



Paikkatietoaineiston hyödyntäminen kunnostusojituksen suunnittelussa

Samuli Joensuu
Asmo Hyvärinen
Juha Jämsen
Maija Kauppila
12.12.2017

Sisällys

	1
1 Projektin tausta ja tarkoitus	3
1.1 Tausta ja lähtökohdat	3
1.2. Hankkeen toiminta ja tulokset lyhyesti	5
2 Projektin tavoitteet ja tulokset	6
2.1 Tavoitteet	6
2.2 Tulokset	6
2.2.2 Harjoittelijoiden laatimat Maastotöiden raportit	7
2.2.3 hyvän suunnittelun työkalut	9
3. Kunnostusojitushankkeen suunnittelun kulku	9
3.1. Hankkeen kokoon juoksu	9
3.1.1. Vinaloalorjostus	11
3.1.2. Virtausverkko ja valuma-alue	11
3.1.3. Puustotietojen hyödyntäminen	13
3.1.4. Korjuukelpoisuuskartta	14
3.1.5. Kosteusindeksi	15
3.1.6. Ojitushalukkuus Metsään-fi -palvelun kautta	15
3.1.7. Vanhat hankkeet digitoituna	16
3.2. Kunnostusojitushankkeen ennakkosuunnittelu	16
3.2.1. Vinaloalorjostus ja profiilityökalut	17
3.2.2. Vesiensuojelurakenteiden tarpeen arviointi	19
3.2.3. Vesienhoidon painopistealueet	21
3.2.4. Pohjavesialueet	22
3.2.5. Maalajien huuhtoutumisherkkyys, GTK:n aineistot	24
3.2.6. Veden johtamiseen ja - palauttamiseen soveltuvat suot	28
3.2.7. Puunkorjuun suunnittelu	29
3.2.8. Karttapalvelutoiveita	31
3.3 Maastosuunnittelu	31
3.3.1. Vinaloalorjostus	31
3.2.9. Puunkorjuun suunnittelu	31
3.3.2. Valuma-alueetarkastelu	33
3.3.2. Virtausreitit ja pisteen korkeus	36
3.3.3. Laskuojat	39
3.3.4. Kuivatusojat	41
Lähteet	43

1 Projektin tausta ja tarkoitus

1.1 Tausta ja lähtökohdat

Metsäojituksen tavoitteena on vesitalouden säätelyn avulla tuottaa puuston lisäkasvua. Suomessa on ojitettu metsätaloutta varten soita ja ohutturpeisia kivennäismaita kaikkiaan noin 5,9 miljoonaa hehtaaria. Kunnostusojituksella pidetään yllä puuston kasvun kannalta optimaalista vesitaloutta. Ojat toisaalta lisäävät ja nopeuttavat veden virtausta vesistöihin. Toisaalta puuston lisäkasvu aikaansaa haihdunnan lisääntymistä, millä on merkitystä valuma-alueen kokonaisvesitaseeseen. Kaikki nämä yhdessä todennäköisesti vähentävät ojituksen tulvavaikutusta. Ojien kunnostaminen ei välttämättä lisää tulvia varsinkin, jos tyydytään vain perkaamaan vanhoja olemassa olevia ojia. Lisäksi nykyisillä vesiensuojelumenetelmillä on mahdollista vaikuttaa jossakin määrin myös tulvia pidättävästi. Tällä vuosikymmenellä vanhoja metsäojitusalueita on kunnostettu noin 50 000 – 60 000 hehtaaria vuodessa. Viime vuosina tosin kunnostusojitusmäärät ovat olleet laskussa.

Kunnostusojitusta pidetään vesistökuormituksen kannalta vaikutuksiltaan merkittävimpana metsätaloustoimenpiteenä. Suunnittelumenetelmiä kehittämällä voidaan suunnittelun tulosta tarkentaa. Uusien paikkatietoaineistojen hyödyntämisellä suunnittelun apuvälineenä on tärkeä merkitys lopputuloksen kannalta. Esimerkiksi laserkeilausaineistoista muodostettavia entistä tarkempia korkeusmalleja voidaan hyödyntää peruskuivatuksen kunnossapidon suunnittelussa, vesien johtamisessa ja erityisesti vesiensuojelurakenteiden mitoituksessa ja sijoituksen optimoinnissa.

Tulvasuojelun tavoitteena on vahinkojen ennaltaehkäisy. Suomen olosuhteissa mahdollinen keino on tulvavesien pidättäminen valuma-alueella, käytännössä esimerkiksi säännöstellyissä järvialtaissa. Esillä on ollut myös tulvavesien tulvanaikainen varastointi soille ja metsiin. Viime mainittujen toimenpiteiden vaikutusten on kuitenkin suurten tulvien hillinnän kannalta arvioitu olevan yksinään riittämättömiä, koska jokiuomien tulvimiseen vaikuttavat monet muutkin tekijät, esimerkiksi jääpadot.

Soidensuojelutyöryhmän ehdotuksessa soidensuojelun täydentämiseksi (Alanen & Aapala 2015) todetaan, että vesien johtaminen suojelualueelle on hyvä mahdollisuus suojelualueen tilan parantamiseen sellaisissa tapauksissa, joissa reunaojat estävät veden luontaisen virtauksen valuma-alueelta suojelualueella olevalle aapasuon keskiosalle tai tärkeälle minerotrofiselle juotille. Ojitukset suojelualueiden ulkopuolella voivat muuttaa suojelusuota karummaksi ja vähentää suon monimuotoisuutta. Vaikka aivan suojelualueen rajalla ei jatkossa ojia kunnostettaisikaan, muutosprosessi jatkuu ja voi uhata keskeisiä suojeluperusteita. Tämän kehityksen katkaiseminen edellyttää aktiivisia vesitalouden palauttamistoimia.

Soidensuojelutyöryhmän raportissa ehdotettu vedenohjaus suojelusuolle mahdollistaa tietyissä tilanteissa suojelusuon tilan parantumisen. Veden ohjaus suolle tuli myös ELITE-työssä (2013-2014) esille yhtenä kustannustehokkaimmista keinoista.

Soidensuojelutyöryhmä ehdotti vastaavaa suunnitelmallisuutta muuallakin kuin suojelusoiden yhteydessä, kun on mahdollista ohjata vesiä ojittamattomille, mutta yläpuolisesta ojituksesta kuivahtaneille soille. Vesitalouden korjaaminen tällaisilla kohteilla on luontevinta kunnostusojituksen yhteydessä. Vesien ohjaamisessa on mahdollista hyödyntää samoja vesiensuojelusuositusten sisältämiä tekniikoita kuin pintavalutuskenttiä, kosteikoita tai virtaamansäätöä käytettäessä.

Erityisen tärkeää toimenpiteiden suunnittelussa on huomioida pintavesien virtausreitit ja vesimäärät, koska ilmastomuutoksen arvioidaan muuttavan valunnan, virtaamien ja vesistöjen vedenkorkeuksien vuodenaikaisvaihtelua tavalla, joka lisää toimenpiteiden aiheuttamia eroosio- ja liettymishaittoja. Ennusteiden mukainen valunnan äärevöityminen sekä sulanmaan aikana tapahtuvan valunnan lisääntyminen kasvattavat maanpinnan rikkomisesta ja paljastamisesta sekä ojien perkaamisesta aiheutuvien potentiaalisten vesistöhaittojen suuruutta. Lisäksi kasvavat vesimäärät tulee huomioida vesiensuojelurakenteiden mitoituksessa ja rakentamisessa, jotta ne toimivat myös muuttuneissa olosuhteissa.

Kun maaston pinnanmuotoja analysoimalla tuotettu paikkatieto pintaveden virtausreiteistä yhdistetään muuhun huuhtoutumiseen vaikuttavaan taustatietoon, voidaan tehdä päätelmiä esimerkiksi eroosioalttiudesta sekä tarvittavista vesiensuojelukeinoista. Suunnittelussa huomioitavaa taustatietoa ovat muun muassa maanpinnan kaltevuus- sekä maalajitieto. Tietojen perusteella on mahdollista valita vaikuttavuudeltaan tehokkaimmat vesiensuojelumenetelmät sekä toteutustekniikaltaan vähiten kuormittavat työskentelytavat. Kunnostusojituksissa on tärkeää tunnistaa ennakolta sellaiset ojat, joiden perkaamisesta voi aiheutua merkittäviä eroosiohaittoja, jolloin ne voidaan jättää perkaamatta, tai perkaaminen toteuttaa siten, että eroosiohaittojen syntyminen estetään.

Vesiensuojelun tasoa sekä tehostamistarpeita on kyettävä arvioimaan myös yksittäistä työmaata laajemmissa kokonaisuuksissa. EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin toimeenpanoon liittyvien toimenpidesuunnitelmien toteuttaminen edellyttää kykyä arvioida metsätalouden aiheuttaman kuormituksen suuruutta nykyhetkellä sekä sen kehitystä tulevaisuudessa huomioiden normaalista metsätalouden harjoittamisesta aiheutuva kuormitus, nykykäytännön mukaisten vesiensuojelukeinojen tehokkuus sekä vesistökuormitukseen vaikuttavat todelliset valuma-alueen ominaisuudet.

Jotta metsätalouden vesistökuormituksen kehitystä voidaan arvioida luotettavasti valuma-alueatasolla, tulee arvioiden perustua todellisten kuormitusta aiheuttavien toimenpiteiden sijaintitietoihin. Tällöin kuormitusarviossa voidaan ottaa huomioon itse toimenpiteistä ja olosuhteista aiheutuvien tekijöiden lisäksi, virtausreitin vaikutus vesistöön päätyvän kuormituksen suuruuteen.

Kun kuormitusta aiheuttavien toimenpidealueiden sijaintitietoa sekä virtausreittejä tarkastellaan yhdessä, voidaan vesiensuojeluun ja tulvasuojeluun sekä mahdolliseen ennallistamiseen liittyvät toimenpiteet suunnata valuma-alueella niille virtausreiteille, joissa vesistöön kulkeutuvan veden ja kuorman määrä on merkittävä ja olosuhteet mahdollistavat tehokkaiden vesiensuojelumenetelmien, kuten pintavalutuksen tai padottavien menetelmien käytön tai vesien johtamisen.

1.2. Hankkeen toiminta ja tulokset lyhyesti

Hankkeella jatkettiin ja laajennettiin laserkeilausaineistojen hyödyntämisen kehittämistä kunnostusojituksen yhteydessä. Samalla jatkettiin vuonna 2016 aloitettua hyvää yhteistyötä Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen vetämän Suo-OHKE-hankkeen kanssa samoin kuin EPO-ELY-keskuksen tulvasuojeluyksikön kanssa. Hanke mahdollisti siten yhteistyön kehittymisen kunnostusojittajien, soiden ennallistajien ja tulvasuojelijoiden välille.

- Projektipäällikkönä toimi Samuli Joensuu, joka vastasi projektin suunnittelusta, toteutuksesta, resursseista, aikataulusta, tuloksista ja taloudesta sekä yhteistyöstä ja viestinnästä asiakkaan suuntaan.
- Projektiryhmän muodostivat Samuli Joensuu Tapiosta, Asmo Hyvärinen Otso Metsäpalvelut Oy:stä ja Juha Jämsén Suomen metsäkeskuksesta
- Hanke teki tiivistä yhteistyötä Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen vetämän SuoOHKE-hankkeen kanssa

- Hankkeesta tuotettiin raportti Tapion verkkosivuille. Raportissa painopisteenä ovat työpajassa syntyneet ideat laserkeilausaineiston hyödyntämiseksi kunnostusojituksen suunnittelussa
- Viestinnän osalta hanke teki yhteistyötä SuoOHKE-hankkeen kanssa. Tämän yhteistyön tulokset olivat esillä kaikissa niissä tilaisuuksissa, joita kyseisellä SuoOHKE-hankkeella järjestettiin. Tilaisuuksien aikataulu on määriteltä SuoOHKE-hankkeella.
- Aihe oli esillä maastoretkeilyllä 12.-13.9.2017 Suomen metsäkeskuksen järjestämällä Metsätalouden vesiensuojelupäivillä.
- Aihe oli esillä myös seuraavissa tilaisuuksissa:
 - Pirkanmaan vesiensuojeluseminaarissa 28.3.2017
 - SuoOHKE-hankkeen posterissa ja maastoretkeilyllä Metsätalouden vesiensuojelupäivillä 12.-13.9.2017 Oulussa.
 - Metsätalouden vesiensuojeluretkeliällä Lounais-Suomessa 27.9.2017
 - Metsäneuvoston retkeilyllä 2.10.2017 Lopella

- Tavoite oli, että projekti tuottaa metsätalouden vesiensuojelumenetelmien osalta sellaista tietoa, joka hyödyttää kunnostusojituksen suunnittelijan käytännön työtä muun muassa peruskuivatuksen suunnittelussa, vesiensuojelun suunnittelussa ja vesien johtamisessa eri tilanteissa
- Projekti on luonut pohjan sille, että jatkoprojektissa vähitellen Suomen metsäkeskuksen verkkosivuille kaikkien toimijoiden käyttöön syntyy palvelu- ja aineistokokonaisuus, jonka avulla käytännön kunnostusojituksen suunnittelija voi parantaa suunnitelmansa laatua.
- Kehittäminen ja käyttöönotto vaativat jatkoksi vähintään parivuotisen yhteistyöprojektin Suomen metsäkeskuksen kanssa

2 Projektin tavoitteet ja tulokset

2.1 Tavoitteet

1. Työpajan suunnittelu ja järjestäminen aiheesta: Mihin laserkeilausaineistosta tuotettua korkeusmallia voidaan hyödyntää kunnostusojituksen suunnittelussa ja toteutuksessa?
2. Toimintamallin kehittäminen, jotta laserkeilausaineistoa voidaan hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti kunnostusojituksessa sekä siihen liittyvässä vesiensuojelun suunnittelussa ja toteutuksessa.
3. Vuonna 2016 aloitetun yhteistyön jatkaminen Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen vetämän OHKE-hankkeen kanssa, joka myös jatkui.
3. Muiden muassa ensimmäisessä työpajassa syntyneitä ideoita laserkeilausaineistojen hyödyntämiseksi testattiin käytännön kunnostusojituksen suunnittelukohteella. Yhteistyötä tehtiin Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen tulvasuojeluyksikön kanssa.
4. Toinen työpaja, jossa koottiin yhteen ensimmäisen työpajan ideoiden pohjalta kertyneet kokemukset.
4. Raportointi

2.2 Tulokset

Ensimmäinen työpaja järjestettiin 9.5.2017 Tapiossa.

Osallistujat:

Antti Leinonen (skype)
Asmo Hyvärinen
Juha Jämsén
Hannu Ulvinen
Lauri Laaksonen
Samuli Joensuu
Maija Kauppila

Työpajan tuloksena koottiin yhteenveto laserkeilausaineiston hyödyntämisen hyvistä käytännöistä kunnostusojituksen suunnittelussa.

Toinen työpaja pidettiin 21.12.2017 skypen välityksellä.

Osallistujat:

Asmo Hyvärinen
Juha Jämsén
Hannu Ulvinen
Maija Kauppila
Samuli Joensuu

Työpajassa vedettiin yhteen tähän mennessä saatuja kokemuksia ja esille tulleita uusia ideoita laserkeilaus- ja muiden paikkatietoaineistojen hyödyntämisestä hankkeen kokoon juoksun ja suunnittelun eri vaiheissa.

Toimintamallin kehittämiseksi laserkeilausaineiston hyödyntämistä ja aineiston käyttökelpoisuutta erityisesti veden viivyttämiseen valuma-alueella testattiin maastossa Lapuanjoen ja Kyrönjoen valuma-alueilla kunnostusojituksen suunnittelussa. Tiivistä yhteistyötä tehtiin Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen tulvasuojeluyksikön (Lotta Eklund) ja Otso Metsäpalvelut Oy:n (Harri Kuparinen ja Jussi Ojanperä) kanssa.

Hankkeen yhteistyönä syntyivät raportit tilanteeseen, jossa kunnostusojitushanke suunnitellaan siten, että hyödynnetään mahdollisimman monipuolisesti laserkeilausaineistoa: Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksessa työskennelleet harjoittelijat, maantieteen ylioppilas Saija Muotio ja tekniikan kandidaatti Kaius Oljemark laativat aiheeseen liittyen Lapuanjoen ja Kyrönjoen valuma-alueilla kuvaukset laserkeilausaineistojen hyödyntämisestä tilanteissa, että vettä halutaan tietoisesti viivyttää valuma-alueella tarkoitukseen soveltuvilla vesiensuojelurakenteilla tai johtaa vettä aiemman ojituksen johdosta kuivahtaneille alueille tai luonnontilaisille soille. Raportit ovat hankeraportin ohella Tapion sivuilla.

Tämän raportin myöhemmissä kappaleissa on alustava kuvaus kunnostusojituksen hyvää suunnittelua varten tarvittavista aineistoista ja suunnittelutyökaluista. Kuvaus on tarkoitettu vuoden 2018 jatkohankkeella toteuttaa Suomen metsäkeskuksen käytössä olevalla tekniikalla ”tarinakartana” metsäkeskuksen sivuille. Tavoitteena on, että kunnostusojituksen suunnittelussa hyödynnettävä aineisto ja palvelu olisivat Suomen metsäkeskuksen sivuilta kaikkien toimijoiden vapaasti käytettävissä (<https://www.metsakeskus.fi/vesiensuojelukartat> ja <https://www.metsakeskus.fi/vesiensuojelutyokalut>). Hankkeella tehtiin käytännön yhteistyötä Suomen metsäkeskuksen Juha Jämsénin ja Otso Metsäpalvelut Oy:n Asmo Hyvärisen kanssa.

2.2.2 HARJOITTELIJOIDEN LAATIMAT MAASTOTÖIDEN RAPORTIT

Saija Muotio & Kaius Oljemark: Selvitys metsätalouden vedenpidätysmahdollisuuksista Kyrönjoella

Saija Muotio & Kaius Oljemark: Selvitys metsätalouden vedenpidätysmahdollisuuksista Lapuanjoella

Alla on katkelmia raporteissa tehdyistä päätelmistä. Koko raportit ovat hankeraportin liitteenä.

Kyrönjoen raportti:

”Tässä hankkeessa tarkastellulla Kyrönjoen osavaluma-alueella suunnitellut toimenpiteet valjastaisivat Kyrönjoen valuma-alueelta 10,8 hehtaarin (ha) kokoisen alueen pienimuotoiseen vedenpidättämiseen. Kyrönjoen vesistöalueen tulvaryhmän asettama pitkäntähtäimen tavoite on 800 hehtaarin (ha) muuttaminen pienimuotoisiksi vedenpidätysalueiksi. Suunnitellut toimenpiteet eivät kattaisi kuin hieman yli prosentin verran kokonaistavoitteesta. Selvityksessä esitetyillä toimilla vaikutus pääuoman virtauksiin tulee siis jäämään vähäiseksi, mutta raportti antaa suuntaa siihen, kuinka paljon vettä kyetään pidättämään metsätalousalueilla hehtaaria kohden. Raportin

tulosten perusteella metsäojitusalueet kykenevät pidättämään vettä ajallisesti noin 1-1,5 päivää, ennen ojien täyttymistä. Luonnollisesti, mitä pidempi on veden viipymä ojasossa, sitä paremmin se leikkaa pääuoman virtauksia. 1-1,5 päivää ei vielä tarjoa kovinkaan pitkäaikaista veden varastointitilaa, joten olisi eduksi, jos veden viipymää ojissa saataisiin kasvatettua. Veden viipymää ojasossa voidaan teoriassa kasvattaa lisäämällä entisestään virtausta hidastavia toimenpiteitä ojiin.

Tekijät tarkastelivat kohdealueilla putkipatoja ja laskeutusaltaita ja totesivat, että muitakin vesienpidätysratkaisuja olisi hyvä käyttää. Myös hyvin pienillä toimilla, kuten kaivukatkoilla ja pohjapadoilla, voidaan pitkittää veden viipymää ojasossa ja parantaa puhdistustulosta. Pieniä toimia olisi hyvä kohdentaa paikkoihin, joissa virtausnopeuden takia on korkea eroosioriski. Putkipatoja suurempien vedenpidätysratkaisujen, kuten kosteikkojen ja pinta-valutuskenttien, hyödyntäminen olisi myös ihanteellista. Kosteikoille soveltuvia ojapaikkoja tekijät kartoittivat ja ne on esitetty sinisinä ojina raporttien liitteissä. Lopullisista toimenpide-ehdotuksista kosteikot kuitenkin rajattiin pois, sillä tekijöiden mielestä oli hankala arvioida veden käyttäytymisestä kosteikoissa. Kosteikot tarjoaisivat kuitenkin suuren varastotilavuuden, joten jatkosuunnittelussa niiden paikkoja on hyvä kartoittaa lisää työn pohjalta.

”Jos metsätalousalueiden vedenpidätystä halutaan merkittävästi lisätä, on metsänomistajat otettava paremmin huomioon. Hyvällä kommunikaatiolla ja oikea-aikaisella viestinnällä, voidaan hälventää metsänomistajien suurimpia epäluuloja. On kuitenkin tiedostettava, että metsänomistajat eivät lähtökohtaisesti suhtaudu myönteisesti vedenpidätykseen omilla maillaan, koska he pelkäävät puustolle aiheutuvia haittavaikutuksia. Metsänomistajat voisivat myös omilla toimillaan, esimerkiksi puulajivalinnalla vähentää veden pidättämisestä koituvia haittoja puun kasvulle. Koivu kestää vettymistä mäntyä ja kuusta paremmin, joten sen kasvulle vedestä olisi vähemmän haittaa.”

”Kustannusten ja hyötyjen epätasainen jakautuminen on toinen seikka, mikä saattaa laskea metsänomistajien halukkuutta osallistua hankkeisiin. Metsänomistajan kannettavaksi tulee nykytilanteessa 40 prosenttia hankkeen kokonaiskustannuksista, mutta hyödyt aiheutuvat pääsääntöisesti muille kuin metsänomistajalle. Metsänomistaja ei koe hyötyä vedenpidättämisestä, vaan lähinnä haittaa kohonneen metsänvaurioitumisriskin sekä kustannusten muodossa. Vaatii lisätutkimusta, minkälaisilla tukimuotojen muutoksilla saataisiin aikaan riittävä kannustin, jotta metsänomistajat suostuisivat aktiivisesti pienimuotoisiin vesienpidätystoimiin omilla metsämailaan. Sopivalla yhteistyöllä on kuitenkin mahdollista sitouttaa metsänomistajat antamaan oman panoksensa tulvariskienhallintaan”.

”Raportissa saadut tulokset ovat alustavia ja niihin sisältyy epävarmuuksia ja yksinkertaistuksia. Tulokset antavat kuitenkin hyvää lisätietoa vedenpidätystoimenpiteiden mahdollisuuksista metsäojitusalueilla. Vedenpidätykseen soveltuvia metsäojia on löydettävissä Kyrönjoen valuma-alueilta, mutta niitä tarvitaan määrällisesti paljon, jotta tulvasuojelullisia vaikutuksia on havaittavissa pääuomassa.”

Lapuanjoen raportti:

”Tarkastelualueen suunnitellut toimenpiteet valjastaisivat Lapuanjoen osavaluma-alueelta 16,95 hehtaarin (ha) kokoisien alueen pienimuotoiseen vedenpidättämiseen. Lapuanjoen vesistöalueen tulvaryhmän asettama pitkäntähtäimen tavoite on 400 hehtaarin (ha) muuttaminen pienimuotoisiksi vedenpidätysalueiksi. Suunnitellut toimenpiteet eivät kattaisi kuin hieman yli neljän

prosentin verran kokonaistavoitteesta. Selvityksessä esitetyillä toimilla vaikutus pääuoman virtauksiin tulee siis jäämään vähäiseksi, mutta raportti antaa suuntaa siihen, kuinka paljon vettä kyetään pidättämään metsätalousalueilla hehtaaria kohden. Raportin tulosten perusteella metsäojitusalueet kykenevät pidättämään vettä ajallisesti noin 1-1,5 päivää, ennen ojien täyttymistä. Tulos on sama kuin Kyrönjoellakin.

Raportissa saadut tulokset ovat alustavia ja niihin sisältyy epävarmuuksia ja yksinkertaistuksia. Tulokset antavat kuitenkin hyvää lisätietoa vedenpidätystoimenpiteiden mahdollisuuksista metsäojitusalueilla. Vedenpidätykseen soveltuvia metsäojia on löydettävissä Lapuanjoen valuma-alueilta, mutta niitä tarvitaan määrällisesti paljon, jotta tulvasuojelullisia vaikutuksia on havaittavissa pääuomassa.

2.2.3 HYVÄN SUUNNITTELUN TYÖKALUT

Hankkeella jatkettiin laserkeilaus- ja muiden paikkatietoaineistojen hyödyntämisen ideointia ja kehittämistä kunnostusojituksen yhteydessä. Hankkeen fokus oli, miten laserkeilausaineistosta tuotettua korkeusmallia voidaan parhaiten hyödyntää kuivatustekniikan parantamisessa. Toisena tärkeänä kehittämiskohteena oli laserkeilausaineiston hyödyntäminen vesiensuojelun suunnittelussa. Samalla jatkettiin vuonna 2016 aloitettua hyvää yhteistyötä Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen vetämän OHKE-hankkeen kanssa samoin kuin EPO-ELY-keskuksen tulvasuojeluyksikön kanssa.

Hankkeen toteutus rajattiin puhtaasti olemassa olevien aineistojen tarkasteluun. Lähtökohta oli, että hanke ei tuota itsessään mitään työkaluja. Hankkeella käytiin läpi työpajoissa laserkeilaus- ja muiden aineiston tuomat mahdollisuudet kuivatustekniikan kehittämisen kannalta.

Hankkeella tarkasteltiin kuivatustekniikan ohella metsätalouden vesiensuojelumenetelmien ja vesien ohjauskeinojen hyödyntämistä tulvasuojelun ja soidensuojelun apuna sekä niihin liittyen laserkeilausaineiston hyödyntämistä. Hankkeella ei tarkasteltu toimenpiteiden ympäristövaikutuksia.

3. Kunnostusojitushankkeen suunnittelun kulku

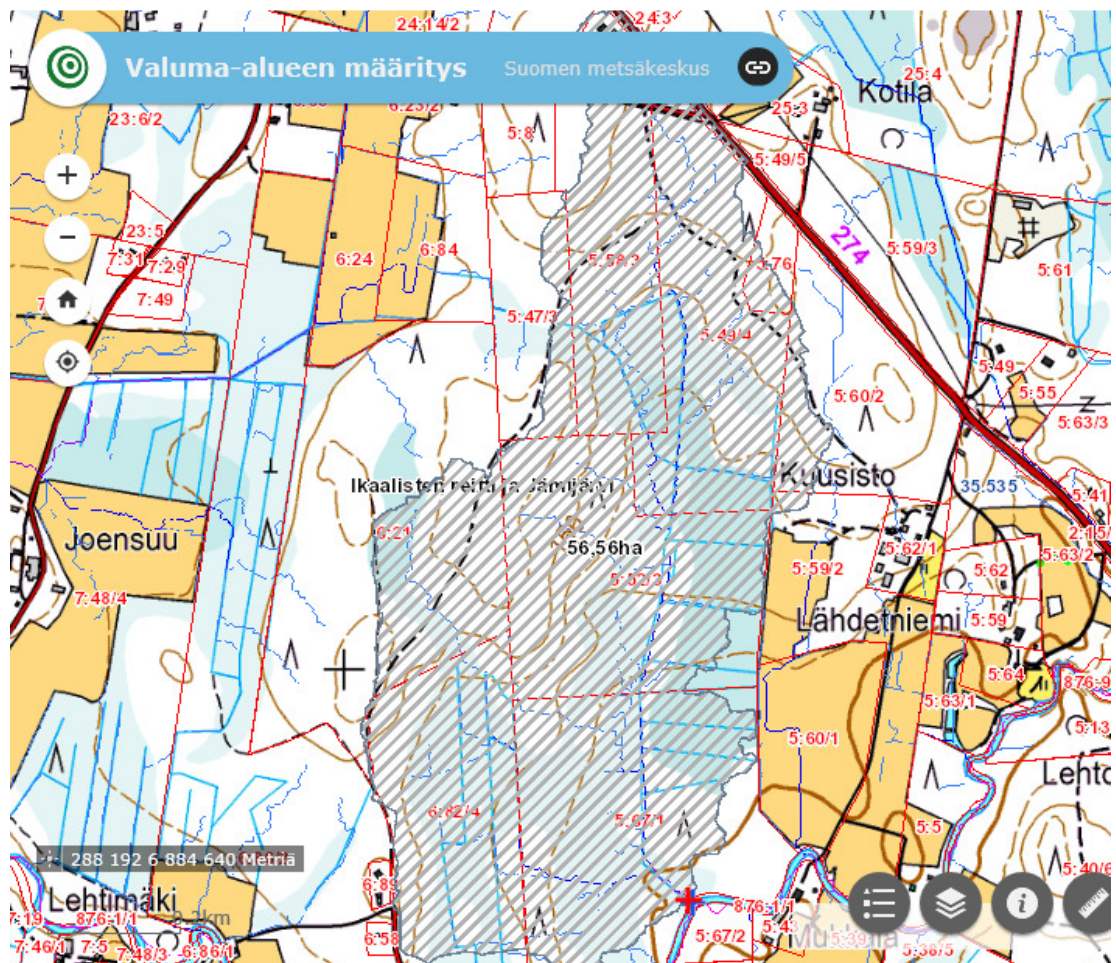
3.1. Hankkeen kokoon juoksu

Vuosikymmenten kokemus metsäojitustoiminnasta ja metsätienrakennuksesta osoittaa, että ainoa toimiva ratkaisu ojien kunnostamiseen suometsien hoitohankkeen yhteydessä on usean tilan yhteistyönä toteutettu yhteishanke. Parhaiten toimiva ja yksikkökustannuksiltaan kokonaisedullisin tapa on toteuttaa suometsien hoitohanke ”kerralla kuntoon – periaatteella”. Valuma-alueen näkökulmasta tämä tarkoittaa sitä, että ideaalitapauksessa esimerkiksi yhden valtaojakokonaisuuden alueella pyritään hoitamaan turvemaiden harvennushakkuut, ojien kunnostamiset ja jopa tarvittavat lannoitukset yhden suometsien hoitohankkeen yhteydessä. Erityisesti vesiensuojelun hyvien käytäntöjen ja suositusten mukaisten toimenpiteiden toteuttaminen onnistuu parhaiten yhteishankkeena toteutettavassa kunnostusojitushankkeessa. Tällöin muun muassa

vesiensuojelurakenteet pystytään mitoittamaan aina oikean kokoisiksi ja sijoittamaan ne toimivuuden kannalta oikeaan paikkaan. Tällöin myöskin nykyaikaisista suunnittelun apuvälineistä ja paikkatietoon perustuvista aineistoista saadaan maksimaalinen hyöty.

Kunnostusojitushankkeen ”**kokoon juoksulla**” tarkoitetaan alkutilannetta, jossa jonkin kunnostusojituksesta kiinnostuneen tilan ympärille halutaan rakentaa laajempi kokonaisuus samalla kertaa toteutettavaksi. Tämä vaatii yhteydenottoja metsänomistajiin ja kuivatushankeidean markkinointia heille. Jotta suunnittelijalle itselleen muodostuisi ennakkokäsitys markkinoitavaksi aiotusta hankekokonaisuudesta, hänen kannattaa tarkastella alueen ominaisuuksia etukäteen tausta-aineistojen avulla. Maanmittauslaitoksen tuottama laserkeilausaineisto ja sen avulla laadittu tarkka korkeusmalli ovat hyödyllisiä apuvälineitä hankekokonaisuuden hahmottamisessa ja arvioitaessa, kenelle markkinointia tulisi suunnata. Seuraavassa käydään läpi laserkeilausaineistosta ja muista paikkatietoaineistoista tuotettuja apuvälineitä, joista hankkeen markkinoinnin suunnittelussa on apua.

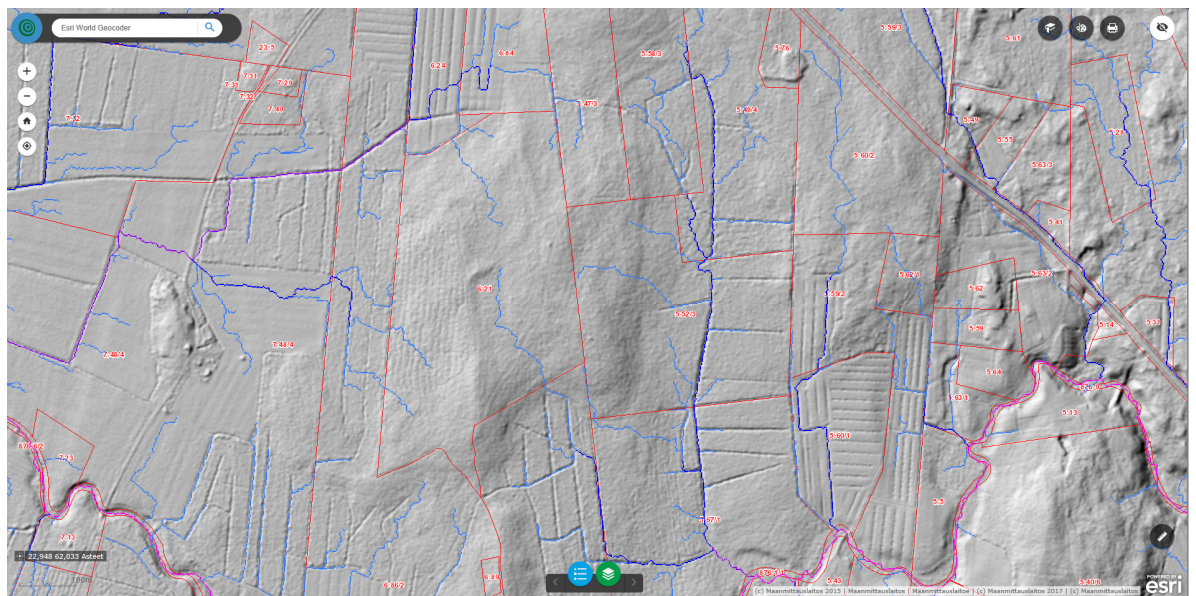
3.1.1. VALUMA-ALUE -TEEMA



Kuva 4. Valuma-alue.

Hankkeen kokoon juoksussa voidaan jäljempänä kuvattavien vinovalovarjostus- ja virtausverkotarkastelun lisäksi hyödyntää Suomen metsäkeskuksen sivuilta (<https://www.metsakeskus.fi/vesiensuojelutyokalut>) löytyvää valuma-alueetietokantaa, jolla voidaan teemoittaa esimerkiksi jonkin valtaojan valuma-alue. Samassa kartassa voidaan havainnollistaa vesien virtausreitit. Valuma-alue on erinomainen lähtökohta hahmottaa yhteishankkeen kokonaisuus, jonka sisällä olevien tilojen kunnostusojitustarvetta tarkastellaan ja tarvittaessa ollaan yhteydessä maanomistajiin. Yhdistettynä tilarajatietojen kanssa valuma-aluekartan avulla voidaan hahmottaa saman valuma-alueen sisällä olevat tilat. Markkinoinnissa voidaan tällaisen kartan avulla esittää tilakohtaisesti tilan osallistumisen tärkeys.

3.1.2. VINOVALOVARJOSTUS



Kuva 1. Esimerkki vinovalovarjostuskuvasta

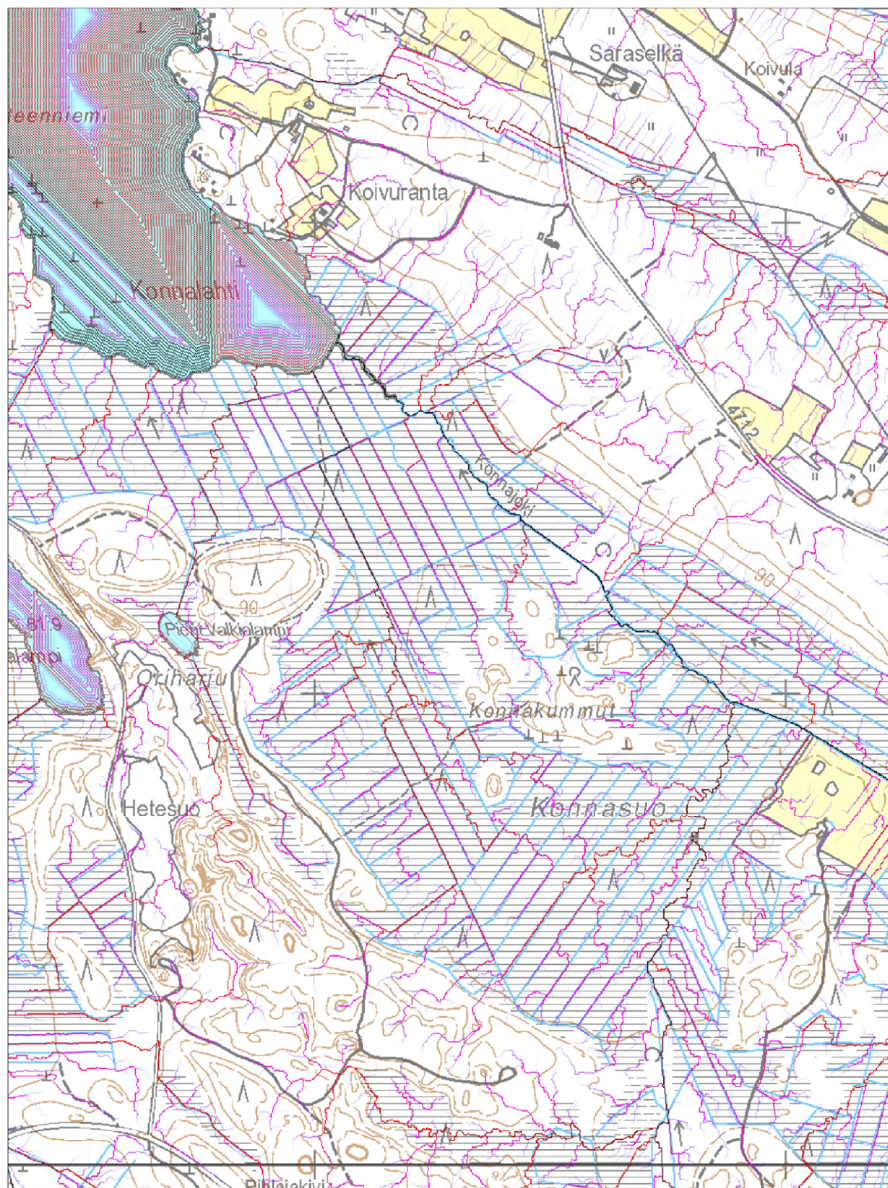
Vinovalovarjostuskuvien avulla ojasuunnittelija voi hahmottaa maanpinnan muotoja (<https://metsakeskus.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=061c25078dcc410192c8bf86f6728942>). Samoin suunnittelija pystyy ainakin karkealla tasolla arvioimaan ojen kuntoa sekä sen perusteella hahmottamaan, mitä tiloja hankkeen kannattaisi ottaa mukaan sekä, kenelle kunnostusojitusta valuma-alueella kannattaa markkinoida.

3.1.3. VIRTAAUSVERKKO JA VALUMA-ALUE

Laserkeilausaineistosta tuotetusta virtausverkosta on kunnostusojitushankkeen kokoon juoksussa hyötyä arvioitaessa samaan pisteeseen virtaavien vesien suuntia ja alueen laajuutta. Kun virtausverkkoon yhdistetään valuma-aluekartta ja tilarajat (Kuva 3), suunnittelija voi hahmottaa suunnittelualueen rajausta ja hahmotella samalle valuma-alueelle sattuvien tilojen osalta kunnostusojituksen markkinointia. Virtausverkon avulla ojasuunnittelija pystyy jo kokoon juoksuvaiheessa karkealla tasolla arvioimaan sitä kokonaisuutta, kuinka mittavia vesiensuojelurakenteita ojen kunnostaminen edellyttää, kun otetaan huomioon rakenteiden kautta kulkevan

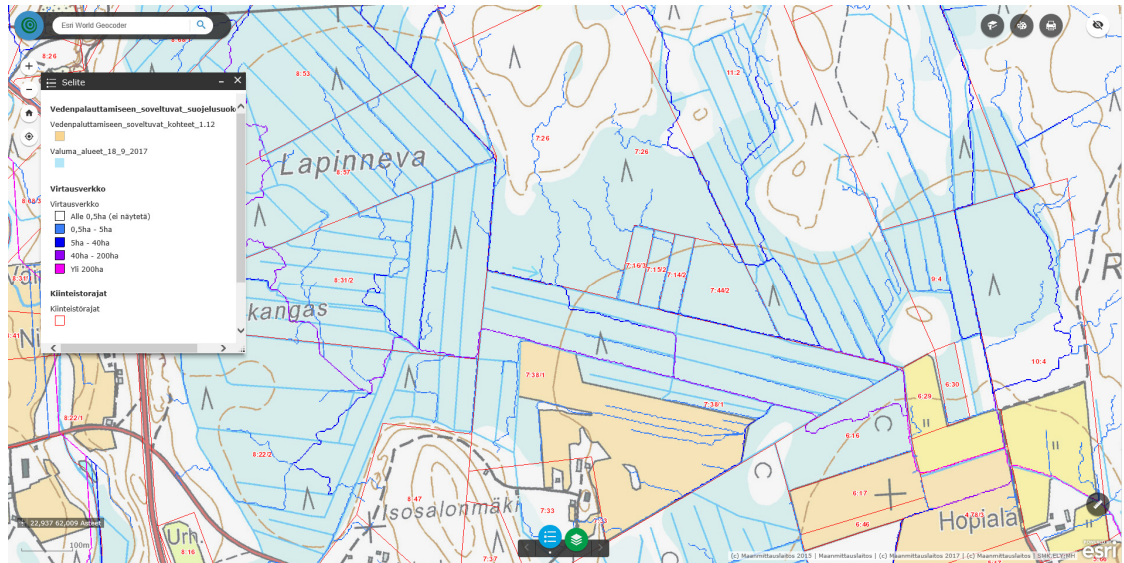
veden määrä. Virtausverkosta on hyötyä myös sen hahmottamisessa, mihin vesiensuojelurakenteita karkealla tasolla tulisi sijoittaa (<https://metsakeskus.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=061c25078dcc410192c8bf86f6728942>).

Nämä tiedot ovat tärkeitä jo alkuvaiheessa, jotta metsänomistajalle voidaan markkinoinnin yhteydessä kertoa, minkälaisiin ja kuinka paljon tilaa vaativiin rakenteisiin eri tilanteissa tulisi varautua. Metsänomistajan on sitä helpompi tehdä päätös osallistumisesta, mitä paremmat tiedot suunnittelijalla on ja mitä asiantuntevammin hän pystyy maanomistajalle jo alkuvaiheessa asian esittämään.



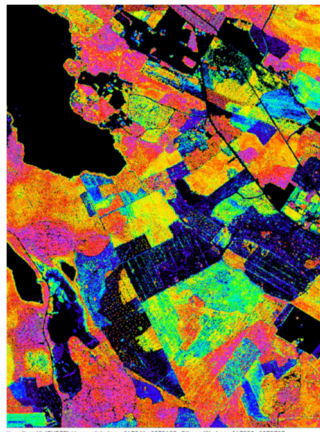
Koordinaatit (EUREF) Vasen alakulma: 615348, 6869946 Oikea yläkulma: 617235, 6872458

Kuva 2. Esimerkki virtausverkosta. Virtausverkko perustuu laserkeilausaineistosta tuotettuun korkeusmalliin. Kuvassa oleva virtausverkkoesimerkki on tuotettu Otso Metsäpalvelut Oy:n järjestelmällä. Suomen metsäkeskuksen sivuilta löytyvä karttapalvelu tuottaa vastaavanlaisia kuvia, jossa veden virtaussuuntaa kuvaavien viivojen eri väriskaalalla erotetaan eri suuruiset valuma-alueet toisistaan (ks. Kuva 3).



Kuva 3. Esimerkki Suomen metsäkeskuksen sivuilta löytyvästä laserkeilausaineistosta tuotetusta virtausverkosta (<https://metsakeskus.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=061c25078dcc410192c8bf86f6728942>). Selitteessä näkyy, miten eri värisävyillä eri suuruiset valuma-alueet ovat erotetut toisistaan.

3.1.4. PUUSTOTIETOJEN HYÖDYNTÄMINEN



Kuva 5. Puuston luokittelu. Kuvassa on hiltasolla kuvattu puuston määrää. Punaisen eri värisävyt kertovat puuston määrästä. Vihreän ja keltaisen eri värisävyt kertovat taas avoimen alan eri asteista. Mustat alueet ovat peltoja.

Puustotietoja voidaan hyödyntää yhdessä valuma-alue – tilaraja-aineiston kanssa, kun kohdennetaan kunnostusojituksen markkinointia samalla valuma-alueella sijaitseville tiloille. Tässä yhteydessä voidaan hyödyntää olemassa olevaa metsävaratietoa lain sallimissa rajoissa. Suunnittelija saa puustotietojen perusteella kuvan siitä, mille alueelle kunnostusojitusta kannattaa markkinoida. Toisaalta metsänomistaja saa ojasuunnittelijan yhteydenoton yhteydessä käsityksen

ojitusalueellaan olevan leimikon arvosta tai hakkuun tarpeesta ja kiireellisyydestä kunnostusojituksen yhteydessä.

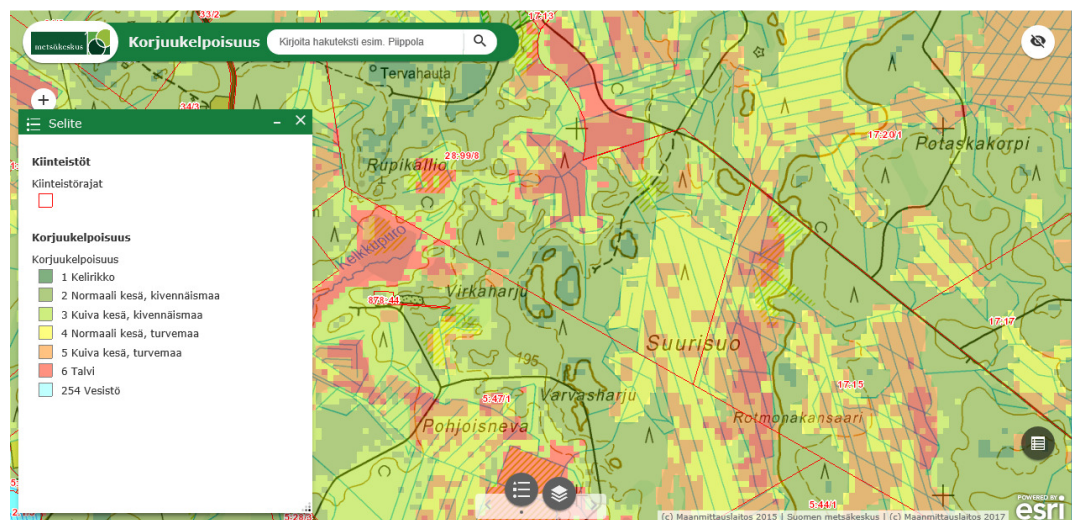
Mikäli alkuperäisestä ojituksesta ei ole ollut puuston elpymisen kannalta hyötyä, kitu/joutomaa-teemakartasta on ojasuunnittelijalle hyötyä markkinoinnin rajaamisessa ja tällaisten alueiden jättämisessä pois kunnostusojituksen piiristä. Tämä teemakartta on saatavissa metsäkeskuksen karttapalveluun vuoden 2018 aikana.

3.1.5. KORJUUKELPOISUUSKARTTA

Suomen metsäkeskuksen sivuilla löytyy osasta valtakuntaa Manner-Suomen alueen korjuukelpoisuuskarttojen aineisto, joka sisältää rasterimuotoisia korjuukelpoisuuskarttoja, jotka kuvaavat maaston kantavuutta (<https://www.metsakeskus.fi/korjuukelpoisuuskartat>). Kantavuus on luokiteltu kartoissa kuuteen luokkaan. Korjuukelpoisuuskarttoja on hyödyllistä tarkastella jo hankkeen kokoon juoksun yhteydessä, vaikka varsinaisesti nämä metsäkeskuksen korjuukelpoisuuskartat tukevat puuston ja -korjuun operatiivista suunnittelua. Karttatietojen avulla leimikon suunnittelijoiden ja metsäkoneyrittäjien on helppo arvioida, mihin vuodenaikaan millekin hakkuukohteelle kannattaa suunnitella korjuuta. Aineiston avulla kunnostusojituksen suunnittelija voi arvioida, milloin ojalinjahakkuut eri tilanteissa kannattaa toteuttaa ja milloin maasto on riittävän kantavaa puutavaran kuljetuksille.

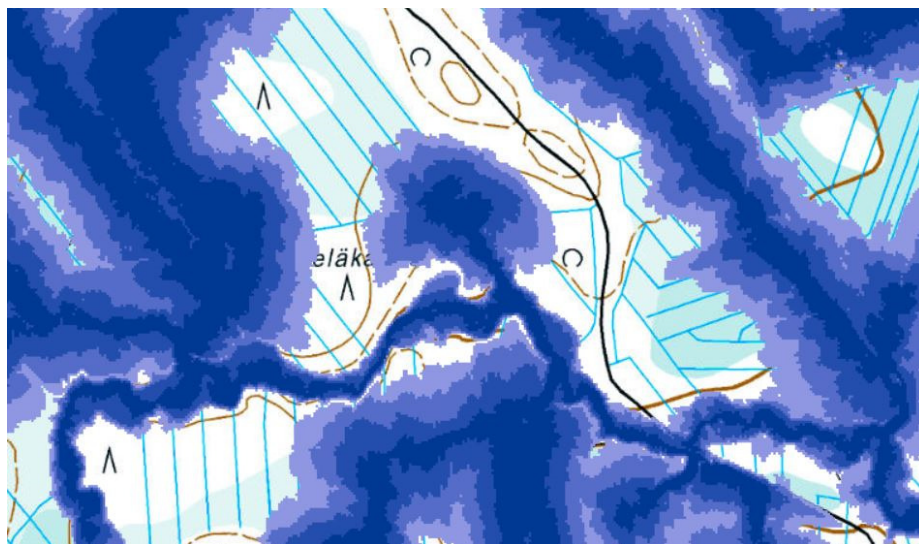
Aineisto on luonteeltaan hyvin suuntaa antava, koska se on tuotettu laskennallisesti. Laskennan lähtöaineistona on käytetty kaukokartoitusaineistoa (laserkeilaus) ja Maanmittauslaitoksen maastotietokantaa. Laskennallisesti tuotetun luokituksen paikkansapitävyyttä ei ole tarkastettu maastossa.

Maaperän kantavuuden lisäksi korjuukelpoisuuteen vaikuttavat korjuuajankohdan sääolosuhteet, esim. ajankohdan sateisuus ja talvella routakerroksen paksuus. Korjuukelpoisuuskartoista on hyötyä erityisesti maastosuunnittelun jälkeen, kun mietitään hankkeen operatiivista toteuttamista. Korjuukelpoisuuden tarkastelu jo markkinointivaiheessa antaa suunnittelijalle mahdollisuuden esittää maanomistajalle vaihtoehtoja puunmyyntiajankohtiin.



Kuva 6. Korjuukelpoisuus

3.1.6. KOSTEUSINDEKSI



Kuva 7. Kosteusindeksi.

Kosteusindeksi on laserkeilausaineistosta tuotetusta pintamallista laskettu indeksi, joka esittää veden pinnan korkeutta verrattuna lähimpään pintavesien virtausreittiin. Aineisto kuvaa siten hyvin niitä alavia alueita, joihin vesi kertyy korkean veden aikana. Aineistossa on tummansinisellä esitetty kohdat, joissa vesi on alle metrin syvyydessä. Lähellä maanpintaa oleva vesi muodostaa riskin maa-ainesten irtoamiselle ja sen kulkeutumiselle virtausreitille ja sitä kautta vesistöihin.

Laserkeilaukseen perustuva 2 m x 2 m korkeusmalli tarjoaa tarkan informaation maan pinnanmuodoista ja korkeusvaihtelusta. Korkeusmalliin perustuva topografinen kosteusindeksi ennustaa veden virtausta ja kertymäkohtia maastossa.

Kosteusindeksi yhdessä muiden olosuhdetietojen kanssa on hyödyllinen, kun arvioidaan kohteen korjuu kelpoisuutta sulan maan aikana. Aineiston avulla on mahdollista tarkastella alustavasti hyviä puunkuljetusreittejä kosteita paikkoja välttämällä. Tunnus on laskettavissa digitaalisen korkeusmallin pohjalta ja yhdistettävissä esim. omana karttatasonaan nykyisiin puunhankinnan paikkatietojärjestelmiin.

3.1.7. OJITUSHALUKKUUS METSÄÄN-FI -PALVELUN KAUTTA

Kunnostusojitushankkeen kokoon juoksua helpottaisi, mikäli Metsäkeskuksen Metsään.fi -palvelussa olisi maanomistajalla mahdollisuus esimerkiksi ruksilla ilmaista halukkuutensa osallistua kunnostusojitushankkeeseen. **Tällä hetkellä maanomistaja voi tehdä palvelussa ns. työkohteilmoituksen. Menetelmän edelleen kehittämisestä ollaan oltu yhteydessä palvelun kehittäjän kanssa.**

3.1.8. VANHAT HANKKEET DIGITOITUNA

Metsäkeskuksen arkistoissa on tällä hetkellä arkistoituna kaikki yksityismailla toteutetut metsäojitushankkeet vuodesta 1930 lähtien sekä vuoden 1987 jälkeen suunnitellut kunnostusojitushankkeet. Samoin arkistoissa ovat metsänparannusvaroilla toteutettujen metsävaltaojien, ns. ilmaisvaltaojien, suunnitelmat. Osa hankkeista on tallennettu paikkatietoon, mutta suurin osa hankkeista on vielä pahvikansioissa ja niiden sisältöä voi suunnittelija saada käyttöönsä metsäkeskuksessa vallitsevan palvelumaksukäytännön mukaisesti.

Hankkeen kokoon juoksussa vanhojen hankkeiden tiedoista on apua erityisesti silloin, kun halutaan viritellä yhteishanketta alkuperäisen metsäojitushankkeen perusteella. Vaikka omistajatiedot ovatkin saattaneet muuttua, vanhan hankkeen muista suunnittelu- ja toteutushistoriaan liittyvistä tiedoista on apua ojien kunnostuksen suunnittelussa.

Edellä mainittujen tietojen hankalan saatavuuden vuoksi vanhojen hankkeiden tietoja ei tällä hetkellä yleisesti juuri käytetä niiden arvokkuudesta huolimatta.

Tästä syystä olisi tarpeen toteuttaa puuttuvien hankkeiden osalta niiden tallentaminen paikkatiedoksi. Hankkeen toteuttaminen valtakunnallisena takaisi sen, että tietojen tallentaminen toteutettaisiin kaikkialla samojen periaatteiden mukaisesti.

Suomen metsäkeskus olisi paras ja luonnollinen paikka, jossa digitoitua hankearkistoa säilytettäisiin. Hanketiedot pyritään saamaan kattavasti kaikkien toimijoiden saataville, olemassa olevien säädösten sallimissa rajoissa.

Mallina tälle digitoitavalle voisi olla tällä hetkellä käynnissä oleva Hämeen ammattikorkeakoulun vetämä OK-ajat kuntoon -hanke, jonka yhteydessä on digitoitu Hämeen alueella olevien viljelysvaltaojien ojitussyhteisöjen hanketiedot. Kyseiset hankekansiot löytyvät tällä hetkellä Hämeen ELY-keskuksen arkistosta Hämeenlinnasta Digitoitavien kuvaus ja ohjeisto löytyvät Ok-ajat kuntoon -hankkeen sivuilta osoitteesta: (http://www.hamk.fi/tyoelamalle/hankkeet/ajat-kuntoon/materiaalit/Documents/Digitointi_raportti_VALMIS.pdf).

3.1. Kunnostusojitushankkeen ennakosuunnittelu

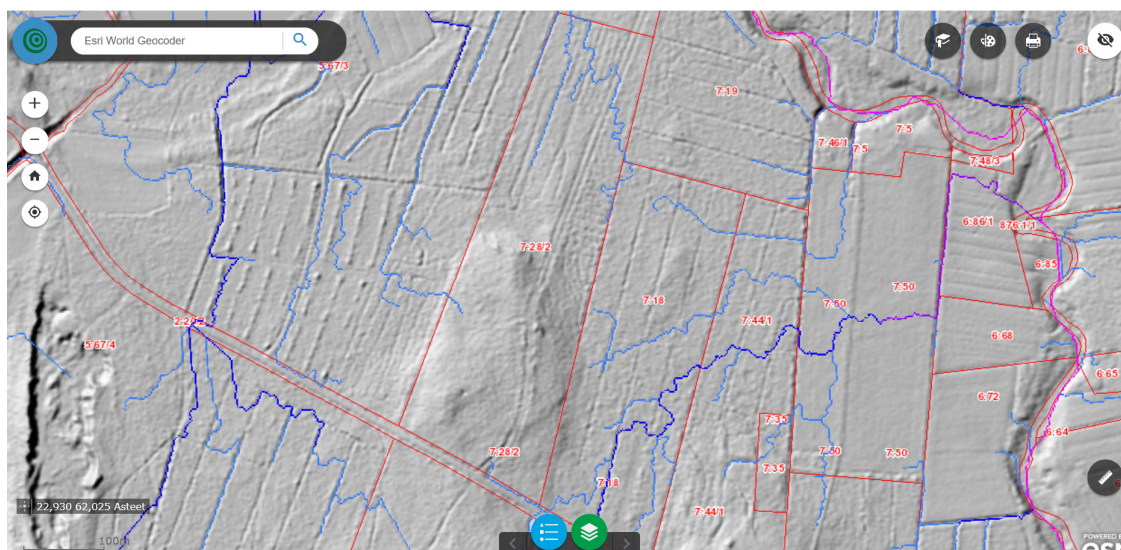
Kunnostusojitushankkeen ennakosuunnittelulla tarkoitetaan sitä vaihetta, jolloin hanke on jo juostu kasaan niin laajana, että voidaan aloittaa sisätyönä yksityiskohtaisempi karttatarkastelu ja jatkaa tarpeen mukaisia yhteydenottoja maanomistajiin etukäteen ennen maastotöitä. Käytännössä kaikki tässä dokumentissa kuvatut suunnittelun työvaiheet menevät lomittain siten, ettei selvää rajaa ole eri vaiheiden välillä. Ennakosuunnittelussa voidaan jo tarkastella yksityiskohtaisemmin, minkälaisia kokonaisuuksia alue sisältää esimerkiksi vesiensuojelun kannalta. Minkälaisia rakenteita alueella mahdollisesti tarvitaan ja miten vedet johdetaan? Löytyykö esimerkiksi suojelualueita, joihin vettä voisi johtaa? Tämä taas edellyttää yhteydenottoa Metsähallituksen luontopalveluiden paikalliseen asiantuntijaan, jonka kanssa yhteistyössä tarvittava ojien suuntaus voidaan miettiä maastokatselmuksen aikana. Tästä aiheesta on lyhyt kuvaus jäljempänä. Siitä on myös olemassa erillinen ohje ja toimintamalli, joka on tuotettu Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen vetämän SuoOHKE-hankkeen puitteissa (<https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/vesiensuojelukartat-toimintamallin-ohjeistus.pdf>).

Laserkeilausaineiston perusteella tuotetun maanpintamallin avulla saadaan entistä tarkempaa tietoa maanpinnan korkeudesta. Aineiston tulkinnessa kannattaa kuitenkin muistaa, että siihen liittyy paljon epävarmuutta. Aineiston korkeustarkkuus on keskimäärin 0,3 m ja se voi vaihdella 0,3 ja yhden metrin välillä. Aineistoa ja siitä tehtyjä tuotteita ei siten voida käyttää yksistään ratkaisujen perusteena. Niiden avulla on kuitenkin mahdollista tehdä suunnittelun kannalta monia hyödyllisiä etukäteistulkintoja maastosuunnittelun tueksi.

Lisätietoja maanpintamalliaineistosta: <http://www.paikkatietohakemisto.fi/geonet-work/srv/fin/catalog.search#/metadata/053a0a20-abfa-4bf9-ac74-270e845654d1>

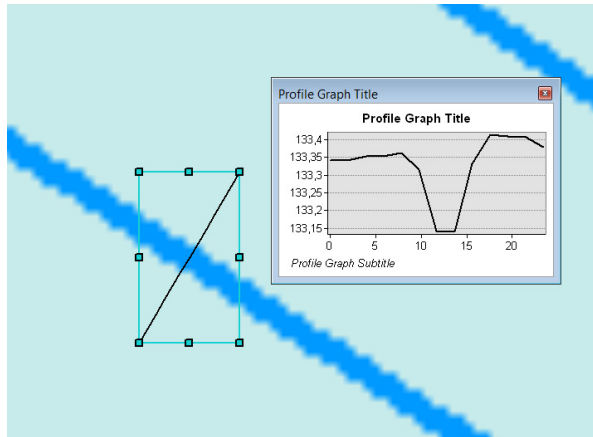
Ennakkosuunnitteluvaiheessa seuraavista laserkeilaukseen perustuvista aineistoista on hyötyä:

3.2.1. VINOVALOVARJOSTUS JA PROFIILITYÖKALUT



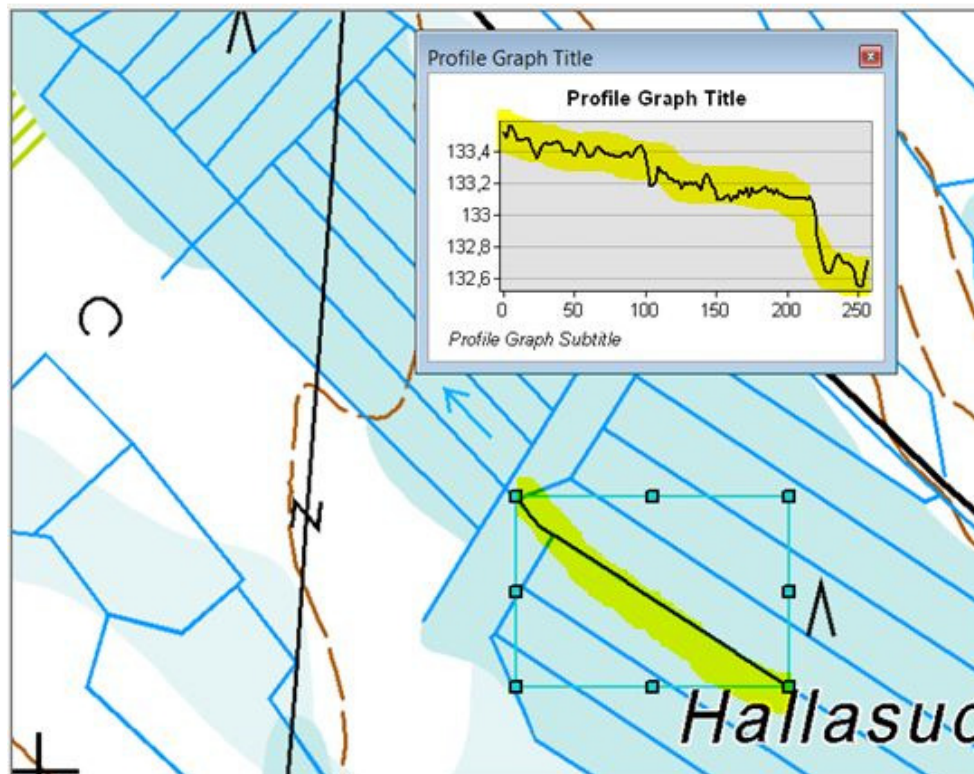
Kuva 8. Vinovalovarjostus

Vinovalovarjostuksesta on hyötyä ennen maastotyövaihetta tehtävässä ennakkosuunnittelussa, kun tarkastellaan maastosuunnittelun kohdentamista eri alueille. Vinovalovarjostuskuvan silmämääräiselläkin tarkastelulla voidaan löytää alueita, joissa ojat ovat huonossa kunnossa. Vastaa-vasti erottuvat alueet, joissa ojat ovat selvästi hyvässä kunnossa. Kun pintamalliin yhdistetään profiilityökalulla tuotetut kuvat (**EI VIELÄ VAPAASTI KÄYTETTÄVISSÄ**), voidaan havainnollistaa muun muassa ojien perkaustarvetta. Piirtämällä profiilityökalulla kunnostusojitettavaksi suunnitellulla alueella muutamista kohdin poikkiprofiili, saadaan karkea käsitys sarkaojien syvyydestä eri alueilla ennen ojien kunnostamista. Tämä kuvaus auttaa muun muassa priorisoimaan maastokäyntien tarvetta ja ensisijaista suuntaa. **Suomen metsäkeskus selvittää mahdollisuuden saada työkalu karttapalveluna kaikkien käyttöön vuoden 2018 aikana.**



Kuva 9. Ojaverkoston poikki profiilityökalulla tehty poikkileikkaus antaa karkean käsityksen ojien kunnosta ja laserkeilausajankohtana vallinneesta ojan syvyydestä poikkileikkauskohdassa.

Vastaavasti eri osista ojaverkostoa piirretyistä profiileista saadaan käsitys ojien nykyisistä laskusuhteista ja myös perkaustarpeesta. Ojien kohdalla profiilityökalun käyttöön pitää toisaalta suhtautua tietyllä varauksella, koska laserkeilausaineistossa vain satunnaiset pisteet osuvat ojien pohjille. Samoin ojissa oleva vesi aiheuttaa epävarmuutta. Viettoa tarkasteltaessa profiiliviiva kannattaakin vetää yleensä saran keskelle, jolloin saadaan kuva maanpinnan vietosta kyseisellä kohteella.



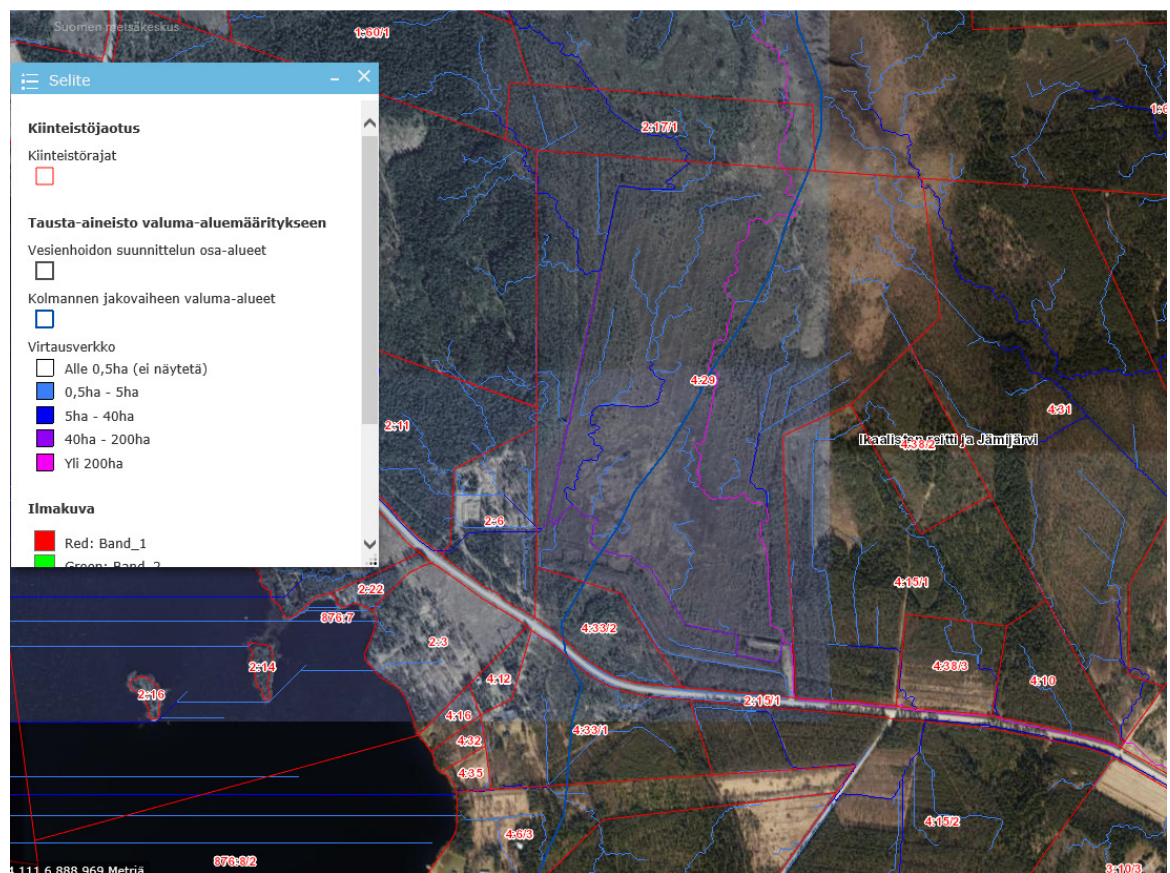
Kuva 10. Profiilityökalulla tuotettu kuva ojan pitkittäissuuntaisesta profiilista.

3.2.2. VESIENSUOJELURAKENTEIDEN TARPEEN ARVIOINTI

Laserkeilausaineistosta tuotetun korkeusmallin avulla voidaan tuottaa virtausverkko-teemoitus, jossa eri värein on kuvattu, kuinka laajalta valuma-alueelta vesi kulloinkin on peräisin. Kuvan 11 selitteessä kuvataan, miten eri värisävyillä erotetaan valuma-alueen laajuus kussakin tilanteessa. Kuvan 11 esimerkki on Suomen metsäkeskuksen karttapalvelusta.

(<https://metsakeskus.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=061c25078dcc410192c8bf86f6728942>).

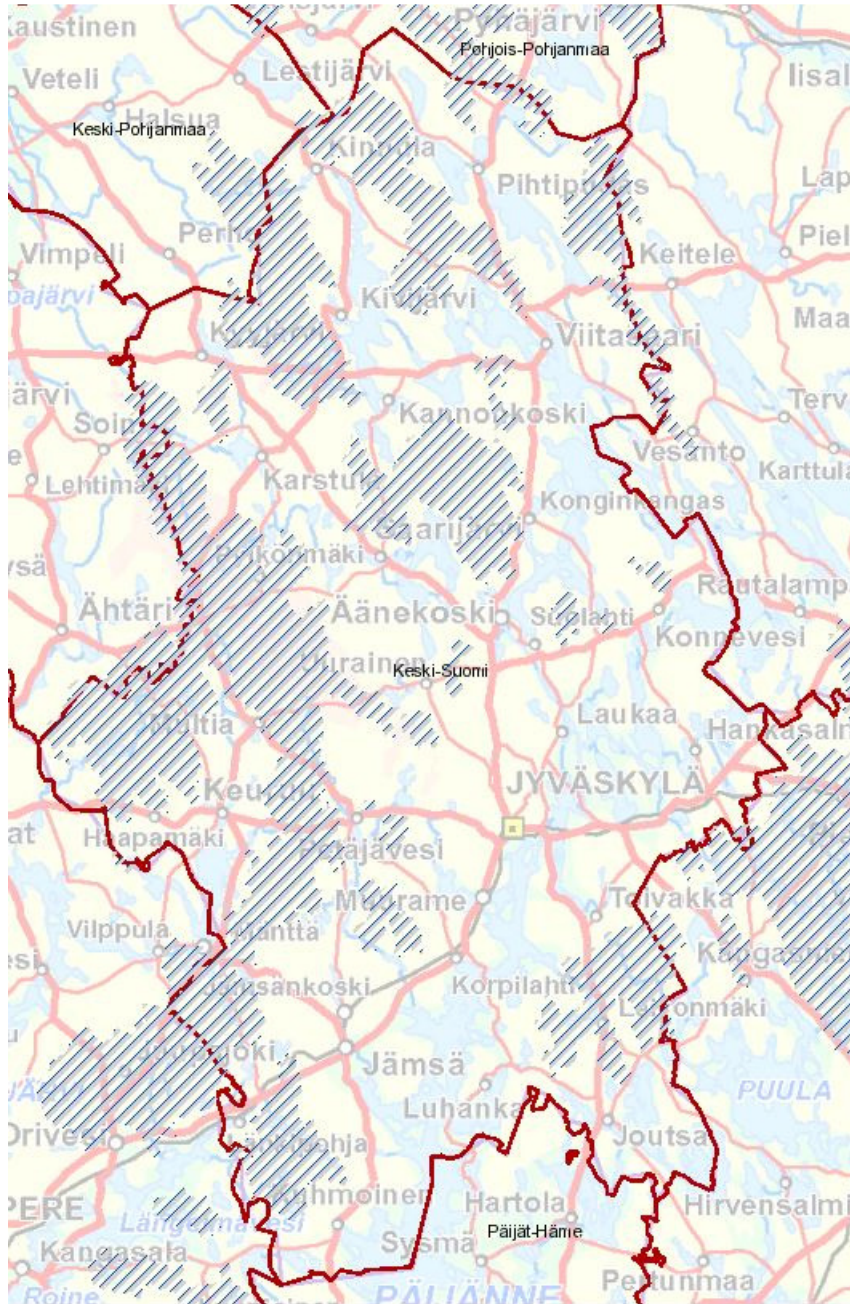
Virtausverkon värisävyjen erojen avulla voidaan arvioida, mitä vesiensuojeluratkaisua kohteessa voidaan soveltaa.



Kuva 11. Laserkeilausaineistoon perustuva virtausverkko on mukana taustakarttana myös Suomen metsäkeskuksen sivuilta löytyvissä vesiensuojelun karttapalveluissa. Virtausverkon värisävyjen asteittainen tummentuminen kertoo valuma-alueen kasvusta edettäessä latvalta alaspäin. Tätä kuvausta voidaan hyödyntää esimerkiksi mietittäessä, millaisia vesiensuojelurakenteita kulloinkin käytetään. Merkintöjen selitykset näkyvät kuvaselityksessä.

patorakenteita, kosteikkoa tai pintavalutuskenttiä, joten niiden perkaustarve on harkittava tarkasti. Punaiset uomat voivat myös lukeutua jo vesistöiksi, jolloin niiden perkaus ei ole tehtävissä normaalilla ojitusilmoitusmenettelyllä.

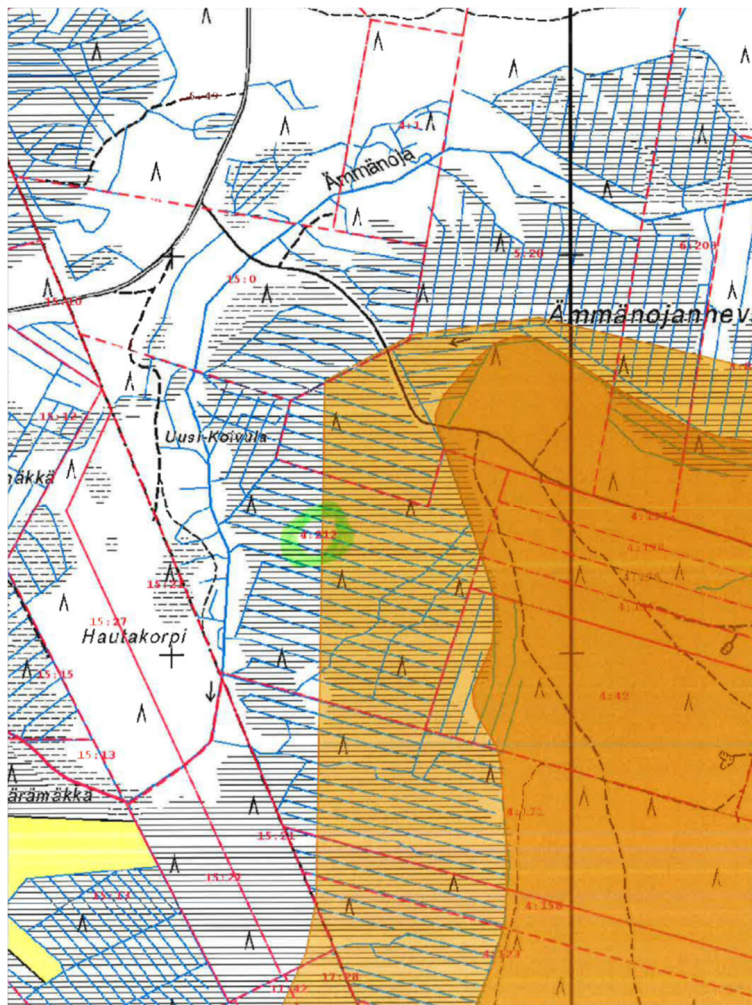
3.2.3. VESIENHOIDON PAINOPISTEALUEET



Kuva 13. Esimerkki vesienhoidon painopistealueista Keski-Suomen ELY-keskuksen alueella. Varjostetut kohteet kuuluvat painopistealueeseen, jossa edellytetään tehostettua vesiensuojelua, jolloin lisätoimenpiteillä on tärkeä merkitys.

Ainakin osassa alueellisia ELY-keskuksia on laadittu kartta vesienhoidon painopistealueista ELY-keskuksen alueella. Ojasuunnittelija voi jo ennakkosuunnitteluvaiheessa varjostuksesta tunnistaa, onko suunniteltava kunnostusojitushanke alueella, joka ELY-keskusten Alueellisessa vesienhoidon suunnittelussa on merkitty painopistealueeksi. Tämä tarkoittaa sitä, että näillä alueilla tulee aina selvittää, tarvitaanko hankkeen vesiensuojelussa täydentäviä toimenpiteitä. Alueellisissa vesienhoitosuunnitelmissa on määritelty, mitkä vesiensuojelurakenteet luokitellaan metsätalouden vesiensuojelua täydentäviksi toimenpiteiksi (<http://www.ymparisto.fi/download/no-name/%7B86485366-2494-42E4-91F6-26D3E0F8620B%7D/116758>).

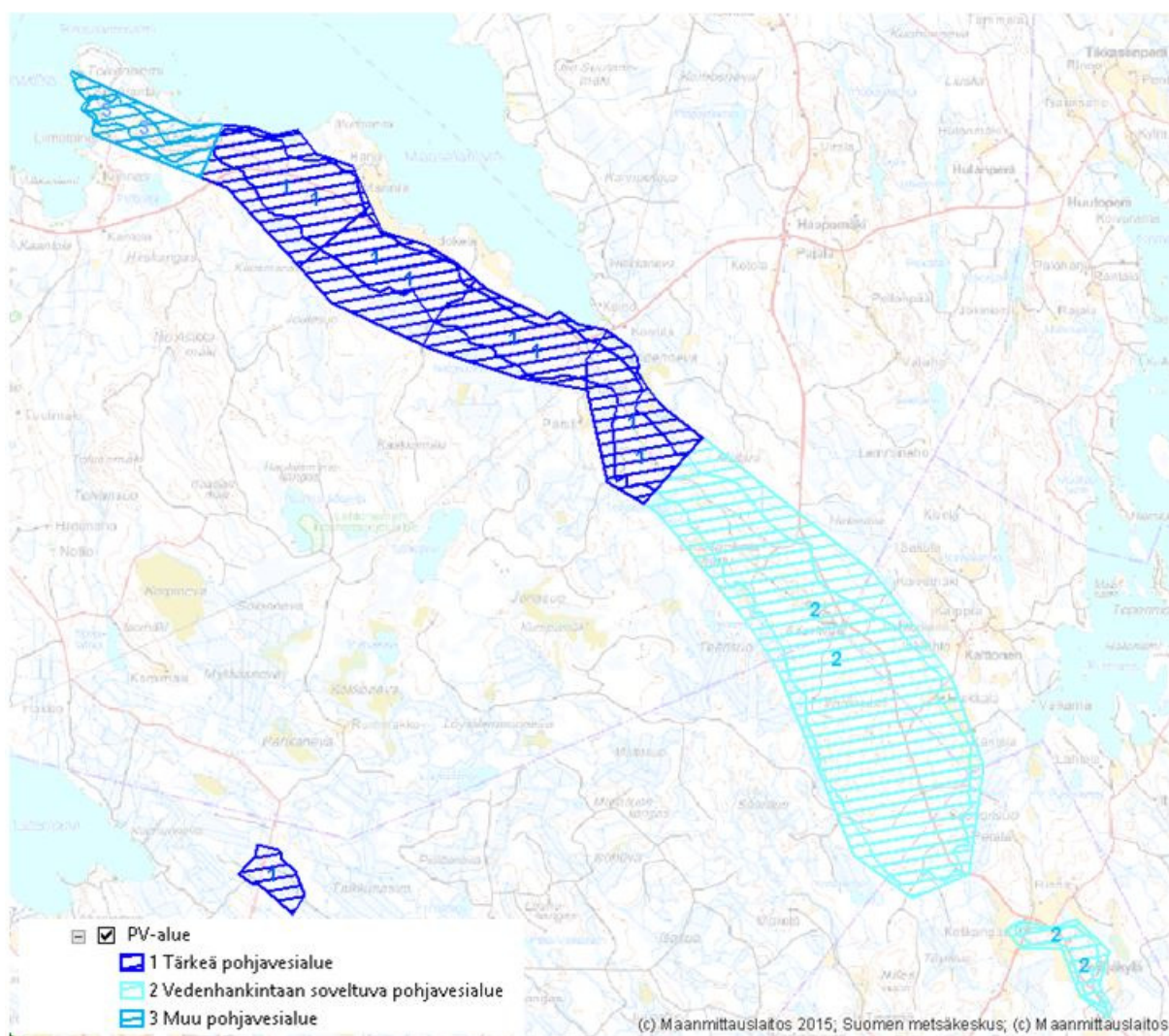
3.2.4. POHJAVESIALUEET



Kuva 14. Pohjavesialuerajaus. Vaaleanruskealla värisävyllä kuvataan pohjavesialueen reunavyöhykettä ja tummalla värisävyllä pohjaveden muodostumisaluetta. Esimerkkikuva on Otso Metsäpalvelut Oy:n järjestelmällä tuotetusta pohjavesialuerajauskartasta.

Pohjavesialueita koskevat aineistot löytyvät ainakin Suomen ympäristökeskuksen sivuilla olevista vapaista aineistoista (http://www.syke.fi/fi-FI/Avoim_tieto/Avoimet_rajapinnat). Pohjavesialueita koskevat erityisasiat kannattaa ottaa huomioon toimittaessa pohjavesialueiden läheisyydessä. Tapion vetämissä projektissa, Metsätalous pohjavesialueilla, on valmistunut tekniikan tohtori Tuomo Karvosen

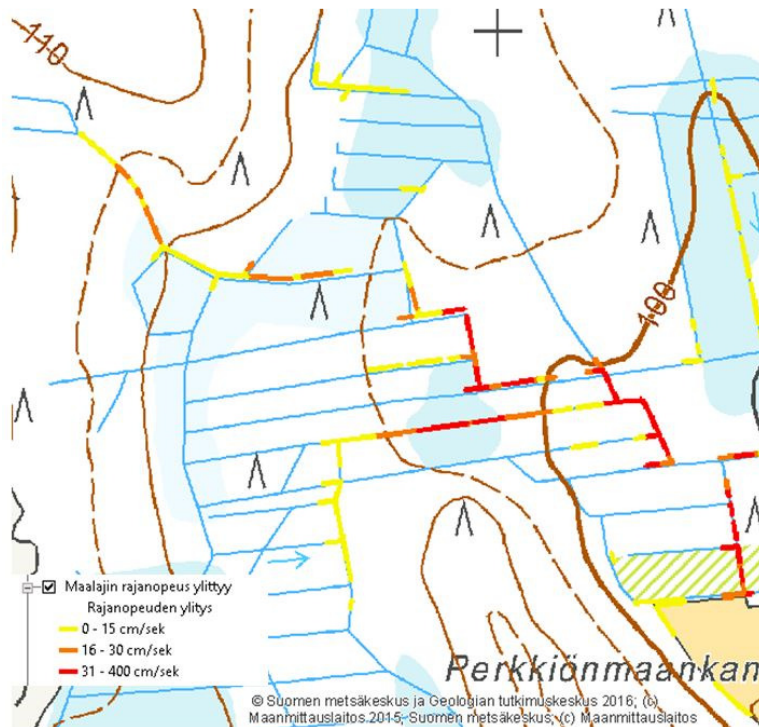
raportti laserkeilausaineistoihin perustuvan pohjavesialueita koskevan riskityökalun perusteista. Varsinaista työkalua tehdään vuosina 2018-2019. Työkalun avulla suunnittelija ja viranomainen voisivat tulevaisuudessa arvioida kunnostusojituksesta aiheutuvaa riskiä pohjavedelle, mikäli ojat kaivetaan pohjavesialueen reunavyöhykkeelle. Tällä hetkellä paikallisesta ELY-keskuksesta löytyy pohjavesiä koskevaa tarkentavaa tietoa, jota voidaan hyödyntää riskiarvioinnin yhteydessä.



Kuva 15. Pohjavesialueet on saatavilla Suomen ympäristökeskuksen paikkatietoaineistoista <http://www.syke.fi/avoindata>

Erityisesti Etelä-, Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalla pohjavesialueiden rajauksilla on kunnostusojituksen kannalta suuri merkitys, koska näillä alueilla pohjavesialueajaukset ovat yleensä hyvin laajoja ja ulottuvat hyvin usein aiemmin ennen pohjavesialuekartoitusta metsäojitetuille alueille. Nämä alueet ovat tällä hetkellä kunnostusojitusvuorossa.

3.2.5. MAALAJIEN HUUHTOUTUMISHERKKYYS, GTK:N AINEISTOT

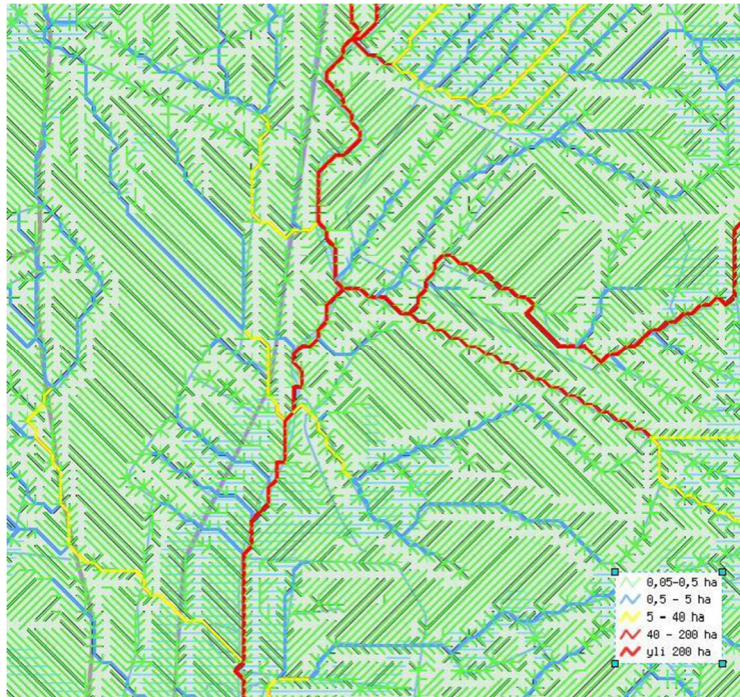


Kuva 16. Maalajin huuhtoutumisherkeys aineistossa on esitetty peruskartan uomat, joissa maalaji laskennallisesti lähtee veden mukaan.

Geologian tutkimuskeskuksen digitaalisen maaperäaineiston, sekä veden virtausmallin perusteella laskettu aineisto uomista, joissa veden laskennallinen virtausnopeus ylittää maalajin rajanopeuden. Maalajin rajanopeudella tarkoitetaan suurinta veden virtausnopeutta, jolloin maala- jite ei lähde liikkeelle, eli ei synny eroosiota. Kartalla uomat on esitetty rajanopeuden ylittämisen mukaisissa luokissa. Geologian tutkimuskeskuksen karttapalvelusta löytyy lisää hyödyllisiä karttoja kunnostusojitus suunnittelijan käyttöön (<http://www.gtk.fi/tietopalvelut/karttapalvelut/>).

Maalajin määrityksessä aineistona on käytetty GTK:n 1:20 000 / 50:000 mittakaavaan tehtyä digitaalista maaperäaineistoa (<http://gtkdata.gtk.fi/Maankamara/index.html>). Aineisto kattaa vain osan Suomea. Veden virtausnopeus on laskettu Maanmittauslaitoksen maastotietokannasta tuotetusta maanpintamallista (10m) joka on laskettu erikseen Syke:n tuottaman vesistö- jaon kolmannen jakovaiheen valuma-aluekohtaisesti.

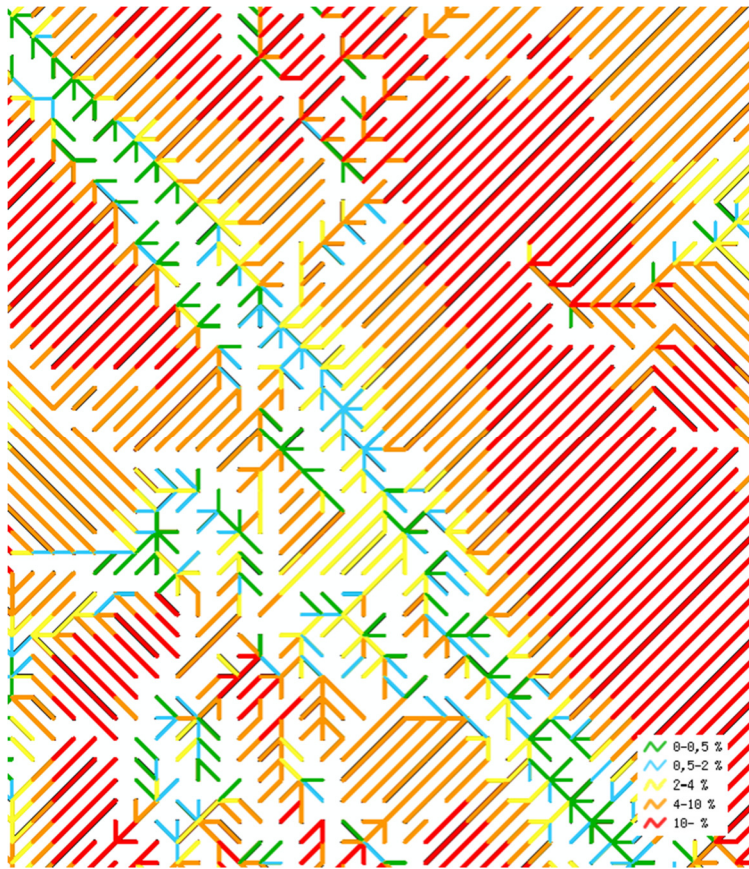
Huuhtoutumisherkeys -teemakartan avulla ojasuunnittelija pystyy karkeasti arvioimaan suunnittelemallaan alueella olevan ojaverkoston aiheuttamaa eroosioriskiä sen jälkeen, kun ojat on kaivettu. Kartan avulla hän kykenee myös päättämään, tarvitaanko esimerkiksi kaivuukatkoja. Samoin hän pystyy päättämään, minkälaisia vesiensuojelurakenteita tarvitaan pidättämään odotettavissa olevaa kuormaa.



Kuva 17. Kuvassa on esitetty pintavesien kerääntyminen yläpuoleisen valuma-alueen mukaisesti.



Kuva 18. Pintavesien kerääntyminen virtausnopeuden mukaisesti



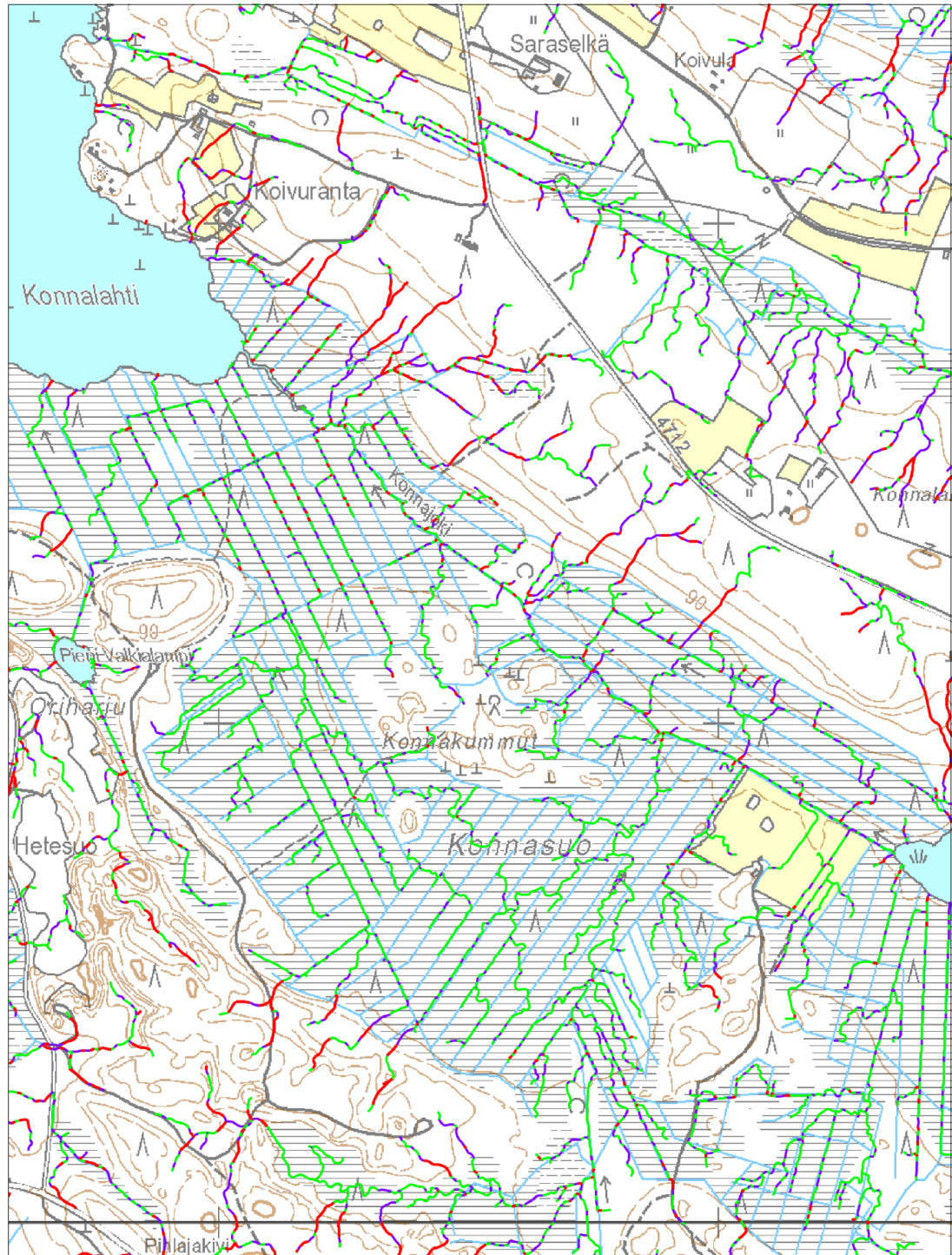
Kuva 19. Pintavesien kerääntyminen maanpinnan kaltevuuden mukaisesti

Lisäksi metsäkeskuksen sivuilta löytyvät karkeat (10 M) teemakartat seuraavista aiheista:

Pintavesien kerääntymisen kuvaus valuma-alueittain (Kuva 17)

Pintavesien kerääntyminen virtausnopeuden mukaan (Kuva 18)

Pintavesien kerääntyminen maanpinnan kaltevuuden mukaan (Kuva 19).



Koordinaatit (EUREF) Vasen alakulma: 615578, 6869928 Oikea yläkulma: 617466, 6872440

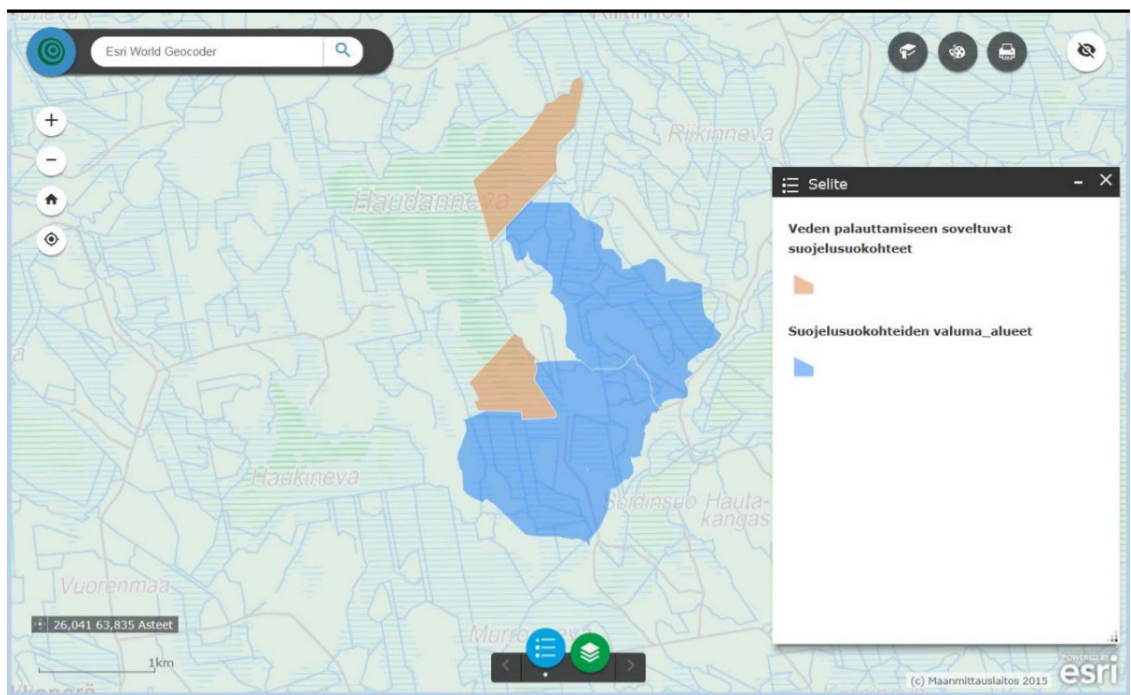
Kuva 20. Ojen laserkeilausaineistoon perustuva kaltevuusteema (Otso Metsäpalvelut Oy:n järjestelmä). Vihreä värisävy kuvastaa tasaista, sininen keskikaltevaa ja punainen taas kaltevaa jyrkkyyttä.

Ojasuunnittelija voi hyödyntää puhdasta kaltevuus -teemakarttaa esimerkiksi kaivu- tai perkaus- katkojen paikantamiseen kunnostusojitus suunnitelmassa.

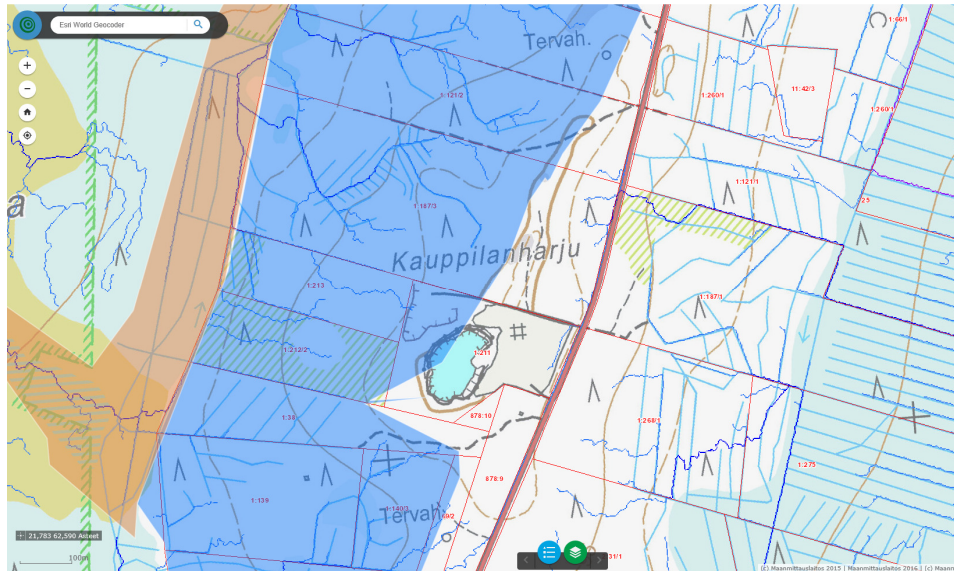
3.1.6. VEDEN JOHTAMISEEN JA -PALAUTTAMISEEN SOVELTUVAT SUOT

Metsäkeskuksen sivuilta löytyvästä karttapalvelusta <https://metsakeskus.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=061c25078dcc410192c8bf86f6728942> nähdään suojelusuokohteet, joiden reuna-alueiden on arvioitu olevan kuivuneita suojelualueen ulkopuolella aikanaan tehdyn ojituksen johdosta ja veden palauttaminen on katsottu etukäteistulkinnan perusteella mahdolliseksi. Nämä suojelusuokohteet ovat sellaisia, joissa palauttamalla kunnostusojituksen yhteydessä vettä Natura-kohteelle, arvioidaan voitavan parantaa kyseisen alueen elinympäristön tilaa. Noin sata näistä kohteista ennallistetaan vuosina 2018-2023 vuonna 2017 alkaneessa HydrologiaLIFE-hankkeessa.

Hankkeessa *”Toimintatapojen kehittäminen soiden vesitalouden parantamiseen niiden ulkopuolisilla alueilla tehtävien toimien avulla”* (= Suo-OHKE) on eri toimijoiden yhteistyönä kehitetty uudenlainen toimintamalli, jonka avulla suojelualue rajojen ulkopuolisten ojitusten kuivattamia suojelusoita voidaan ennallistaa kunnostusojitusten yhteydessä (<https://metsakeskus.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=6521f2f725d147c0b7a26c29eeec0f6f>). Tämä tehdään osana kunnostusojitus suunnittelua palauttamalla suojelusoille vettä kaivamalla suojelualueelle sopivaan kohtaan yksi tai useampi oikean pituinen, riittävän kuivatuksen metsätalousmaalla takaava johdeoja. Suojelusuota voidaan samalla tällä tavoin käyttää vesiensuojelun tehostajana.



Kuva 21. Suomen metsäkeskuksen sivuilta löytyvän karttapalvelun avulla löytyvät vedenpalauttamiseen soveltuvat reunoiltaan kuivuneiksi arvioidut suojelusuokohteet (<https://metsakeskus.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=061c25078dcc410192c8bf86f6728942>).



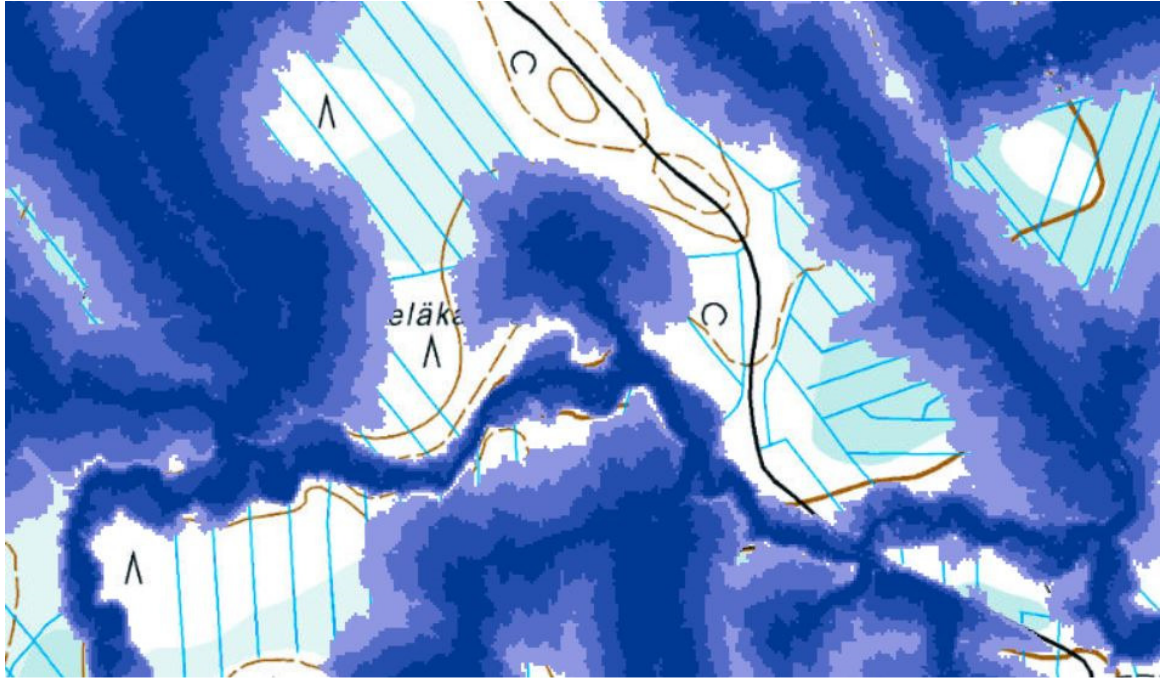
Kuva 22. Reuna-alueiltaan kuivuneeksi arvioitu Natura-suojelusuo (ruskea rasteri). Valuma-alue, jolta vedet luontaisesti tulevat kuivuneelle suojelusuolle (sininen rasteri).

Virtausverkkoa ja esimerkiksi yksittäisten pisteiden korkeusasemia tarkastelemalla ojasuunnittelija pystyy alustavasti suunnittelemaan reitit vesien johtamiseen suojelualueelle. Tarkastelussa hyvänä apuna on myös profiilityökalu, jonka avulla ojasuunnittelija pystyy arvioimaan vesien johtamisen parhaat reitit.

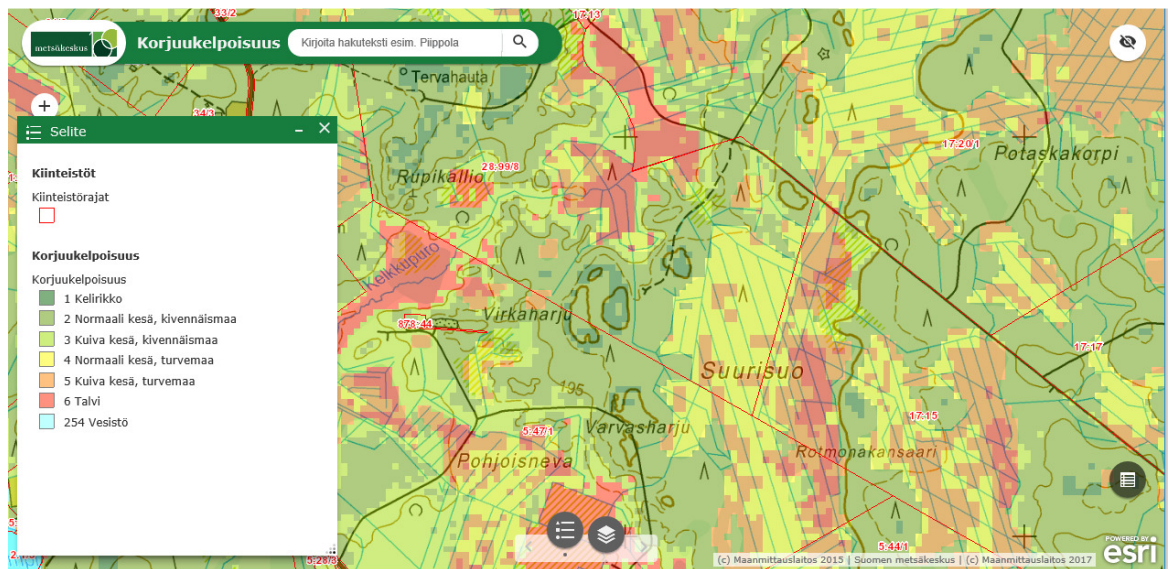
Vesien johtaminen suojelualueelle edellyttää tiivistä yhteistyötä ja yhteydenottoa Metsähallituksen Luontopalveluiden paikalliseen asiantuntijaan. Metsäkeskuksen karttapalvelusta (<https://www.metsakeskus.fi/vesiensuojelutyokalut>) löytyvät Metsähallituksen asianomaisten henkilöiden yhteystiedot kussakin tapauksessa.

3.1.7. PUUNKORJUUN SUUNNITTELU

Kunnostusojitushankkeen ennakkosuunnitteluun kannattaa liittää puunkorjuun suunnittelu ainakin siltä osin, että ojasuunnittelija voi karkealla tasolla sisätyönä arvioida parhaat puunkorjuureitit ojasuunnitelmaa laatiessaan. Kokonaisvaltaiseen suunnitteluun kuuluu muun muassa, että samalla voidaan suunnitella ajoreitit silmällä pitäen mahdollista tuhkalannoitteen maalevitystä.



Kuva 23. Kosteusindeksikartta



Kuva 24. Kunnostusojitusalueen korjuukelpoisuus (<https://metsakeskus.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=ede3c15b78da423bb15e3b62af5ce85f>).

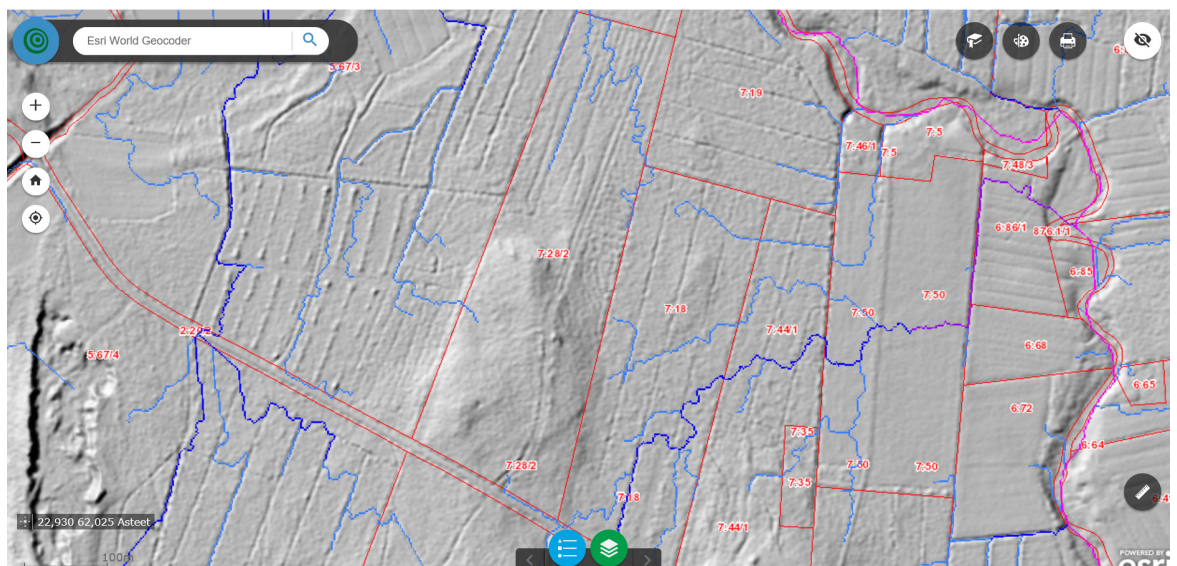
Kosteusindeksi ja korjuukelpoisuus -karttojen avulla kunnostusojituksen suunnittelija kykenee arvioimaan ennakkosuunnittelussa kunnostusojitussuunnitelman karkeata aikataulua, mihin vuodenaikaan ojalinja- ja harvennushakkuut voisivat ajoittua ja sitä myöten, miten ajoittaa kai-
vuutyöt.

3.1.8. KARTTAPALVELUTOIVEITA

Karttapalvelu, jossa näkyisivät kaikki valtakunnassa toteutetut vesiensuojeluun liittyvät luonnonhoitohankkeet toteutusvuosiin ja valuma-alueineen olisi hyvä apu kunnostusojitus-suunnittelijalle, jotta hän voisi ohjata esimerkiksi kunnostusojitushankkeen vedet mahdollisimman tehokkaasti alueelle, jossa jo löytyy jokin luonnonhoitohankkeena toteutettu vesien-suojelurakenne.

3.3 Maastosuunnittelu

3.3.1. VINOVALOVARJOSTUS

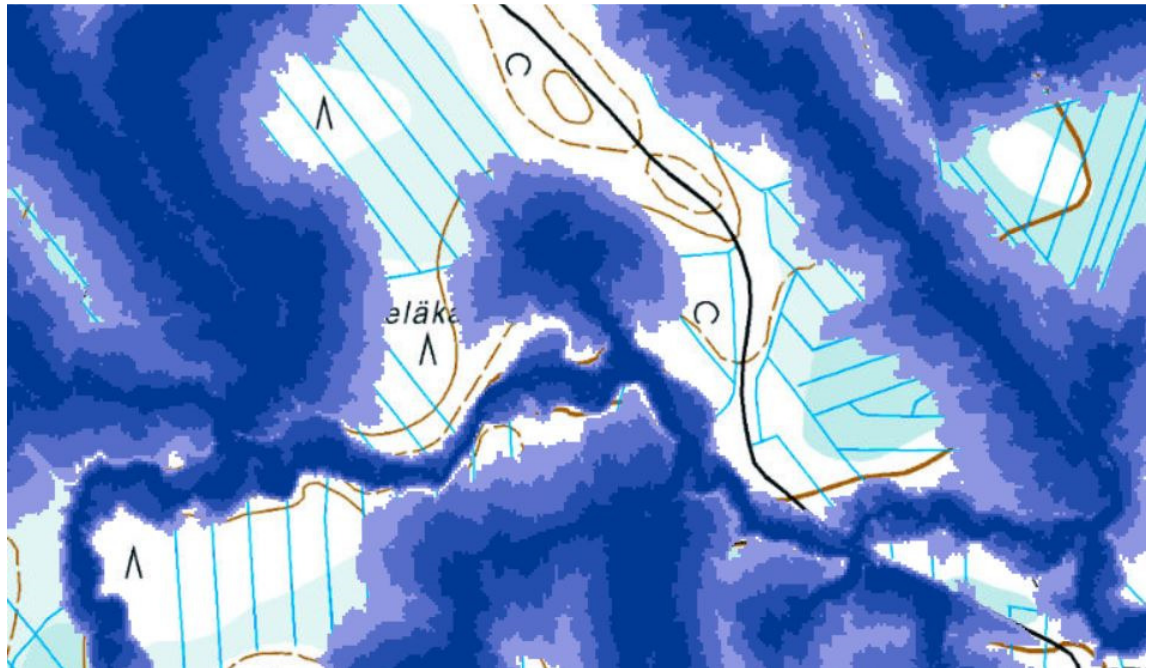


Kuva 25. Vinaloalorjostus

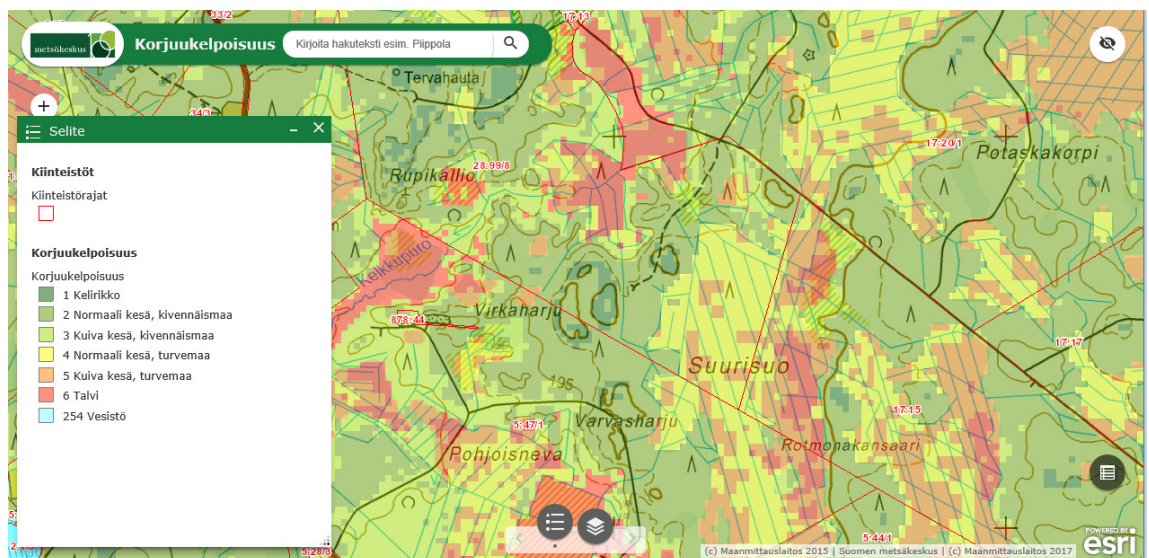
Maastosuunnittelun kuluessa tai ennen sitä kannattaa palauttaa mieleen vinaloalorjostuskuvan avulla ojen kunto. Yhdessä vinaloalorjostusteeman kanssa uudesta kitu-joutomaa-teemakartasta olisi tässä yhteydessä hyötyä. Tällöin voitaisiin jättää maastokäynnin ulkopuolelle maapohjan perusteella kunnostusojituskelvottomat alueet.

3.1.9. PUUNKORJUUN SUUNNITTELU

Kunnostusojitushankkeen maastosuunnittelun yhteydessä ojasuunnittelija voi karkealla tasolla arvioida parhaat puunkorjuureitit ojasuunnitelmaa laatiessaan. Kokonaisvaltaiseen suunnitteluun kuuluu muun muassa, että samalla voidaan suunnitella ajoreitit silmällä pitäen mahdollista tuhkalannoitteen maalevitystä.



Kuva 26. Kosteusindeksikartta

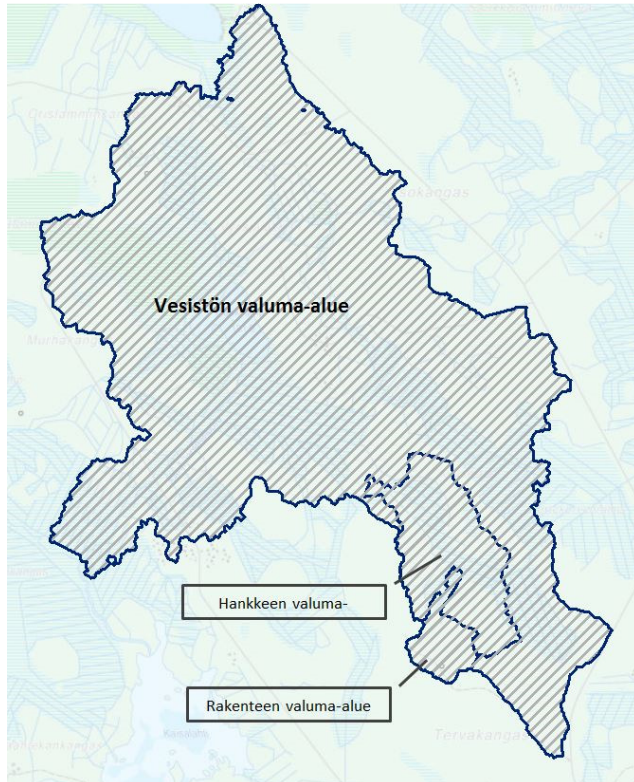


Kuva 27. Kunnostusojitusalueen korjuukelpoisuus.

Kosteusindeksi ja korjuukelpoisuus -karttojen avulla kunnostusojituksen suunnittelija kykenee tarkentamaan maastosuunnittelun yhteydessä kunnostusojitussuunnitelman aikataulua, mihin vuodenaikaan ojalinja- ja harvennushakkuut voisivat ajoittua ja sitä myöden, miten ajoittaa kivi- vuutyöt.

3.3.2. VALUMA-ALUETARKASTELU

1. Valuma-alueen määrittelyn eri tasot



Kuva 28. Ojasuunnittelun kannalta voidaan erottaa valuma-alueita useassa tasossa.

Valuma-aluehierarkiassa voidaan kunnostusojitushankkeen yhteydessä erottaa useita erilaisia valuma-alueitasoja.

Vesistön valuma-alue

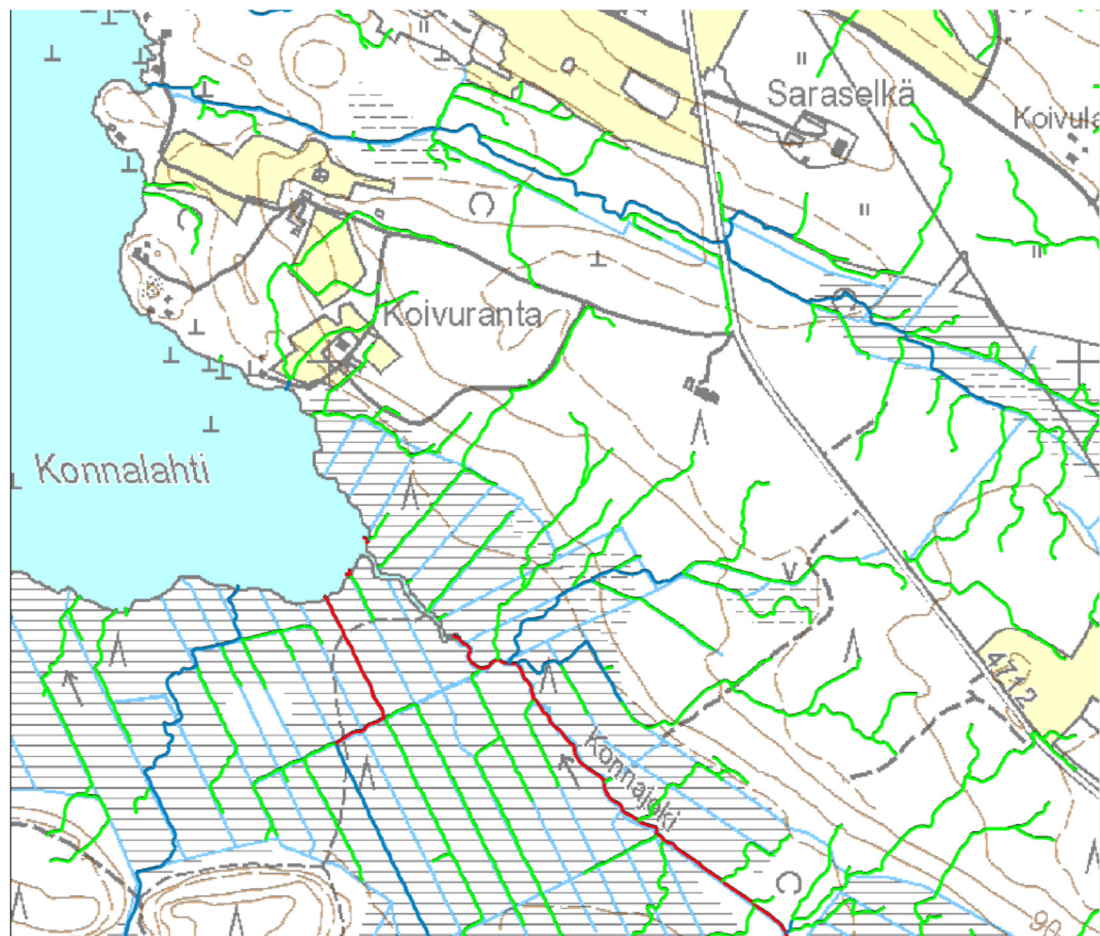
Vesistön valuma-alue on näistä laajin. Tarkasteltaessa vesistön valuma-aluetta, vesistöön voi yhtä aikaa laskea useamman hankkeen vedet ja samalla näiden hankkeiden toteutuksesta aiheutuvat kuormitukset.

Hankkeen valuma-alue

Hankkeen valuma-alue käsittää koko sen alueen, jolla tehdään hankkeeseen kuuluvia toimenpiteitä. Yksinkertaisimmillaan hankkeella on vain yksi valuma-alue, jonka purkupisteestä laskevat kaikki tämän alueen vedet. Hanke voi koostua myös useampaan suuntaan laskevista kokonaisuuksista, jolloin hankkeella voi olla useita lähekkäin olevia valuma-alueita. Kunnostusojitushankkeilla hyvin helposti on useita, moneen suuntaan laskevia valuma-alueita.

Vesiensuojelurakenteen valuma-alue

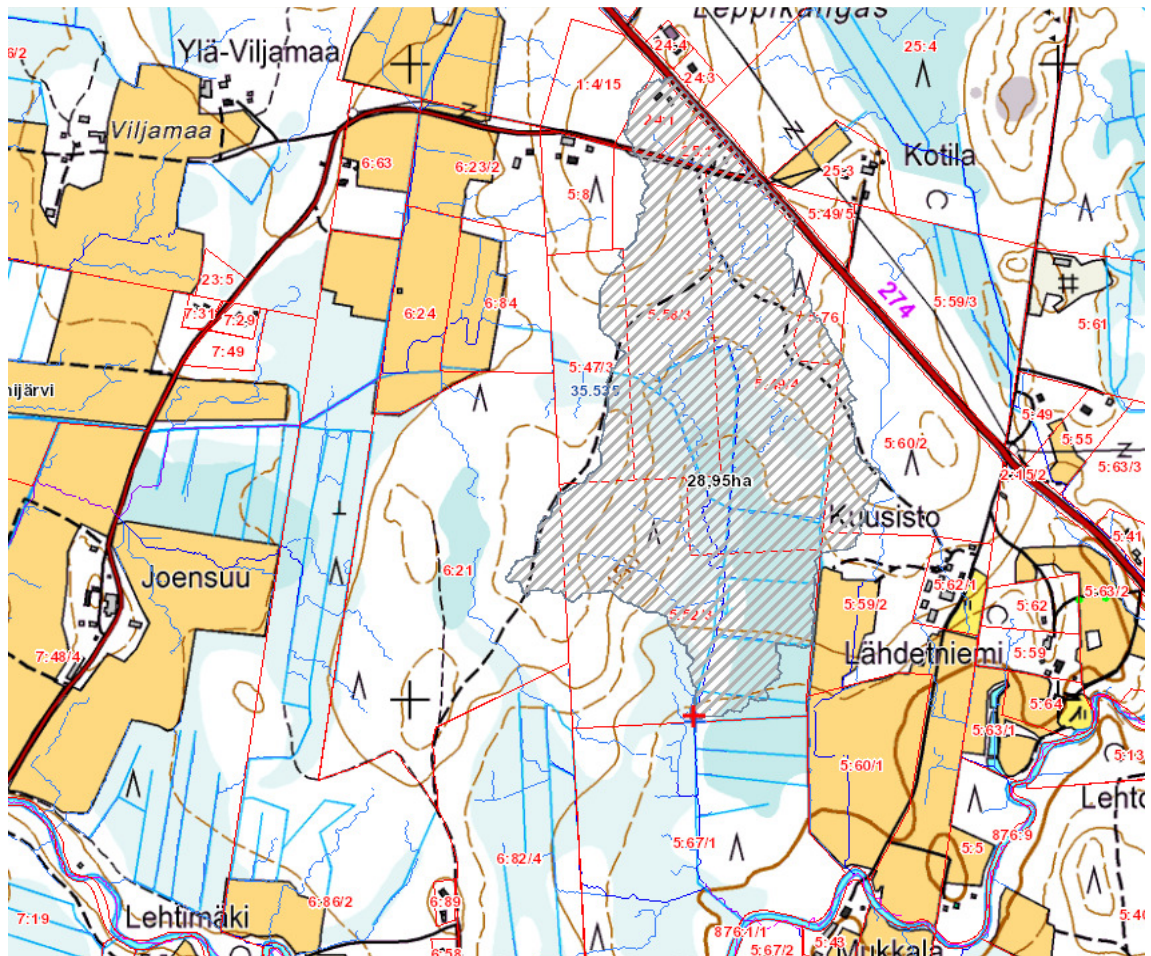
Vesiensuojelurakenteen valuma-alue on yksiselitteinen valuma-alue, joka kohdistuu vain kyseiseen vesiensuojelurakenteeseen. Kaikille vesiensuojelurakenteille voidaan määritellä sitä koskeva valuma-alue. Laserkeilausaineistosta tuotetulla korkeusmallilla määritellyt virtausverkko- ja valuma-alueeteemoitukset ovat keskeisiä ja erittäin hyödyllisiä apuvälineitä mitoitettaessa ja sijoitettaessa maastoon kunnostusojitushankkeella tarvittavia vesiensuojelurakenteita.



Kuva 29. Väritykset erottavat erilaisia valuma-alueita. Kuvan esimerkki on Otso Metsäpalvelut Oy:n järjestelmällä tuotettu erilaisia valuma-alueita kuvaava kartta.

Merkintöjen selitykset

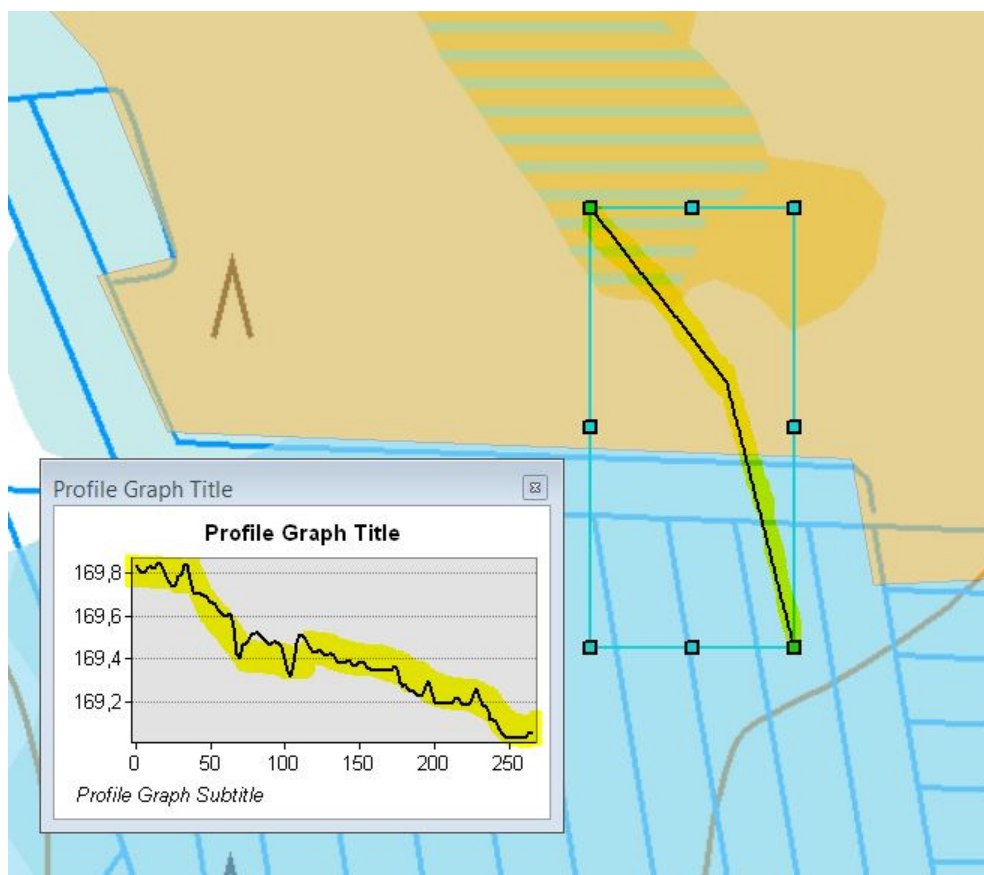
Valuma-alueen koko: Vihreä = < 5 ha; Sininen = 5-50 ha; Punainen = >50 ha



Kuva 30. Vesiensuojelurakenteen yläpuolinen valuma-alue.

Kuvan 29 mukaisella esitystavalla voidaan havainnollistaa sitä, minkälaisia vesiensuojelurakenteita maastosuunnittelussa voidaan kussakin tilanteessa harkita. Mihin esimerkiksi laskeutusallat tai putkipadot sopivat, missä taas riittävät pienemmät rakenteet.

Valuma-alueen pinta-alaa tarvitaan vesiensuojelurakenteiden mitoituksessa. Kuvan 30 tapauksessa on maastosuunnittelun yhteydessä haluttu sijoittaa laskeutusallas tilan R:n: 5:52/3 alueelle tilan rajalle. Metsäkeskuksen verkkosivuilla olevalla valuma-alueääritystyökalulla on helppo tuottaa valuma-alueen pinta-ala kyseisen rakenteen yläpuolella. Työkalu hyödyntää laserkeilausaineistoa valuma-alueen määrittämiseen. Suurimmat virheet tämän työkalun tuottamissa laskelmissa syntyvät teiden kohdalla. Kuten tässäkin kuvassa nähdään, työkalulla ei toisistaan pystytä erottamaan kuvan yläosassa olevan maantien rumpuja ja siksi valuma-alueet käytännössä rajautuvatkin yleensä teihin.



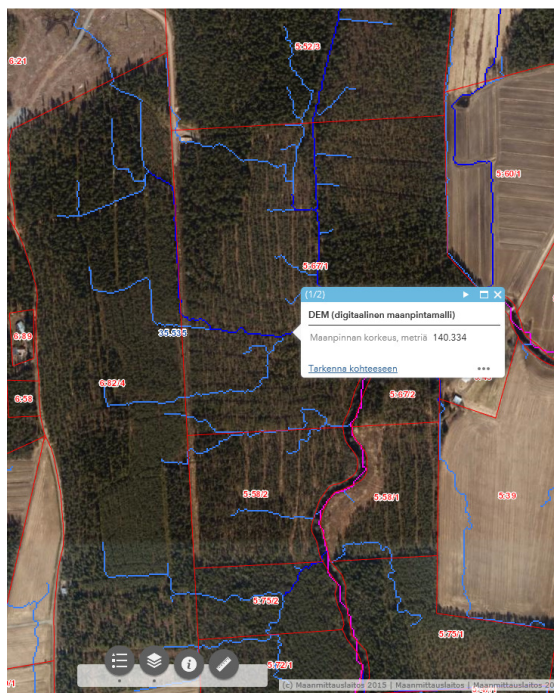
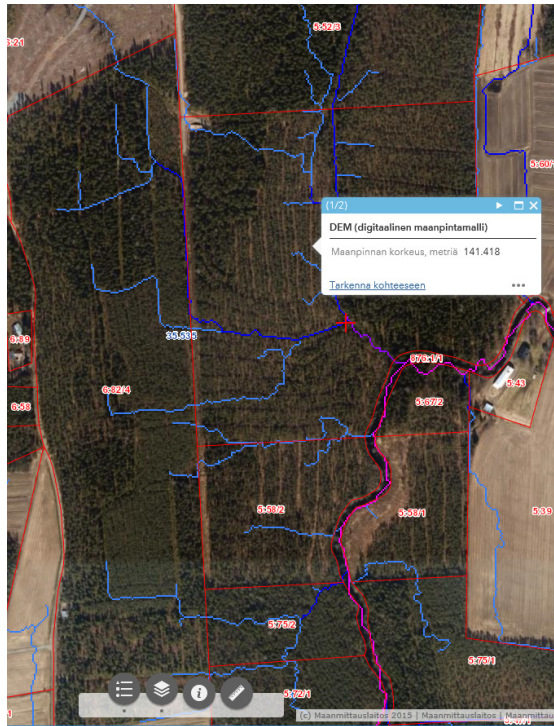
Kuva 31. Kuivatusojien veden johtaminen alapuolella olevalle ojituksen johdosta kuivuneelle suojelualueelle

Maanpinnan korkeustarkastelussa laserkeilausaineistolla on mahdollista korvata osittain maastossa tehtävä vaakitustyö (Kuva 31). Esimerkiksi pintavalutuskentiksi soveltuvien alueiden etsimiseen laserkeilausaineistosta tuotettu korkeusmalli soveltuu hyvin. Samoin vesien johtaminen kuivatusojaverkoston ulkopuolelle, esimerkiksi pintavalutuskenttänä käytettävälle aiemmin ojitamattomalle alueelle on laserkeilausaineistosta tuotetun profiilin avulla helpompaa. Profiilin tai korkeuspistetarkastelun avulla pystytään alustavasti arvioimaan esimerkiksi, kuinka pitkälle ojaa on kaivettava, jotta vettymishaitta kunnostusojitusalueella jää mahdollisimman vähäiseksi.

3.3.2. VIRTAUSREITIT JA PISTEEN KORKEUS

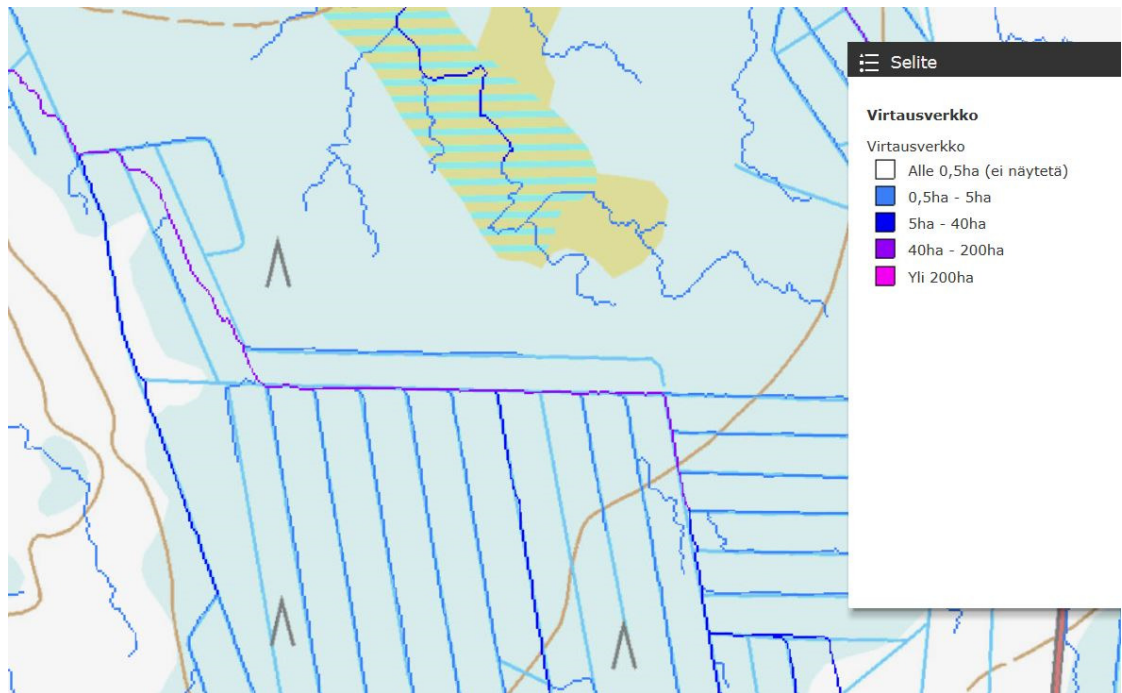
Laserkeilausaineistosta muodostetun korkeusmallin avulla aikaansaatu virtausverkko on oja-suunnittelijan tärkeä työkalu maastosuunnittelun yhteydessä. Virtausverkko osoittaa maanpintamallin perusteella lasketun maaston **keskimäärin** matalimman kohdan, mihin vesi hakeutuu. Virtausverkon väriteemoituksella voidaan eritellä, kuinka laajalta alueelta uomassa virtaava vesi kulloinkin tulee. Metsäkeskuksen aineistossa väriteemat ovat luokitellut seuraavasti:

Vaalean sininen	0,5-5 ha
Tumman sininen	5-40 ha
Violetti	40-200 ha
Vaalean punainen	yli 200 ha (Kuvat 32 ja 33)

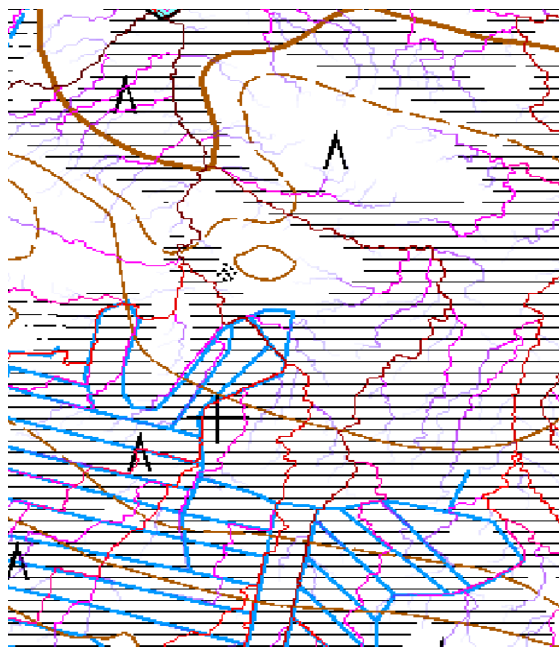


Kuva 32. Virtausreitit ja pisteen korkeustarkastelu

Vesien johtamisen suunnittelussa voidaan hyödyntää laserkeilausaineistosta tuotetun korkeusmallin mahdollistamaa melko tarkkaa korkeuspistetarkastelua kunnostusojitusalueen eri osissa. Tässäkin tarkastelussa pitää muistaa laserkeilausaineiston rajoitteena oleva epävarmuus. Kuva-parin 32 korkeuspisteiden ero osoittaa, että näiden kahden pisteen välillä oleva alue viettää etelän suuntaan ja olemassa olevat ojat voidaan siten perata alkuperäiseen suuntaan.

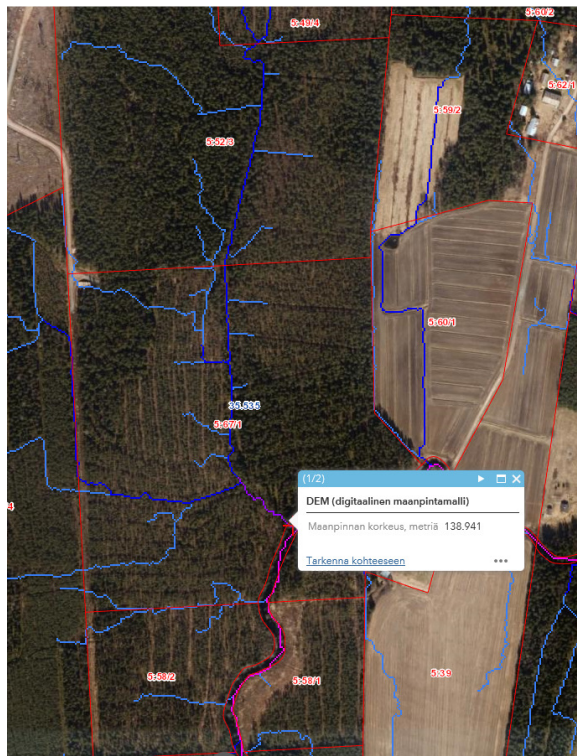
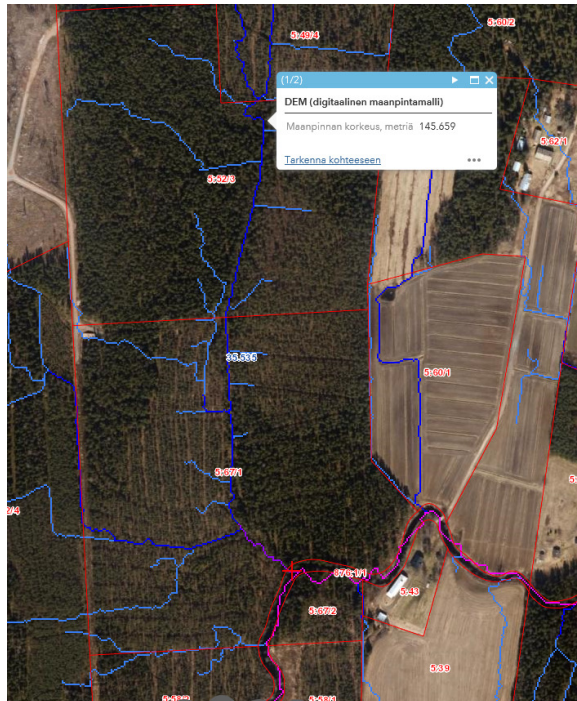


Kuva 33. Virtausreittien tarkastelu ojitusalueella

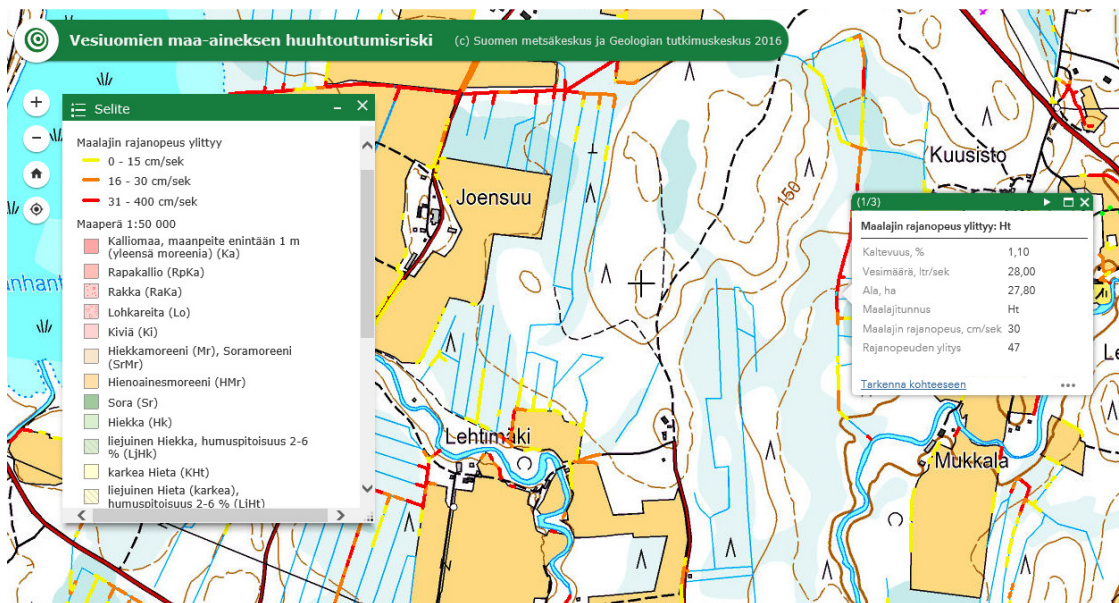


Kuva 34. Virtausreittien tarkastelu ojitetun ja luonnontilaisen alueen rajalla.

Virtausreittien tarkastelulla ojitusalueella (Kuvat 33 ja 34) voidaan päätellä vesien päävirtaus-suunnat ja siten arvioida tarvittavan ojan kokoa kulloisessakin tilanteessa. Tämä tarkastelu ohjaa myös osaltaan hyvään vesiensuojelurakenteiden sijoitteluun ja niiden oikeaan mitoittamiseen. Virtausreittien tarkastelu luonnontilaisen ja ojitetun alueen rajamailla antaa mahdollisuuden suunnitella johdeojat suojele- tai minkä tahansa luonnontilaisen alueen puolelle virtausreitit noudattaen (Kuva 34). Yhdistämällä tähän tarkasteluun joko yksittäisten korkeuspisteiden tai



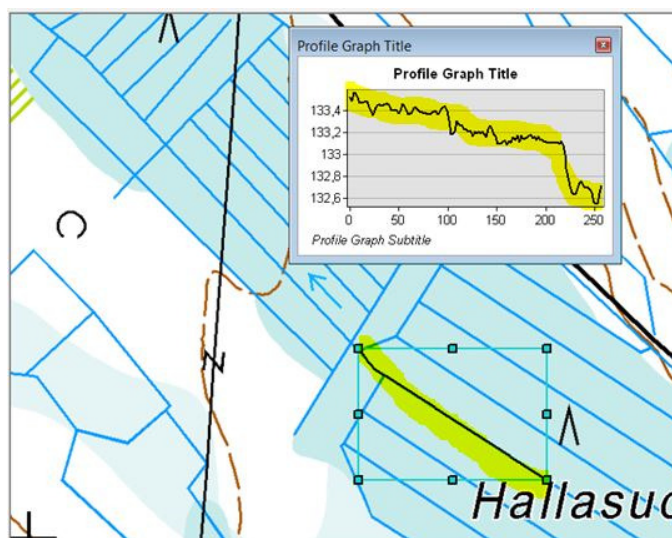
Kuva 37. Kuvapari korkeuspistetarkastelusta laskuojan varressa.



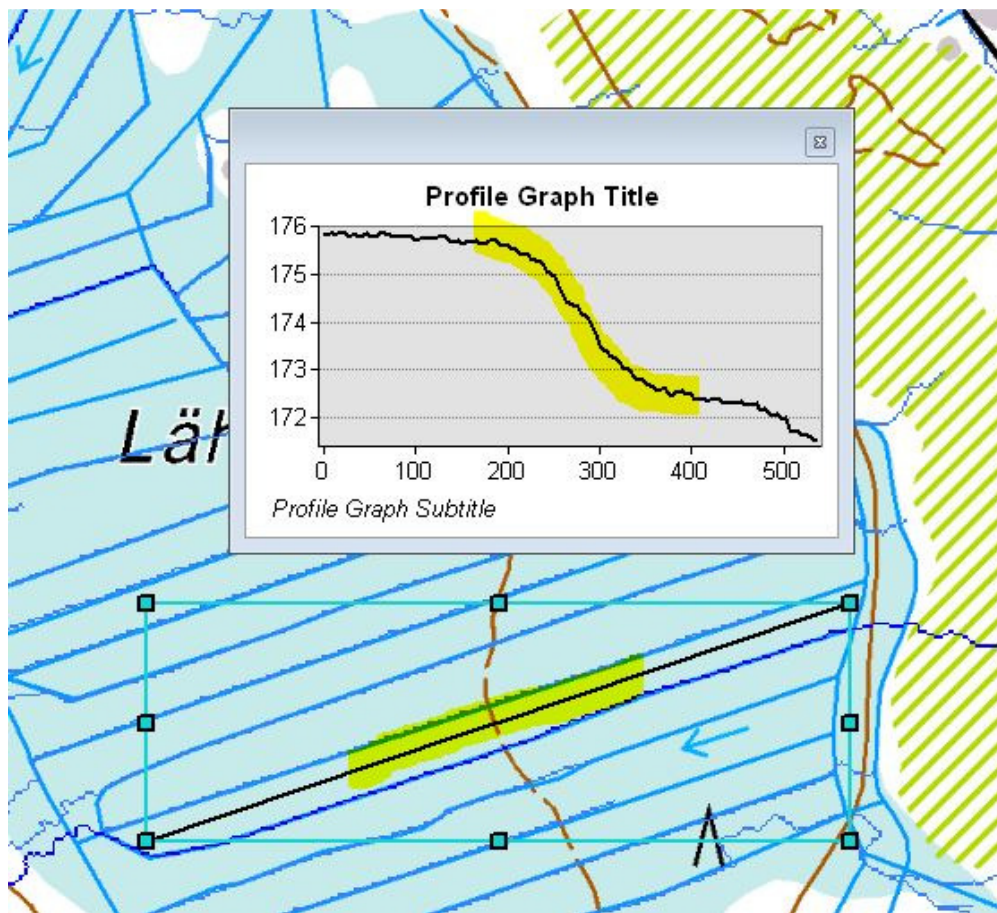
Kuva 38. Suomen metsäkeskuksen sivuilta löytyvällä RLGis-työkalulla tuotettu kuva veden virtausnopeudesta ja maalajin eroosioherkkyydestä kunnostusojitussuunnittelun yhteydessä.

Laskuojien perkaustarpeen arvioimisessa profiilityökalusta (Kuva 36), korkeuspisteiden tarkastelusta laskuojan eri osissa (Kuvapari 37) sekä yllä olevasta RLGis-työkalulla tuotetusta veden virtausnopeutta ja maalajien eroosioherkkyyttä kuvaavasta kartasta (Kuva 38) on apua kunnostusojituksen suunnittelussa. Profiilityökalulla tuotetuista kuvista voidaan helposti nähdä kokooja- ja laskuojissa vesiensuojelurakenteille sopivat kohdat. Samoin profiilista voidaan nähdä veden virtausnopeuden hidastuspaikat, missä on mahdollista jättää laskuoja kokonaan perkaamatta.

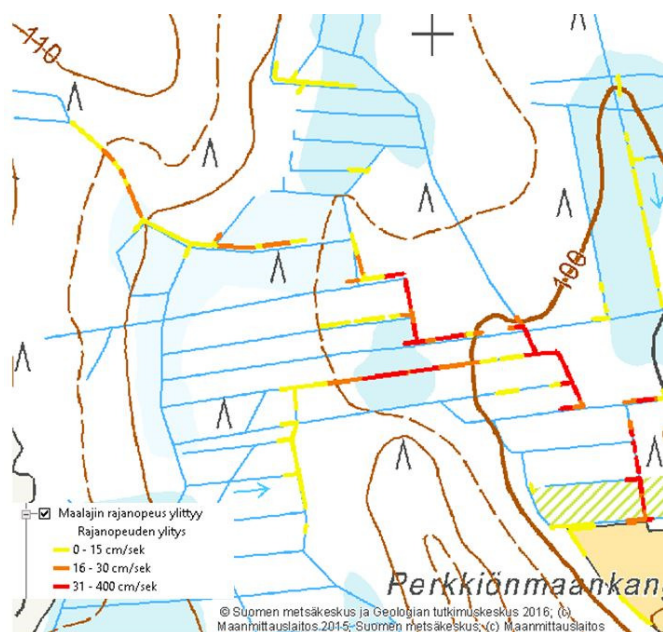
3.3.4. KUIVATUSOJAT



Kuva 39. Ojan suunta



Kuva 40. Ojan vietto



Kuva 41. Ojen laskusuhteiden tarkasteluun valuma-alueella; kaltevuusteema ja eroosioherkkyys.



Kuva 42. Virtausverkko ja kaltevuusteema

Kuten yllä olevasta kuvakoosteesta voidaan havaita, kuivatusojaverkoston suunnittelussa laserkeilausaineistoon perustuvista työkaluista on suurta hyötyä.

Tasaisilla alueilla profiilityökalulla voidaan tarkistaa alkuperäisen ojituksen oikea laskusuunta.

Esimerkiksi pitkien kaltevien kuivatusojien tilanteissa profiilityökalulla tuotetusta kuvasta voidaan karkealla tasolla nähdä ojan vietto. Profiili helpottaa myös ratkaisevasti suunnittelua, mihin kohtaan maastossa perkauskatko kannattaa sijoittaa. Perkauskatkon tarvetta arvioitaessa hyödynnetään myös RLgis-työkalulla tuotettua eroosioherkkyysskuvaa (Kuva 41). Lopullinen perkauskatkon sijainti määritellään ja tarkistetaan maastossa maastosuunnittelun yhteydessä.

Lähteet

<http://gtkdata.gtk.fi/Maankamara/index.html>

http://www.hamk.fi/tyoelamalle/hankkeet/ojat-kuntoon/materiaalit/Documents/Digitointi_raportti_VALMIS.pdf

<https://www.metsakeskus.fi/korjuukelpoisuuskartat>

<https://metsakeskus.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=6521f2f725d147c0b7a26c29ecec0f6f>

<https://metsakeskus.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=ede3c15b78da423bb15e3b62af5ce85f>

<https://metsakeskus.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=061c25078dcc410192c8bf86f6728942>

<https://www.metsakeskus.fi/vesiensuojelutyokalut>

<https://www.metsakeskus.fi/vesiensuojelukartat>

<https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/vesiensuojelukartat-toimintamallin-ohjeistus.pdf>

<http://www.paikkatietohakemisto.fi/geonetwork/srv/fin/catalog.search#/metadata/053a0a20-abfa-4bf9-ac74-270e845654d1>

http://www.syke.fi/fi-FI/Avoim_tieto/Avoimet_rajapinnat

<http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B86485366-2494-42E4-91F6-26D3E0F8620B%7D/116758>

Muotio, S. & Oljemark, K. 2017. Selvitys metsätalouden vedenpidätysmahdollisuuksista Kyrönjoella

Muotio, S. & Oljemark, K. 2017. Selvitys metsätalouden vedenpidätysmahdollisuuksista Lapuanjoella

Salmi, M., Räsänen, T. ja Hämäläinen, J. 2013. Kosteusindeksi puunkorjuun olosuhteiden ennakoinnissa. Kosteusindeksin laskennan kuvaus ja pilottitutkimuksen tulokset. Metsätehon raportti 229.