

Hulevesi ja vesistöselvitys Alapitkän aurinkopuisto

ERIK KIHLEN

HELIOS NORDIC ENERGY AB | FINLAND

Tausta

Raportin tavoitteena on ensisijaisesti selvittää, miten aurinkopuiston rakentaminen vaikuttaa läheisten järvien ja vesistöjen veden laatuun sekä tutkia hulevesivirtoja ja tulva-alueita. Raportissa esitetään myös olemassa olevat virtausreitit ja maaperätyypit, jotka ovat tärkeitä tutkia, jotta mallinnuksen tuloksia voidaan tulkita.

Tulvaosalla pyritään selvittämään, mihin hulevesi keraantyy äärimmäisillä sateilla. Tulva-analyysin avulla aurinkopuisto voidaan suunnitella tulvariskien perusteella ja siten vähentää vahinkojen syntymisriskiä.

Sisällysluettelo

Sisällys

Tausta.....	1
Yhteenveto.....	3
Taustaa – Projektialue.....	3
Sademäärä	4
Hulevesiä koskeva lainsäädäntö	5
Toteutus - Toimien kuvaus.....	5
Maaperätyypit.....	8
Alue A	8
Alue B & C	9
Alue D	9
Alue E	10
Alue F	10
Topografia ja korkeuskäyrät	12
Alue A	12
Alue B & C	13
Alue D	14
Alue E	15
Alue F	16
Pohjavesi	17
Pintavedet.....	18
Järvet.....	18
Naarvanjärvi.....	18
Mikkajärvi.....	18
Hökösenjärvi	18

Pöljänjärvi	18
Vesistö.....	19
Virtausreitit	19
Alue A	20
Alue B & C	21
Alue D	22
Alue E	23
Alue F	24
Tulvat alueet	25
Äärimmäiset sateet ja paluu aika.....	25
Alue A	26
Alue B & C	27
Alue D	28
Alue E	29
Alue F	30
Vesistövaikutukset	31
Hulevesiratkaisut	32
Hulevesilammet	32
Ojitus	33
Varotoimenpiteet.....	34
Yhteenveto	35

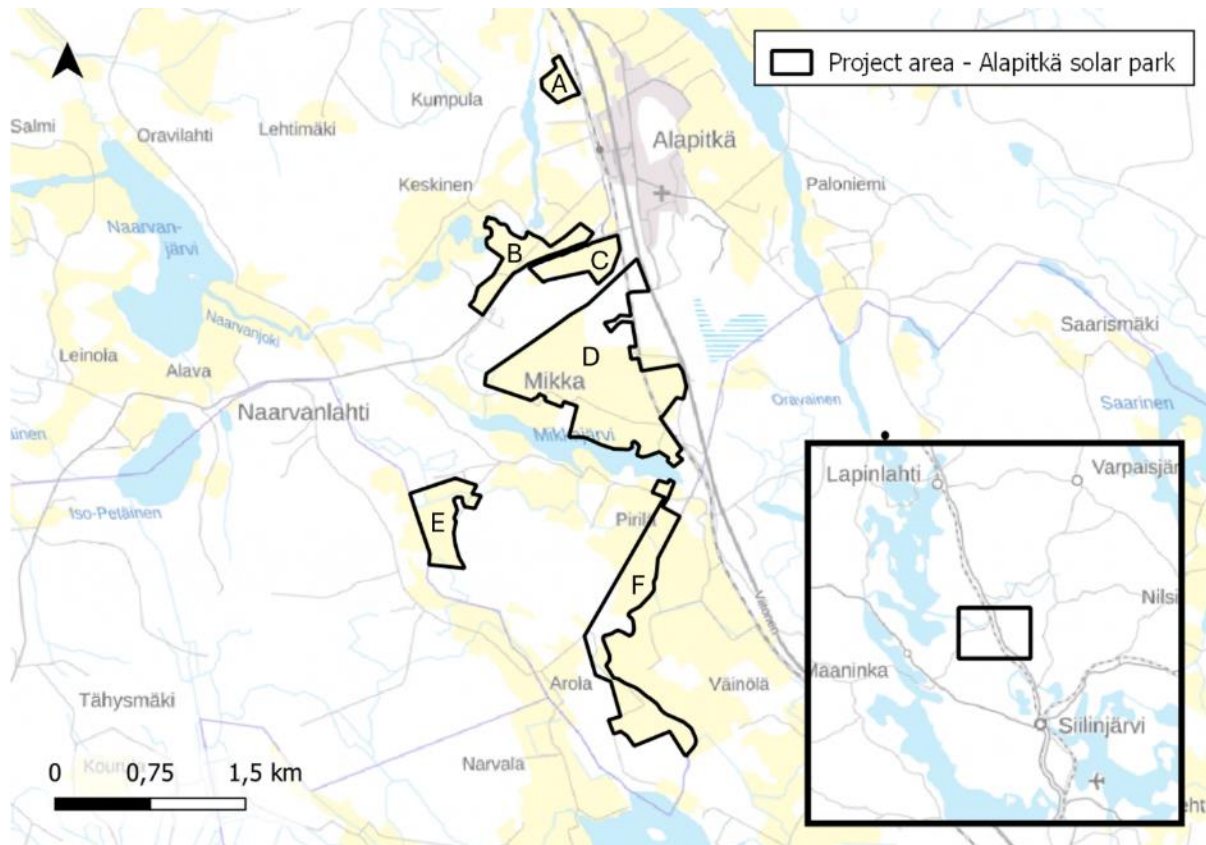
Yhteenveto

Vesistö kuormituksen ja sameuden odotetaan hieman kasvavan rakennusvaiheen aikana ja ensimmäisen toimintavuoden aikana. Kun uusi kasvillisuus on ehtinyt vakiintua, sekä ravinteiden ja torjunta-aineiden muodossa olevan saastekuormituksen että sameuden odotetaan vähenevän nykyiseen maatalouteen verrattuna. Tämä johtuu pääasiassa siitä, että maaperää ei lannoiteta, kynnetä, äestetä tai ruiskuteta torjunta-aineilla aurinkopuiston käyttöaikana.

Hankealue on jaettu eri alueisiin A-F vaikutusten arvioinnin helpottamiseksi. Alueilla A, E ja F ei ole tulvavaaraa. Alueella B on pieni alue, johon tulvat voivat vaikuttaa rankkasateiden sattuessa. Alueella C on suurempi alue, johon tulvat voivat vaikuttaa rankkasateiden sattuessa. Suuralueella D on rautatiepenkereen itäpuolella alue, joka on vaarassa tulvia rankkasateiden sattuessa. Näillä alueilla tulisi välttää kytkinlaiterakennusten ja muuntamoiden sijoittamista.

Taustaa – Projektialue

Hanke sijaitsee lähellä Alapitkän kaupunkia ja jakautuu useisiin osa-alueisiin. Suurimmalle osalle alueista rakennetaan aurinkopaneeleita ja osalle alueista tulee suurempia sähkölaitteita. Hanke on jaettu kuuteen erilliseen osa-alueeseen.



Kuva 1. Yleiskuvakartta Alapitkä aurinkopuistosta. Hankealue on jaettu kuuteen osa-alueeseen.

Sademäärä

Sadetiedot on haettu kolmelta läheiseltä mittausasemalta¹. Täydelliset mittaussarjat ovat saatavilla vuodesta 1959 vuoteen 2004 Siilinjärven Kuopion lentoaseman mittausasemalta. Viisi suurinta sadetapahtumaa on valittu, katso taulukko 1.

Taulukko 1. Viisi suurinta sadetapahtumaa Siilinjärven Kuopion lentoasemalla vuosina 1959-2004.

Havaintoasema	vuosi	Kuukausi	Päivä	Sademäärä [mm]
Siilinjärvi Kuopio airport	1994	7	31	93,6
Siilinjärvi Kuopio airport	2004	7	28	59,2
Siilinjärvi Kuopio airport	1963	8	10	53,1
Siilinjärvi Kuopio airport	1971	8	6	49
Siilinjärvi Kuopio airport	1996	7	6	46,1

Täydelliset mittaussarjat ovat saatavilla vuodesta 1959 vuoteen 2024 Kuopion Maaninkan mittausasemalta. Viisi suurinta sadetapahtumaa on valittu, katso taulukko 2.

Taulukko 2. Kuopion Maaninkan viisi suurinta sadetapahtumaa vuosina 1959 - 2024.

Havaintoasema	vuosi	Kuukausi	Päivä	Sademäärä [mm]
Kuopio Maaninka	1996	7	6	105
Kuopio Maaninka	2004	7	28	86,1
Kuopio Maaninka	2020	6	30	63,3
Kuopio Maaninka	1980	6	27	56,7
Kuopio Maaninka	1963	8	10	52,8

Kuopion Maaninkan mittausasemalla on kesällä 1996 yksi päivä, jolloin sademäärä oli 105 mm.

Täydelliset mittaussarjat ovat saatavilla vuodesta 1970 vuoteen 2024 Lapinlahden Lamminkäyrän mittausasemalta. Viisi suurinta sadetapahtumaa on valittu, katso taulukko 3.

Taulukko 3. Lapinlahden Lamminkäyrän viisi suurinta sadetapahtumaa vuosina 1970 - 2024.

Havaintoasema	vuosi	Kuukausi	Päivä	Sademäärä [mm]
Lapinlahti Lamminkäyrä	2004	7	28	85,3
Lapinlahti Lamminkäyrä	2020	6	30	62,3
Lapinlahti Lamminkäyrä	2019	10	1	61,9
Lapinlahti Lamminkäyrä	1981	6	30	59,3
Lapinlahti Lamminkäyrä	1972	8	12	56,8

Tulvia mallinnettaessa maa nähdään kovettuneena ja siten voidaan laskea mallinnetusta sateesta pois vesimäärä, jonka odotetaan imeytyvän maahan. Tulva-analyysissä käytetään 100 mm sademäärää näyttämään pahimman mahdollisen skenaarion. 100 mm mallissa edustaisi todellisuudessa vieläkin rankempaa sadetta.

¹ [Lataa havainnot - Ilmatieteen laitos \(ilmatieteentietokanta.fi\)](https://ilmatieteentietokanta.fi/)

Hulevesiä koskeva lainsäädäntö

Hulevesien hallintaa säännellään pääasiassa maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999). Laki asettaa yleiset tavoitteet hulevesien hallitsemiselle erityisesti asemakaava-alueilla sekä siitä, mistä toimenpiteistä hulevesien hallinta koostuu. Laki määrittää myös, kuka on vastuussa hulevesien hallinnasta.

Hulevesihuoltosäännökset sisältyvät myös vesihuoltolakiin sekä tulvariskien hallintalakiin ja -asetukseen. Jälkimmäisen säädöksen tavoitteena on vähentää tulvariskiä, ehkäistä ja lieventää tulvien haitallisia seurauksia sekä edistää varautumista tulviin².

Toteutus - Toimien kuvaus

Tässä luvussa kuvataan lyhyesti aurinkopuiston sisällä suunnitellut toimenpiteet.

Aurinkopuiston alue on aidattu aidalla, jonka silmäkoko on 5 x 5 cm tai riista-aidalla, jonka silmäkoko on tyypillisesti 10 x 10 cm, ks. Kuva 2. Tällä pyritään rajaamaan alue ja pitämään sekä sivulliset että suurriista, kuten hirvet, ulkopuolella, jotta vältetään vahingot eläimille, ihmisille ja laitokselle.



Kuva 2. Esimerkki riista-aidasta, jossa on puupylväitä (kuva vasemmalla) ja teollisuusaidan rakentaminen sisäpuolisella kiipeilysuojalla (kuva oikealla).

Aurinkokennomoduulit ovat piiaurinkokennotyyppiä, joka on ylivoimaisesti yleisin tuotemuoto markkinoilla. Moduulit ovat kooltaan noin 1 x 2 m ja ne asennetaan vierekkäin joko pystysuoraan (muotokuvaasuuntaan) tai vaakasuoraan (maisemasuuntaan). Esimerkkejä toteutuksesta kolmella vaakasuuntaisella moduulilla ja kiinteillä maatelineillä on esitetty vasemmalla alla olevassa kuvassa 3. Puistoon sijoitetaan myös invertterit ja muuntajakojeistot.

² [Hulevesien hallinnan vastuut ja ohjeet | Vesi.fi](#)



Kuva 3. Esimerkki piiaurinkokennomoduuleista, joissa on alumiinirunko maatalineessä (vasemmalla). Kuvassa Varbergs Energin Solsidan-puisto Tvååkerissa. Esimerkki aurinkokennomoduuleista yksiakselisissa aurinkoseurantajärjestelmissä (oikealla).

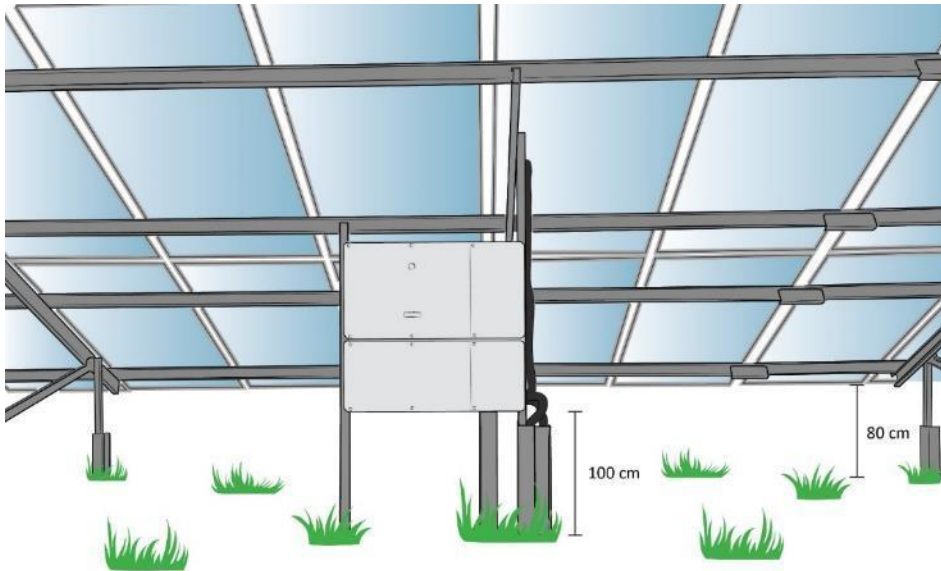
Maastoa niitetään tarpeen mukaan 1–2 kertaa vuodessa tai tarvittaessa laidunnetaan esim. lampailla. Aurinkomoduulirivien välinen etäisyys on noin 5–6 m, mikä jättää tilaa leikata aluetta pienemmän maataloustraktorin avulla.



Kuva 4. Aurinkokennomoduulit seisovat pitkissä riveissä, noin 5–6 metrin päässä toisistaan, paneelien alla voi kasvaa ruohoa ja muita kasveja. Maa ei siis ole kovettunut, mikä mahdollistaa hulevesien tunkeutumisen.

Aurinkokennomoduulien sähkökomponentit koostuvat kaapeleista ja inverttereistä. Inverttereitä käytetään muuntamaan aurinkokennomoduuleista tuleva tasavirta vaihtovirraksi, joka voidaan muuntaa sähköverkon jännitetasolle. Tämän jälkeen tuotettu sähkö johdetaan inverttereiltä maakaapelein muuntamoille. Kiinteissä aurinkopaneeleissa invertterit asennetaan maatalineisiin, yleensä aurinkopaneelien alle. Auringonseuraajia käytettäessä ne sijoitetaan sen sijaan joko sivulle tai seuraajien väliin liikkeen mahdollistamiseksi. Invertterit on asennettu samalle korkeudelle sekä kiinteisiin että siirrettäviin aurinkopaneeleihin, mikä on noin 100–150 cm maanpinnan yläpuolella. Noin 80 cm vedenkorkeudella aurinkokennopaneelien etureuna saavuttaa vedenpinnan, joita ei

vaurioitu olemalla osittain veden pinnalla tai sen alapuolella. Toisaalta invertterit ovat sähkökomponentti, joka voi joutua oikosulkuun, jos vedenpinnat ovat liian korkeat. Tämä on vaarassa tapahtua, kun veden pinta saavuttaa 100 cm:n korkeuden.



Kuva 5. Aurinkopaneelien korkeus edessä ja elektronisten komponenttien, tässä invertterien, korkeus, jotka voivat joutua oikosulkuun liian korkealla vedenkorkeudella.

Puistoon tulee pieni määrä sähköasemia ja suurempi kojeistorakennus. Muuntaja-asemat ja kojeistorakennus toimitetaan yhtenä kappaleena ja nostetaan paikoilleen yksinkertaiselle sorapintaiselle alustalle tai betonielementtiperustukselle erillisellä nosturilla.



Kuva 6. Esimerkki aurinkopuistoon sijoitetusta muuntaja-asemasta. Lähde: Helios Nordic Energy AB:n aurinkopuisto Kungsåra.

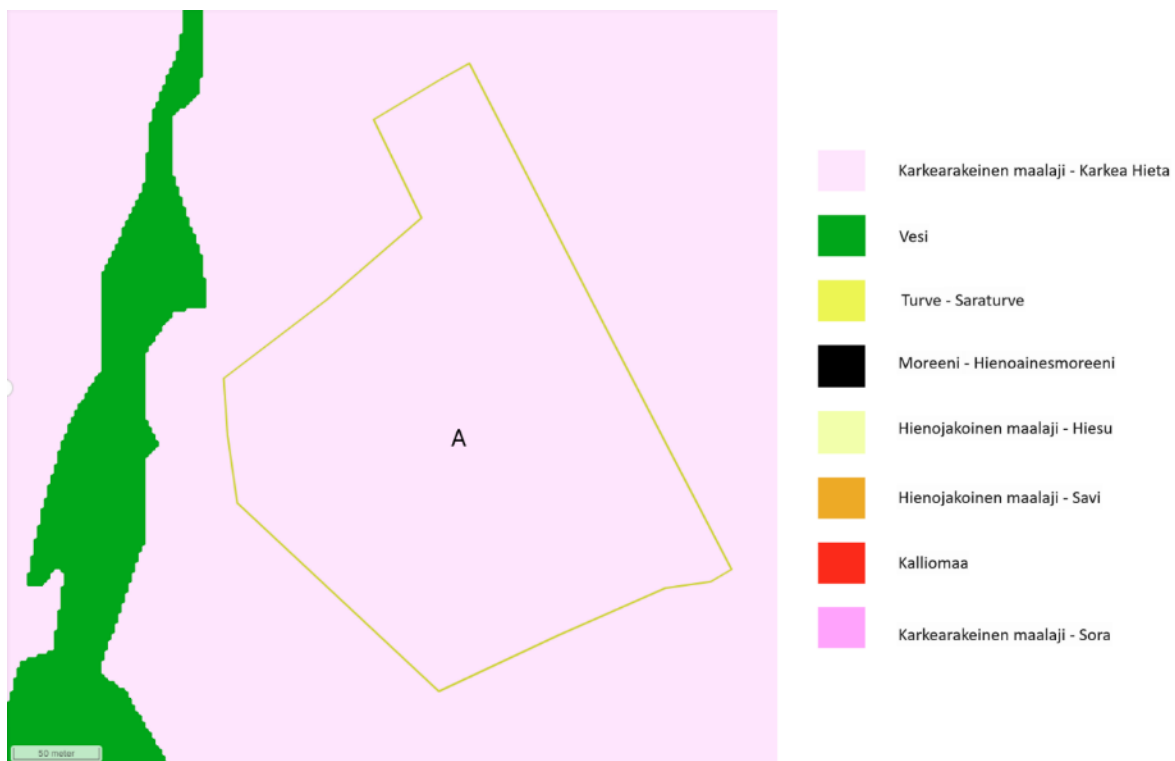
Rakennukset on suunniteltu kestävämmän sadetta ja myrskyjä, mutta korkeammat vedenpinnat eivät sovellu rakennuksiin. Rakennusten sijainti aurinkopuiston sisällä on mukautettava siten, että ne sijoitetaan turvallisesti tulvanäkökulmasta, matalaa maastoa, jossa tulvia voi esiintyä, tulee välttää.

Maaperätyypit

Maaperätyyppikartat on laadittu antamaan yleiskuva siitä, mitä maaperätyyppejä kullakin osa-alueella on. Scalgo ohjelmalla tehdyssä tulva-analyysissä ei huomioida maaperän tyyppiä, läpäisevyyttä tai tunkeutumiskykyä. Toteutustapa on valittu, koska tulva-analyysi tulee nähdä "pahimpana skenaariona", jossa tunkeutumiskapasiteetti on 0, jotta voidaan varhaisessa vaiheessa paikantaa syvemmät vesikertymät, jotka voivat aiheuttaa ongelmia aurinkopuistolle. Maaperän syvyyttä ja läpäisevyyttä tutkimalla on mahdollista arvioida tunkeutumiskykyä hankealueen sisällä ja sitä kautta tulkita mallin osoittamia tuloksia.

Alue A

Vallitseva maaperätyyppi suuralueella A on karkea hietä. Vesistö näkyy suuralueen A länsipuolella.



Kuva 7. Maaperän tyyppikartta suuralueelle A.

Alue B & C

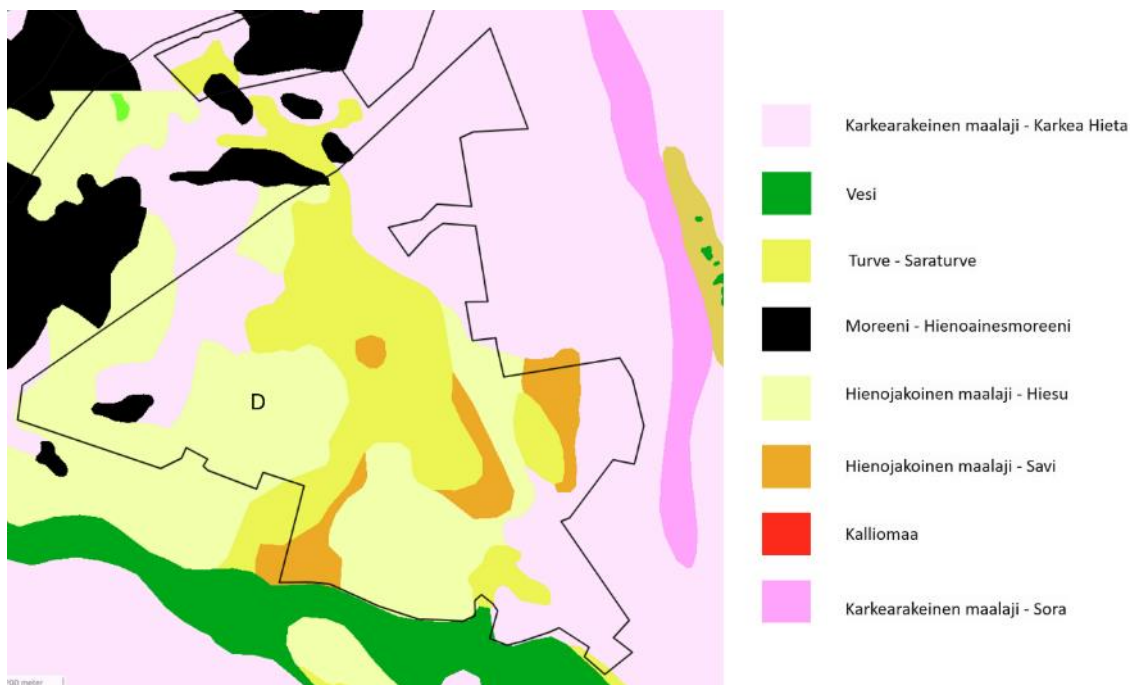
Osa-alueilla B ja C on useita erilaisia maaperätyyppejä, mukaan lukien hieno hiekka, hienorakeinen moreeni, turve ja hiesu.



Kuva 8. Maaperäkartta osa-alueille B ja C. Hankealue on merkitty keltaisella.

Alue D

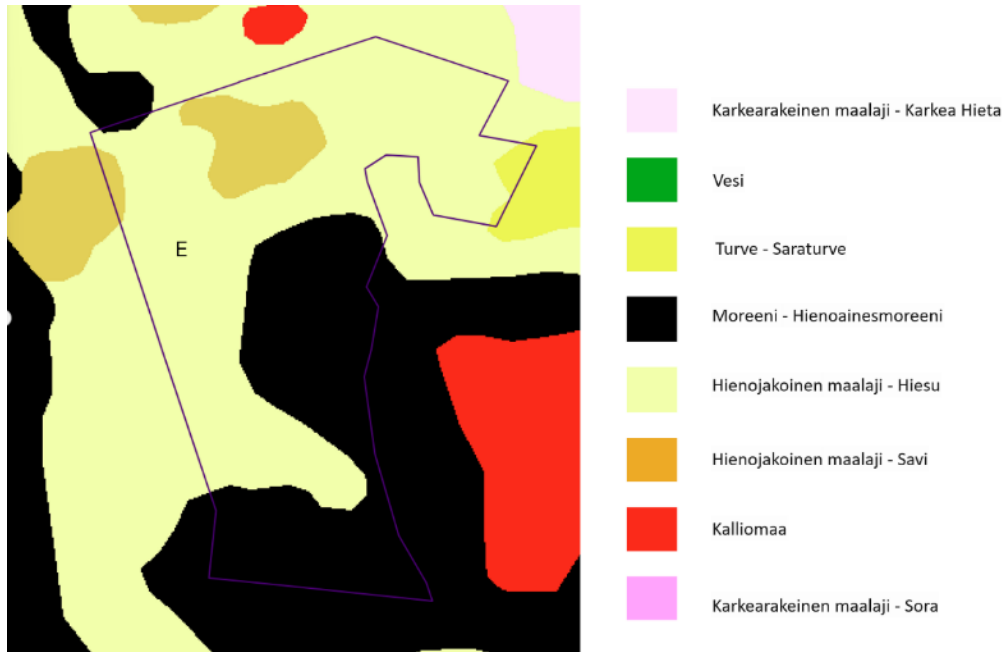
D-suuralueella on useita erilaisia maaperätyyppejä, mukaan lukien turve, hiesu, hienoa hiekkaa, savea ja pieni alue moreenia. Osa-alueen D eteläpuolella on pieni järvi. Hankealueen D itäpuolella on karkearakeista soraa.



Kuva 9. Maaperätyypikartta osa-alueelle D. Kaava-alueella on useita erilaisia maaperätyyppejä.

Alue E

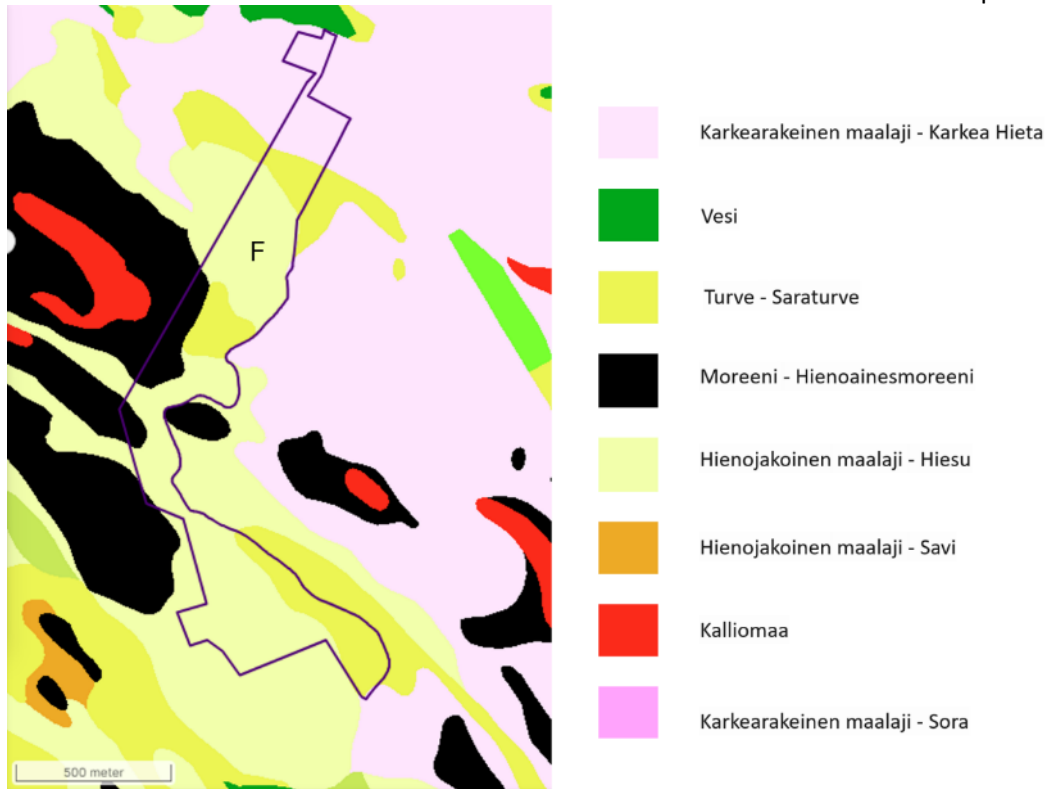
Hallitsevat maaperätyypit suuralueella E ovat hienojakoinen maalaji – hiesu, hienorakeinen moreeni ja turve.



Kuva 10. Maaperäkartta osa-alueelle E. Vallitsevia maaperätyyppejä ovat Hiesu ja hienorakeinen moreeni, mutta siellä on myös turvetta.

Alue F

Suuralueen F hallitseva maaperätyyppi on hiesu, mutta siellä on myös pieniltä osin muilta maaperätyyppeiltä.



Kuva 11. Maaperän tyypikartta osa-alueelle F.

Topografia ja korkeuskäyrät

Tässä luvussa kuvataan lyhyesti alueiden topografiaa.

Alue A

Osa-alueen A topografia ja korkeuskäyrät on esitetty kuvassa 12. Alue on suhteellisen tasainen ja laskee hieman luoteeseen.

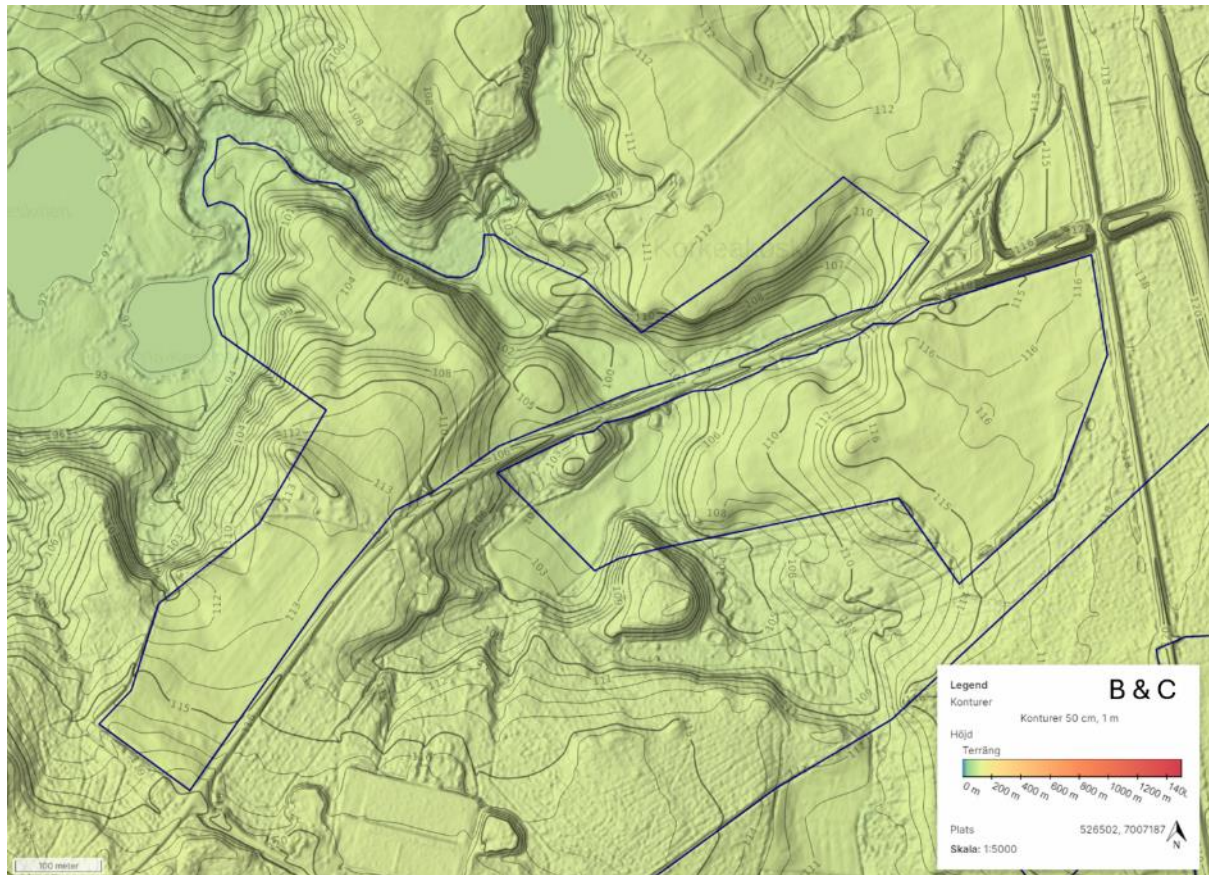


Kuva 12. Topografia ja korkeuskäyrät osa-alueella A.

Alue B & C

Osa-alueen B & C topografia ja korkeuskäyrät on esitetty kuvassa 13. Alue B on korkealla etelässä ja tien länsipuolella alueen keskellä on merkittävä matalin kohta. Osa-alueen B länsipuolella vesistö on havaittavissa.

Suuralue C on korkeampi idässä ja laskee länteen. Länsiosassa on suurempi suljettu alue. On epävarmuutta siitä, voiko tien alla olla rumpuja, joista hulevesi pääsee kulkemaan.



Kuva 13. Topografia ja korkeuskäyrät osa-alueilla B ja C.

Alue D

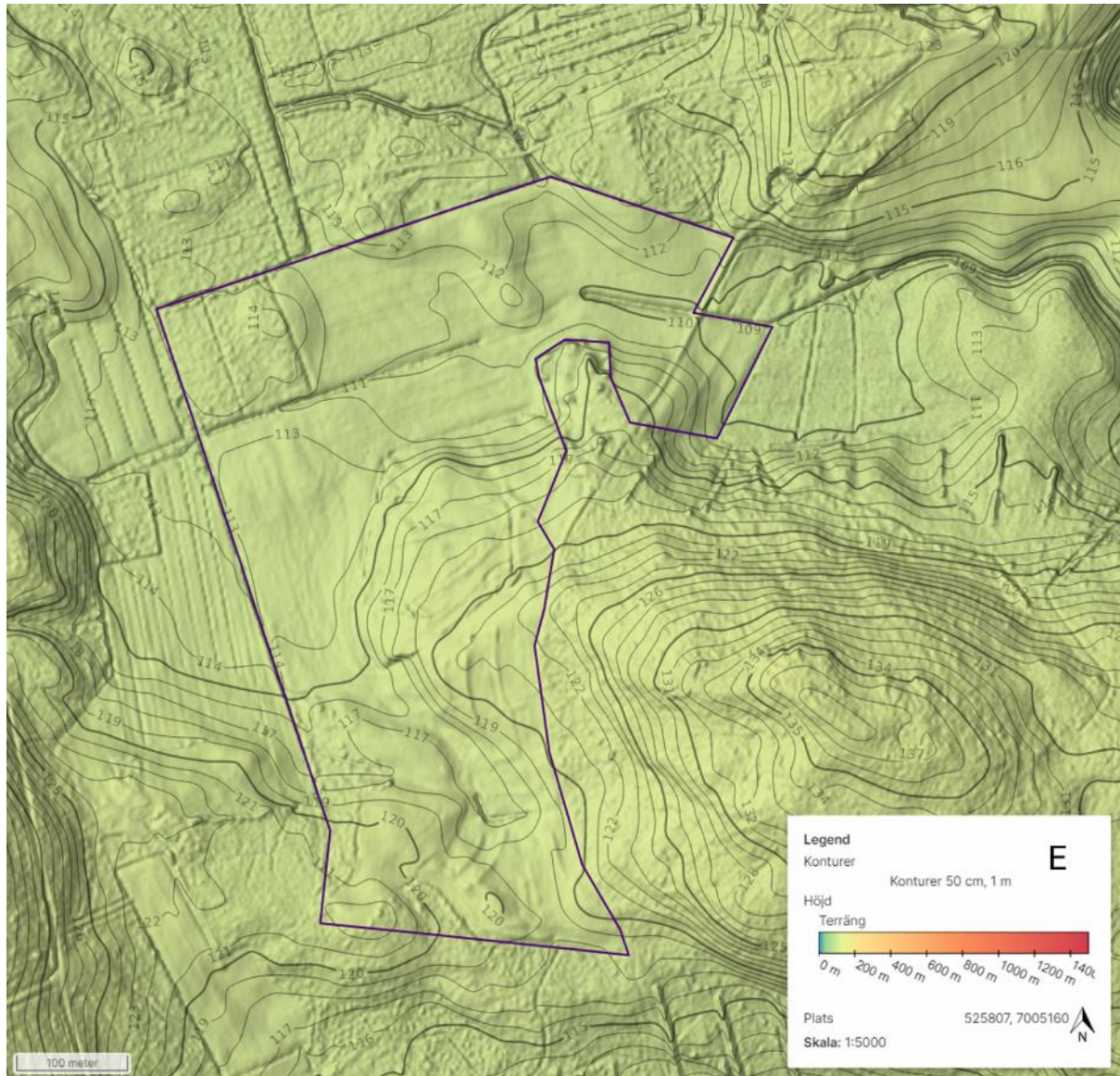
Osa-alueen D topografia ja korkeuskäyrät on esitetty kuvassa 14. Alue on suuri ja melko tasainen.



Kuva 14. Topografia ja korkeuskäyrät osa-alueella D.

Alue E

Alue on suhteellisen tasaista ja alueen itäpuolella on kukkula. Siellä on myös itä-länsisuuntainen oja. Alue on korkeampi eteläosassa ja laskee pohjoiseen.



Kuva 15. Topografia ja korkeuskäyrät osa-alueella E.

Alue F

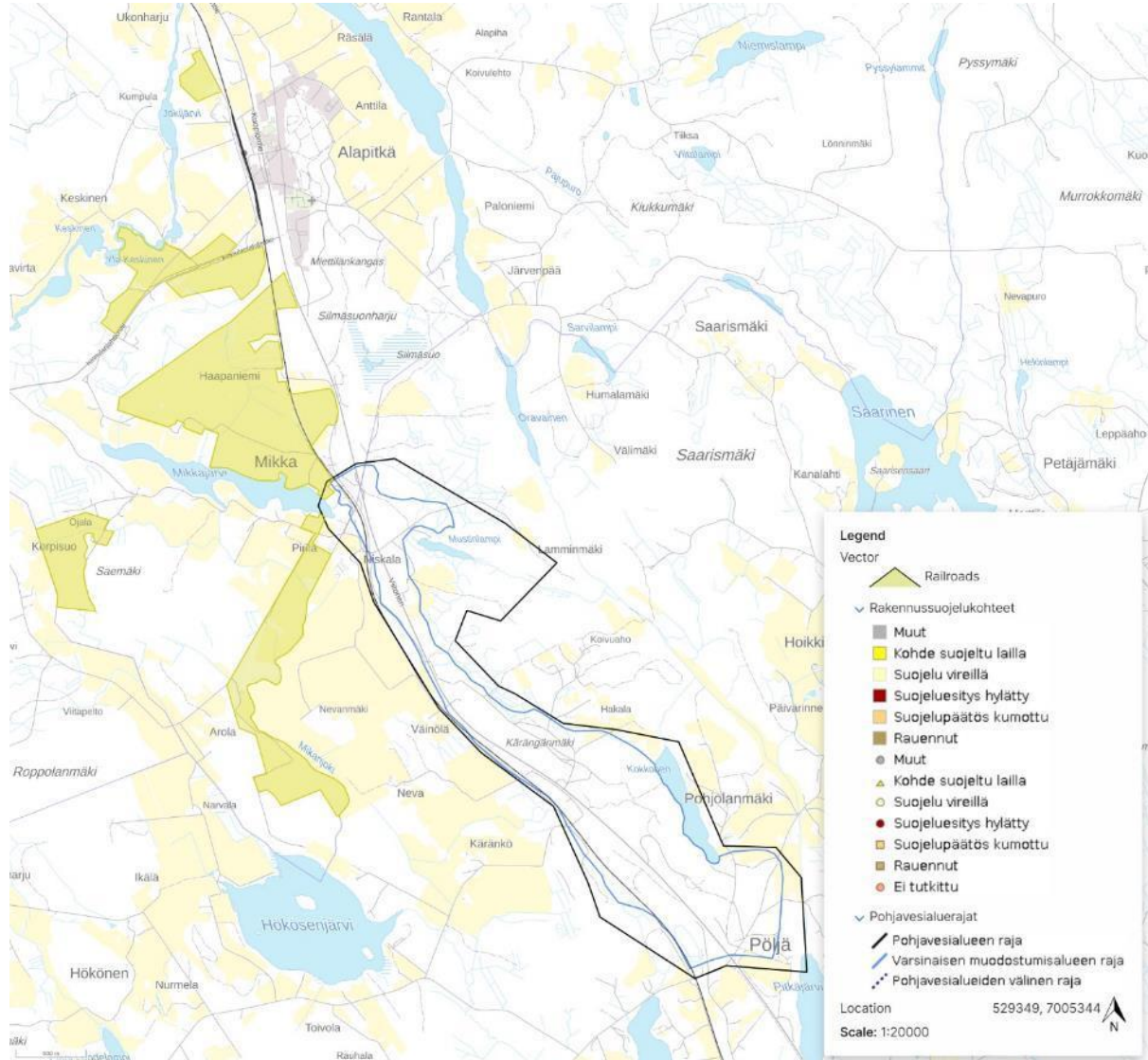
Topografia ja korkeuskäyrät osa-alueella F on esitetty kuvassa 16.



Kuva 16. Topografia ja korkeuskäyrät osa-alueella F.

Pohjavesi

Hankealueen läheisyydessä on suuri pohjavesialue. Pohjavesialue sijaitsee itään alueesta F. Hyvin pieni osa alueesta D sijaitsee pohjavesialueella ja osa alueesta F koskettaa myös pohjavesialueen rajaa.



Kuva 17. Pohjavesisäiliö suhteessa hankealueeseen.

Pintavedet

Hanke-alueiden ympärillä on monia järviä ja puroja. Eri osa-alueilta hulevedet virtaavat ojien ja pohjaveden kautta läheisiin järviin ja puroihin. Alla on lyhyt kuvaus vesistöistä, joiden kemiallisen ja ekologisen tilan Suomen viranomaiset ovat luokitelleet. Yleisesti ottaen kemiallinen ja ekologinen tila ei saa huonontua. Vesienhoidon tavoitteena on turvata ja saavuttaa pinta- ja pohjavesien vähintään hyvä tila eikä tilatavoitteen saavuttamista tule vaarantaa.

Järvet

Naarvanjärvi

Ekologinen tila: tyydyttävä

Kemiallinen tila: ei tietoja

Järvi sijaitsee Vuoksen vesienhoitoalueen vesienhoitoalueella.

Sijaitsee valuma-alueella: Vuoksen vesistö

Mikkajärvi

Ei kemiallisen ja ekologisen tilan luokitusta.

Hökösenjärvi

Ekologinen tila: välttävä

Kemiallinen tila: epätydyttävä

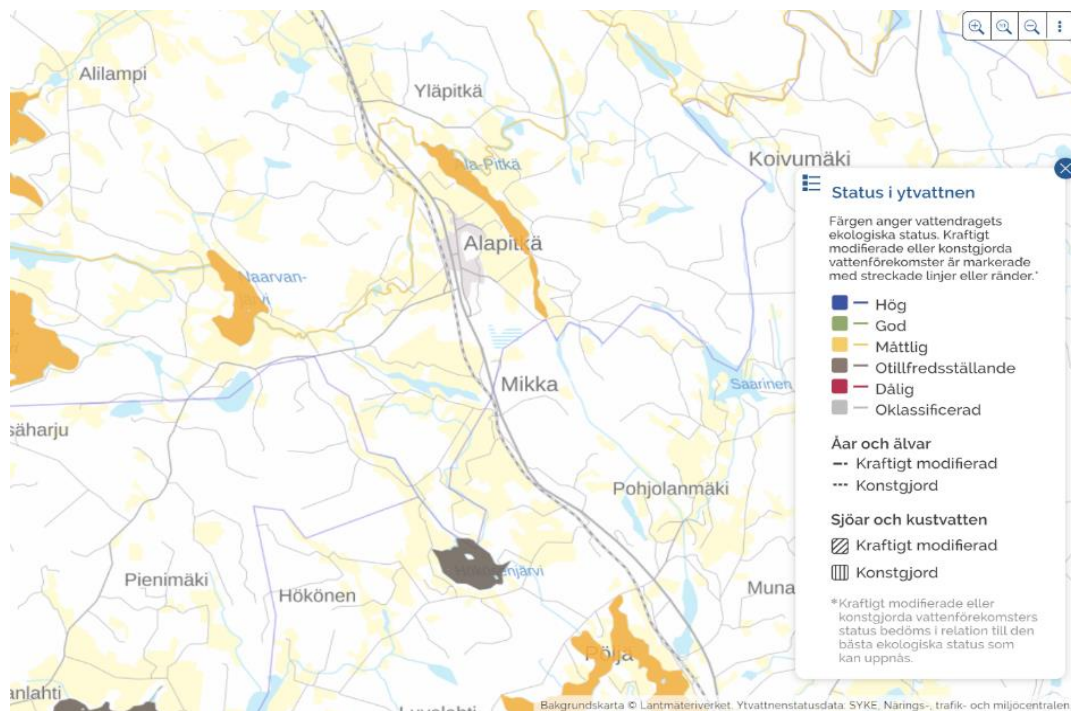
Sijaitsee valuma-alueella: Vuoksen vesistö

Pöljänjärvi

Ekologinen tila: tyydyttävä

Kemiallinen tila: välttävä

Sijaitsee valuma-alueella: Vuoksen vesistö



Kuva 18. Kartta näyttää järvien ja vesistöjen ekologisen tilan. Ympäristölaatustandardit liittyvät kemiallisen ja ekologisen tilan tilaluokitukseen. Kartta on otettu VESI.fi:stä, 2024-04-11.

Vesistö

Vesistö: Naarvanjoen yläosa – Alapitkänjoki

(Naarvanjoki, Keskinen, Ylä-Keskinen, Jokijärvi) (Vesistö Ala-pitkä ja Naarvanjärven välissä)

Ekologinen tila: kohtalainen

Kemiallinen tila: Ei tietoja

Sijaitsee Vuoksen vesienhoitoalueella.

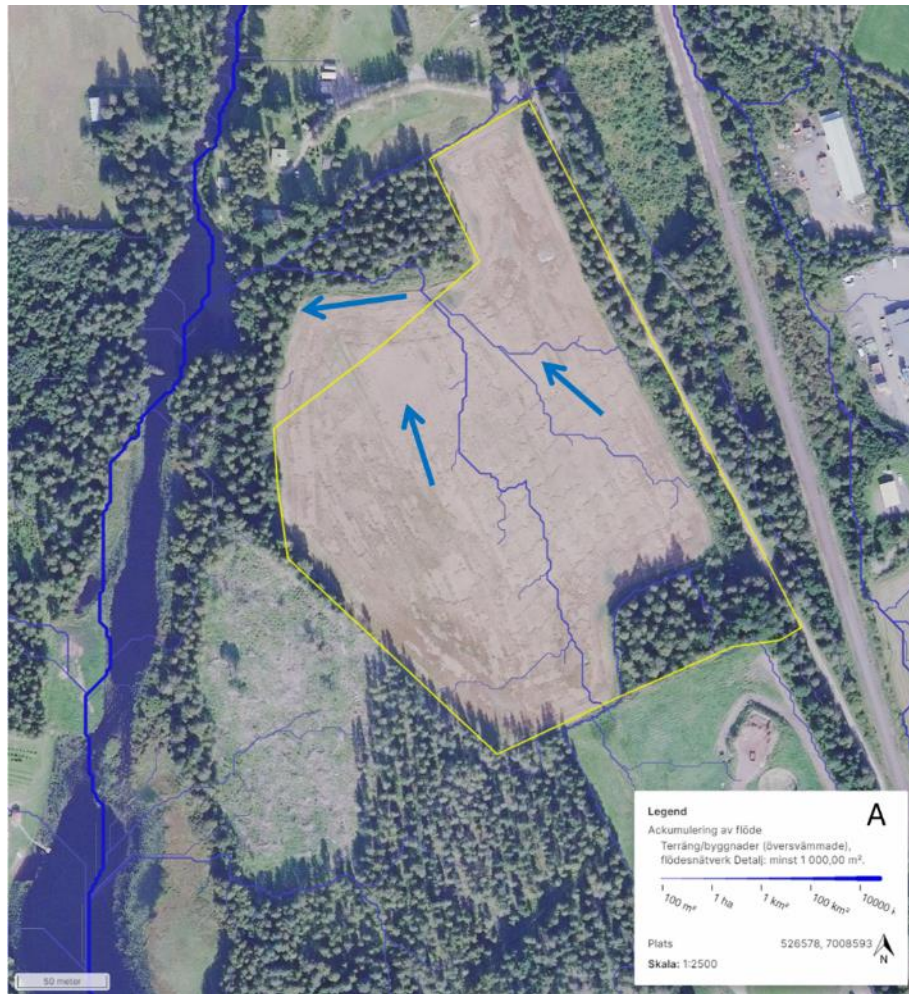
Vesistön: Korkeakoski, Ylä-Keskinen

Virtausreitit

Jokaisen osa-alueen nuolet osoittavat veden virtaamissuunnan.

Alue A

Pintavedet osa-alueelta A kulkevat luoteeseen kohti vesistöä, Jokijärveä. Vesistö laskee Naarvanjärveen.



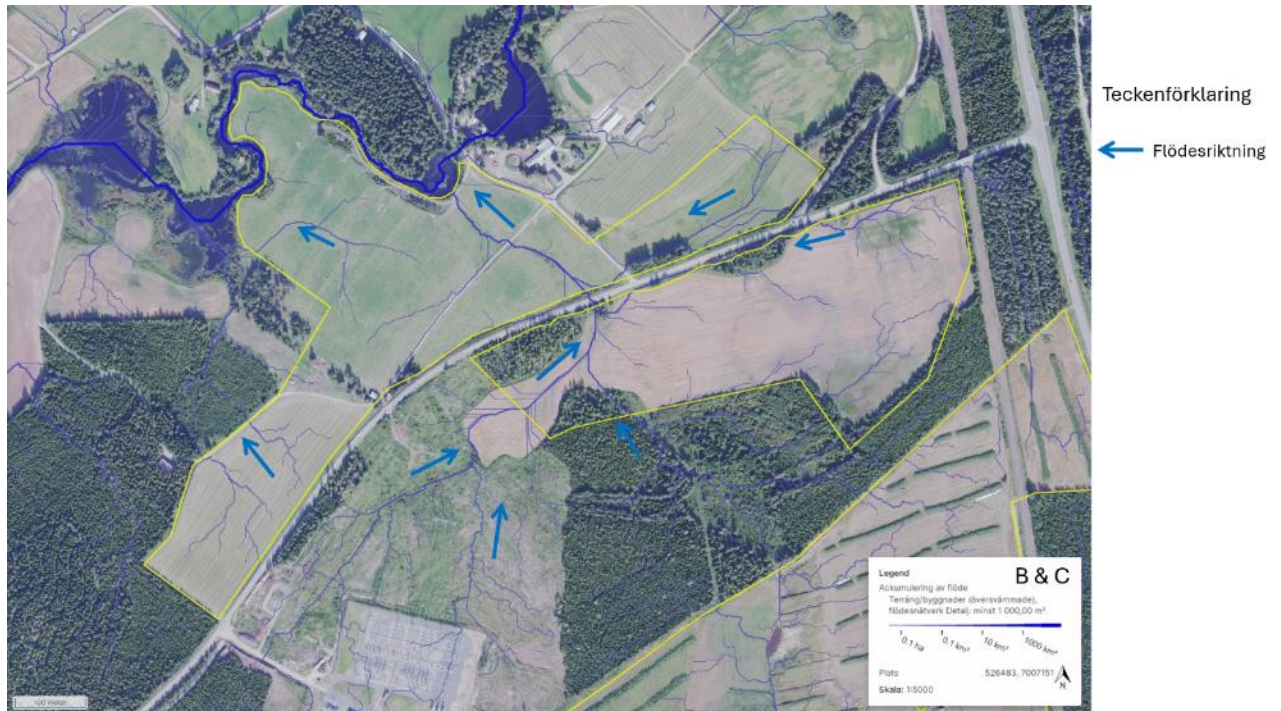
Teckenförklaring

← Flödesriktning

Kuva 19. Virtausreitit osa-alueelle A.

Alue B & C

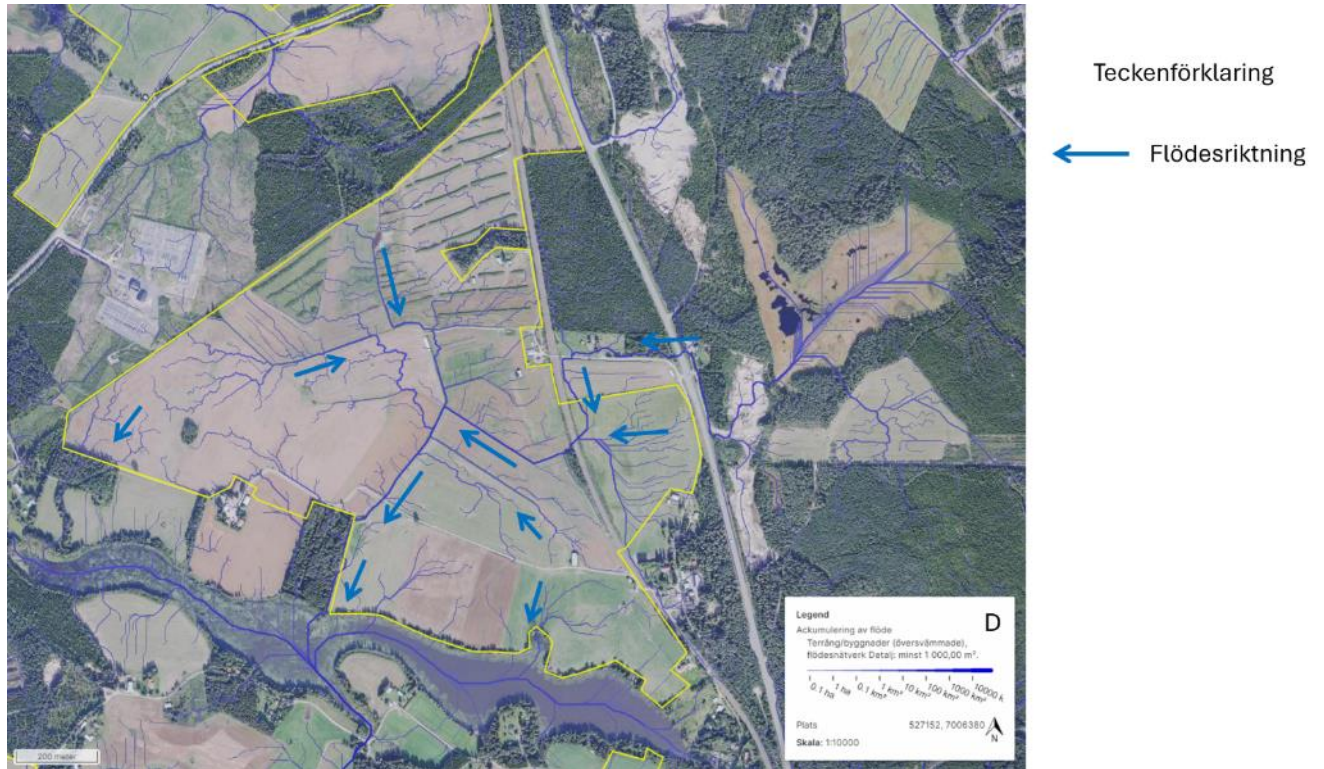
Pintavesi hankealueelta B & C virtaa länteen kohti vesistöjä Korkeakoski ja Ylä-Keskinen, joka laskee Naarvanjärveen.



Kuva 20. Virtausreitit osa-alueille B ja C.

Alue D

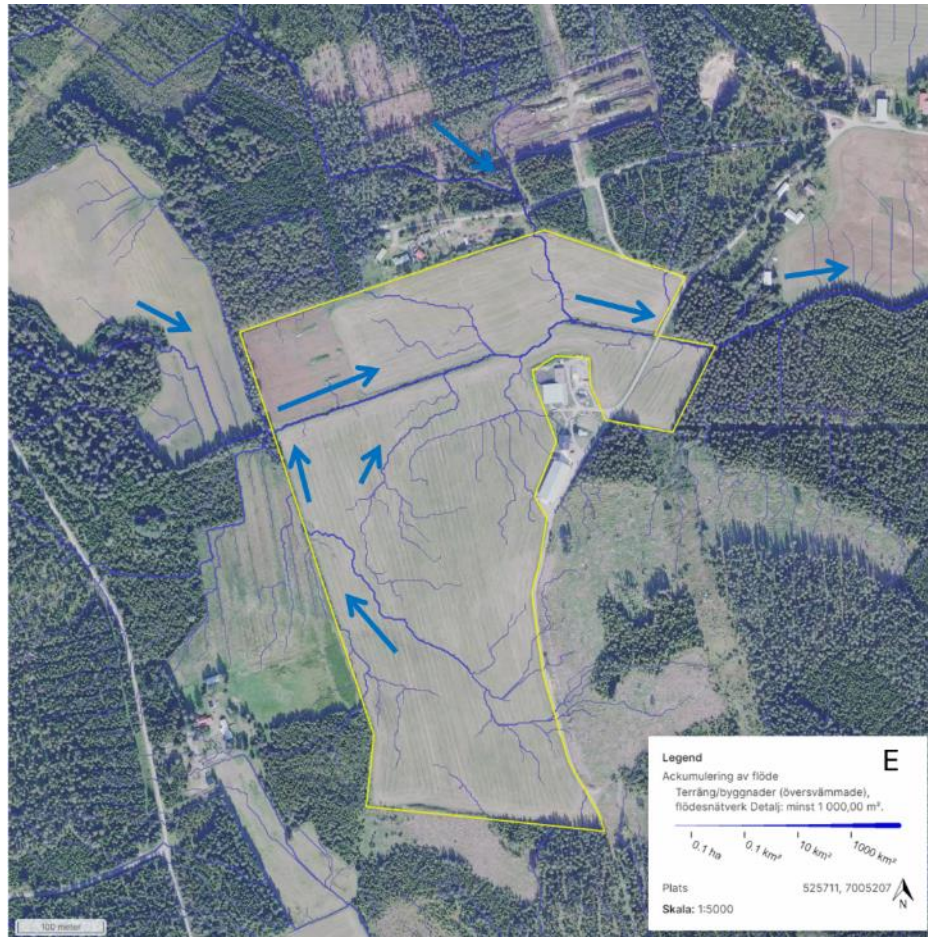
Hulevesi osa-alueelta D virtaa ojien kautta etelään pieneen Mikkajärveen ja lopulta pienempien vesistöjen kautta Pöljänjärveen.



Kuva 21. Virtausreitit osa-alueelle D.

Alue E

Hulevedet osa-alueelta E kiemurtelevat pitkän matkan oijen ja Mikanjoen kautta Hökösenjärvelle ja lopulta pienempien vesistöjen kautta Pöljänjärveen.



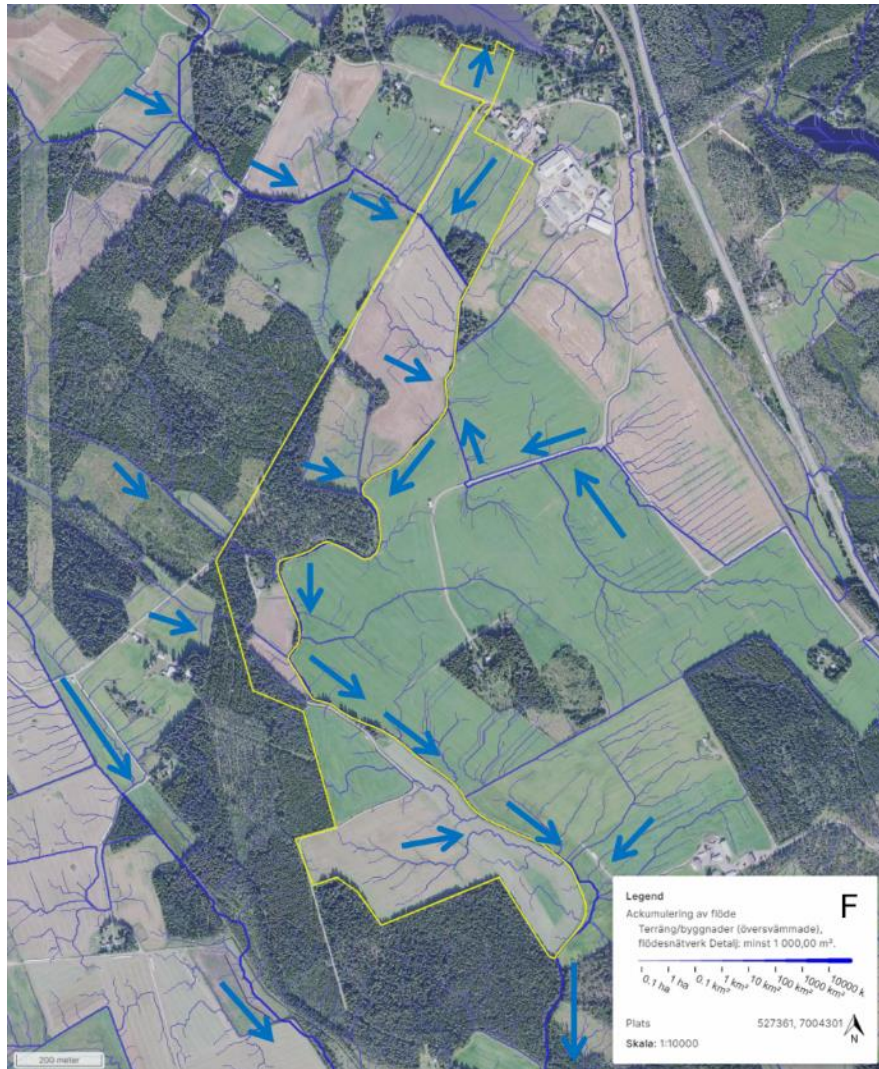
Teckenförklaring

← Flödesriktning

Kuva 22. Virtausreitit osa-alueelle E.

Alue F

Hulevedet osa-alueelta F virtaavat pääosin ojien ja Mikanjoen kautta Hökösenjärveen. Mikkajärveen laskeutuu hyvin pieni alue suuralueen F pohjoisosassa.



Teckenförklaring

← Flödesriktning

Kuva 23. Virtausreitit osa-alueelle F.

Tulvat alueet

Äärimmäiset sateet ja paluuaika

Paluuaika on käsite ja mitta siitä, kuinka yleinen tai epätavallinen tapahtuma on. Tässä tapauksessa kuinka usein äärimmäisiä luonnonilmiöitä äärimmäisen sateen muodossa voidaan odottaa tapahtuvan. Palautusjakso selittää, milloin tietty tapahtuma tapahtuu keskimäärin tai ylittyy kerran tietyn ajanjakson aikana. Palautusaikojen tuottamiseksi käytetään tilastollisia menetelmiä, jotka lasketaan pitkien jatkuvien mittausarjojen ääriarvoanalyysillä. Asiaankuuluvilla tiedoilla voidaan laskea palautusajat erityyppisille parametreille; vedenpinnat, veden virtaukset, lämpötilat, sademäärät ja vastaavat.

Äärimmäisille sateille on olemassa erilaisia skenaarioita. Tulva-analyysijä tehdään, jotta voidaan luoda "pahin mahdollinen skenaario" ja sitten kehittää mukautuksia tai riskiä vähentäviä ratkaisuja. Tässä tapauksessa historialliset sadetiedot on analysoitu. Tulvamallinnus tehdään 100 mm:n sademäärälle, koska historiallisesti lähialueella on ollut sadetapahtumia, joissa on niin paljon sadetta.

100 vuoden sateella on 100 vuoden paluujakso. Tämä tarkoittaa, että se saavutetaan tai ylitetään keskimäärin kerran 100 vuodessa.³ SMHI:n tutkimuksen mukaan 100 vuoden sateen vuosittainen todennäköisyys on vain 1 %. Kun taas 100 vuoden ajanjaksolla sen esiintymisen todennäköisyys on 63 %.⁴

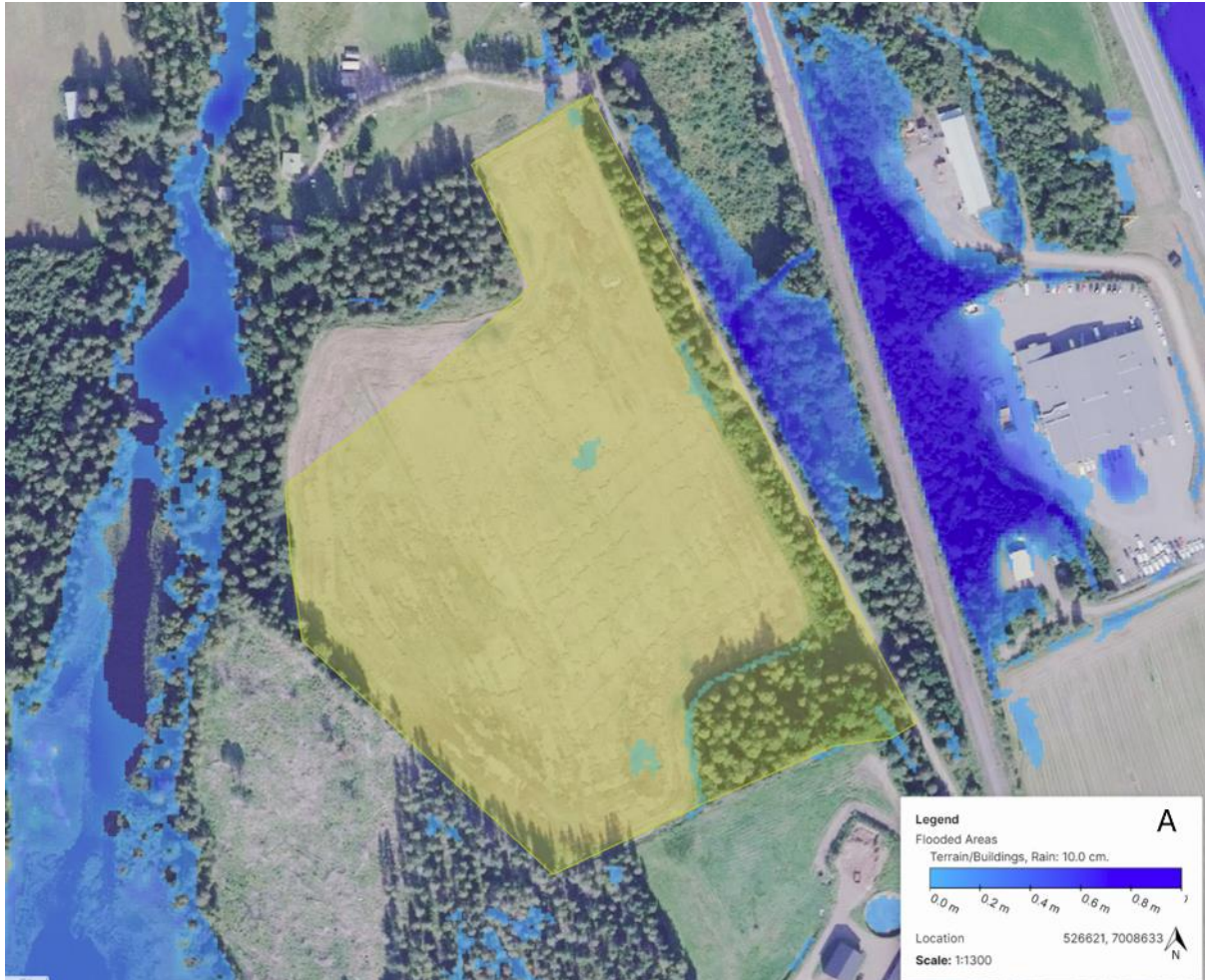
Scalgo ohjelmistolla on luotu karttoja, jotka osoittavat, mihin vesi laskeutuu rankkasateen sattuessa. Mallissa käytetty sademäärä on 100 mm, mikä edustaa kovaa sadetta. Malli näkee maan täysin kovettuneena ja näyttää rankkasadetapahtuman pitkällä paluujalla. Tämä tarkoittaa, että pahin mahdollinen skenaario esitetään kartoissa. Todellisuudessa suuri osa sateesta tunkeutuu maahan. Puiston perustamisen aikana ja ensimmäisenä vuonna rakentamisen jälkeen osia maasta on vaarassa tiivistyä ja paljon kasvillisuutta vaurioituu ja poistetaan. Muutama vuosi aurinkopuiston perustamisen jälkeen ruohon ja muun maaperän kasvillisuuden katsotaan juurtuneen kunnolla ja tulvariskit pienenevät huomattavasti, kun imeytysolosuhteet paranevat ylimmässä maakerroksessa. Jopa eroosion riski pienenee huomattavasti muutaman kauden jälkeen.

³ [SMHI-#139928-v5-Extrem_precipitation_in_Sweden_during_1-30_days_1900-2011](#) Haettu 27.3.2023.

⁴ [Palautusajat | SMHI](#) Haettu 27.3.2023.

Alue A

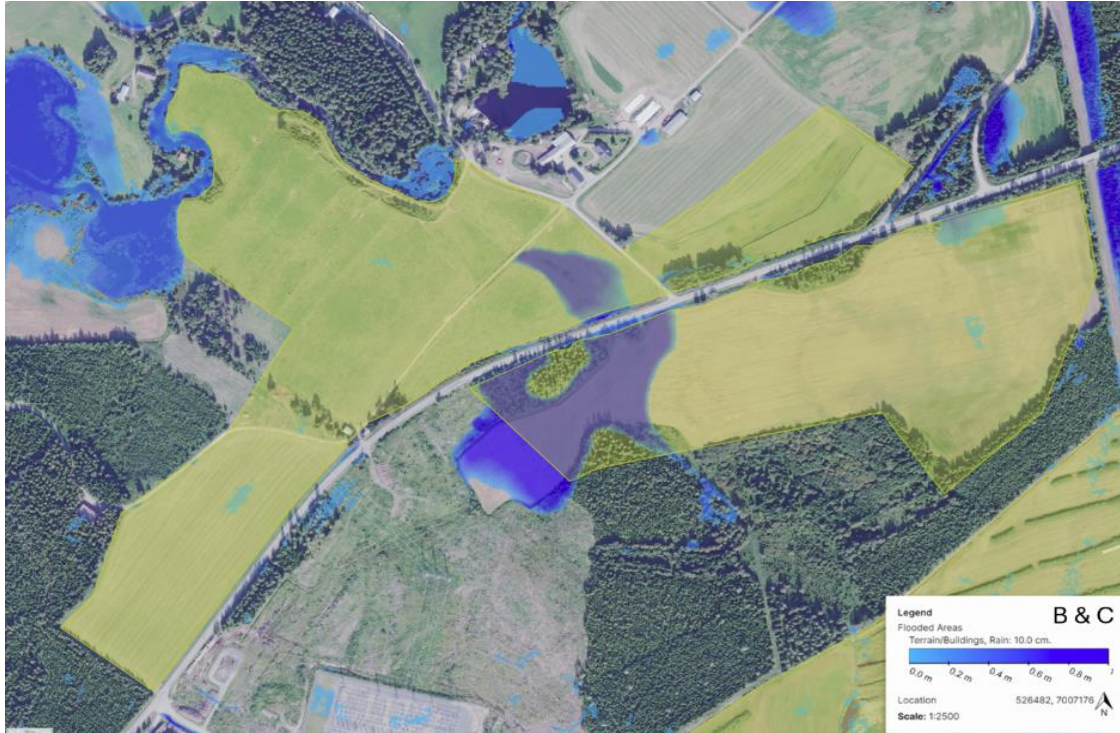
Scalgon mallinnus osoittaa, että osa-alueella A ei ole alueita, jotka tulvisivat 100 mm sademäärällä. Osa-alueen itäpuolella on vaara, että tien itäpuolelle kertyy paljon hulevettä. Myös osa-alueen A länsipuolella vesistön välittömässä läheisyydessä oleva alue voi kärsiä tulvista rankkasateiden aikana.



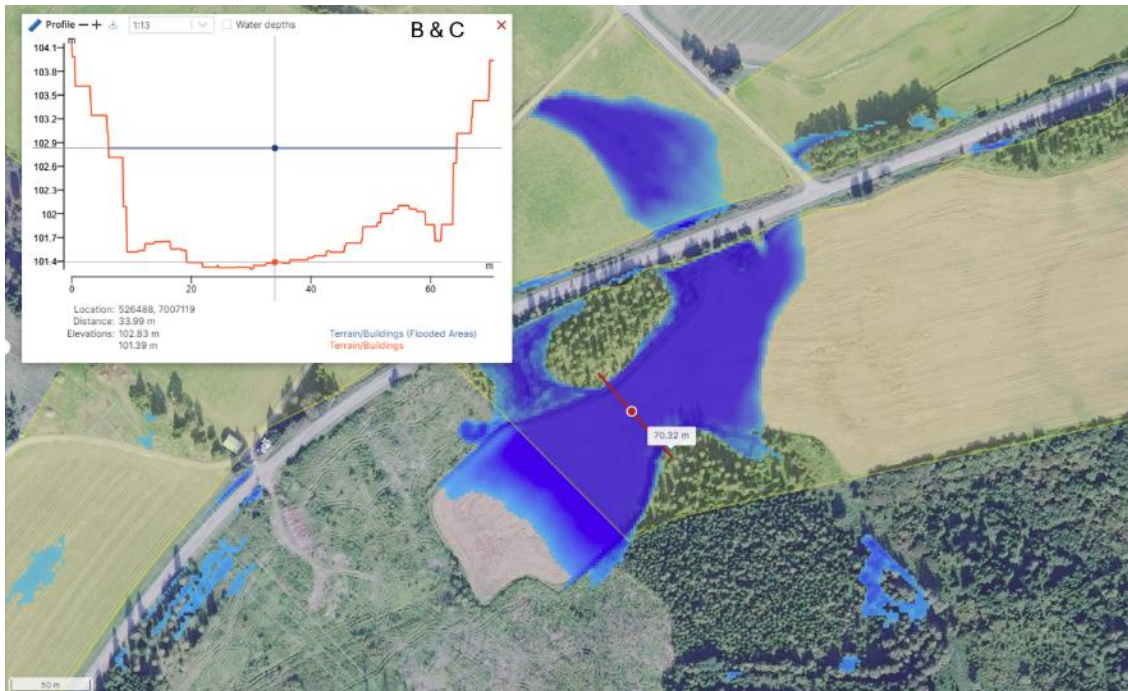
Kuva 24. Tulva-alueet 100 mm sademäärällä. Osa-alueella A ei ole tulva-alueita. Osa-alueelle voi muodostua muutamia pieniä lätäköitä ja suurin osa sateesta todennäköisesti tunkeutuu tai virtaa ojiin kohti läheisiä vesistöjä.

Alue B & C

Osa-alueella B on alue, joka on tulvavaarassa rankkasateen sattuessa. Alue on lähellä tietä. Suuralueen C länsiosassa on tulvavaara sateen sattuessa. On tärkeää, että ojat puhdistetaan ja huolletaan, jotta vältetään tulvia rankkasateiden aikana.



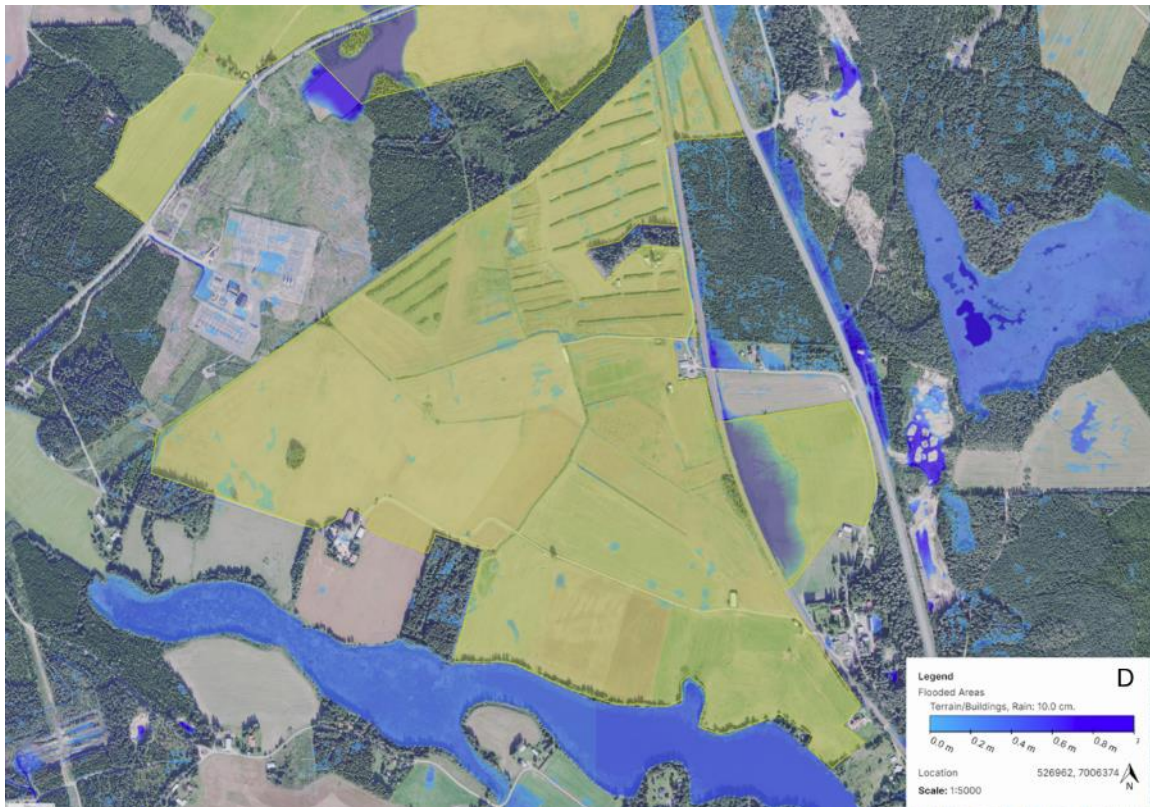
Kuva 25. Tulva-alueet 100 mm sademäärällä. Suuralueet B ja C ovat tulvavaarassa voimakkaan sateen sattuessa. Sähköasemia ei saa sijoittaa tulva-alueelle.



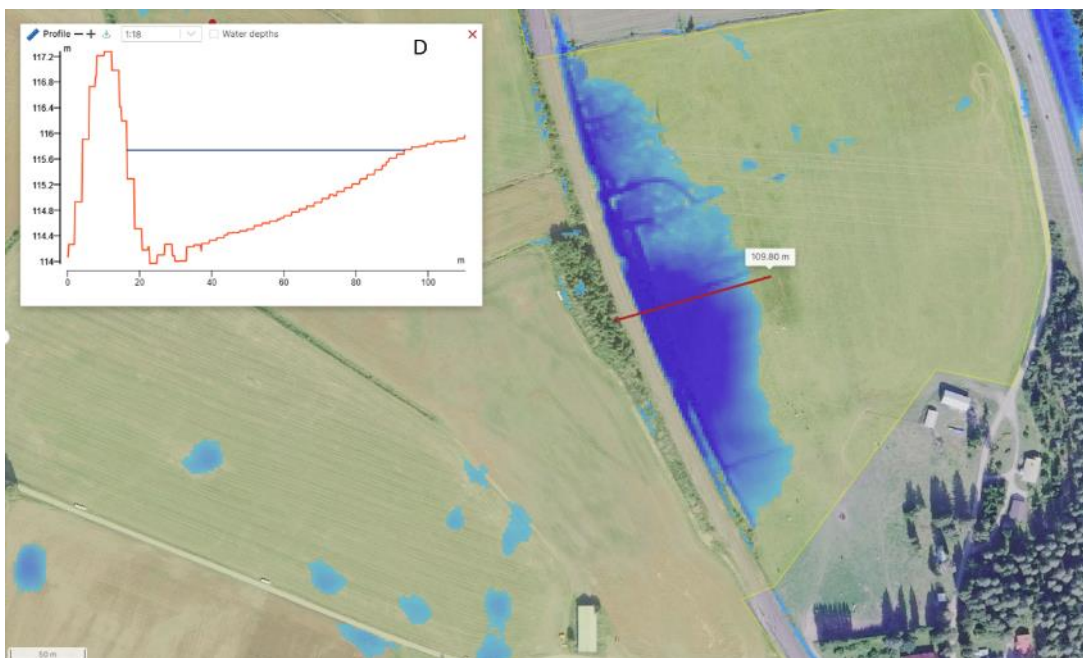
Kuva 26. Profili, jossa näkyy tulvan veden syvyys osa-alueella C.

Alue D

Osa-alueella D on rautatien itäpuolella alue, joka on tulvavaarassa sateen sattuessa. Mallissa näkyy tulvasyvyys vajaat 2 metriä. Mikäli rautatien ali on asennettu sadevesirumpu, vesi valuu pois ojasta. Malli ei ota huomioon tunkeutumista, mikä tarkoittaa, että tulva ei ole niin suuri kuin malli näyttää.



Kuva 27. Tulva-alueet 100 mm sateella. Osa-alueella D on alue, joka on tulvavaarassa sateen sattuessa.



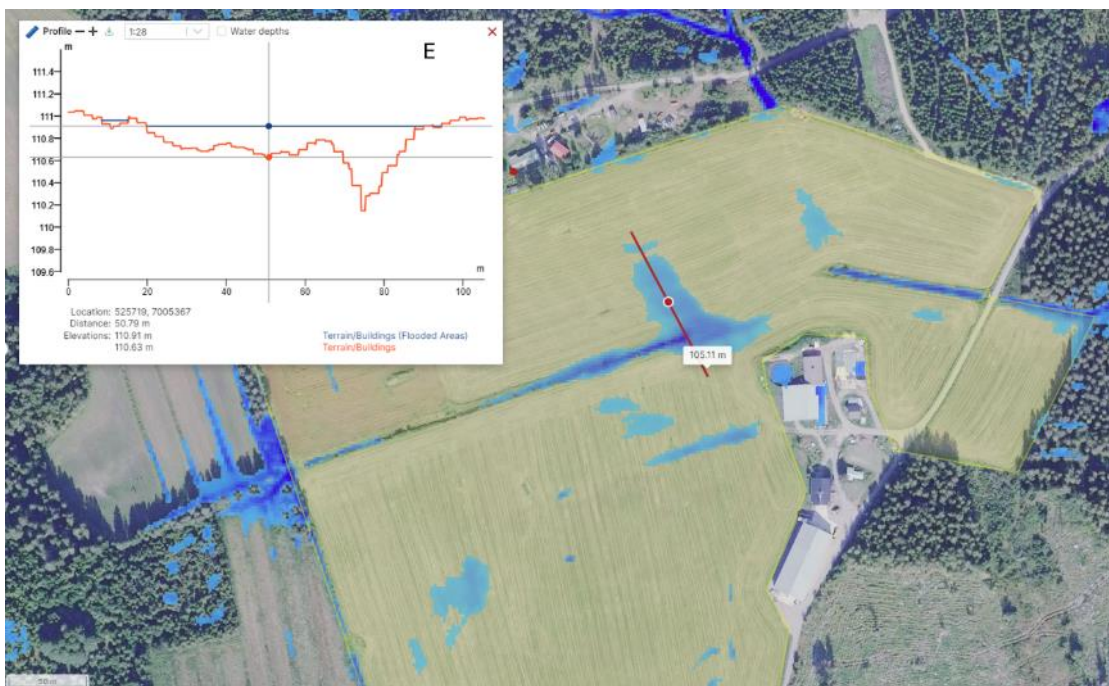
Kuva 28. Profiili, joka esittää vedenpinnan suhteessa maan pintaan kaatosateella 100 mm:n sademäärällä. Alueella D on noin 1,5 metriä syvä tulvavaarallinen alue.

Alue E

Osa-alueella E on ojan lähellä alue, joka on vaarassa joutua pieneen tulvaan. Tämä alue on kuitenkin niin matala ja pieni, että käytännössä se on epätodennäköistä. Mallin veden syvyys on noin 3 desimetriä. Ojassa veden syvyys on suurempi.



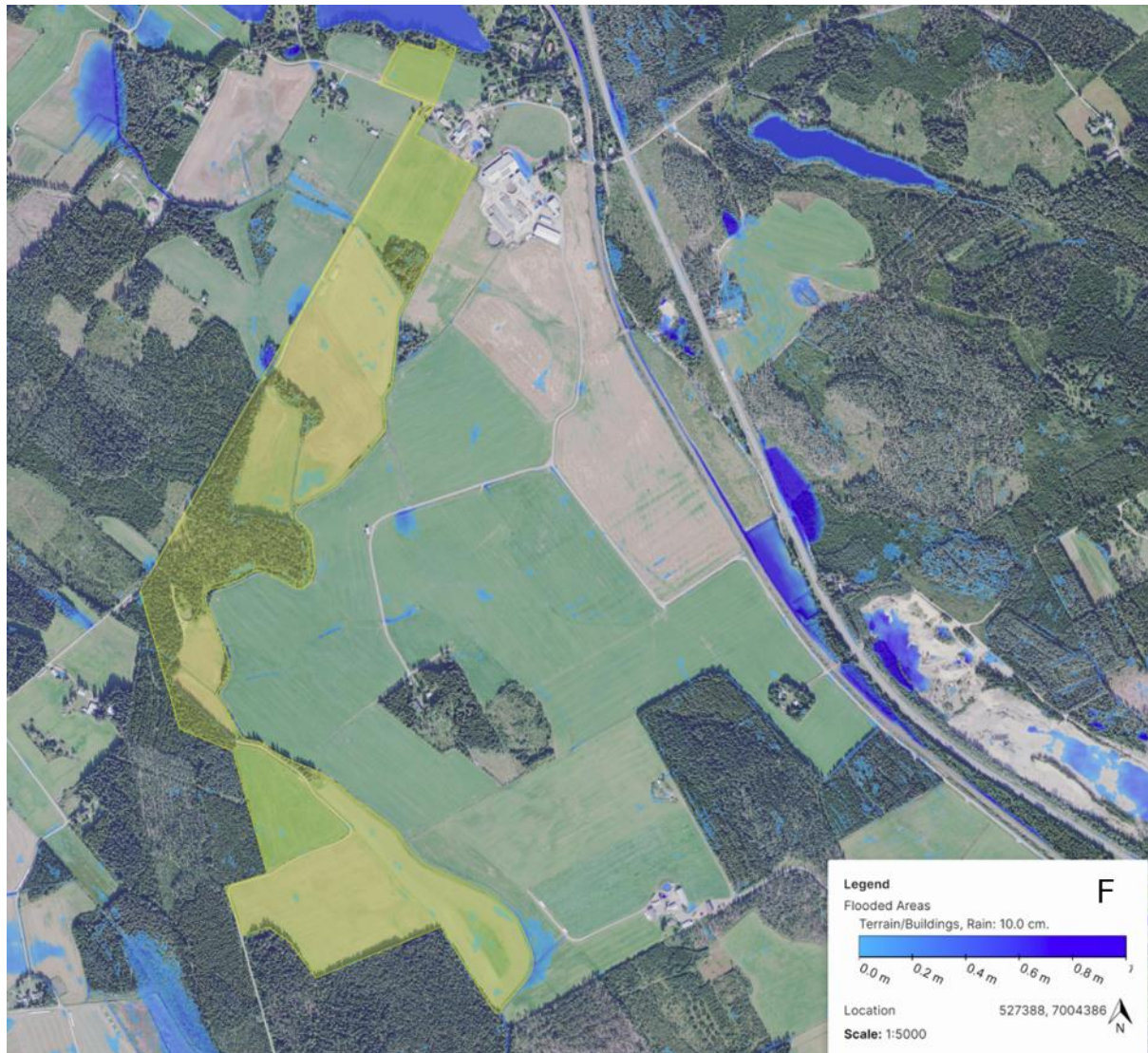
Kuva 29. Tulva-alueet, joissa sademäärä on 100 mm. Osa-alueella E ei todennäköisesti ole suuria tulvia. Olemassa oleviin ojiin jää seisovaa vettä voimakkaan sateen sattuessa.



Kuva 30. Profiili, jossa näkyy vedenpinta suhteessa maanpinnan tasoon 100 mm sateella.

Alue F

Osa-alueella F ei ole tulva-alueita. Malli osoittaa, että alueen eteläosaan ja keskelle voi muodostua pieniä vesialtaita, mutta käytännössä tämä vesi tunkeutuu maahan. Rakennus- ja rakennusvaiheessa voi muodostua pieniä lätäköitä, kuten malli osoittaa.



Vesistövaikutukset

Maankäytön muutos muuttaa osittain vesistön kuormitusta. Tässä tutkimuksessa ei tehdä mallinnusta, vaan tehdään yleinen perustelu.

Tällä hetkellä suuri osa maasta on käyttökelpoista maatalousmaata. Lannoituksen kautta lisätään typpeä, fosforia, kaliumia ja muita ravinteita, jotka ovat tärkeitä kasvien kasvulle ja hyvän sadon kannalta. On tärkeää lannoittaa oikein, jotta vältetään yllannoitus, joka voi johtaa negatiivisiin vaikutuksiin, kuten veden laadun heikkenemiseen ja ympäristövaikutuksiin. Joissakin yhteyksissä torjunta-aineita käytetään jonkin verran viljelykierron ja viljeltyjen viljelykasvien mukaan.



Kuva 31. Keväällä pelloille levitettävä lanta palauttamaan ravinteet maahan. Ravinteita saattaa vuotaa ympäröiviin järviin ja vesistöihin ojien kautta.

Aurinkopuiston rakentamisen myötä peltoja ei enää lannoiteta. Tämä vähentää pitkällä aikavälillä riskiä ravinteiden leviämisestä läheisiin vesistöihin. Rakennus- ja rakennusvaiheessa, kun maanmuokkaus tapahtuu, maaperän eroosion riski kasvaa. Riskin arvioidaan olevan jonkin verran suurempi kuin normaalina maatalousvuonna. Maanviljelykäytössä maata muokataan useaan kertaan mm. kyntäminen, äestäminen, viljely, kylvö, lannoitus, kitkeminen, sadonkorjuu. Suurin riski maaperän eroosiolle ja ravinteiden vuotamisesta on pääasiassa silloin, kun maa ei ole kasvanut ruohoa tai viljelykasveja.

Kun aurinkopuisto on perustettu, mikä kestää noin vuoden, maahan kylvetään ruohojen ja paikallisten kukkivien kasvien sekoitus. Kun kasvillisuus on vakiinnuttanut asemansa muutaman vuoden jälkeen, ojien kautta järviin ja vesistöihin tapahtuvan ravinnevaluman (pääasiassa typen ja fosforin) arvioidaan vähenevän. Tällä katsotaan olevan myönteinen vaikutus vesistöön ja se vähentää rehevöitymisriskiä. Torjunta-aineiden vuotamisen riskin arvioidaan myös pienentyneen huomattavasti, koska torjunta-aineita ei käytetä aurinkopuistossa.

On tärkeää ryhtyä oikeisiin varotoimiin rakennusvaiheessa. Vesistöjen ja aurinkokennoasennuksen välinen 10 metrin suojavyöhyke on hyvä. Suojavyöhykkeellä kasvillisuus on jätettävä koskemattomaksi. Näin vältetään hienoaineksen kulkeutuminen hulevesivirran mukana vesistöön. Hienoainekset voivat muuten samentaa vettä, mikä on haitallista vesieläimille ja -organismeille.

Hulevesiratkaisut

Suurimman osan vuodesta suurin osa kaikista sateista imeytyy maahan ja muodostaa pohja- ja pohjavettä. Aurinkopuiston maaperä koostuu pääasiassa ruhosta ja kukkivista yrteistä. Osat, jotka lisäävät kovan pinnan osuutta, ovat pääasiassa muuntaja-asemat, kojeistorakennus, varaosien säilytysäiliöt ja tiet. Nämä tilat muodostavat kuitenkin hyvin pienen osan koko aurinkopuistosta. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi sähköaseman katolle putoava sade voi tunkeutua viereisille nurmialueille. Nyrkkisääntönä on, että kovapintainen pinta tarvitsee suunnilleen saman verran viheraluetta, jotta kaikki hulevesi pääsee tunkeutumaan maahan, viheralueen tarkkaan pinta-alan vaikuttaa myös maaperä ja maaperän vahvuus - maakerros.

Aurinkopaneelien alla oleva maa on myös ruoho- ja heinäkavustoa, joten se on hyvin pieni prosenttiosuus maasta, jos se kovettuu aurinkopuiston rakentamisen yhteydessä. Pelto-osia voidaan kuitenkin tiivistää maata rakennettaessa, mikä voi johtaa siihen, että tunkeutumiskyky esimerkiksi ajoradoilla on alhainen. Sitten vesi voi laskeutua maahan rakennusvaiheen aikana.



Kuva 32. Esimerkki hulevesien laskeutumisesta jälkiin, kun maata tiivistetään. Tällä alalla maaperä koostuu pääasiassa savesta, joka on suhteellisen tiheä maaperätyyppi.

Kasvillisuuden vakiintuminen voi kestää yhden tai muutaman vuoden ajan. Jokaisen kasvukauden aikana juuret etsivät syvemmälle ja luovat juurivyöhykkeen, jossa maaperä muuttuu huokoisemmaksi ja vesi pääsee tunkeutumaan helpommin.

Hulevesilammet

Merkittäviä hulevesilammikoita tai vastaavia ei ole tarvetta rakentaa, koska vesivirrat ovat samansuuruisia ennen ja jälkeen rakentamisen. Paikallisen kuivatuksen (tiet, raskaammin perustettavat komponentit) järjestämiseksi ojia ja pienempiä viivytysaltaita voi olla tarpeen tehdä.

Mikäli jatkosuunnittelussa kuitenkin todetaan tarpeelliseksi, on mahdollista myös rakentaa hulevesipatoja mm. virtaushuippujen tasoittamiseksi, sammutusveden järjestämiseksi ja luonnon

monimuotoisuuden edistämiseksi. Lammikoiden sijoittelu on suunniteltava erikseen ja suunnittelussa on noudatettava voimassa olevia määräyksiä ja viranomaisten antamia ohjeita.

On olemassa useita lajeja, jotka hyötyvät lammikoista ympäristössä. Sekä sammakkoeläimet että vesieliöt voivat hyötyä, mutta lammet voivat olla hyviä myös linnuille ja hyönteisille. Aurinkopaneelien alle voidaan rakentaa pieniä hulevesilammikoita hankealueiden matalille kohdille. Joissakin tapauksissa vedenotot voivat tapahtua olemassa olevista ojista ja sitten veden annetaan seisoa lammikoissa.

Vettä voi hyvin jäädä paneelien alle. Se on hyväksi sekä luonnon monimuotoisuudelle että jäähdyttää maata kesällä. Vesi myös jäähdyttää paneeleja mikä parantaa paneelien hyötysuhdetta. Jos lammet rakennetaan tiheälle maaperälle, kuten savelle, ne voidaan rakentaa suoraan maaperälle. Jos lampia rakennetaan läpäisevämmälle maaperälle, pohjalle voidaan laittaa vedeneristyskangas tiiviiden lampien luomiseksi. On myös mahdollista rakentaa kuivapatoja, jotka tulvivat vain todella suurilla virtauksilla. Silloin lammet ovat kuivia ja umpeen kasvaneet kasveilla joissain osissa vuotta ja täynnä vettä muina vuodenaikoina.



Kuva 33. Esimerkki siitä, miltä hulevesilampi voisi näyttää aurinkopuistossa.

Ojitus

Ojia on erilaisia. Jotkut uudet ojatyypit vaativat ilmoituksen tai luvan, mutta uudet pienet ojat, joiden vaikutus on vähäinen, eivät vaadi ilmoitusta. Merkitystä laajemmista ojista on tehtävä ojitusilmoitus ELY-keskukseen vähintään 60 päivää etukäteen. Jos maanmuokkauksen kohde sijaitsee pohjavesialueella tai happamalla sulfaattimaalla, on myös pienestä kaivauksesta ilmoitettava. Ilmoituksen tekemisen jälkeen ELY-keskus arvioi, onko ojalle haettava lupaa aluehallinnolta vai tarvitaanko kaivausmenettelyä⁵.

Kaikki niin pienet kuin suuretkin maanmuokkausprojektit tulee suunnitella ja toteuttaa siten, että kaivamisesta aiheutuvat haitat ovat mahdollisimman pieniä. Maanmuokkauksesta tulee aiheutua mahdollisimman vähän haittaa esimerkiksi muille maanomistajille tai alla olevan vesistön kalakannoille ja vesistön virkistyskäytölle. Esimerkiksi vettä ei saa ohjata niin, että jonkun muun omistama maa kastuu tai naapurin veden saatavuus vaikeutuu.

Uutta aurinkopuistoa rakennettaessa on arvioitu, että uusia suuria oja ei tarvitse rakentaa. Mutta luultavasti on syytä tarkistaa olemassa olevat ojat ja tarvittaessa puhdistaa olemassa olevat ojat, jotta ne säilyttävät toimintansa.

Voi olla myös aiheellista rakentaa matalia oja muuntaja-asemien ympärille ja uusille kulkuväylille.

Jos uusia oja rakennetaan, käydään vuoropuhelua asianomaisten viranomaisten kanssa.

Varotoimenpiteet

Välttääkseen sedimentin kulkeutumisen sadeveden mukana vesistöihin hakija esittää seuraavia varotoimenpiteitä:

- Kaikkiin luonnollisiin vesistöihin tulee säilyttää 10 metrin suojavyöhyke. Tämä koskee sekä järviä että puroja/jokia. Suojavyöhykkeelle ei saa sijoittaa aurinkokennoja, ei muuntaja-asemia, kytkinlaitteita, aitoja tai ajotietä.

⁵ [Kuka saa kaivaa ojan ja missä? | Vesi.fi](#)

Yhteenveto

Tulvariski vaihtelee suuresti eri osa-alueiden välillä. Pääosin paikallinen riski johtuu siitä, että on alueita, joille virtaa paljon vettä rankkasateiden aikana. Jotkut näistä alueista pärjäävät paremmin kuin mallinnus näyttää, koska malli tulkitsee maan täysin kovettuneeksi. Todellisuudessa on myös rumpuja ja hulevesilinjoja, joita Scalgo-mallinnus ei ota huomioon. Alueilla A, E ja F on erittäin alhainen tulvariski.

Alueella B on tien lähellä oleva alue, joka on tulvavaarassa rankkasateen aikana. Osa-alueella C on lännessä suurempi alue, joka on tulvavaarassa. Alueella D on myös rautatien varresta itään tulvavaarallinen alue. Näille alueille tulisi välttää kytkinlaitteiden ja muuntajaasemien sijoittamista.

Virtausreitit rankkasateiden aikana voivat poiketa virtausreiteistä tavallisten pienten sateiden aikana. Suuren sateen sattuessa maa voi kyllästyä ja sadevesi valuu sitten pois myös maan pintakerrokseen ja maan pinnalle. Yksi suositus on jättää luonnolliset ojat vapaiksi, jotta rakentamisen aikana ei muodostu uusia suljettuja alueita. Jos esimerkiksi rakennetaan sisäinen tie, joka katkaisee yhden suuremmista virtausreiteistä, tien alle tulee rakentaa rumpu, jotta vesi pääsee kulkemaan. Muutoin tie on vaarassa muodostua penkereeksi, joka pysäyttää veden virtauksen ja muodostaa suuren vesialtaan.

Aurinkopuiston rakentaminen ei lisää rakennusten tai viereisten kiinteistöjen tulvimisriskiä. Tämä johtuu suurelta osin siitä, että valumien hankealueelta ei odoteta lisääntyvän merkittävästi, sillä maa-alue muodostuu jatkossakin pääasiassa viheralueista.

Aurinkopuisto ei aiheuta päästöjä ilmaan, maahan tai veteen. Suojeltu pohjavesikerros sijaitsee osa-alueen F itään. Hyvin pieni osa osa-alueesta D rajautuu pohjavesi alueen reunaan ja osa osa-alueesta F koskettaa myös pohjavesialueen rajaa. Aurinkopuiston rakentaminen ei vaikuta suojelun arvoiseen pohjaveteen, sillä virtausreitit kulkevat yleensä pois pohjavesivarannosta.

Jotta aurinkopuiston rakentaminen ei vaikuttaisi negatiivisesti läheisiin järviin ja vesistöihin, on toteutettava useita varotoimenpiteitä. Olemassa olevien vesistöjen ja aurinkopuiston väliin on tärkeää saada suojavyöhykkeet. Kukkivien yrttien perustamisen tulee tapahtua mahdollisimman pian aurinkopuiston perustamisen jälkeen.

Rakentamisen aikana ja ensimmäisellä kaudella ennen kasvillisuuden vakiinnuttamista voi esiintyä virtaaman kasvua ja hieman kohonnutta saastekuormitusta vesistöön. Mutta kun aurinkopuisto on toiminnassa saastekuormitus ja alajuoksun vesistöjen sameus vähenee. Tämä johtuu pääasiassa siitä, että maata ei lannoiteta tai ruiskuteta torjunta-aineilla.

Selvityksen laatija

Raportin on kirjoittanut Erik Kihlén.

Erikillä on ympäristö- ja vesi-insinöörin tutkinto Uppsalan yliopistosta ja SLU:sta. Aiemmin hän on työskennellyt noin 5 vuotta hulevesiasioiden ja vesistöasioiden konsulttina. Painopiste oli hulevesien tutkimuksissa ja vesistöselvityksissä, mutta myös tulva-analyseissä.

Linkkejä ja lähteitä:

Artikkeli sattuneista rankkasateista: [Kaatuneet puut ja tulvat kovan tuulen ja sateen jälkeen - sadetta paikoin yli 50 millimetriä - Sisustus - svenska.yle.fi](#)

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

Äärimmäiset sateet Ruotsissa 1-30 päivää, 1900-2011, SMHI, ISSN: 0283-7730, Lennart Wern

Kartat: vedenpinnan korkeus: [vesi.fi - Karttapalvelu](#)

Sadetiedot: [Lataa havainnot - Ilmatieteen laitos \(ilmatieteenlaitos.fi\)](#)

Sadetilastot eri puolilla Suomea: [Tilastot vuodelta 1961 - Ilmatieteen laitos \(ilmatieteenlaitos.fi\)](#)

Scalgo Live

[Vesitilanne | Vesi.fi](#)

[Vuosi 2022 oli normaalia lämpimämpi - Ilmatieteen laitos \(ilmatieteenlaitos.fi\)](#): Suurin vuorokauden sademäärä oli 90,9 millimetriä ja se mitattiin Seinäjoen Pelmaalla 5. elokuuta.

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