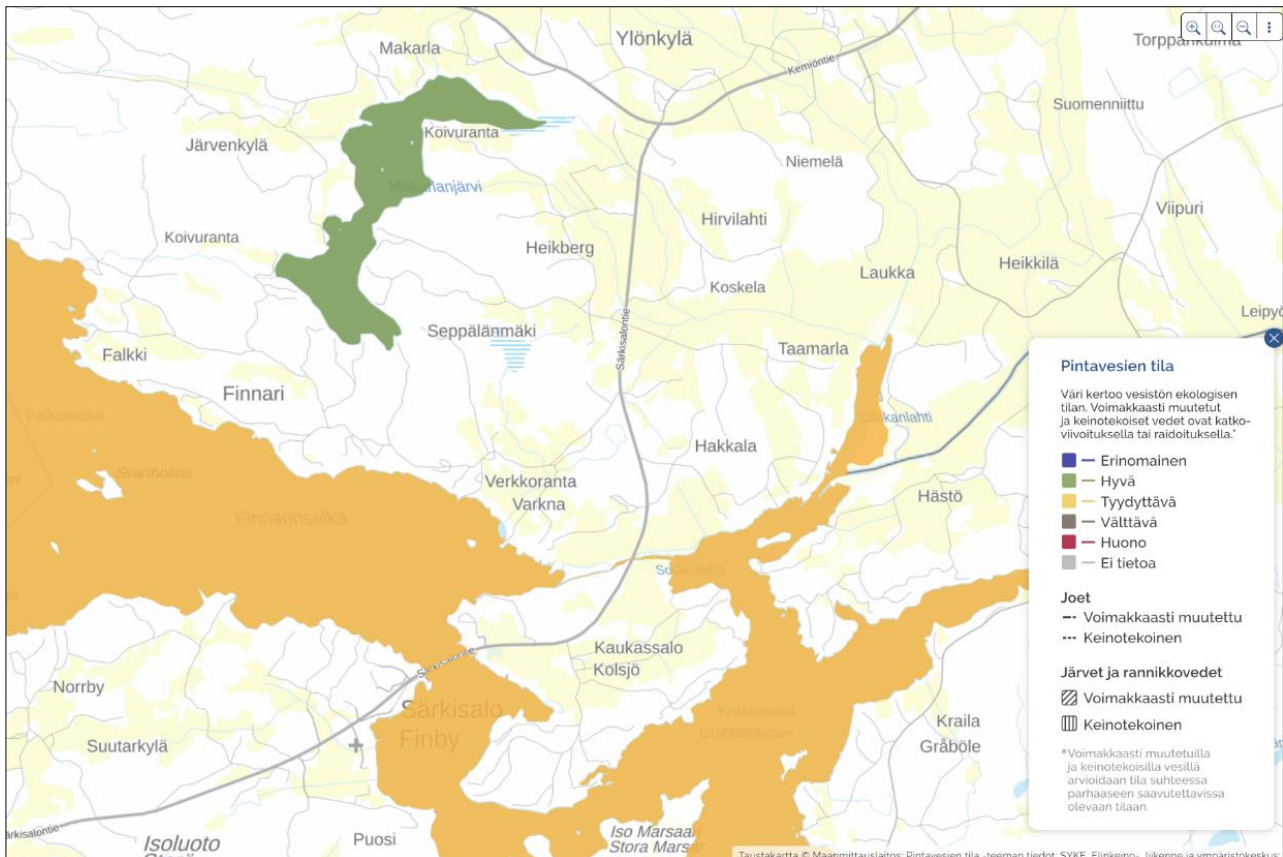
Makarlanjärvi

Ekologinen tila: Hyvä

Kemiallinen tila: Hyvä

Järvi sijaitsee Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueella.

Valuma-alue: Saaristomeren rannikkoalue, Ahvenanmaa.



Kuva 16. Kartta esittää järvien, rannikkovesien ja vesistöjen ekologista tilaa. Ympäristölaatumormit liittyvät kemiallisen ja ekologisesta tilan luokituksiin. Kartta: VESI.fi, 12.8.2024.

Särkisalon aurinkovoimala

Rannikkovedet

Vardskadsudden - Strömma

Ekologinen tila: Tyydyttävä

Biologisten muuttujien tila: Tyydyttävä

Fysikaaliskemiallisten muuttujien tila: Tyydyttävä

Vesienhoitoalue: Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalue

VHS-tunnus: 3_Ls_030

Kiriholma

Tyyppi: Lounainen sisäsaaristo

Vesienhoitoalue: Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalue

Ekologinen tila: Tyydyttävä

Biologisten muuttujien tila: Ei tietoa

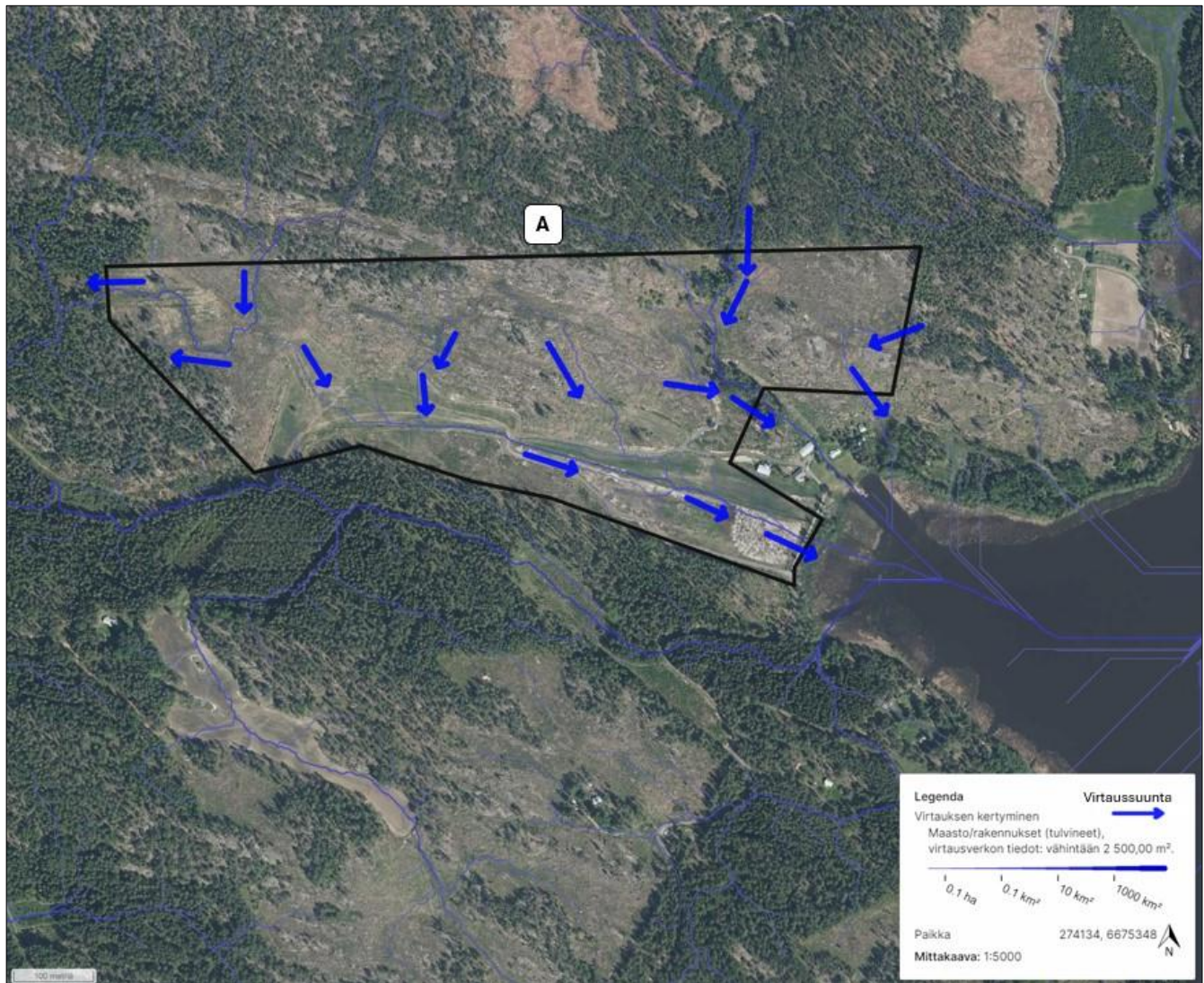
Fysikaaliskemiallisten muuttujien tila: Ei tietoa

VHS-ID: 3_Ls_031

Seuraavassa osiossa käydään läpi hankealueen valuma-alueet, jotka osoittavat, mihin vesi virtaa.

Osa-alue A

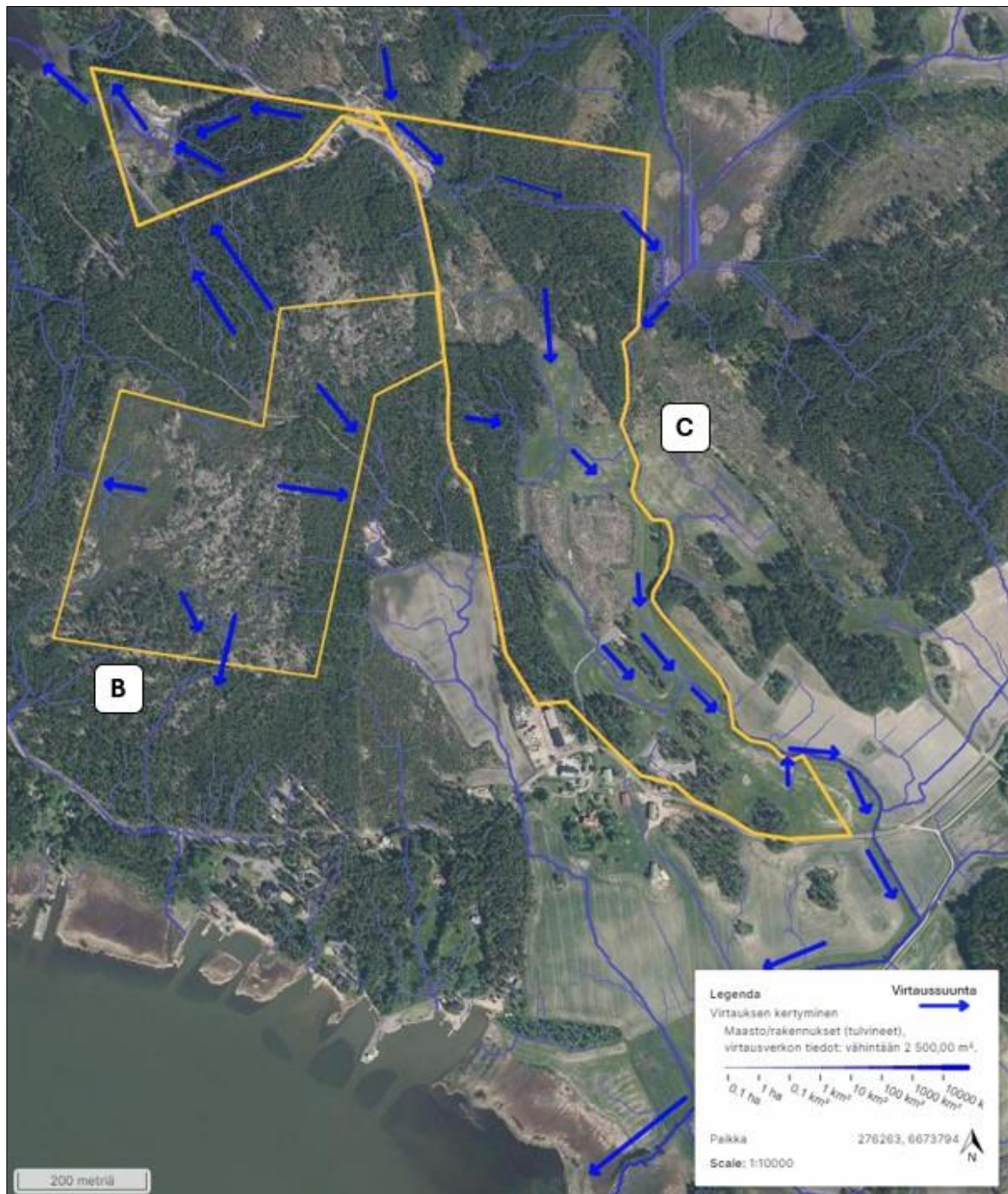
Osa-alueen A virtausreitit virtaavat itään kohti Makarlanjärveä.



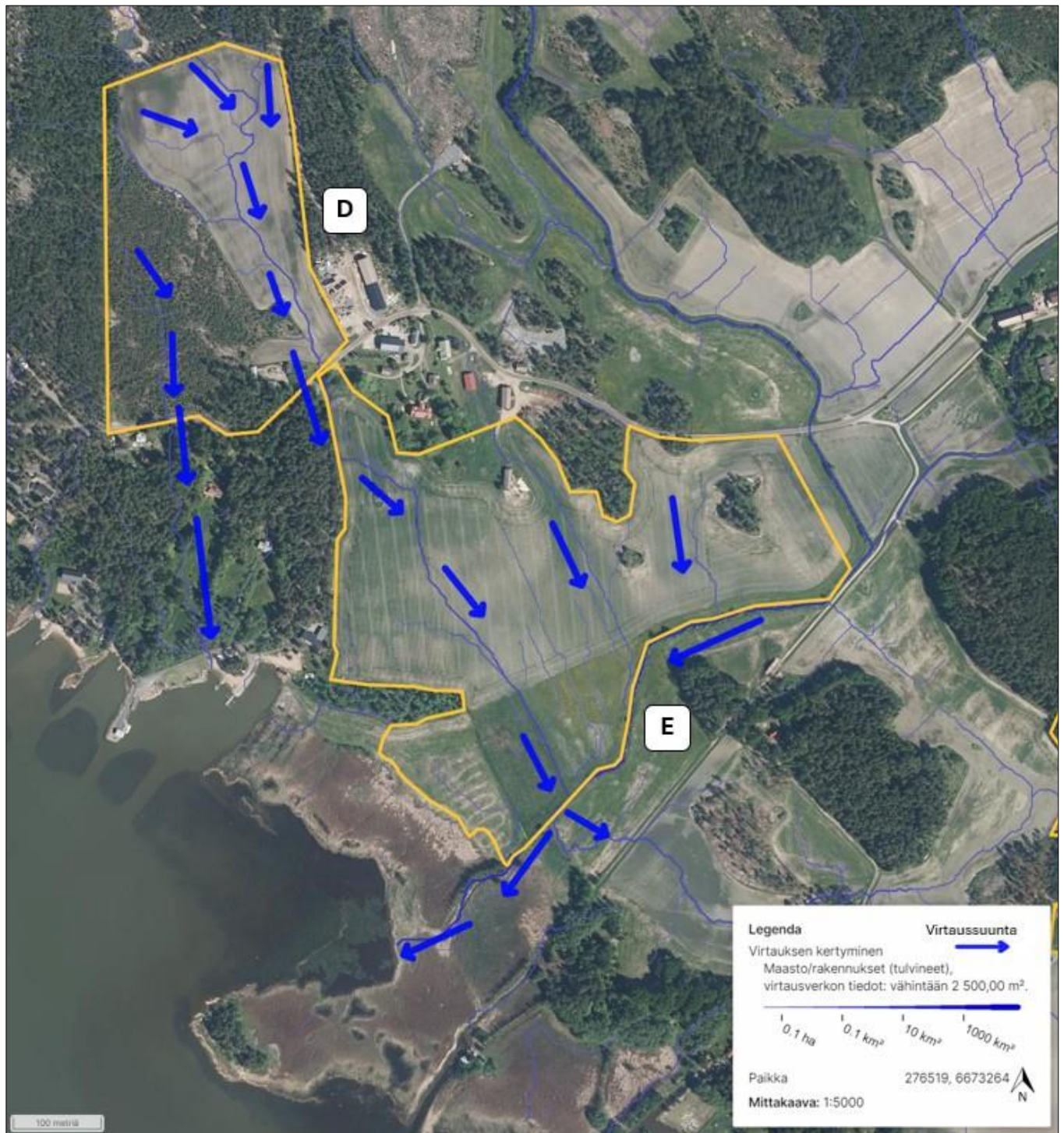
Kuva 17. Osa-alueen A virtausreitit. Siniset nuolet osoittavat virtaussuunnan. Hulevesi laskee järveen aivan hankealueen A itäpuolella. Taustakarttana on ortokuva.

Osa-alueet B & C

Osa-alueiden B ja C virtausreitit esitetään kuvassa 19. Alueelta B vesi virtaa kaikista suunnista. Osa-alueen C pohjoisosasta hulevesi virtaa Makarlanjärveen. Alueen C muista osista hulevesi kerääntyy alueen itäosassa olevaan ojaan, joka virtaa etelään ja laskee Finnarininselälle.



Kuva 18. Osa-alueiden B ja C virtausreitit



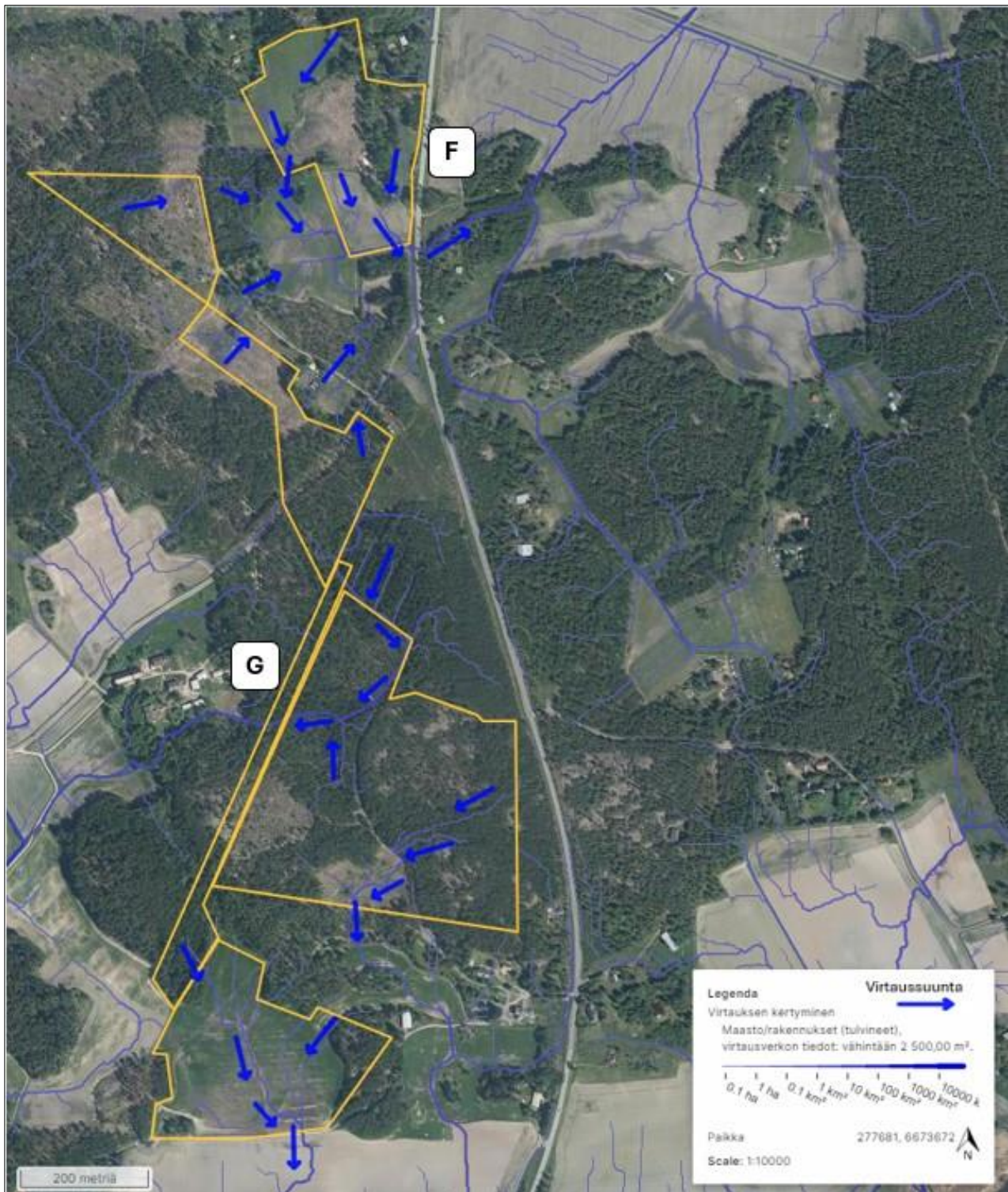
Kuva 19. Osa-alueiden D ja E virtausreitit.

Osa-alueet F & G

Osa-alueen F hulevesi virtaa todennäköisesti itään ja ojien kautta laskee Laukanlahteen. Selkeiden ojien puuttumisen takia virtausreitit ovat kuitenkin hieman epävarmoja, joten todennäköisesti suurin osa sateesta imeytyy maahan. Tämä pätee myös osa-alueen G pohjoisimpaan osaan. Yleisesti virtausreitit

Särkisalön aurinkovoimala

suuntautuvat etelä-lounaaseen ja laskevat Finnarininselälle (Pyölinlahti ja Vahnansunti).



Kuva 4. Osa-alueiden F & G virtausreitit.

11. Tulvavaara-alueet

Äärimmäinen sademäärä ja niiden todennäköisyys

Todennäköisyys viittaa siihen, kuinka usein äärimmäisiä luonnonilmiöitä, kuten voimakasta sadetta, voi esiintyä. Toistuvuus aika selittää, milloin tietty tapahtuma keskimäärin tapahtuu tai ylittyy kerran tietyn ajanjakson aikana. Toistuvuus aikojen laskemiseen käytetään tilastollisia menetelmiä, jotka perustuvat pitkäkestoisin, jatkuviin mittauksiin ja niiden äärimmäisten arvojen analysointiin. Relevanteilla tiedoilla voidaan laskea toistuvuus aikoja eri parametreille, kuten vedenpinnalle, virtaamille, lämpötiloille ja sademäärille.

Äärimmäisiin sadeilmiöihin liittyy erilaisia skenaarioita, ja tulva-analyysyjä tehdään, jotta voidaan luoda pahimman mahdollisen skenaarion malli ja sen pohjalta kehittää sopeutumis- tai riskien vähentämiskäytännöt. Tässä tapauksessa historiallisia sademäärätietoja on analysoitu. Tulvamallinnus on tehty 56 mm sademäärälle, koska alueella on historiallisesti esiintynyt muutamia sadejaksoja, joissa sademäärä on ollut lähes 56 (55,5) mm.

100 vuoden sateella on 100 vuoden toistuvuus aika. Tämä tarkoittaa, että kyseinen sade-episodi saavutetaan tai ylitetään keskimäärin kerran 100 vuodessa.

Tutkimusten mukaan 100 vuoden sateen todennäköisyys esiintyä minä tahansa vuonna on vain 1 %, mutta 100 vuoden aikana sen todennäköisyys on 63 %.

Scalgo-ohjelmistolla on luotu karttoja, jotka näyttävät, mihin vesi kerääntyy alueella voimakkaan sateen aikana. Mallinnettu sademäärä on 50 mm, mikä edustaa rankkasadetta. Malli olettaa maan olevan täysin kyllästetty ja näyttää voimakkaan sateen, jolla on pitkä toistuvuus aika. Tämä tarkoittaa, että kartat esittävät pahimman mahdollisen skenaarion.

Osa-alue E on vaarassa tulvia rannikolla.

Sademäärät

Sademäärätiedot on haettu kahdelta läheiseltä mittausasemalta. Täydelliset mittaussarjat ovat saatavilla vuosilta 2009–2024 Kemiönsaaren Kemiön mittausasemalta. Tarkasteluun on valittu viisi suurinta sadejaksoa (taulukko 1).

Taulukko 1. Viisi suurinta sadejaksoa Kemiönsaaren Kemiön mittausasemalla vuosina 2009–2024.

| Havaintoasema | Vuosi | Kuukausi | Päivä | Sademäärä [mm] |
|-------------------|-------|----------|-------|----------------|
| Kemiönsaari Kemiö | 2011 | 7 | 21 | 54,9 |
| Kemiönsaari Kemiö | 2019 | 8 | 6 | 41,5 |
| Kemiönsaari Kemiö | 2023 | 8 | 28 | 35,2 |
| Kemiönsaari Kemiö | 2022 | 8 | 28 | 33,6 |
| Kemiönsaari Kemiö | 2011 | 12 | 9 | 33 |

Särkisalon aurinkovoimala

Täydelliset mittausarjat ovat saatavilla vuosilta 1959–2024 Salon Kärkkän mittausasemalta. Tarkasteluun on valittu viisi suurinta sadejaksoa (taulukko 2).

Taulukko 2. Viisi suurinta sadejaksoa Salon Kärkkän mittausasemalla vuosina 1959–2024.

| Havaintoasema | Vuosi | Kuukausi | Päivä | Sademäärä [mm] |
|---------------|-------|----------|-------|----------------|
| Salo Kärkkä | 1973 | 7 | 19 | 68,4 |
| Salo Kärkkä | 1988 | 7 | 28 | 61,5 |
| Salo Kärkkä | 1980 | 8 | 28 | 57 |
| Salo Kärkkä | 2006 | 10 | 4 | 56 |
| Salo Kärkkä | 1988 | 8 | 5 | 55,5 |

Kesällä 1973 Salon Kärkkän mittausasemalla rekisteröitiin päivä, jolloin sademäärä oli 68,4 mm.

Tulvamallinnuksessa maaperä nähdään kovettuneena, joten maaperään odotettavissa oleva veden määrä voidaan vähentää mallinnetusta sateesta. Tulva-analysissä käytetään 50 mm sademäärää, mikä vastaisi noin 70 mm sademäärää. Oletus perustuu siihen, että 20 mm sademäärä imeytyy maaperään.

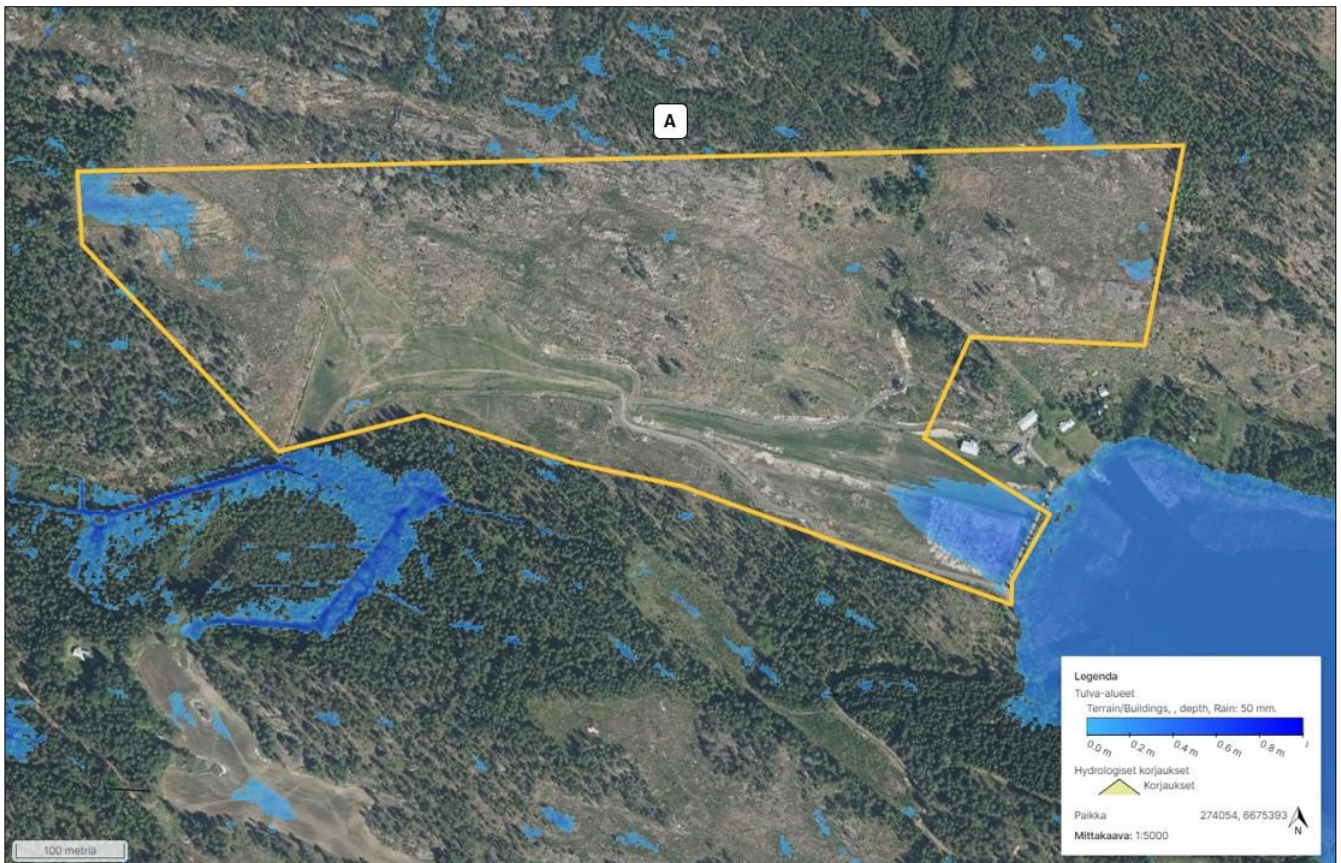
Osa-alue A

Scalgo-mallinnus osoittaa, että itäosassa lähellä järveä on pieni alue, joka on vaarassa tulvia 50 mm sademäärällä. Myös koillisosassa on pieni alue, joka on vaarassa tulvia alueella seisovasta vedestä.

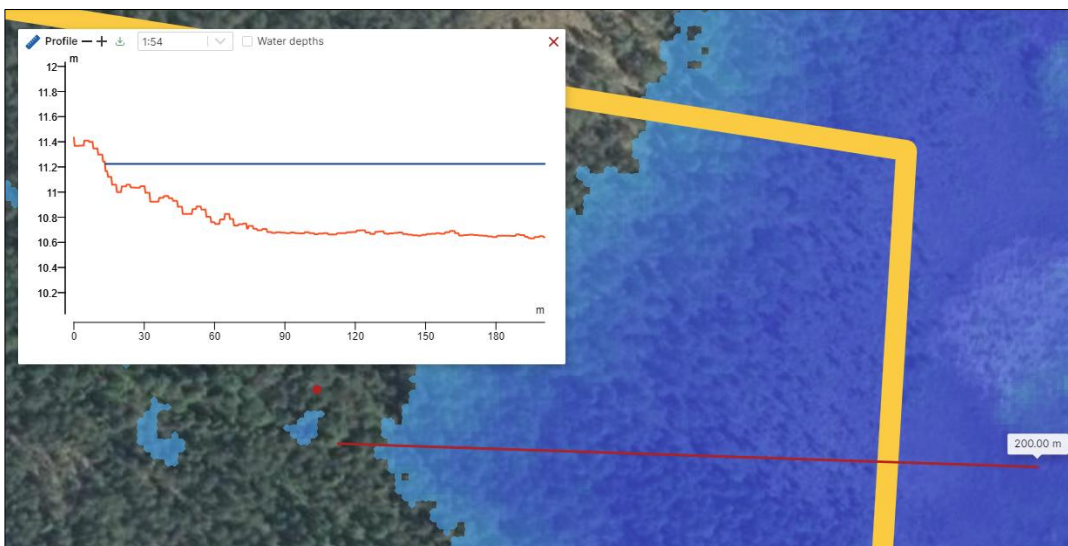
Projektialueen A luoteisosassa voi syntyä pieni vesipainenne, jonka tilavuus on 390 m³ ja maksimisyvyys

Särkisalon aurinkovoimala

31,5 cm. Itäosan tulvan maksimivesisyvyys on 44,1 cm ja tilavuus noin 2000 m³.



Kuva 21. Tulva-alueet 50 mm sademäärällä. Osa-alueen A itäosassa lähellä järveä on alue, joka on vaarassa tulvia rankkasateella.

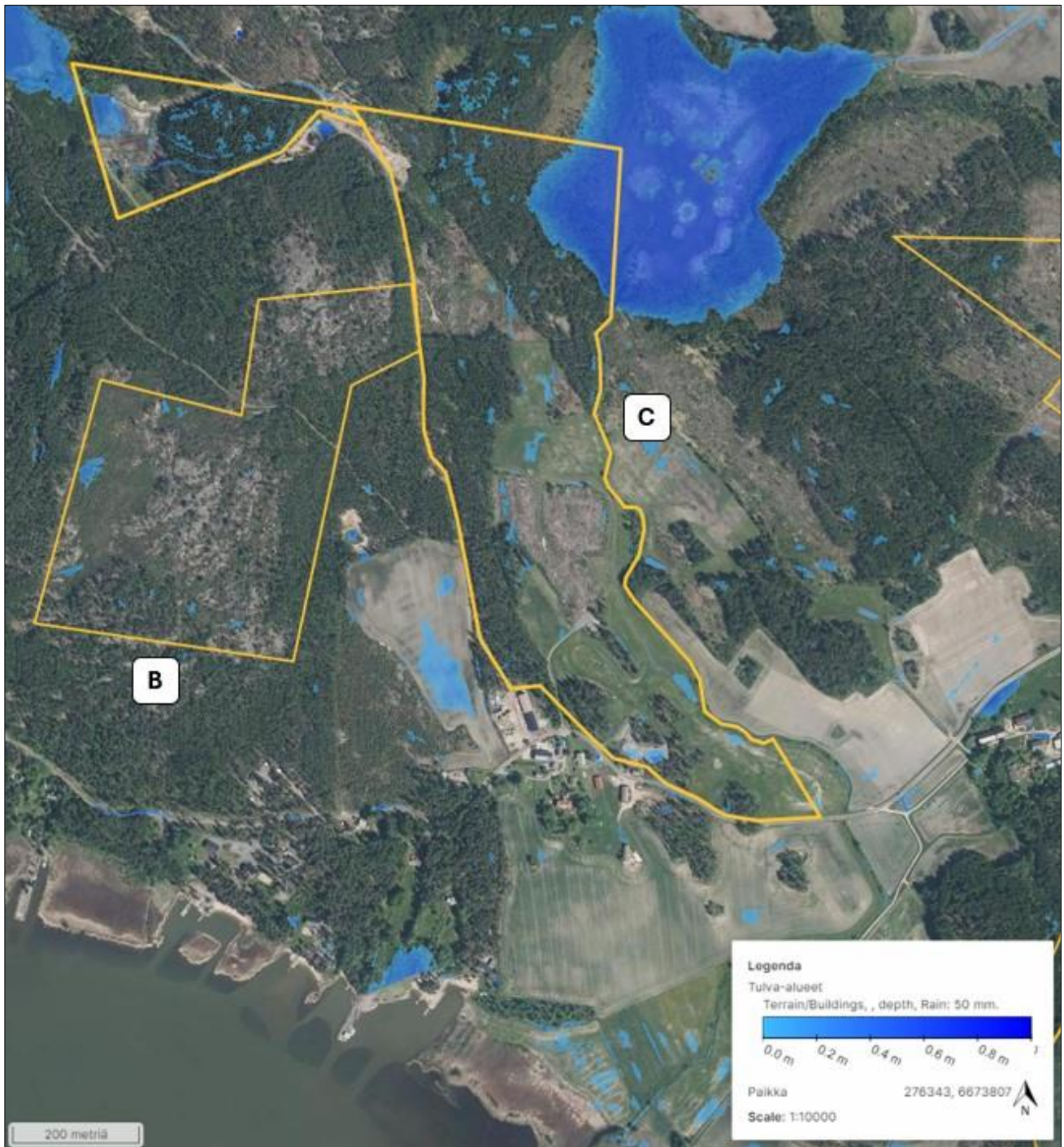


Kuva 22. Profiili, joka näyttää tulvan osa-alueella A.

Osa-alueet B & C

Särkisalon aurinkovoimala

Osa-alueella B on pieni alue, joka on vaarassa tulvia rankkasateella. Veden syvyys on noin 25,7 cm ja kokonaismäärä noin 116 m³. Mallissa on myös joitakin pieniä vesipainanteita, mutta ne eivät todennäköisesti aiheuta ongelmia veden imeytyessä maahan.



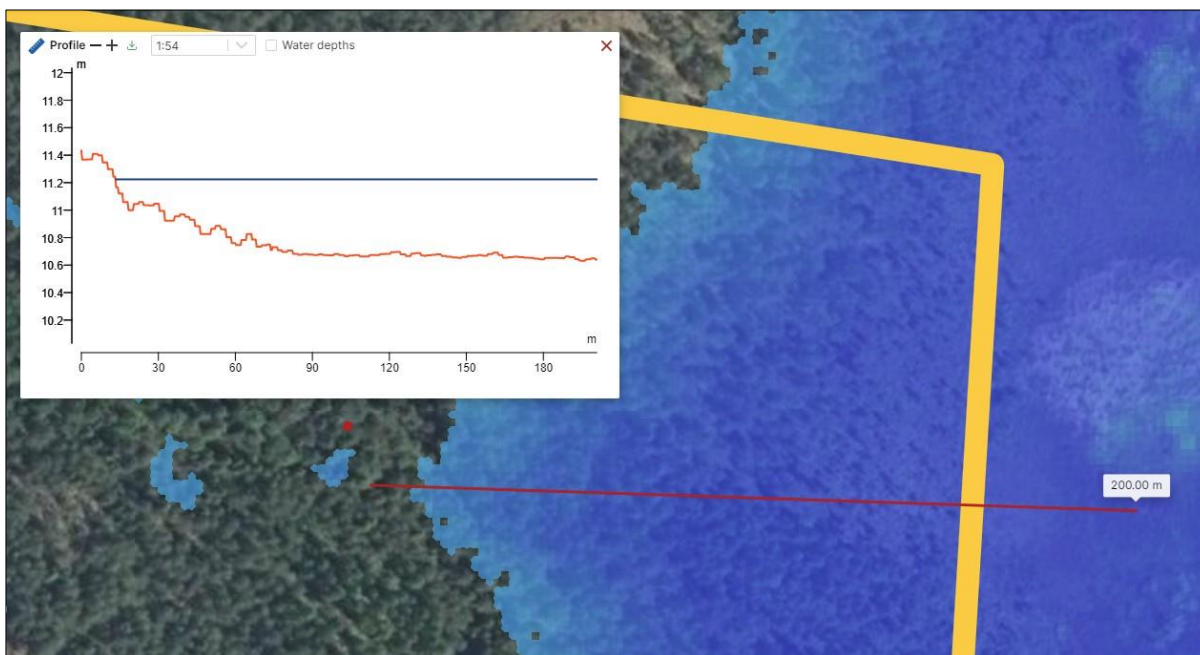
Kuva 5. Tulva-alueet 50 mm sademäärällä. Osa-alueella B länsipuolella sijaitsee pieni alue, joka voi tulvia rankkasateella. Osa-alue C on vaarassa kärsiä suuremmasta tulvasta koillisosassa. Lisäksi on useita pieniä tulva-alueita.

Osa-alueen C koillisosassa on tulvariski rankkasateella. Maksimivesisyvydeksi on arvioitu 58,2 cm ja kokonaismääräksi 71 300 m³. Tälle alueelle ei tulisi sijoittaa muuntamoita maan tasolle. Ne voidaan

Särkisalon aurinkovoimala

mahdollisesti asettaa korotetulle sora-alustalle, mutta maan koostuessa suurelta osin turpeesta ja liejuturpeesta, kantavuus on todennäköisesti huono.

On suositeltavaa kaivaa allas, joka voi ottaa vastaan osan tulvavedestä, tai jättää märimmän alueen pois hankealueelta. Paneeleja on mahdollista sijoittaa myös tänne alueelle, mutta paalut ovat tärkeää vahvistaa esimerkiksi painonjakolevyillä tai käyttää hieman syvempää paalutusta välttääkseen painumat.



Kuva 6. Profiili, joka näyttää voimakkaasti tulvivan alueen osa-alueella C.

Osa-alueen C luoteisosassa vesipainanteen syvyys on 34,6 cm ja kokonaismäärä on arvioitu olevan 560 m³. Märin maa-alue järven lähellä on syytä jättää rakentamatta. Ortokuvien perusteella alueella näyttää jo nyt olevan pieni luonnollinen vesipainanne. Helpoin ratkaisu on jättää alue kokonaan rakentamatta.

Osa-alueen C itäosassa kulkeva oja tulisi pitää puhtaana, jotta vedenpoisto toimisi hyvin koko voimalan elinkaaren ajan. Hyvin puhdistettu oja vähentää myös riskiä itäosan voimakkaaseen tulvimiseen. Alueella on myös useita pienempiä vesipainanne, jotka eivät todennäköisesti aiheuta ongelmia. Muuntamoasemia tai kytkinlaitosrakennuksia ei kuitenkaan tulisi sijoittaa näille alueille. Tarvittaessa maa-aluetta voidaan korottaa sora-alustalla.

Osa-alueet D & E

Alueelle D on mahdollista kerääntyä suuri määrä seisovaa vettä alueen keskiosiin, joka nykyisin on peltoa. Veden syvyys on kuitenkin yleensä alle 10 senttimetriä. Tulvan syvimmässä osassa veden syvyys on noin 20–25 cm. Mikäli pelto on salaojitettu, vedenpoisto on todennäköisesti parempi kuin mitä malli osoittaa, mutta salaojitukselta huolimatta tulvariski säilyy. Tänne voidaan rakentaa paneeleja käyttäen

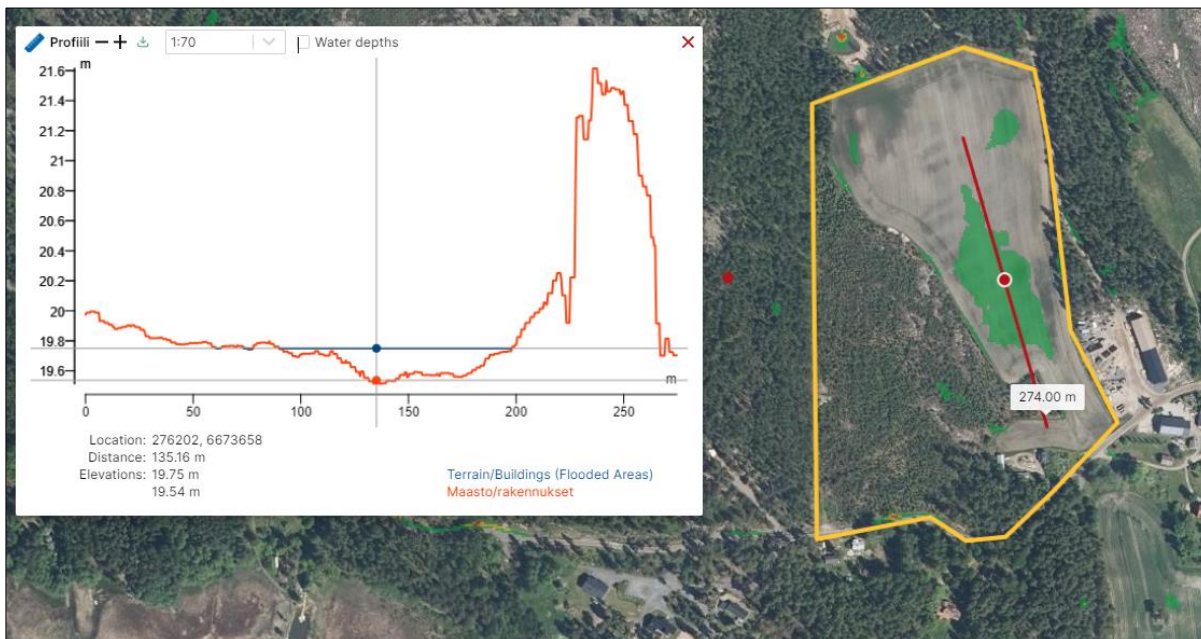
Särkisalon aurinkovoimala

painonjakolevyjä tai hieman syvempiä paaluja välttääkseen painumat. On suositeltavaa, että muuntamoita ei sijoiteta tulva-alueelle, vaikka veden syvyys olisi pieni.



Kuva 7. Tulva-alueet 50 mm sademäärällä.

Särkisalon aurinkovoimala



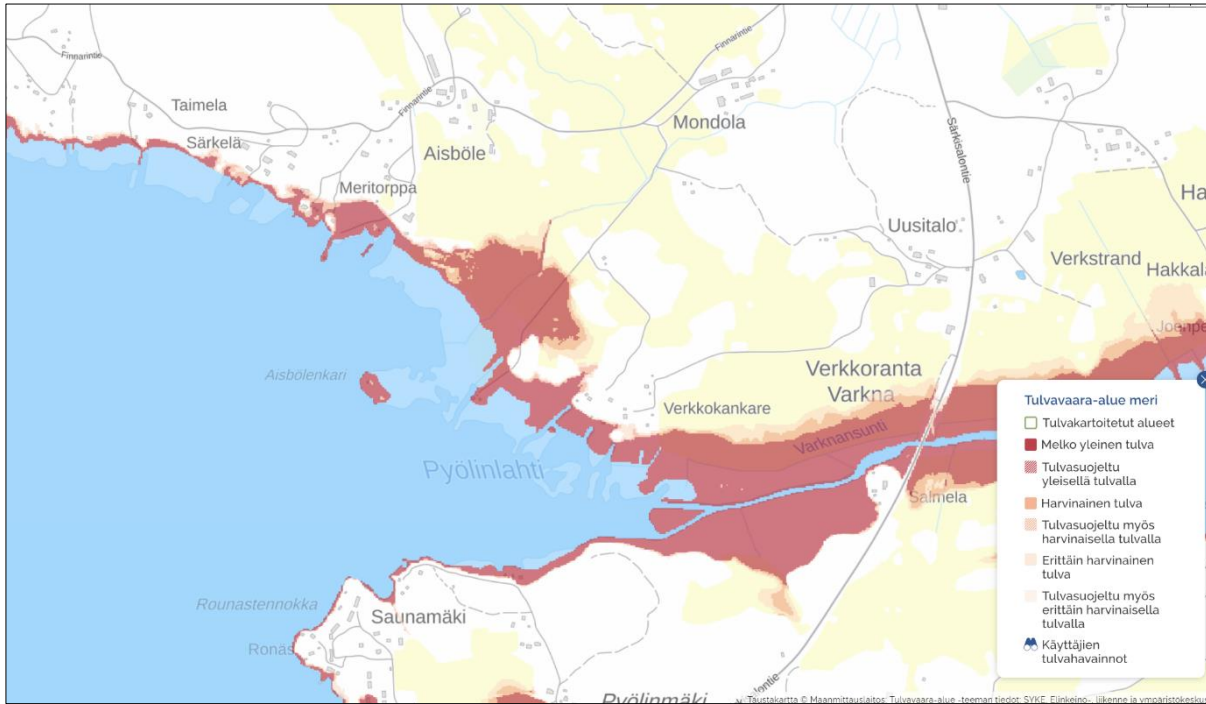
Kuva 8. Tulvivan alueen profiili osa-alueella D.

Osa-alueella E on useita pieniä vesialueita, joiden syvyys on alle tai noin 10 senttimetriä. Osa-alue E on vaarassa tulla merenpinnan noustessa korkeaksi. Tämä voi tapahtua erilaisten sääilmiöiden, kuten matalapaineen ja myrskyjen aikana.



Kuva 9. Kartta, joka näyttää vedenpinnan tason suhteessa maanpintaan meren aiheuttaman tulvan aikana. Osa-alueen E eteläosa on vaarassa tulla.

Särkisalon aurinkovoimala

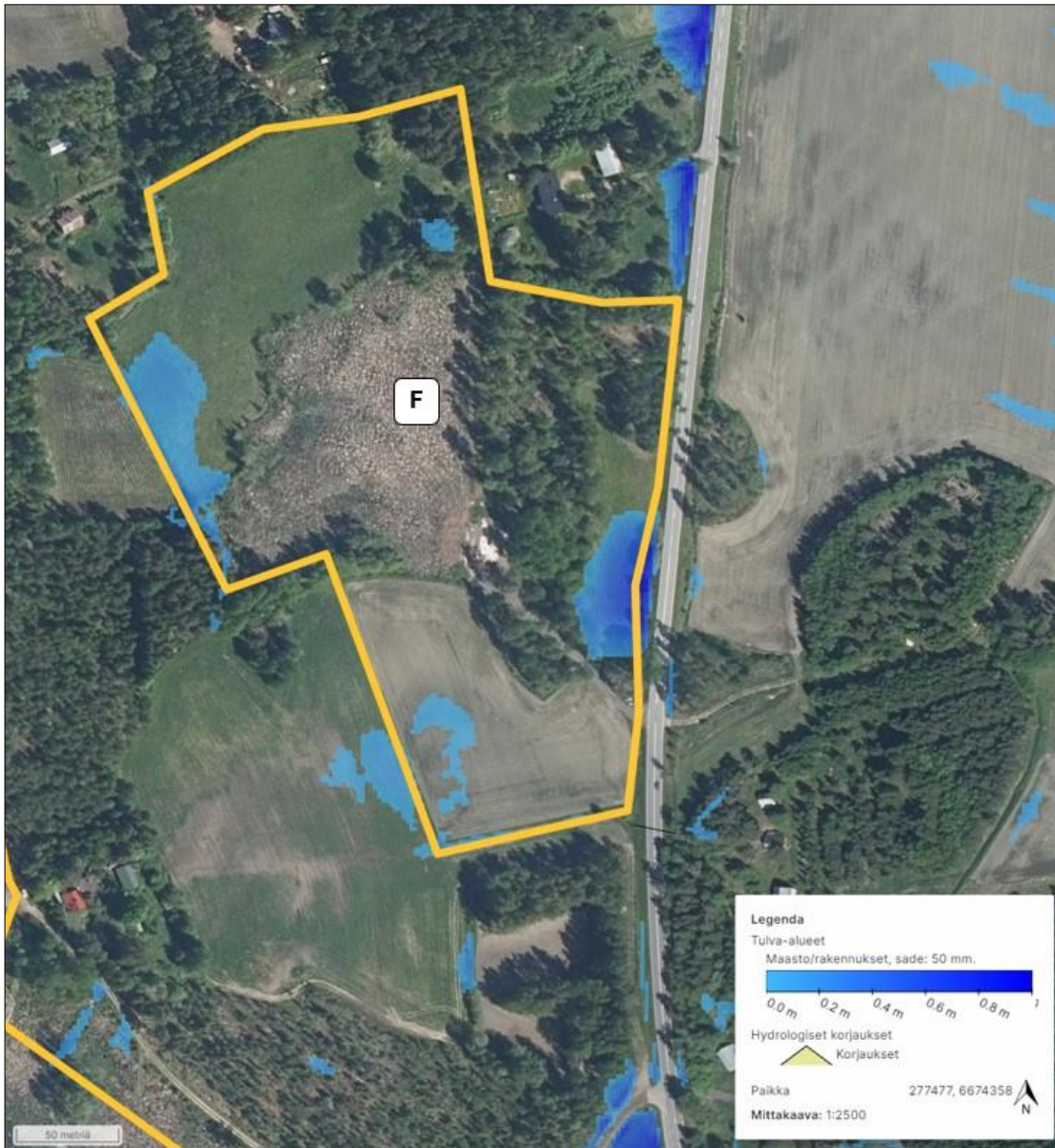


Kuva 10. Kartassa näytetään meren aiheuttama tulva

Särkisalon aurinkovoimala

Osa-alue F

Osa-alueella F on muutamia tulvivia alueita. Malli osoittaa, että alueen etelä- ja länsiosiin voi muodostua pieniä vesialueita. Osa-alueen F itäosassa muodostuu suurempi tulva rankkasateiden aikana. Tälle alueelle ei tulisi sijoittaa muuntamoita ja kytkinlaitosrakennuksia. Tien alla oleva rumpu voi vähentää mahdollisesti vesialueen muodostumista.



Kuva 11. Tulvat alueet 50 mm:n rankkasateen aikana osa-alueella F.

Särkisalon aurinkovoimala

Suurimman tulvan tilavuus on noin 900 m³ ja suurin syvyys noin 1,3 metriä.



Kuva 12. Profiili tulvivan alueen läheisyydessä tien vieressä.

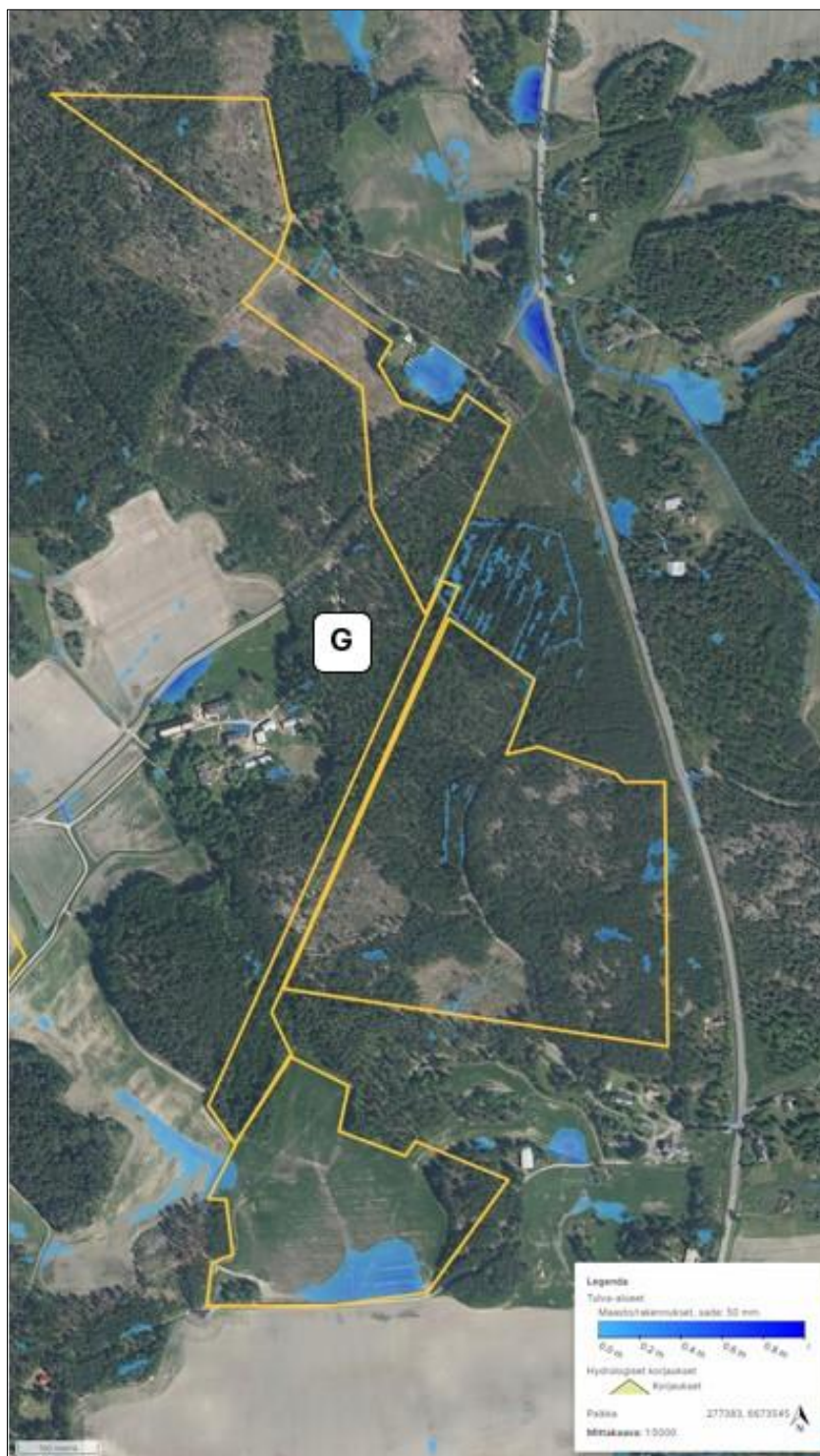
Osa-alueen F itäosaan ei tulisi sijoittaa muuntamoita tai kytkinlaitosrakennuksia alueille, jotka ovat vaarassa kärsiä suuremmista tulvista. Tien läheisyydessä oleva alue suositellaan jätettävän rakentamattomaksi. Osa tästä alueesta on nykyään vesikasvien peitossa.

Länsiosaan voidaan sijoittaa aurinkopaneeleita normaalisti. Paalut voidaan varustaa mahdollisesti paineentasauslevyillä, mutta niiden tarpeellisuus riippuu maaperäselvityksen tuloksista.

Särkisalön aurinkovoimala

Osa-alue G

Osa-alueen G eteläosassa on alue, joka tulvii rankkasateiden aikana. Alueelle kertyy tulvan aikana noin 1100 m³ vettä ja tulvan suurin syvyys on noin 28 cm.



Kuva 13. Tulvivat alueet 50 mm:n sateen aikana.

12. Kiintoaineet

Maankäytön muutokset vaikuttavat osittain kiintoainekuormituksen lisääntymiseen vastaanottavassa vesistössä. Tällä hetkellä suuri osa maasta on metsää ja maatalousmaata. Lannoituksen avulla lisätään tyyppiä, fosforia, kaliumia ja muita ravinteita, jotka ovat välttämättömiä kasvien kasvuun ja hyvälle sadolle. Oikealla lannoituksella vältetään rehevöityminen ja siitä muodostuvat kielteiset ympäristövaikutukset, kuten veden laadun heikkeneminen. Joissakin tapauksissa on käytettävä torjunta-aineita, riippuen viljelykierrosta ja viljeltävistä kasveista.

Aurinkovoimapuiston rakentamisen aikana peltoja ei enää lannoiteta. Pitkällä aikavälillä tämä vähentää ravinteiden valumisriskiä läheisiin vesistöihin. Rakennus- ja perustamisvaiheessa maata muokatessa eroosioriski kasvaa. Riski arvioidaan olevan hieman suurempi kuin tavallisena vuonna, jolloin harjoitetaan maataloutta. Tyypillisiä vaiheita pellon valmistelussa ovat muun muassa kyntö, äestys, muokkaus, kylvä, lannoitus, rikkakasvien torjunta, sadonkorjuu ja jälkikäsittely. Suurin eroosio- ja ravinnevalumisriski on silloin, kun maa on paljas ilman kasvillisuutta.

Aurinkovoimapuiston rakentamisen jälkeen maa kylvetään seoksella ruohoa ja paikallisia kukkivia yrttejä. Kasvillisuuden vakiinnuttua muutaman kauden jälkeen ojien kautta järviin ja rannikkovesiin päätyvä ravinnevaluma arvioidaan vähenevän (pääasiassa typpi ja fosfori). Tämän on havaittu vaikuttavan myönteisesti vastaanottaviin vesistöihin ja vähentävän rehevöitymisriskiä. Myös torjunta-aineiden valumisriski arvioidaan vähenevän, sillä torjunta-aineita ei käytetä aurinkosähköasennuksen aikana.

Oikeiden ennalta ehkäisevien toimenpiteiden toteuttaminen on tärkeää rakennusvaiheessa. 10 metriä leveä suojavyöhyke järvien ja aurinkosähköasennuksen välillä on hyvä. Suojavyöhykkeellä kasvillisuus tulee jättää koskemattomaksi. Tämä estää maahiukkasten kulkeutumisen hulevesivirran mukana vesistöihin ja siitä johtuviin haittavaikutuksiin, kuten veden sameutumiseen. On myös hyvä pitää muutaman metrin suojaväli kaikkiin olemassa oleviin ojiin. Tämä etäisyys riippuu ojan koosta ja paikkakohtaisista olosuhteista.

13. Hulevesiratkaisut

Suurin osa kaikesta vuoden aikana kertyvästä sateesta imeytyy maahan ja muodostaa pinta- ja pohjavettä. Aurinkovoimapuiston maaperä koostuu pääasiassa metsän aluskasvillisuudesta. Ne alueet, jotka kasvattavat tiivistyneiden alueiden määrää, ovat lähinnä muuntamoasemat, sähköasemarakennus, varaosien varastointikontit ja sisäiset ajoväylät. Nämä rakenteet kattavat kuitenkin hyvin pienen osan koko aurinkovoimapuistosta. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että esimerkiksi muuntamoaseman katolle satava vesi voi imeytyä viereisiin nurmialueisiin. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että kovapintainen alue tarvitsee suunnilleen yhtä suuren viheralueen, jotta kaikki hulevedet voivat imeytyä maahan. Tarkka viheralueen koko riippuu myös maaperätyypistä ja maakerroksen paksuudesta.

Aurinkopaneelien alla oleva maa-alue on myös aluskasvillisuuden peitossa, joten vain pieni prosentti maasta tiivistyy aurinkovoimapuiston rakentamisen yhteydessä. Kuitenkin osa maaperästä saattaa tiivistyä rakennusvaiheessa, mikä voi johtaa siihen, että esimerkiksi ajoväylillä imeytymiskyky on alhainen. Tällöin vesi voi jäädä seisomaan maaperään rakennusvaiheen aikana. Kasvillisuuden vakiintuminen saattaa kestää yhden tai useamman kasvukauden. Jokaisen kasvukauden myötä juuret tunkeutuvat

Särkisalon aurinkovoimala

syvemmälle maaperään ja muodostavat juurialueen, jossa maa muuttuu huokoisemmaksi ja veden imeytymiskyky.



Kuva 32. Esimerkki siitä miten hulevesi jää seisomaan ajouriin, kun maata tiivistetään. Tällä pellolla maa koostuu pääasiassa savesta, joka on suhteellisen tiivis maalaji.

Hulevesialtaat

Voimala-alueelle ei ole välttämätöntä rakentaa hulevesialtaita tai vastaavia viivytämiskäytöksiä, sillä virtaamat ovat samansuuruisia rakentamista ennen ja sen jälkeen. Hulevesialtaita voidaan kuitenkin rakentaa virtaamahuippujen tasaamiseksi ja luonnon monimuotoisuuden edistämiseksi.

Sammakkoeläimet, vesieliöt, linnut ja hyönteiset hyötyvät monella tapaa aurinkovoimalan hulevesialtaista.

Pieniä hulevesialtaita voidaan rakentaa hankealueen mataliin kohtiin. Vesi voi virrata altaisiin olemassa olevista ojista, jolloin vesi saa seistä altaissa. Mikäli altaat rakennetaan tiiviiseen maaperään (kuten savimaahan), rakennuspohjana voi toimia luonnollinen, kuitenkin tiivis maalaji. Läpäisevämmälle maalajille rakennettaessa pohjalle voidaan asettaa tiivis kalvo tiiviiden altaiden luomiseksi. Myös kuivauomia voidaan rakentaa, jotka tulvivat vain suurten virtaamien aikana. Tällöin ne ovat kuivina osan vuodesta ja kasvillisuuden peitossa, ja toisina aikoina ne täyttyvät vedellä.

Rakennustöiden aikana voidaan olemassa oleviin ojiin rakentaa lietekuoppia, jotka rajoittavat kiintoaineksen pääsyä vesistöihin.



Kuva 33. Esimerkki aurinkovoimalan hulevesialtaasta.

Ojitukset

Ojituksia on erilaisia. Joihinkin uusiin ojiin tarvitaan ilmoitus tai lupa, kun taas uudet pienet ojat, joilla on vähäinen vaikutus, eivät vaadi ilmoitusta. Vaikutuksiltaan vähäisinä ojituksina voidaan pitää esimerkiksi salaojitusta tai täydentävää ojitusta peltolohkolla sekä ojien normaalia kunnossapitoa.

Laajemmista ojituksista on tehtävä ilmoitus elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle (ELY-keskus) vähintään 60 päivää etukäteen. Jos ojituskohde sijaitsee pohjavesialueella tai happamalla sulfaattimaalla, myös pienemmistä ojituksista on tehtävä ilmoitus. Ilmoituksen jälkeen ELY-keskus arvioi, onko ojitukseen haettava lupa aluehallintovirastolta tai tarvitaanko ojitustoimitus.

Kaikki ojitushankkeet on suunniteltava ja toteutettava siten, että ojituksesta aiheutuvat haitat minimoidaan. Ojituksen tulee aiheuttaa mahdollisimman vähän haittaa esimerkiksi muille maanomistajille tai vesistön kalakannoille ja vesistön virkistyskäytölle. Vettä ei saa johtaa pois siten, että jonkun toisen omistama maa-alue jää veden alle tai että naapurin veden saanti vaikeutuu.

Uuden aurinkovoimapuiston rakentamisen yhteydessä ei arvioida tarvittavan uusia suuria ojaia. On kuitenkin todennäköistä, että olemassa olevat ojat tarkistetaan ja tarvittaessa puhdistetaan, jotta ne säilyttävät virtauskykynsä.

Matalia ojaia voidaan rakentaa muuntaja-asemien ympärille sekä uusien ajoteiden varrelle, ja loivia painanteita aurinkopaneelien alle, jotta vältetään veden kerääntyminen tasaisille pinnoille rakennusvaiheen aikana ja ensimmäisen kasvukauden aikana, ennen kuin kasvillisuus on ehtinyt palautua. Aurinkopaneelien alle tulevat pintavesiojat ovat noin 2–3 metriä leveitä ja enintään 0,5 metriä syviä, ja ne kasvavat ajan myötä umpeen puiston käytön aikana. Nämä ojat eivät ole varsinaista maankuivatusta, mutta ne suojaavat puistoa seisovalta vedeltä rankkasateiden ja voimakkaiden sateiden aikana. Jos uusia ojaia kaivetaan, käydään keskustelu asiasta viranomaisten kanssa. Mikäli uusia ojaia rakennetaan, asiasta käydään keskustelua viranomaisten kanssa.

Sedimenttien ja kiintoaineksen kulkeutumisen estämiseksi huleveden mukana vesistöihin voidaan tehdä ennaltaehkäiseviä toimia. Näihin kuuluvat pääasiassa:

- Kaikille luonnonvesistöille tulee säilyttää 10 metrin suojavyöhyke. Suojavyöhykkeelle ei tule sijoittaa aurinkopaneeleita, muuntamoasemia, sähköasemia, aitoja tai ajoväyliä.
- Olemassa oleviin kaivettuihin ojiin tulisi jättää suojavyöhyke ojan reunan kohdalla. Tälle suojavyöhykkeelle ei tule sijoittaa aurinkopaneeleita, muuntamoasemia, sähköasemia, aitoja tai ajoväyliä.

14. Johtopäätökset ja keskustelu

Lähes kaikilla osa-alueilla on olemassa tulvariski rankkasateiden aikana. Osa-alue A:n itäosassa on tulvariski. Hulevesiallas voi olla suositeltavaa ohjaamaan vettä pienemmälle alueelle. Paneeleja voidaan rakentaa myös tulvariskialueille, kunhan tekniset rakennukset sijoitetaan kuivemmille alueille.

Osa-alueella B syntyy vain muutamia pieniä vesipainanteita. Tällä alueella ei suositella erityisiä toimenpiteitä; muuntaja-asemia ei kuitenkaan suositella sijoitettavan matalille kohdille.

Osa-alueen C itäpuolella on alue, joka voi kärsiä voimakkaasta tulvasta. Tällä alueella suositellaan kaivamaan hulevesiallas tai jättämään alueen kosteimmat osat rakentamatta. Paneeleja voidaan sijoittaa myös tänne, mutta on suositeltavaa vahvistaa paalut esimerkiksi painonjakolevyillä tai käyttää syvempiä paaluja välttääkseen painumia. Muuntaja-asemia tai kytkinlaiterakennuksia ei tule sijoittaa tälle alueelle.

Osa-alueen C luoteisosassa kosteimmat alueet järven läheisyydessä tulisi jättää rakentamatta. Ilmakuvien perusteella alueella näyttää jo nyt olevan pieni luonnollinen vesipainanne. Helpoin ratkaisu on jättää alue kosteaksi ja koskemattomaksi biotoopiksi kasveille ja eläimille. Osa-alueen C itäosassa kulkeva oja tulisi pitää puhdistettuna, jotta vedenpoisto toimii hyvin koko voimalan elinkaaren ajan. Hyvin puhdistettu oja vähentää myös riskiä voimakkaalle tulvalle itäosassa.

Osa-alue D:n keskiosaan kertyy todennäköisesti vettä. Mikäli pelto on salaojitettu, vedenpoisto toimii todennäköisesti paremmin kuin mitä malli osoittaa. Salaojituksesta huolimatta tulvariski kuitenkin säilyy. Paneeleja voidaan rakentaa tänne, mutta painonjakolevyt tai syvemmät paalut voivat olla tarpeen painumien välttämiseksi. Suosittelemme, että muuntaja-asemia ei rakenneta tulva-alueelle, vaikka veden syvyys olisi pieni.

Osa-alueen E eteläosassa on hyvin matala alue. Tänne ei tule sijoittaa muuntaja-asemia tai kytkinlaiterakennuksia. Paneeleja voidaan rakentaa myös eteläosaan, mutta maan kantavuus on todennäköisesti osittain heikko. Rakentaminen kesällä ja paalujen varustaminen painonjakolevyillä on suositeltavaa, koska maa on toistuvasti kostea ja pehmeä ympäri vuoden.

Osa-alueen F itäosaan ei tule sijoittaa muuntaja-asemia tai kytkinlaiterakennuksia alueelle, joka voi kärsiä voimakkaammista tulvista. On suositeltavaa, että läheisyydessä oleva alue jätetään rakentamatta. Osa tästä alueesta on nykyisin vesikasvien peitossa. Länsipuolella aluetta paneelit voidaan sijoittaa normaalisti.

Rankkasateiden aikana virtausreitit voivat poiketa tavallisiin sateisiin verrattuna. Suurten sateiden aikana maa voi kyllästyä ja hulevesi virtaa myös pintakerroksessa ja maan pinnalla. Suosituksena on, että

Särkisalon aurinkovoimala

luonnolliset valumareitit jätetään vapaiksi, jotta uusia suljettuja alueita ei synny rakentamisen aikana.

Esimerkiksi huoltoteiden alle tulisi asentaa rumpu, jotta vesi pääsee virtaamaan vapaasti.

Aurinkovoimapuiston rakentaminen ei lisää rakennusten tai naapurikiinteistöjen tulvariskiä. Hankealueen kuivattaminen ei arvioida merkittävästi lisääntyvän, koska maa-alueet säilyvät pääasiassa viheralueina.

Aurinkovoimapuisto ei aiheuta päästöjä ilmaan, maahan tai veteen. Voimalan rakentaminen ei vaikuta suojeltuun pohjaveteen pitkän etäisyyden takia.

Lähteet:

Artikkeli rankkasateista: [Omkullfallna träd och översvämningar efter kraftiga vindar och regn – över 50 millimeter regn på en del håll – Inrikes – svenska.yle.fi](#)

Ojitus: [Vem får gräva dike och var? | Vesi.fi](#)

Kartat: vedenkorkeus: [vesi.fi - Karttjänsten](#)

Sademäärätiedot: [Download observations - Finnish Meteorological Institute \(ilmatieteenlaitos.fi\)](#)

Sademäärätiedot Suomesta: [Statistik från och med 1961 - Meteorologiska institutet \(ilmatieteenlaitos.fi\)](#)

Scalgo Live: [Vattenläget | Vesi.fi](#)

Tulvat Suomessa: [Översvämningar i Egentliga Finland | Vesi.fi](#)