



METSÄTALOUS POHJAVESIALUEILLA

2016 – 2019

Loppuraportti 2019

Samuli Joensuu, Maija Kauppila, Laura Härkönen

Sisällys

1	Taustaa	3
2	Hankkeen tarkoitus ja tavoitteet	5
3	Vuoden 2016 toiminta	6
3.1	Pohjavesityöpaja	6
3.1.1	Käytännön kokemuksia kunnostusojituksista pohjavesialueilla	6
3.1.2	Tutkimustarpeet	8
3.1.3	Ratkaisumallit toiminnan kehittämiseen	8
3.2	Pientyöryhmän tuloksia	9
3.3	Yhteydet Freshabit LIFE IP-hankkeen kanssa	13
3.4	Kokkolan demonstraatioalue	13
3.5	Metsälannoitus pohjavesialueilla	14
3.5.1	Toimintaketju	14
3.5.2	Johtopäätökset	18
4	Vuoden 2017 toiminta	18
4.1	Pohjavesityöpaja	18
4.1.1	Muistio pohjavesityöpajan keskustelusta	19
4.2	Kokkolan Patamäen pohjavesialueen seuranta	24
4.2.1	Aluekuvaus	24
4	Vuoden 2018 toiminta	27
4.1	Yleistä	27
4.2	Vuoden 2018 seurannan tuloksia Patamäellä	27
4.3	Riskinarviointityökalun kehittäminen	28
4.4	Arviointia hankkeen 2018 toteutumisesta	29
5	Vuoden 2019 toiminta	30
5.1	Vuoden 2019 tavoitteet ja tulokset	30
5.2	Vuoden 2019 seurannan tuloksia Patamäellä	31
5.3	Työryhmäpalaverit	32
5.4	Arviointia hankkeen 2019 toteutumisesta	34
6	Kirjallisuutta	35
	Liite 1. Ehdotus metsäojitusilmoitukseen tehtävästä sisällön lisäyksestä koskien pohjavesialueita	38
	Liite 2. Kokkolan Patamäen pohjavesialueella sijaitsevan kunnostusojituksen seurantatuloksia vuosilta 2016-2019.	38

1 Taustaa

Suomessa on yli 6000 pohjavesialuetta, joilla on arvioitu muodostuvan pohjavettä noin 5,4 miljoonaa kuutiota vuorokaudessa. Tästä määrästä vajaan puolet muodostuu aiemman I-luokan alueilla. Aiemman luokituksen mukaan vedenhankintaa varten tärkeiksi (luokka I) on luokiteltu 2200 aluetta ja vedenhankintaan soveltuviksi (luokka II) noin 1600. Muita (luokka III) pohjavesialueita on 2300. Pohjavesi on laadultaan pääosin moitteetonta, sillä se on pintavettä paremmin suojassa likaantumiselta (Pohjavesityöryhmä, YM027:00/2011, 2012). Pohjavesien suojelemiseksi ympäristöhallinto on kartoittanut ja luokitellut pohjavesialueita jo 1970-luvulta lähtien.

Pohjavesialueiden luokittelu muuttui tämän vuosikymmenen puolivälissä. Muutosta on käsitelty Ympäristöministeriön asettaman Pohjavesityöryhmän (YM027:00/2011) loppuraportissa (2012). Helmikuun alussa 2015 tuli voimaan laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä annetun lain muuttamisesta (1263/2014). Laissa säädetään pohjavesialueiden rajauksesta ja luokittelusta sekä pohjavesialueen suojelusuunnitelmasta. Pohjavesialueiden määrittelyssä on luovuttu kolmiluokkaisesta jaosta ja siirrytty kahteen luokkaan:

1-luokka; Vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue, jonka vettä käytetään tai jota on tarkoitus käyttää yhdyskunnan vedenhankintaan taikka talousvetenä enemmän kuin keskimäärin 10 kuutiometriä vuorokaudessa tai yli viidenkymmenen ihmisen tarpeisiin

2-luokka; Muu vedenhankintakäyttöön soveltuva pohjavesialue, joka pohjaveden antoisuuden ja muiden ominaisuuksiensa perusteella soveltuu 1 kohdassa tarkoitettuun käyttöön.

Elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus luokittelee lisäksi E-luokkaan pohjavesialueet, joiden pohjavedestä pintavesi- tai maaekosysteemit ovat suoraan riippuvaisia.

Pohjavesialueilla harjoitetaan laajasti metsätaloutta. Toimintaa varten on laadittu vesiensuojelusuositukset (Joensuu ym. 2013) varmistamaan, miten metsätaloutta voidaan harjoittaa aiheuttamatta pohjavesien pilaantumista. Suositukset on laadittu käytännön kokemuksiin ja päättelyyn perustuen. Asiantuntijoiden mukaan metsätalous on turvallisimpia maankäyttömuotoja pohjavesialueilla. Tämä voidaan päätellä jo siitäkin, että pohjavedet ovat edelleen hyvässä tilassa, vaikka pohjavesialueilla on harjoitettu pitkään metsätaloutta. Metsätaloustoimenpiteiden vaikutuksista, erityisesti ojien kunnostamisen vaikutuksista varsinaisilla pohjavesialueilla on erittäin vähän tutkimus- tai seurantatietoa. Lupien myöntäminen metsätaloustoimenpiteille perustuu tästä syystä varovaisuusperiaatteen noudattamiseen. Jonkin verran tutkimustietoa löytyy hakkuiden vaikutuksista pohjavesiin (esim. Kubin 2013, Piirainen 2013), mutta seuranta on yleensä toteutettu normaali metsämaalla, jossa pohjamaa on moreenia. Luonnonvarakeskus on muutamilla hakkuu- ja energia-puukorjuun seuranta-alueilla tutkinut metsätaloustoimenpiteiden vaikutuksia maaveteen. Varsinaisilta pohjavesialueilta seuranta kuitenkin paria esimerkkiä (Rusanen 2002, Piirainen 2013) lukuun ottamatta on vähäistä.

Kunnostusojitus on merkittävin metsätaloustoimenpide, jolla katsotaan olevan vaikutusta pohjavesiin. Tästä syystä pohjavesialueiden rajaukset vaikuttavat erityisen paljon nimenomaan kunnostusojitus suunnittelijan työhön. Valtakunnan eri osissa käytännöt vaihtelevat, mutta pääsääntöisesti kunnostusojituksessa alueet rajataan varovaisuuden vuoksi siten, että ainakin 1 ja 2 luokan pohjavesialuerajauksen sisäpuolella vanhojen ojien kunnostaminen on melko harvinaista. Alueet on rajattu pohjavesirajauksen ulkopuolelle joko ojitussuunnittelijan toimesta tai viimeistään siinä vaiheessa, kun suunnitelmaan liittyvä ojitussuunnitelma on



toimitettu alueelliseen ELY-keskukseen. Kun rajauksia tarkistetaan ELY-keskuksissa uuden luokituksen mukaisiksi, on tärkeää, että kartta- ja paikkatiedot ovat oikein rajausten osalta. Samoin on tärkeää tietää, mitä rajauksen sisäpuolella saa tehdä ja mitä vaikutuksia rajauksilla on maanomistajien talouteen.

Tapion metsänhoidon suosituksiin liittyvässä metsätalouden vesiensuojelun työoppaassa (Joensuu ym. 2013) on lähdetty siitä, että metsänkasvun kannalta tarpeellinen kuivatus ja ojien perkaus on suosituksissa mainituin ehdoin myös pohjavesialueilla mahdollista. Alla on sitaateissa keväällä 2013 hyväksytyissä Metsätalouden vesiensuojelusuosituksissa olevia kohtia, jotka koskevat kunnostusojitusta pohjavesialueilla.

”Aiemmin ojitetuilla turvepintailla pohjavesialueen osilla voidaan usein perata oja aiheuttamatta pohjavesihaittoja, kun perkausta ei uloteta alkuperäistä kuivatussyvyyttä syvemmälle. Tällöin varmistetaan, että vanha kuivatus ei ole aiheuttanut pohjaveden purkautumista. Mikäli ojasyvyyden lisääminen kuitenkin olisi välttämätöntä vesien johtamisen takia, varmistetaan maaperäselvityksiin perustuvalla asiantuntija-arviolla, että pohjaveden purkautumista syvennettäviin ojiin ei voi tapahtua. Arviointiapua voi kysyä esimerkiksi alueelliselta ELY-keskukselta. Lisäksi olisi perusteltua selvittää mahdollinen paineellinen pohjaveden esiintyminen. Mikäli kunnostusojitukseen kuuluu pohjavesiluokkaan III kuuluvia alueita, on syytä selvittää pohjavesiluokituksen ajantasaisuus.”

Oulun yliopistossa on selvitetty laajasti Rokuanharjun vesitaloutta matkailun näkökulmasta (Rossi ym. 2010). Rokua on yksi suurimmista harjuista Suomessa. Ongelmana on ollut alueen kirkasvetisten järvien vedenpintojen ajoittainen lasku. Harjua ympäröivät suoalueet, joiden ojitamisen on epäilty vaikuttavan pohjavesiin ja järvien tilaan. Tutkimukseen liittyen alueella tehtiin laajoja hydrologisia mittauksia ja luotauksia sekä maatutkahavaintoja. Lisäksi selvitettiin ojissa virtaavien vesien alkuperää ja miten suuri osa vedestä oli pohjavesivirtaamaa. Tutkimuksessa varmistui, että pohjavettä purkautuu hiekkakerrokseen saakka kaiveissa ojissa kahdella mekanismilla. Jos turvekerros on puhkaistu, vesi suotautuu hiekan läpi. Paksun turvekerroksen alueille tehdyissä ojissa pohjavesi puolestaan voi purkautua eristävän turpeen läpi kovertuneiden aukkojen kautta. Havaintojen perusteella pohjavettä purkautui kovertuneiden aukkojen kautta merkittävä määrä pintavaluntaan nähden. Suurimpien purkuaukkojen kohdalla hiekkakerroksen paineellinen pohjavesi oli selvästi vapaata ojavedenpintaa korkeammassa painekorkeudessa. Näitä purkumekanismeja ei aiemmin ole selkeästi tunnettu.

Pohjavesi vaikuttaa harjualueella pintaveden laatuun ja korkeuteen (Ala-Aho 2014). Lisäksi havaittiin, että metsähakkuut harjun päällä pohjaveden muodostumisalueella voivat lisätä pohjaveden määrää merkittävästi. Pinta- ja pohjaveden välinen vuorovaikutus Rokualla oli Ala-Ahon mukaan (2014) paikoin voimakasta, minkä arvioitiin osaltaan vaikuttavan harjualueen järvien vedenpintojen korkeusvaihteluihin. Järvien pintanankorkeuksien muutoksia eniten määrittäväksi tekijäksi todettiin silti luontaisesti vaihteleva sademäärä. Järviin tuleva pohjavesi oli Rokualla ravinnepitoista, mikä veden määrän lisäksi selittää alueen järvien erilaista rehevöitymistä. Rokuan tutkimusten perusteella tutkijat tekivät seuraavia johtopäätöksiä (Rossi 2010):

- Metsätalous vaikuttaa pohjavesialueella pohjaveden muodostumiseen; suuret puut kuluttavat paljon vettä
- Metsätaloustoimenpiteet (hakkuut) harjualueen päällä (ei reunoilla) ylläpitävät korkeampaa pohjaveden muodostusmäärää
- Metsäojitukset pohjavesialueiden läheisyydessä voivat olla voimakkaasti kytköksissä pohjavesiesiintymään ja osaltaan alentaa pohjavedenpintoja
- Turvemaiden ojitusten vaikutuksia pohjavesiin voi olla vaikea ja kallis korjata. Järkevämpää on tarkka harkinta ojituksille ja ojien kunnostusten todelliselle tarpeellisuudelle.

- Lupamenettely ojituksista pv-alueella ja läheisyydessä on hyvä käytäntö
- Rokuan tapauksessa ilmasto ja maankäyttö kumpikin vaikuttivat pohjaveden pintoihin ja pohjaveen kytkeytyneisiin järviin

Rokuanharju on kuitenkin yksittäinen alue, jossa on omat erityispiirteensä. Se edustaa kokonsa puolesta isoa harjukokonaisuutta. Tällaisilla alueilla ilmaston säätelevä merkitys pohjaveden pinnanvaihteluihin on huomattavasti merkittävämpi kuin yksittäisen metsäojituksen. Pienillä pohjavesialueilla metsäojituksen rooli voi olla merkittävämpi (Pertti Ala-Aho suul. 20.11.2018). Edellä mainittuja päätelmiä ei voida tästä syystä yleistää kovin laajasti ilman että vastaavia tutkimuksia tehdään muuallakin.

Kuten edellä on mainittu, Elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus luokittelee E-luokkaan pohjavesialueet, joiden pohjavedestä pintavesi- tai maaekosysteemit ovat suoraan riippuvaisia. Elina Isokankaan väitöskirjassa (2018) tähän asiaan on paneuduttu. Työn tavoitteena oli kehittää uusia menetelmiä pohjavesistä riippuvaisen ekosysteemien luokitteluun ja hallintaan. Luonnollisia merkkiainemenetelmiä soveltaen saatiin uutta tietoa pohjavesi-pintavesi vuorovaikutuksesta ja kehitettiin uusia menetelmiä pohjavesistä riippuvaisen ekosysteemien (GDE) luokitteluun järville, soille, puroille ja lähteille.

Veden stabiilit isotoopit osoittautuivat tehokkaaksi työkaluksi järvien pohjavesiriippuvuuden määrittämisessä. Samalla menetelmällä pystyttiin myös määrittämään suon pinnan pohjavesiriippuvuus. Tutkimus osoitti myös, että suon pohjavesiriippuvuus voi vaihdella merkittävästi ja pohjavedestä riippuvia alueita löytyy myös nykyisten pohjavesirajojen ulkopuolelta. Lisäksi soilla havaittiin selkeitä pohjavedenpurkupaikkoja lämpökamerakuvauksen avulla.

Puroille kehitettiin uusi menetelmä, jolla niiden pohjavesiriippuvuutta voidaan arvioida perustuen pohjaveden määrään puroissa, puroveden lämpötilaominaisuuksiin ja puroveden laatuun. Menetelmällä havaittiin pohjavesiriippuvuuden vaihtelevan purojen eri osissa.

Kupiainen (2010) selvitti Rokuan tutkimusten yhteydessä pohjaveden purkautumista metsäojiin harjualueella sekä siitä aiheutuvaa antoisuuden pientymistä. Tutkimuksessa kehitettiin ojiin tehtävien patojen rakentamismenetelmiä antoisuuden pientymisestä aiheutuvan haitan vähentämiseksi. Rakentamalla pohja- tai muita metsätaloudessa totuttuja patorakenteita pohjavesien purkautumisalueilla ojiin sopiviin paikkoihin purkautumispaikkojen alapuolelle ja mitoittamalla patojen korko oikein, voidaan saada pohjaveden purkautumispainetta tasaantumaan oleellisesti.

2 Hankkeen tarkoitus ja tavoitteet

Hankkeen tarkoituksena on ollut keskustella kunnostusojituksen tekemisen mahdollisuuksista pohjavesialueilla. Hankkeella luodun yhteistyöverkoston tavoitteena on ollut parantaa metsätaloustoimijoiden ja talousvesistä vastaavien toimijoiden sekä viranomaisten välistä kanssakäymistä, vuoropuhelua ja yhteistyötä.

Hankkeella on tehty yhteistyötä Suomen ympäristökeskuksen ja Luken kanssa. Samoin yhteistyötä on tiivistetty Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen ja Oulun yliopiston pohjavesiasiantuntijoiden kanssa. Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus on toiminut pilottialueena, jossa on tiivistetty yhteistyötä metsätoimijoiden ja (pohjavesiviranomaisten) ELY-keskuksen välillä. Pilotoinnin kannalta nimenomaan Etelä-Pohjanmaan alue on merkityksellinen, koska siellä on erityisen paljon vanhaa, kunnostusojitusta odottavaa metsäojitusaluetta pohjavesialuerajausten sisäpuolella.

Tavoitteena on ollut kehittää toimintamallia (pohjavesiviranomaisten) ELY-keskuksen ja metsätaloustoimijoiden yhteistyön tiivistämiseksi erityisesti kunnostusojituksiin liittyvissä asioissa. Hankkeella on toteutettu pilottialue, jossa seurataan käytännössä kunnostusojituksen vaikutuksia pohjaveteen sellaisella alueella, jota käytetään talousveden ottamiseen. Tähän saakka tieto esimerkiksi kunnostusojituksen vaikutuksista pohjaveden määrään ja laatuun on ollut puutteellista. Tästä syystä toiminta perustuukin varovaisuusperiaatteeseen. Vastaavien seurantakohteiden määrää pitäisi jatkossa kasvattaa, jotta voisimme päivittää pohjavesien osalta metsätalouden vesiensuojelusuositukset.

3 Vuoden 2016 toiminta

3.1 Pohjavesityöpaja

Tapiossa järjestettiin hankkeen puitteissa työpaja 7.6.2016. Työpajassa haluttiin kuulla toimijoiden ja viranomaisten kokemuksia metsätaloustoimista pohjavesialueilla. Tavoitteena oli koota yhteen tarpeita hyvistä käytännöistä. Työpajassa pohdittiin myös tutkimustarpeita suositusten jatkokehittämistä varten. Samoin yritettiin löytää ratkaisumalleja joustavalle toiminnalle pohjavesialueilla. Työpajan aineisto on koottuna Tapiion sivuille ja materiaali löytyy osoitteesta:

<https://tapio.fi/konsultointi/kaynnissa-olevat-hankkeet/metsatalous-pohjavesialueilla/>

Kohdassa 4.1.1 *Muistio Pohjavesityöpajan keskusteluista* on kuvattuna työpajan anti ja johtopäätökset.

3.1.1 KÄYTÄNNÖN KOKEMUKSIA KUNNOSTUSOJITUKSISTA POHJAVESIALUEILLA

Keskusteltiin ongelman mittakaavasta eli pohjavesialueille sijoittuvan kunnostusojitettavan alueen määrästä valtakunnallisesti. Todettiin, että nykyinen, usein yleiseen varovaisuusperiaatteeseen perustuva käytäntö kunnostusojituksen suunnittelun rajaamisesta pohjavesialueen ulkopuolelle voi aiheuttaa merkittäviä tulonmenetyksiä yksittäiselle maanomistajalle, vaikka kansantaloudellisesti tarkasteltuna ongelma ei olisi-kaan suuri. Pohjavesialueiden pinta-ala on n. 4 % Suomen pinta-alasta ja tästä ojitusta kaipaavien alueiden osuus on melko pieni. Tästä syystä ongelmaan ei ole osattu kiinnittää huomiota.

Paikallisesti pohjavesialuerajaus voi olla merkittäväkin sellaisilla alueilla, joissa pohjavesialuerajaukset ovat laakeiden harjumuodostumien tai ns. piiloharjujen alueilla. Tällaisia alueita on muun muassa Pohjanmaalla. Esimerkkinä ovat Kauhajoen Hyypän alueella olevat pohjavesialuerajaukset. Pohjavesialuerajaukset käsittävät runsaat 12 000 hehtaaria, josta noin 5 000 hehtaaria on metsäojitettua. Käytännössä näillä alueilla usein koko tilan metsäpinta-ala ojitusalueineen on pohjavesialuerajauksen sisäpuolella.



Kuva 1 Kauhajoen Hyypän alueella sijaitsevat pohjavesialueet. Alue sisältää 12 erillistä pohjavesialuetta. Tummansinisellä rasterilla merkityt alueet ovat metsäojitusalueita. Alueen kokonaispinta-ala on noin 12 000 hehtaaria ja metsäojitettu pinta-ala.

Keskusteltiin ojitussuunnitelmien ja ojitustulosten käsittelystä ELY-keskuksissa. Vuonna 2015 tehdyn kyselyn mukaan ELY-keskukset korostivat, että suunnitelmista tulisi ilmetä perustelut annetuille tiedoille, esimerkiksi miten on päädytty johtopäätökseen, ettei hankkeella ole vaikutuksia alueen pohjavesiolosuhteisiin. Kaikki ojasuunnittelijan keräämät maastohavainnot suunnittelualueelta ovat tärkeitä taustatietoja arvioinnin perustaksi ja ne kannattaa tuoda esiin ojitustuloksissa. Alueelta voitaisiin kuvata mm. onko aikaisemmin ollut purkaumaa ojitusta tehtäessä, havaitaanko ojassa ruosteista massaa tms. Pohjavesiviranomaiset tarvitsevat tiedon kyseisen hankealueen pohjaveden pinnankorkeudesta ennen kuin voivat ottaa kantaa suunnitelman toteuttamiseen. Turvemaan paksuus ja maalajitieto ovat myös oleellisia. Vaikka maakunnittain paras pohjavesitieto löytyy alueellisista ELY-keskuksista, vaihtelee tarkempi tietämys pohjavesialueiden hydrogeologiasta kuitenkin pohjavesialueittain suuresti. ELY-keskuksillakaan ei ole saatavilla kaikilta pohjavesialueilta esim. kattavaa pinnankorkeustietoa.

Toimijoiden taholta todettiin, että ojasuunnittelija voi saada käyttöönsä alueen aiemman ojituksen yhteydessä kootut tiedot ja tehdä maastossa havaintoja pintamaan ominaisuuksista ja nykyisistä turvepaksuuksista. Yleensä on kuitenkin mahdotonta saada havaintoja pohjaveden pinnasta tai tehdä muita tarkentavia selvityksiä hankkeen kustannusrakenne ja ojasuunnittelijan pohjavesitietämys huomioiden. ELY-keskuksesta tuotiin esiin, että usein pohjaveden pinnankorkeuden selvittämiseen on mahdollista käyttää esimerkiksi väliaikaisia, edullisia ns. sähkömiehen putkia, joiden asentaminen maastoon kuvattiin helpoksi. Tähän tarvitaan kuitenkin demonstraatiota ja koulutusta.

Toimijat toivoivat viranomaisilta yhtenäisiä käytäntöjä mm. tarvittavien suojavyöhykkeiden soveltamiseen. Osassa kuntia on pohjaveden suojelusuunnitelmien yhteydessä todettu tarvittavan laajempia suojavyöhykkeitä kuin pohjavesialueen raja. Tämä on aiheuttanut toimijoissa hämmennystä. Toimijoiden taholta myös

nostettiin esiin ristiriitaiset kokemukset esimerkiksi maanmuokkauksena tehtävän ojitusmätästyksen ja kunnostusojituksen sallittavuudesta ja vaikuttavuudesta pohjavesialueella.

Todettiin yleisesti, että ojitussuunnittelijoiden ja viranomaisten välisen vuoropuhelun lisääminen jo hankkeen alkuvaiheen suunnittelussa on tärkeää. Näin voidaan huomioida esimerkiksi riski paineellisen pohjaveden sekä mahdollisten orsivesien esiintymisestä. Yleistä aluekohtaista tietoa pohjavesialueen erityispiirteistä on saatavilla myös Avoin tieto -palvelusta (www.syke.fi/avointieto).

3.1.2 TUTKIMUSTARPEET

Esimerkiksi hakkuiden ja maanmuokkausten aikaansaamat ravinnelisykset pohjaveteen on tutkimuksiin jo osoitettu verrattain pieniksi ja lyhytkestoisiksi. Tutkimustarpeita kuitenkin tunnistettiin esimerkiksi kunnostusojituksen mahdollisesti aikaansaamiin muutoksiin pohjavesimuodostuman vedenlaadussa mm. mahdollinen pintavesien imeytyminen huomioiden. Tietoa tarvitaan erityisesti humuksen ja fosforin osalta. Keskusteltiin mahdollisuudesta laajentaa ojituksia huolellisella suunnittelulla 2. luokan alueille erityistä tarveharkintaa käyttäen. Käytäntö edellyttäisi tutkimusta ja suositusten päivittämistä. Lisäksi on huomioitava, että lainsäädäntö rinnastaa vedenhankintaa varten tärkeät (1) ja vedenhankintakäyttöön soveltuvat (2) pohjavesialueet. Tutkimus- ja seurantatiedolle on tarvetta, mutta tilanne on haastava mm. valtion seurantamäärärahojen supistuksista johtuen. Toimijoille tarvitaan myös muun muassa laserkeilausaineistoihin perustuvia riskinarviointityökaluja.

Tärkeää olisi miettiä myös, missä metsänkasvun vaiheissa ja montako kertaa ojitusta tarvitaan. Tavoitteena tulisi olla, että tehtävät toimet ovat realistisia ja sellaisia, että ne voidaan toteuttaa yksinkertaisesti ja ammattimaisesti. Vaarana on, että maanomistajat toteuttavat työt ilman ammattimaista suunnittelua yksinään, jolloin eri tekijät voivat jäädä kokonaan huomioimatta. Ohjeistusta ja tietoa hyvistä käytännöistä pitäisi saada nopeasti.

Todettiin, että sopivien pohjavesialueilla sijaitsevien kunnostusojituksen seuranta- ja tutkimusalueiden löytäminen on haastavaa, lisäksi alueita tarvittaisiin useista erilaisista pohjavesimuodostumatyypeistä. Ojituksen vaikutukset voivat eri puolella Suomea ja erilaisilla muodostumatyypeillä vaihdella hyvin paljon, siksi yksittäisillä tutkimuksilla on hankala päästä yksityiskohtaiseen yleisesti sovellettavissa olevaan ohjeistukseen.

Tuotiin esiin, että on hyvä tarkistaa Freshabit-hankkeen (käynnistetty mm. Puruvedellä) yhteneväisyydet keskusteltujen tutkimustarpeiden kanssa. Myös rajapinnat maatalouden ohjeistuksiin on syytä tarkistaa.

3.1.3 RATKAISUMALLIT TOIMINNAN KEHITTÄMISEEN

Keskusteltiin mahdollisuudesta arvioida tai ”mallintaa” kevyesti pohjavedenpintaa olemassa olevaa tietoa (metsävaratieto, maaperäkartta, korkeusmallit, laserkeilaus, lähteet ym) ja paikkatietoa hyödyntäen. Tapauskohtaisesti tarkasteluun voisi olla mahdollisuuksia.

Todettiin yleisesti tarve yhteistyön ja tiedonjaon lisäämiseen. Pohjavesiosaamisen ja yhteisesti tunnistettujen hyvien käytäntöjen jalkauttaminen suunnittelijoille ja toimijoille on yhä tärkeämpää mm. niukat viranomaisresurssit ja aluehallintouudistuksenkin tuomat muutokset ympäristöviranomaisissa huomioiden. Toivottiin yhteisiä seminaareja ja koulutuksia sekä pohjavesiteemaa metsätalouden vesiensuojelupäiville. Vesiensuojelupäivät voisi järjestää YM:n ja MMM:n rahoituksella sekä pienellä osallistumismaksulla.

Keskusteltiin myös mahdollisuudesta koostaa esimerkiksi yhteisiä koulutusaineistoja ja esitteitä olemassa olevien aineistojen pohjalta (SYKE, Luke, Tapio Oy).

Keskusteltiin uudesta pohjavesialueluokituksesta, jonka myötä käyttöön tulee uusi E-luokka. Luokkaan kuuluvat pohjavesialueet, joiden pohjavedestä pintavesi- tai maaekosysteemit ovat suoraan riippuvaisia. Todettiin, ettei uusi E-luokka tuo käytännössä uusia rajoitteita metsätaloustoimenpiteiden toteuttamiseen pohjavesialueella. Toimenpiteiden suuruus voi toki vaikuttaa tilanteeseen. E-luokan alueiden suojeluperusteet tulevat muusta lainsäädännöstä, mm. luonnonsuojelulaista. Pohjavesiriippuvuuden kautta vaikutusten käsittely menee pitkälti vesilain mukaisen lupaharkinnan pohjalta.

Tässä yhteydessä on muistettava myös tulvariskien hallintasuunnitelmat, koska erityisesti tasaisilla alueilla kuivatuksella (ja siitä luopumisella) voi olla vaikutusta laajemmalle alueelle.

Muistion laatijat:

Hanna Hentilä	Syke
Ritva Britschgi	Syke
Tommi Tenhola	Tapio Oy
Samuli Joensuu	Tapio Oy

3.2 Pientyöryhmän tuloksia

Keväällä alkanutta vuoropuhelua ja yhteistyön tiivistämisen kehittämistä jatkettiin syksyllä kutsumalla koolle ns. pientyöpaja 15.9.2016. Työpaja toteutettiin skype-palaverina.

Pientyöryhmä oli skype-palaverissa koolla 15.9.2016. Kutsuttuina olivat:

Ritva Britschgi	Syke
Samuli Joensuu	Tapio Oy
Maiju Ikonen	Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus
Sari Yli-Mannila	Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus
Antti Hakola	Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus
Hanna Hentilä	Syke
Lauri Laaksonen	Kanta-Hämeen metsänhoitoyhdistys
Sirpa Piirainen	Luke
Seppo Kettunen	Otso Metsäpalvelut Oy
Jussi Ojanperä	Otso Metsäpalvelut Oy

Kutsutuista Lauri Laaksonen ja Sirpa Piirainen olivat estyneitä. Esillä oli lista toimenpiteistä, joilla voitaisiin parantaa tiedonkulkua toimijan ja viranomaisen välillä, kun on kyse ojen perkaamisesta pohjavesialueilla. Palaverissa käytiin läpi eri vaihtoehtoja, millä eri toimenpiteillä konkreettisimmin yhteistyötä ja tiedonkulkua voitaisiin edistää. Työn tuloksena kiteytyi ojitustilanteen sisältöön tehtävä pohjavesialueita koskeva tarkentava kuvaus, jonka avulla ELY-keskuksen pohjavesiasiantuntija pystyisi saamaan tarkemman kuvan vallitsevista olosuhteista yksittäisellä kunnostusojitusuunnitelma-alueella.

Ojitusilmoitukseen ehdotetaan lisättäväksi seuraavat pohjavesialueita koskevat kohdat, joihin ojitusuunnittelija pyrkii löytämään vastaukset:

- Onko aikaisemman ojituksen yhteydessä ollut pohjaveden purkaumaa?
- Havaitaanko ojassa tällä hetkellä pohjavesipurkautumaa tai esim. ruosteista massaa?
- Havainnot hankealueen pohjavedenpinnan korkeudesta (esim. lähikaivoista? kevyet havainnointimenetelmät?)
- Turvemaan paksuus?
- Suunniteltu ojasyvyys?
- Kivennäismaalaji?
- Onko pohjaveden seurantatietoa olemassa?
- Onko alueella lähteitä?
- Havainnollistavat valokuvat ojitusilmoituksen liitteenä
- Pohjavesialueen nimi ja numero

Liitteessä 1 on kuvattu lisäysehdotukset metsäojitusilmoitukseen.

Linkki: https://tapio.fi/wp-content/uploads/2019/12/LIITE_1_Pohjavesi_ojitusilmoitus.pdf

Yllä olevat tiedot ovat ojasuunnittelijan eri tietolähteitä käyttäen helppo selvittää alueellaan. Tietoja vedenpinnan korkeuksista voi saada muun muassa alueella olevien talojen kaivoista. Palaverissa esille tulleet kevytrakenteisia, sähköjohdon suoja-putkista tehtyjä väliaikaisia pohjavesi-putkia voi myös käyttää apuna. Asentaminen tosin edellyttää asiantuntijan antamaa koulutusta. Toukokuu on yleensä paras aika mitata pohjavedenpinnan korkeuksia, kun pohjavedenpinnat ovat korkealla. **Pohjaveden havainnointiin yksityisistä kaivoista pitää aina olla maanomistajan lupa ja käytettävien välineiden tulee olla puhtaita (esim. pinnankorkeuden mittauksessa käytettävä mitta puhdistetaan tislattulla vedellä ennen sen laskeamista havaintoputkeen tai kaivoon)!** Jos pohjavesialueella on useampi havaintopiste (kaivo), on helpompaa arvioida pohjavedenpinnan keskimääräinen korkeus. Mikäli mittauspisteitä vain yksi, sen pitäisi olla lähellä ojitusalueita.

Tieto kivennäismaalajin koostumuksesta on tärkeä. ELY-keskuksen pohjavesiviranomaiset kommentoivat kivennäismaalajin osalta, että kerrosjärjestys ja kerrosten paksuudet ovat kiinnostavia. Tieto kolmen metrin syvyyteen saakka ojan pohjalta lukien olisi erinomainen lisätieto. Toimijat totesivat kolmen metrin syvyyden olevan ylivoimaista heille nykyisillä työkaluilla ja suunnitteluun varatuilla resursseilla. Kustannukset nousevat liikaa palkattaessa konsultti selvittämään kerrosrakennetta kolmen metrin syvyyteen asti.

Kerrosrakenteesta voi olla tietoja nykyisin avoimesti saatavilla olevissa lähteissä. Alla olevista linkeistä pääsee SYKE:n ylläpitämään Avoin tieto -palveluun. Pohjavesialuetiedot (Hertta → Povet) sisältyvät ympäristötietojärjestelmiin. Ohessa on suora linkki kirjautumissivulle. Hertta-järjestelmästä löytyy linkki myös Karpalo karttapalveluun. Sinne pääsee suoraan myös ”karttapalvelut” linkistä, eikä siihen tarvita erillistä tunnusta.

http://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat

<https://www.wp2.ymparisto.fi/Karpalo/SilverlightViewer.aspx>

Karpalon ”aineistot”-välilehdeltä voi tehdä aineistohakuja (esim. pohjavesialueet, pohjaveden havaintopisteet) ja lisätä halutut aineistot kartalle.

Muun muassa pohjavesialueen nimen ja numeron saa Karpalosta, kun on

- **tarkentanut kartan kohdealueelle**
- **lisännyt aineistoksi Pohjavesialueet**
- **jos alueen osalta näkyy rajausta, niin klikkaamalla i-ruutua saa pohjavesialueen tiedot esim. Ristikangas A, 10 15104 A**

Ohessa on linkki GTK:n HAKKU-palveluun: <http://hakku.gtk.fi/> ja suora linkki raporttien hakuun: <http://hakku.gtk.fi/fi/reports>

Hakusanaksi voi kirjoittaa esimerkiksi 'Vaasa tai 'rakenneselvitys. Lisää hakukenttiä tulee, kun on syöttänyt ensimmäisen sanan ja painanut 'hae. Rakenneselvitykset löytyvät yleensä hakutulosten kohdasta 'raportit. Kohdasta aukeaa pdf-muotoinen raportti.

Kohdetta voi hakea pohjavesialueen nimellä. Ongelmana ovat sanojen taivutukset. Esimerkiksi Patamäen rakenneselvitys löytyy hakusanalla 'patamäen, mutta ei sanalla 'patamäki. Myös tekijän nimellä löytää helposti raportteja, jos tietää kuka Geologian tutkimuskeskuksessa niitä tekee. Etelä-Pohjanmaan alueella seuraavat henkilöt GTK:ssa ovat tehneet useimpia raportteja aiheesta: Miikka Paalijärvi, Niko Putkinen ja Salla Valpola. Jarkko Okkonen tekee virtausmalliraportit.

Pohjanmaan alueella on tehty muun muassa Vaasan Sepänkylän, Kappelinmäen ja Vanhan Vaasan pohjavesialueiden rakenneselvitys. Lisäksi tekeillä on Kalvholmin selvitys. Seuraavassa on Maiju Ikosen laatima lisäus Geologian tutkimuskeskuksen tekemistä rakenneselvityksistä EPO ELY-keskuksen alueella.

Kunta	Pohjavesialue	Rakenneselvityshanke
Alajärvi	Saukonkylä	Alajärven Saukonkylän pohjavesialueen geologisen rakenteen selvitys 2015
Halsua	Isoharju, Liedes	Isoharjun ja Liedeksen pohjavesialueiden geologisen rakenteen selvitys (2014)
Ilmajoki	Salonmäki A	Ilmajoen Salonmäki A pohjavesialueen geologisen rakenteen selvitys 2013-2014
Isokyrö, Seinäjoki	Sarvikangas, Kokkokangas, Lamminkangas	Sarvikankaan, Kokkokankaan, Lamminkankaan pohjavesialueiden geologinen rakenneselvitys (2016)
Kannus	Eskolanharju	Eskolanharjun pohjavesialueen geologisen rakenteen selvitys (2014)
Kauhava	Pöyhösenkangas A,Pöyhösenkangas B, (osittain Pöyhösenkangas C)	Ylihärman Pöyhösenkankaan pohjavesialueen geologisen rakenteen selvitys 2010-2011 (2012)
Kokkola	Karhinkangas, Sivakkokangas	Karhinkankaan ja Sivakkokankaan pohjaveden antoisuuden selvitys ja raakavesiputken suunnittelu, osa I: Karhinkankaan ja Sivakkokankaan pohjavesialueiden geologinen rakenneselvitys 2009-2013
Kokkola	Karhinkangas, Sivakkokangas	Karhinkankaan ja Sivakkokankaan pohjaveden antoisuuden selvitys ja raakavesiputken suunnittelu, osa II: Karhinkankaan ja Sivakkokankaan vedenhankintatutkimukset ja pohjaveden virtausmallinnus 2011-2014
Kokkola	Patamäki	Patamäen pohjavesialueen geologisen rakenteen selvitys I-vaihe 2007-2008 (Kokkola)
Kokkola	Patamäki	Patamäen pohjavesialueen geologisen rakenteen selvitys 2007-2009 (Kokkola)
Kokkola	Riippa	Kokkolan Kälviän Riipan pohjavesialueen geologisen rakenteen selvitys (valmistuu 2016, virtausmalli alkuvuodesta 2017)
Kurikka	Aronlähde	Aronlähteen pohjavesialueen geologisen rakenteen selvitys (2010)
Kurikka	Aronlähde	Aronlähteen pohjavesialueen geologisen rakenteen selvitys, lisätutkimukset (2011)
Kurikka	Kuusistonloukko	Kurikan Kuusistonloukon pohjavesialueen geologisen rakenteen selvitys (2012)
Kurikka	syväpohjavesi/ Kuusistonloukko	Kurikan Kuusistonloukon alueen syväpohjavesitutkimukset 2014-2015: vaihe 2: Pohjaveden koepumppaus (2015)

Toimijoiden kommentteja:

- Erilaiset aineistot olisi hyvä saada yhteen osoitteeseen, josta ne olisivat käytettävissä/ladattavissa paikkatietoaineistona.
- Aineistoille pitäisi tehdä tulkintaohjeistus, että voidaan tehdä niiden pohjalta ratkaisuja jo suunnittelun käynnistysvaiheessa. Tavoitteena olisi se, että suunnitelmaa ei tarvitsisi muutella laatimisen jälkeen, koska se tuo kustannuksia.
- Havaintojen teko silmämääräisesti pitäisi olla riittävä ojasuunnittelun yhteydessä.
- Sen arvioimiseksi, imeytyykö maaperään ojituksen seurauksena haitta-aineita, tai aiheuttaako kunnostusojitus mahdollisesti pohjaveden purkautumista tarvitaan paikkatietoaineistoa, koska maastosuunnittelussa on mahdotonta mennä tutkimaan maakerroksia kovin syvälle.
- Tällä hetkellä rassaussyvyys ojien pohjilta on maksimissaan yksi metri.
- Valokuvien lisääminen ojitustilmoitukseen liitteenä parantaa mahdollisuutta selvittää kunnostusojitusuunnitelma-alueen olosuhteita

3.3 Yhteydet Freshabit LIFE IP-hankkeen kanssa

Freshabit LIFE IP- hankkeeseen integroidussa Ympäristöministeriön rahoittamassa hankkeessa selvitetään kustannustehokkaita indikaattoreita pohjavesistä riippuvien ekosysteemien tunnistamiseksi sekä menetelmiä pohjaveden roolin määrittämiseksi valuma-alueella. Samalla kehitetään GIS-pohjaista työkalua pohjaveden purkautumispaikkojen tunnistamiseksi. Tavoitteena on tunnistaa riskialueet pistemäisten pohjavesipurkaumien syntymiselle esim. ojitusten yhteydessä ja näin sen on tavoitteena toimia maankäytön suunnittelun apuna. Tätä GIS-työkalua on kehitetty sekä testattu harjumaastossa. Helmikuussa 2017 ilmestyi aiheesta väitöskirja Oulun yliopistossa.

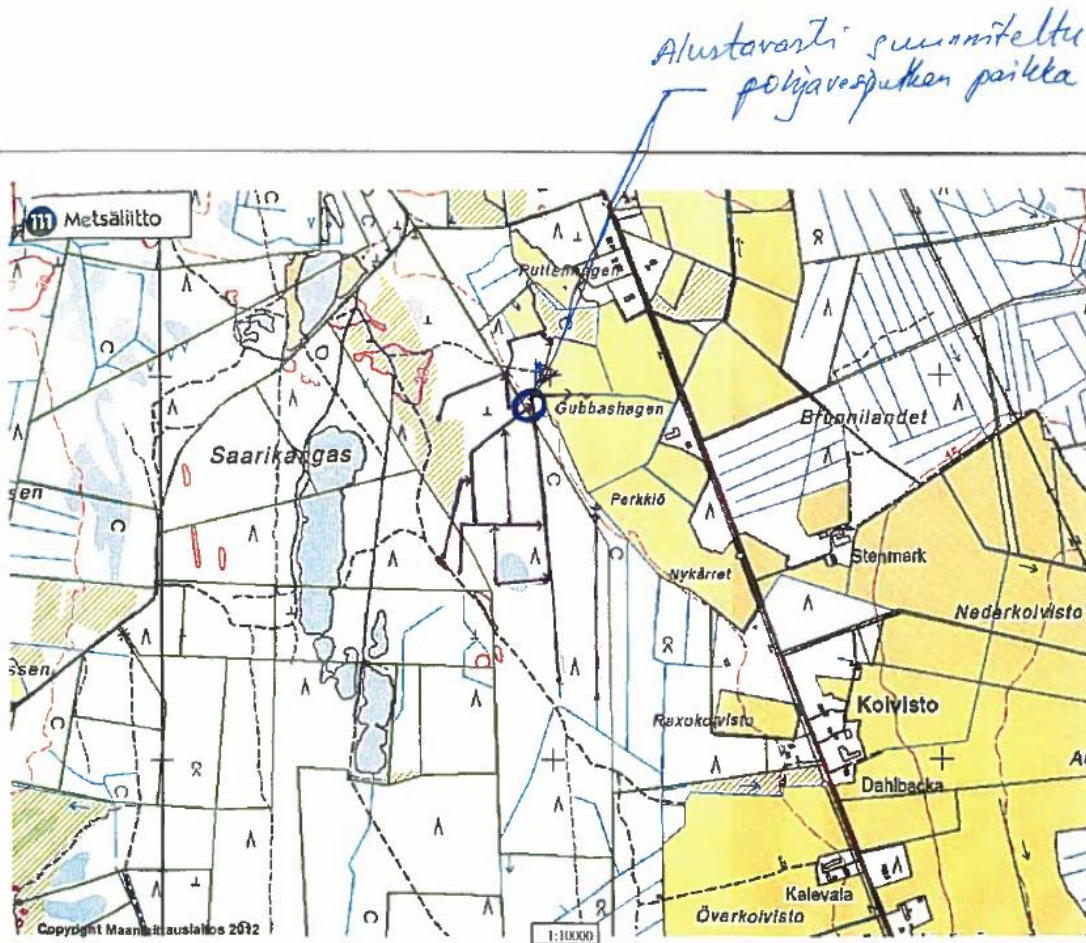
Yhteistyötä jatketaan edelleen Freshabit LIFE IP –hankkeen kanssa. Samoin yhteistyötä kannattaa tehdä Puolustushallinnon Rakennuslaitoksen kanssa. Heillä on kehitteillä avoimien aineistojen hyödyntämiseen ja muun muassa laserkeilausaineiston käyttöön perustuvan riskinarvioimistyökalun kehittäminen räjähteiden sisältämien raskasmetallien kulkeutumiseen pohjavesialueilla.

3.4 Kokkolan demonstraatioalue

Kunnostusojituksen vaikutusten seuranta varten asennettiin kesällä 2016 kaksi pohjavesiputkea Kokkolan Isokylässä sijaitsevalle pienelle Patamäen kunnostusojitusuunnitelma-alueelle. Suunnitelma-alue sijaitsee pohjavesialuerajauksen sisäpuolella. Toinen putki jouduttiin asentamaan uudelleen myöhemmin syksyllä. Suunnitelman mukaan alueella toteutetaan ojien perkausta 3015 metriä.

Alueelta otettiin pohjavesinäytteitä kesän ja syksyn 2016 aikana yhteensä kolme kertaa. Seurannan tulokset on viety Syken ylläpitämään POVET-tietokantaan. Tavoitteena oli, että näytteitä otetaan vielä joulukuussa 2016 ja helmikuussa 2017 ennen kuin ojat perataan. Kunnostusojitushanke sai hyväksynnän Kemera-rahoitukseen ja hanke toteutettiin maaliskuussa 2017. Tämän jälkeen näytteenotto jatkuu kunnostusojituksen jälkeen. Vesinäytteenoton ja pohjavesiputkien asennuksen kustannukset on toistaiseksi rahoitettu MAA-MET-seurannasta sekä MMM:n Sykelle metsätalouden pohjavesivaikutusten selvittämiseen yhdessä ELYjen ja Tapio Oy:n kanssa myöntämästä rahoituksesta.

Oulun yliopistossa Hannu Marttila on kiinnostunut analysoimaan näytteistä isotooppikoostumuksen vaihtelua, kun kunnostusojitus toteutetaan keväällä 2017. Samoin alueelle saadaan lainaan pohjaveden pinnan jatkuvatoimiseen seurantaan soveltuvat anturit. Vaikka ennen kaivuun toteutusta saadaan alueen pohjavedenpinnan vaihtelusta vain lyhytaikaisesti seurantatietoa, seurannan perusteella oletetaan voitavan tehdä päätelmiä siitä, vaikuttaako ojien perkaaminen esimerkiksi ns. tyhjenemisvaluntana pohjaveden pinnan tasoon.



Kuva 2. Kunnostusojituksen demonstraatio pohjavesialueella. Kohteella seurataan kunnostusojituksen vaikutuksia pohjaveden laatuun ja antoisuuteen.

3.5 Metsälannoitus pohjavesialueilla

Alla oleva kuvaus toimintaketjusta sopii erinomaisesti kuvaukseksi hyvistä käytännöistä, kun on kyse metsälannoituksen suunnittelusta pohjavesialueella

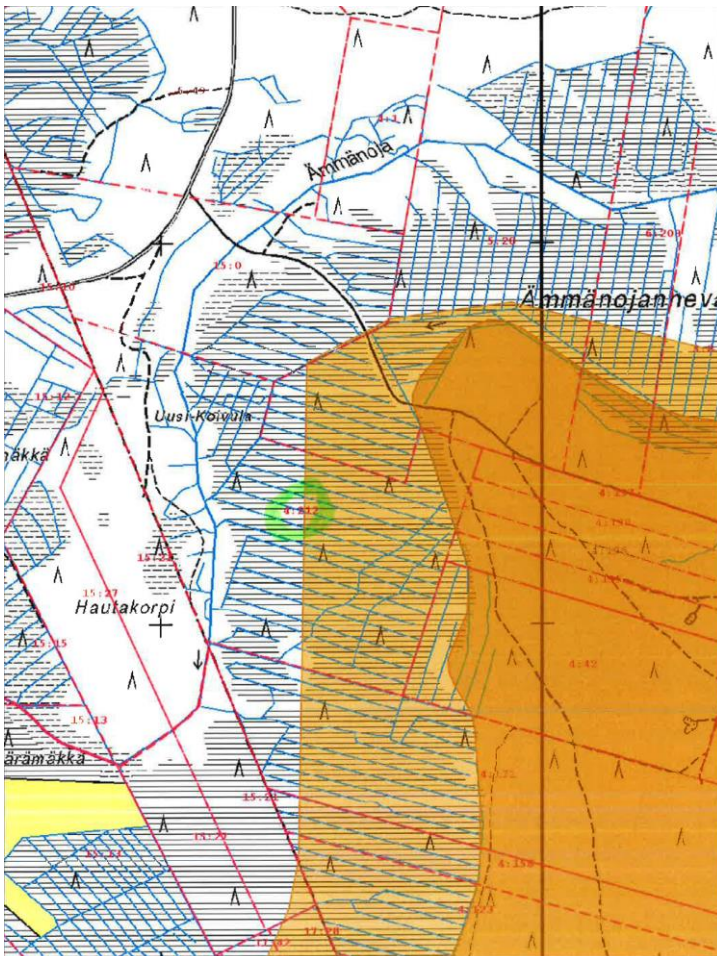
3.5.1 TOIMINTAKETJU

Otso Metsäpalvelut Oy:n toimihenkilö Juha Pouttu oli asiakkaansa kanssa keskustellut mahdollisuudesta toteuttaa lannoitus tilan ojitetulla turvemaalla. Arvioitujen näkyvien oireiden perusteella kyseeseen voisi tulla terveyslannoitus. Tällä hetkellä ainoa vaihtoehto terveyslannoituksen toteuttamiseen suometsissä on

tuhkalannoitus. Ongelmana kohteella oli, että noin puolet lannoitusalueeksi ehdotetusta alasta on pohjavesialueella. Rajaus ei kuitenkaan ole pohjaveden muodostumisaluetta (Kuva 3).

Pouttu lähestyi esimiehensä Hannu Ulvisen kanssa Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen pohjavesiasiantuntija Maiju Ikosta toimenpiteeseen liittyvällä kysymyksellä: *”Liitteenä on kartta tilasta. Pohjavesialueen raja katkaisee tilan ja tuhkaa olisi tarkoitus levittää lähinnä tilan vasempaan osaan ja siihen rajan tuntumaan. Minkälaisia esteitä tuo pohjavesialue aiheuttaa?*

Miten esimerkiksi varastopaikka, eli voiko tuhkaa edes varastoida pohjavesialueelle?”



Kuva 3 Terveyslannoitus on suunniteltu tilan alueelle, jonka rekisterinumero on ympyröity vihreällä. Alueesta noin puolet on pohjavesialueen suojavyöhykerajauksen sisäpuolella (kuvassa vaaleanruskealla rajattu alue) Lähde: Hannu Ulvinen, Otso Metsäpalvelut

ELY-keskuksen pohjavesiasiantuntija Maiju Ikonen lähetti sähköpostiviestinä alla olevan vastauksen Otson kysymykseen:

Kyseinen lannoitettavaksi esitetty kiinteistö RN:o 4:212 sijaitsee Karhukangas II A (1023251 II A) veden hankintaa varten tärkeän pohjavesialueen luoteisosassa, osittain pohjavesialueella ja osittain myös pohjaveden muodostumisalueella.

Karhukangas on laaja pääosin moreenipeitteinen muodostuma, jonka päämaalajina on hieno tai silttinen hiekka. Alueen länsireunassa on laaja rantamuodostuma, jossa maa-aines on hiekkavaltaista.

Pohjavesipinta on alueen keskellä syvällä yli 30 metrissä. Alueella on paineellista pohjavettä ja osa muodostuvasta pohjavedestä purkautuu alueen länsireunalla lähteiden ja ojien kautta.

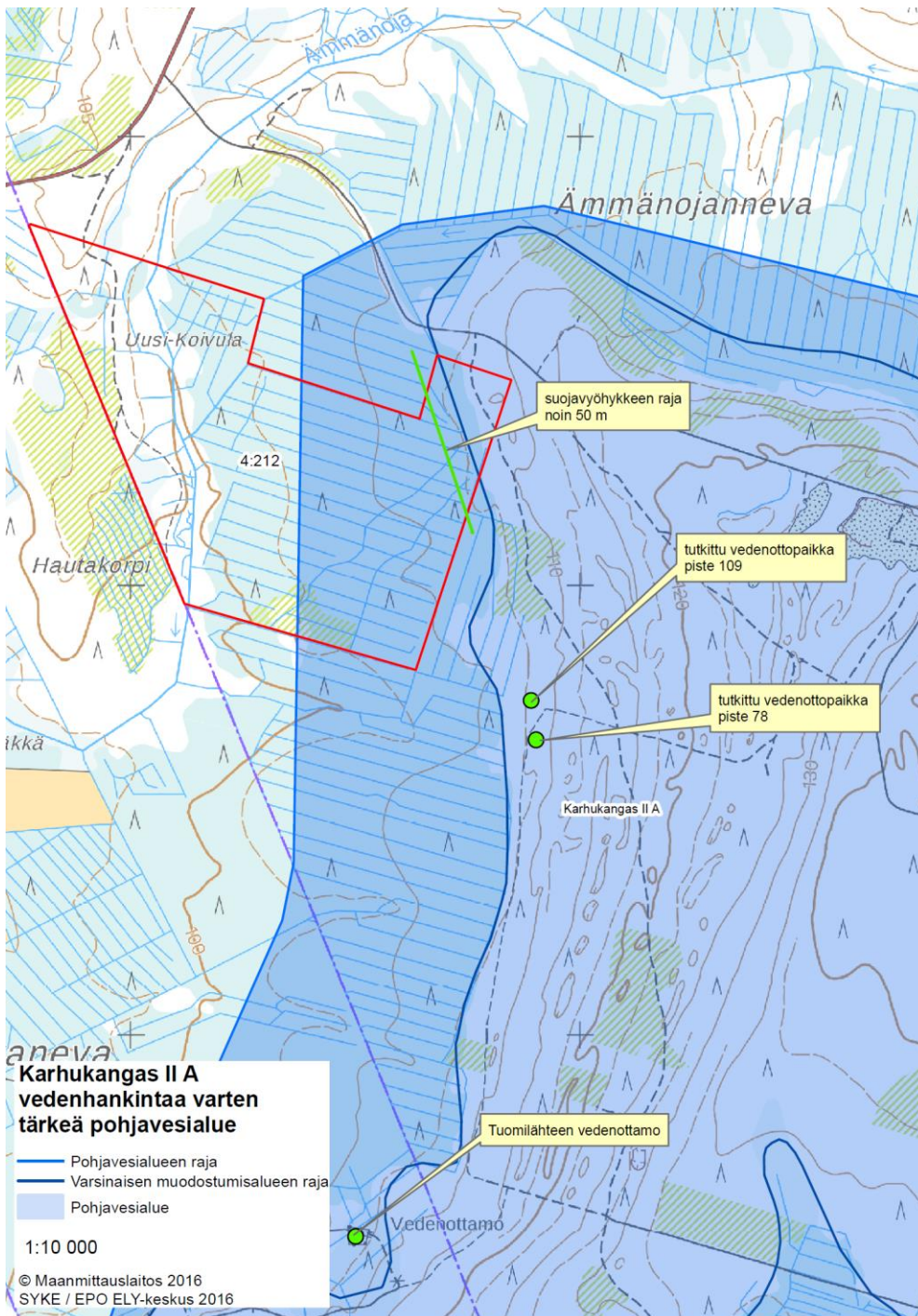
Lannoitettavaksi esitetyn kiinteistön RN:o 4:212 alueesta noin 1,2 km etelään sijaitsee Karijoen kunnan Tuomilähteen vedenottamo. Lisäksi pohjavesialueen länsiosassa on kaksi tutkittua vedenottopaikkaa, pisteet 78 ja 109, jotka sijaitsevat noin 250 - 300 metrin etäisyydellä kiinteistöstä RN:o 4:212. Tutkituista pisteistä arvioidaan olevan saatavissa laadultaan hyvää pohjavettä yhteensä noin 200 - 300 m³/d. ELY-keskuksen arvion mukaan kiinteistön 4:212 itäosa sijaitsee osittain tutkittujen vedenottopisteiden (78 ja 109) lähisuojavaoöhykkeellä.

Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus katsoo, että ensisijaisesti pohjavesialueilla sijaitsevia soita ei tulisi tuhkalannoittaa. Mikäli lannoitus kiinteistön RN:o 4:212 alueella kuitenkin on aivan välttämätöntä alueella olevan metsän terveyden ylläpitämiseksi, tulee pohjaveden muodostumisalueen rajaan jättää vähintään 50 metrin suojavyöhyke, jota ei lannoiteta. Tämä koskee lähinnä aluetta kiinteistön itäosassa (ks. kartta). Muuten alueen pohjavesiolosuhteet huomioon ottaen tuhkalannoittaminen ko. kiinteistön alueella voi em. erityistapauksessa tulla kyseeseen.

ELY-keskus korostaa, että pohjaveden muodostumisalueella ei tule käyttää tuhkalannoitteita. Tuhkaa ei myöskään tule varastoida pohjavesialueella.

Kysymyksestä ei käynyt ilmi tuhkalannoitteen levitystapa. Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus katsoo, että mikäli lannoittaminen tehdään lentolevityksenä, tulee esitetyn suojavyöhykkeen olla leveämpi, vähintään 100 m. Levitettävää tuhkaa ei myöskään saa sekoittaa muihin lannoitteisiin.

Kannanotto on annettu pelkästään pohjaveden suojelun näkökulmasta.



Kuva 4 Karhukankaan vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue. Maiju Iksen vastauksesta selviää, miltä osin välttämätön tuhkalannoitus on mahdollista toteuttaa pohjavesialueajauksen sisäpuolella. Tuhkan varastointi tulee hoitaa muualla kuin pohjavesialueajaukse sisäpuolella. Tuhkan varastointi tulee hoitaa muualla kuin pohjavesialueella. Kuva: Hannu Ulvinen, Otso Metsäpalvelut Oy

3.5.2 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä tapauksessa toimintaketju noudatti Tapion vesiensuojelusuosituksissa esitettyä toimintatapaa. Yhteydenotto ELY-keskuksen pohjavesiasiantuntijaan tuotti ripeästi tuloksen. Ongelman selkeä, riittävän yksityiskohtainen ja yksilöity kuvaus tuottaa yleensä hyvän tuloksen. Toimijoiden kannalta hyvään tulokseen päätyminen tässä tapauksessa johtui paljolti myös siitä, että alueesta kuten maaperän rakenteesta, kerroksista ja veden virtaussuunnista oli ELY-keskuksessa satavissa paljon yksityiskohtaista taustatietoa entuudestaan. Aina suinkaan näin ei ole, jolloin joudutaan tyytymään varovaisempiin lausuntoihin. Täytyy myös muistaa, että tietojen perusteella lausunto voi olla myös kielteinen toteutuksen suhteen.

Kaikissa tapauksissa toimijan, joka harkitsee lannoituksen toteuttamista pohjavesialueiden yhteydessä, kannattaa menetellä edellä kuvatulla tavalla, eli:

- 1 **Kuvaile mahdollisimman seikkaperäisesti lannoitettavan alueen tilanne ja olosuhteet. Kartta on tärkeä liite. Samoin havainnolliset valokuvat kohteesta selventävät tilannetta.**
- 2 **Ota suunnittelun varhaisessa vaiheessa yhteyttä alueesi ELY-keskuksen pohjavesiasiantuntijaan**
- 3 **Ota suunnittelussasi huomioon häneltä saadut ratkaisuehdotukset ja jatka tarpeen mukaan yhteydenpitoa.**

4 Vuoden 2017 toiminta

4.1 Pohjavesityöpaja

Seinäjoella järjestettiin hankkeen puitteissa työpaja 16.5.2017. Työpajassa keskusteltiin toimijoiden ja vieranomaisten kokemuksista metsätaloustoimista pohjavesialueilla ja toimista, joilla voitaisiin selkiyttää kunnostusohjelmien suunnittelijan mahdollisuuksia laatia kunnostusohjelmia pohjavesialueen läheisyydessä. Lisäksi keskusteltiin tekniikan tohtori Tuomo Karvosen alustuksen pohjalta mahdollisuudesta rakentaa kunnostusohjelmien suunnittelijan käyttöön riskityökalua, jolla voitaisiin arvioida kunnostusohjelmien vaikutuksia pohjavesialueilla. Riskityökalu hyödyntäisi olemassa olevia vapaita paikkatietoaineistoja.

Alla olevassa muistiossa on kuvattuna työpajan anti ja johtopäätökset

Pohjavesityöpaja 16.5.2017

Paikka: Kirkonkranni, Seinäjoki

Aika: 16.5.2017 klo 12-16

Paikalla:

Maija Kauppila Tapio Oy
Samuli Joensuu Tapio Oy
Tuomo Karvonen WaterHope Oy

Maiju Ikonen Etelä-Pohjanmaan ELY
Hannu Ulvinen Otso Metsäpalvelut Oy
Ritva Britschgi SYKE
Kaisa Heikkinen SYKE
Carl Andtfolk Metsä Group Oyj
Janne Juvonen SYKE
Sirpa Piirainen LUKE
Anne Petäjä-Ronkainen Etelä-Pohjanmaan ELY
Juhani Hannila Kokkolan kaupunki
Juha Sarell Etelä-Pohjanmaan ELY
Anne Polso Etelä-Pohjanmaan ELY
Jussi Ojanperä Otso Metsäpalvelut Oy
Sami Laukkola Etelä-Pohjanmaan metsänhoitoyhdistys
Esa Huotari Otso Metsäpalvelut Oy
Hanna Hentilä SYKE

Etäyhteys:

Mika Nousiainen Suomen Metsäkeskus
Janne Toivonen ELY Etelä-Pohjanmaa
Seppo Kettunen Otso Metsäpalvelut Oy
Ville Keskisarja MMM
Lauri Laaksonen MHY Kanta- Hämeen metsänhoitoyhdistys

4.1.1 MUISTIO POHJAVESITYÖPAJAN Keskustelusta

Ratkaisumahdollisuuksia pohjavesialueilla toimimiseen ja ajatuksia Kokkolan seuranta-alueen, Patamäen, kohteeseen

- Toimittaessa pohjavesialueilla, joissa on ohut turvekerros ja hiekka/moreenimaa pohjalla, metsätalousmailla vältetään ojien kaivamista syvemmäksi kuin ne ovat aiemmin olleet. Paikoin usein pelkkä laskuojien perkaus riittäisi.
- Käytännössä ojitus pohjavesipintaan asti toteutettuna johtaa jatkuvaan pohjaveden purkautumiseen, kunnes pohjavedenpinta muodostumassa laskee pysyvästi ko. tasolle
- Ratkaiseva tekijä kunnostusojitushankkeissa on usein ojasyvyys.
- Miten purkautumispaikka voidaan tukkia? Siten että palautetaan ja laitetaan vastaavanlaiset maakerrokset takaisin.
- Keskusteltiin metsänkasvatuksen eri vaihtoehtojen huomioimisesta kunnostusojituksen rinnalla
- Lähtötilanteen ja todellisten olosuhteiden tunnistaminen tärkeää – mistä metsän huono kasvu johtuu?

- Hakkuilla on suuri merkitys alueen vesitaseeseen. Avohakkuut nostavat pohjaveden pintaa ja lisäävät ojitustarvetta. Oletetuissa kunnostusojituskohteissa suunnittelijan tulisi tarkastella ja hyödyntää metsänkasvatuksen vaihtoehtoja monipuolisesti.
- Todettiin etteivät kivennäismaahan kaivetut laskeutusaltaat sovellu pohjavesialueille
- Myös pintavalutuskenttien osalta tarvitaan lisätutkimusta, koska imeytys voi aiheuttaa esimerkiksi humuskuormituksen lisääntymisen pohjavesissä
- Mitä tehdään, kun on jo toteutettu avohakkuu? Keinona on matala navero-ojitus, jossa on ojakatkoja. Naveroilla ohjataan pintavesiä taimien varhaisvaiheessa. Ojakatkojen ansiosta vesi pidättyy paikallisesti, eikä kulkeudu ulos alueelta. Taimien alkulähtö kuitenkin turvataan. Myöhemmässä vaiheessa puut alkavat haihduttaa enemmän, jolloin vesiongelmia ei olisi.
- Myös harvennushakkuu voi aiheuttaa kuivatustarpeen syntymisen. Erityisesti koivua harvennushakkuissa poistettaessa voi aiheutua liikaa märkyyttä.
- Puiden juuristokerroksen syvyydestä oli erilaisia näkemyksiä; 20cm - 50cm välillä.
- Esimerkkinä Kokkolan Patamäen kohde: Ennen hakkuuta alue oli kuivempi todennäköisesti puiden haihdutuksen ansiosta. Päätehakuun seurauksena syntyi kuivatustarve, kun vettä poistava puuston haihdutus väheni. Keskustelussa pohdittiin, sopisiko kyseiseen kohteeseen poimintahakkuu, jatkuva kasvatusta tai avohakkuu ja navero-ojitus? Jatkuvan kasvatuksen menetelmistä on toistaiseksi niin vähän tutkimustietoa, että sen soveltamisesta on vaikea tehdä suosituksia pohjavesialueille. Soveltuvuus riippuu maaperästä, puustosta, ym.
- Patamäki haihdutti enemmän ennen päätehakuuta, jolloin pohjaveden pinta oli oletettavasti matalammalla tasolla. Kun alue hakattiin ja haihdunta lakkasi, pohjaveden pinta nousi. Eli pohjaveden määrä lisääntyi hakkuun takia. Voiko näitä kahta tilannetta esimerkiksi mallinnuksessa verrata keskenään?

Ilmoitusmenettely ja luvanvaraisuus

- Keskusteltiin kunnostusojituksen mahdollisista pohjavesihaitoista ja ojituksen mahdollisesta luvanvaraisuudesta:
- Vesilain mukaan veden ottaminen tai muu toimenpide, jonka seurauksena pohjavesiesiintymästä poistuu muutoin kuin tilapäisesti pohjavettä vähintään 250 m³/vrk tarvitsee aina lupaviranomaisen luvan (3 Luku 3 §)
- Vesilain mukaan lupa on niin ikään oltava, jos hanke voi muuttaa pohjaveden laatua tai määrää, ja tämä muutos esimerkiksi olennaisesti vähentää tärkeän tai muun vedenhankintakäyttöön soveltuvan pohjavesiesiintymän antoisuutta tai muutoin huonontaa sen käyttökelpoisuutta taikka muulla tavalla aiheuttaa vahinkoa tai haittaa vedenotolle tai veden käytölle talousvetenä (3 Luku 2 §)

- Mikäli ELY-keskukseen tulleesta ojitusilmoituksesta annetaan pohjavesien osalta kielteinen lausunto, niin ELY ilmoittaa hankesuunnittelijalle. AVlin tarvitaan normaalia kunnostusojitusuunnitelua tarkemmat tiedot ojitushankkeista.
- Aiemmassa ojitusilmoituslomakkeessa ei ole ilmoitettu ojien syvyyttä. Tämä olisi hyvä olla
- Uutta, tässä hankkeessa kehitettyä, ojitusilmoitusmallia pitää ottaa laajemmin käyttöön ja saada kokemuksia, jotta tiedetään, miten se toimii.
- Joillain kunnilla on ollut tapana esittää pohjavesialueiden suojelusuunnitelmissa pohjavesialueen ulkorajaan 50m suojavyöhyke, jota ei saa ojittaa. Onko tämä tarpeellinen? Tämä menettely pitäisi yhtenäistää eri toimijoiden välillä.
- Todettiin että pohjavesialueiden ulkorajauksia tulkittaessa on syytä muistaa niiden yleispiirteisyys ja mittakaavan taso ja käytetyn viivan paksuus (rajaukset tehty mittakaavassa 1:20 000).
- Yleistä sääntöä pohjavesialueelle rajattavasta suojavyöhykkeestä ei voida muodostaa, vaan hankkeiden toteuttamismahdollisuudet täytyy edelleenkin ratkaista tapauskohtaisesti.

Ojien kaivu ja ojien syvyys herättivät keskustelua

- Voiko oja kaivaa (vesiensuojelullisista syistä) entiseen syvyyteen? Pitäisikö ojien syvyys mitata? Voisiko ELY-keskuksen lausunnossa antaa senttimetrimäärän kuinka syvälle voidaan kaivaa? Tapion suosituksena on, että pohjavesialueiden ojitusalueilla kaivussyvyys olisi niin pieni kuin mahdollista. OTSOLAISTEN mielestä ojan vähimmäissyvyys tulisi olla vähintään 50 cm. Aina pitää kuitenkin ottaa huomioon, että kaato on riittävä. Johtopäätöksenä oli, että pohjavesialueilla pitää tehdä normaali ojasuunnittelua enemmän maastokartoituksia. Tämä lisää suunnittelutyön kustannuksia.
- Neuvonnan ja tiedonkulun ylläpitäminen ylipäättään on ensisijaisen tärkeää. Nykyisin neuvonta ei tavoita kaikkia
- Ongelmallisimpia ovat suoraan maanomistajien itsenäisesti toteuttamat hankkeet, joissa asiantuntevaa suunnittelua ei usein ole lainkaan mukana. Maanomistajat eivät välttämättä ole tietoisia omistamiensa maiden sijoittumisesta pohjavesialueille. Maanomistajien tietoisuutta pohjavesialueista ja pohjavedensuojelusta tulee lisätä
- Yhteisen toimintamallin laatimiselle on tarvetta. Jo laaditut ojitusilmoituslomakkeen täydennykset ovat hyvä esimerkki yhteistyöstä, yhteistoimintaa voitaisiin laajentaa samaan tapaan
- Mahdollisuudet MMM:n jatkohankerahoitukseen selvitettävä

Avoimet vapaasti ladattavat aineistot

- Pohjavesirekisterin pohjavesihavainnot ovat kaikki rekisterissä. Vesihuoltolakiin on tulossa muutos, että vedenottojen vedenottoalueiden pohjavesitiedot tulee olla sähköisessä muodossa.

Riskityökalu kunnostusojituksen suunnitteluun

- Täydennykset suunniteltuun pohjavesimalliin
- Hakkuun vaikutus – nollahaihdunta – voidaan huomioida mallissa
- Jatkohanke kohdealueineen on tarpeen ja auttaa myös mallin jalostamisessa
- Miten ojasuunnittelija voisi mallia hyödyntää? Paras tapa olisi, jos lähtötiedot voisi lukea aineistojen tuottajilta suoraan. Nyt aineisto, esim. pohjavedenpinnan havaintotiedot, joudutaan kussakin tapauksessa hakemaan kukin erikseen POVET:ista
- Kaikilta pohjavesialueilta ei ole mittaustuloksia. Jotkut ovat vanhoja, esim. 80-luvulta
- Kalliopinnan tieto pohjavesialueella olennaista, jos tietoa ei ole, ei mallia voida tehdä
- Uskottavaan malliin tarvitaan myös pohjavedenpinnan mittauksia
- Mallin käyttöönoton osalta tietopuutteet suurin ongelma.

Ajatus kevennetystä pohjavesimallista

- On mietitty mahdollisuutta rakentaa malli ja tarkat laskelmat 5-10 (tyypilliselle) pohjavesialueelle
- Tämän jälkeen uutta aluetta tarkasteltaessa, valittaisiin soveliaintyyppimalli ja ladattaisiin vain maanmittauslaitoksen aineistoista korkeusmallitiedot
- Näiden tietojen pohjalta malli yleistäisi tiedon kyseiselle suunnittelualueelle
- Pohdittiin, saataisiinko näin riittävän tarkkaa tietoa ja todettiin, että voisi olla ainakin poissulkeva ajatus eli kevennetyllä mallilla karsittaisiin ne alueet, joille ei kannata mennä
- Yleensä synkliiniset, eli pohjavettä ympäristöstään keräävät muodostumat ovat sellaisia, joissa poissulkevasta ajatuksesta on hyötyä
- Kevennetyn mallin osalta tarvitaan jatkohanke, jolla selkeytettäisiin mallia 5-10 alueelle
- Ville Keskisarja piti jatkohankeajatusta hyvin tarpeellisena ja kannatettavana

Yleistä: Ojasuunnittelijan resurssit ja ongelman laajuus, käytäntö

- Kuinka paljon ojasuunnittelija voi panostaa resursseja esimerkiksi Patamäen pohjavesialueen kaltaiseen kunnostusojitushankkeeseen?

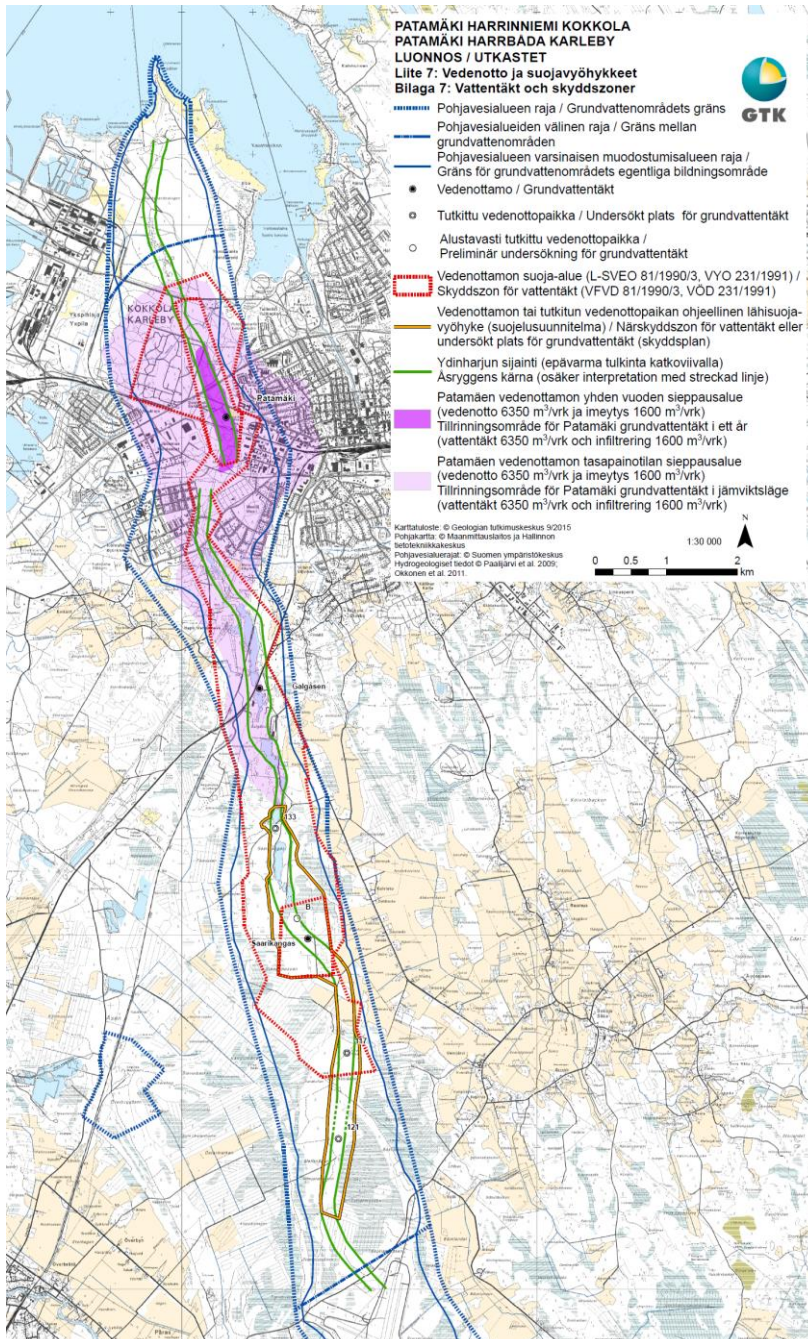
-
- Kemera-hankkeella valtio osallistuu tässä Patamäen kaltaisessa tapauksessa tukivyohtykykeen mukaisesti 60 % kustannuksiin. Loput kustannuksista maksaa maanomistaja. Resurssien suuruus riippuu siitä, kuinka suurista hyötyaloista on kyse. Keskustelussa ehdotettiin, että Kemera-hankkeilla valtio voisi maksaa suunnittelukustannukset 100-prosenttisesti pohjavesialueilla tehtävästä suunnittelusta. Perusteluna ovat työn vaativuus ja merkitys yhteiskunnan kannalta sekä suunnittelutarkkuuden lisääntyminen
 - Metsätalousmaiden pohjavesialueongelma on koko Pohjanmaan alueella merkittävä. Samalla se on tilakohtainen ongelma. Jotkut metsäkiinteistöt saattavat olla kokonaan pohjavesialueilla.
 - Pohjavesialueongelma on tietyllä tapaa uusi, sillä alueet on metsäojitettu 1950 - 1960-luvuilla, jolloin ei vielä tiedetty pohjavesiluokituksista. Pohjavesialueluokitus on tehty myöhemmin ja rajausten sisään on jäänyt paikoin merkittävä määrä metsäojituspinta-alaa. Nyt nämä alueet ovat tulleet kunnostusojitusvuoroon.
 - Tällä hetkellä käytännössä pohjavesialueilla jätetään kunnostusojitustyöt suunnittelematta ja tekemättä.
 - Konekuski tekee usein ratkaisun paikan päällä ja isäntä saattaa kehottaa kaivamaan syviä ojia. Voisiko konekuskiä digitaaliset kartat esittää kaivussyvyyden esim. eri väreillä? Usein metsänomistajat eivät tiedä metsiänsä olevan pohjavesialueella. Joukossa on myös niitä, jotka tietävät ja kaivavat siellä itse, koska tietävät, että eivät saa lupaa. Tämä on pahin vaihtoehto.
 - Kommentti: Kaikki työkalut ja mallintamiset ovat tärkeitä suunnittelijoille. Metsänomistajat eivät tiedä riittävän hyvin metsistään. Työn toteuttajan pitäisi olla paremmin selvillä ja tiedonkulun tulisi kulkea viranomaisilta ja suunnittelijoilta työn toteuttajalle.

Muiston laatijat:

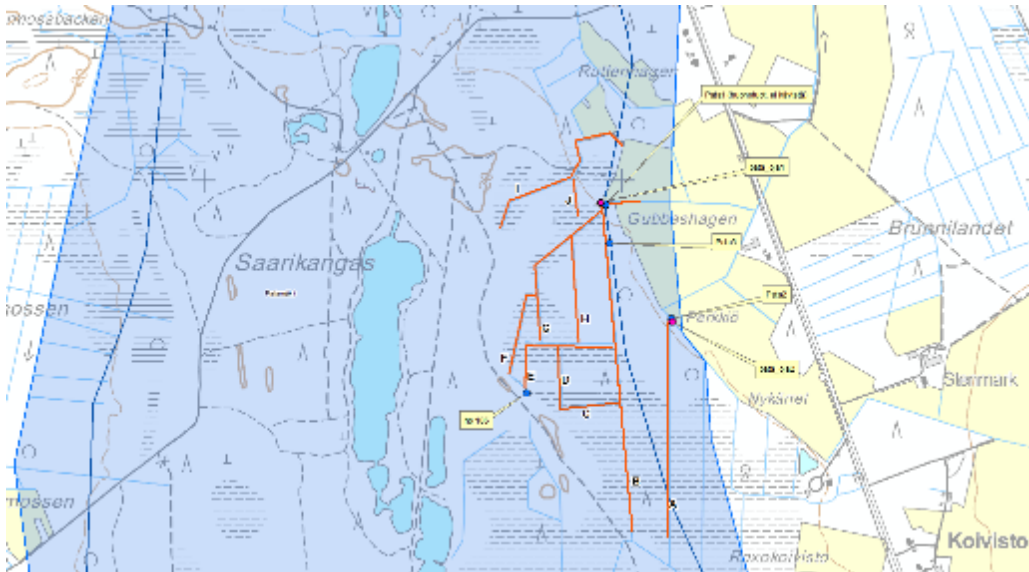
Maija Kauppila
Hanna Hentilä
Ritva Britschgi
Samuli Joensuu

4.2 Kokkolan Patamäen pohjavesialueen seuranta

4.2.1 ALUEKUVAUS

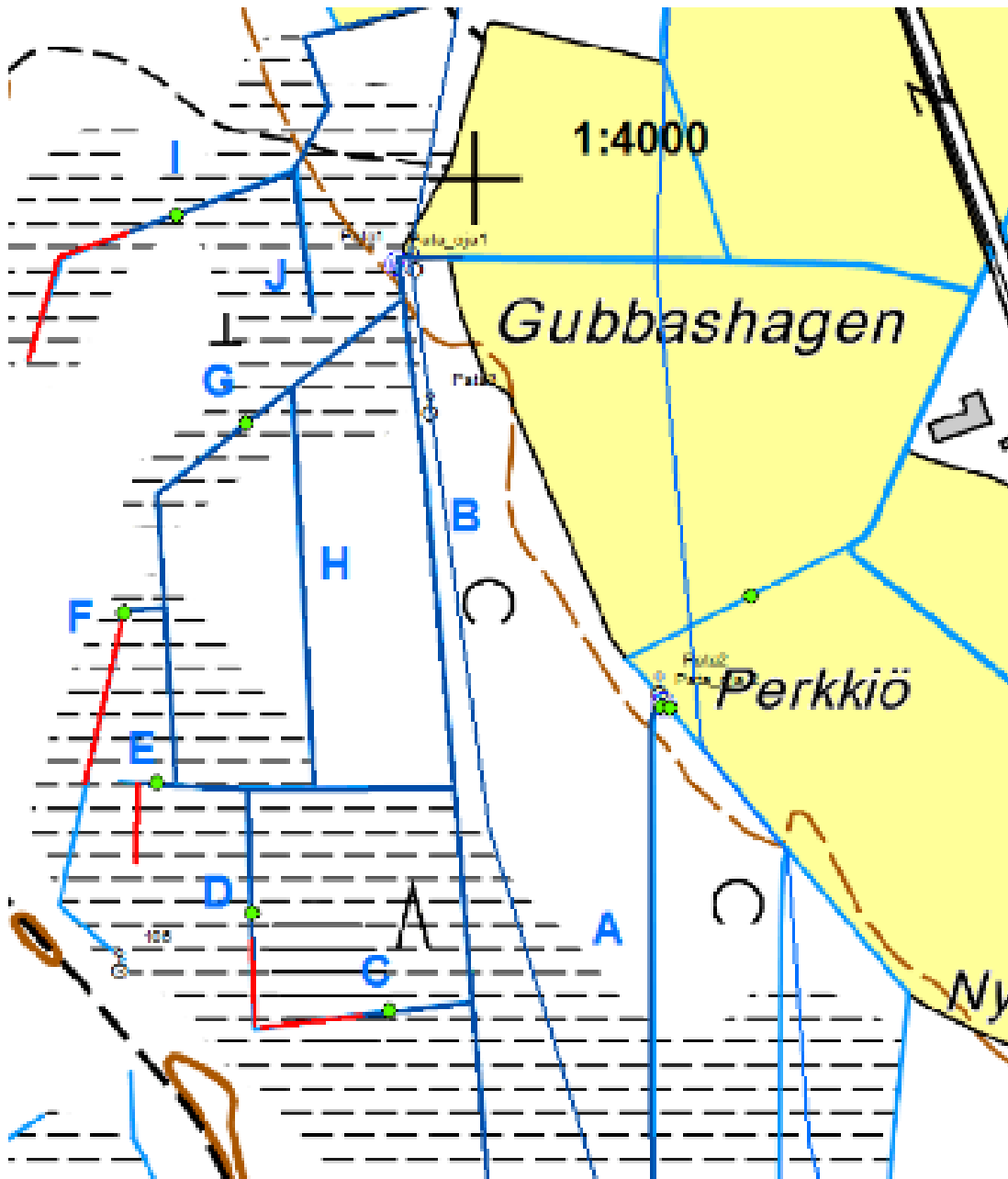


Kuva 5 Kokkolan Patamäen pohjavesialue.



Kuva 6 Kunnostusojitusalueen sijainti Kokkolan Patamäen seuranta-alueella. Kuva: Anne Petäjä-Ronkainen

Patamäen seuranta on toteutettu ennen ja jälkeen toimenpiteen -seurantana. Pohjavesiputkien havainnointi ja seuranta toteutettiin vuonna 2017 MMM:n Vesivarojen käytön ja hoidon menoista SYKelle metsätalouden pohjavesivaikutusten selvittämiseen myöntämästä rahoituksesta. Ojien kaivuu toteutettiin huhtikuussa 2017. Valumavedessä on nähtävissä viitteitä pohjavesivaikutuksista – mangaani, rauta.



Kuva 7 Patamäen virtaamamittauspaikat. Seurannan yhteydessä sovittiin, että osa kunnostusojitus hankkeen yhteydessä kaivetuista oijista tukitaan, koska ne sijaitsevat pohjaveden muodostumisalueella. Tukitut ojat merkitty punaisella. Kuva: Anne Petäjä-Ronkainen

4 Vuoden 2018 toiminta

4.1 Yleistä

Koko hankkeen olemassa olon ajan on tunnistettu ongelma, että metsätaloustoimenpiteiden vaikutuksista pohjaveteen on aivan liian vähän seurantatietoa. Hankkeella onkin ollut tarkoituksena laajentaa käytännön metsätaloustoimenpidekohteiden seuranta pohjavesivaikutusten osalta. Tästä syystä rahoitusta haettiin keväällä 2018 ympäristöministeriön RAKI-rahoitushausta. Hankkeella pidettiin hakuun liittyen kevätkaudella useita palavereita ja keskityttiin hakemuksen laadintaan. Hakijana toimi Suomen ympäristökeskus. Partnereina olivat Tapio Oy, Luonnonvarakeskus ja Suomen metsäkeskus. Haku ei tällä kertaa tuottanut tulosta.

Hankkeella pidettiin hankeryhmän palaveri 15.8.2018. Palaverissa käytiin läpi Kokkolan Patamäen kohteen seurantatuloksia. Tuomo Karvonen ja Lassi Warsta esittelivät tilannekatsauksen riskityökalun rakentamisesta. Tavoitteena on, että työkalun ensimmäinen versio olisi käyttäjien testattavana vuoden 2019 alkupuolella.

4.2 Vuoden 2018 seurannan tuloksia Patamäellä

(Ritva Britschgi, Anne Petäjä-Ronkainen, Tilda Rantaro)

Kokkolan Patamäen pohjavesialueella sijaitsevalla tutkimuskohteella tehtiin pohjaveden ja ojavesien laatu-tutkimuksia ojituksen jälkeen. Alueelle on asennettu kolme pohjaveden havaintoputkea, joista kahdesta on otettu pohjavesinäytteet vuonna 2016 yksi - kolme kertaa, vuonna 2017 kuusi kertaa ja vuonna 2018 kaksi kertaa.

Tuloksissa havaitaan erityisesti orgaanisen aineksen vaikutus pohjaveteen. Pohjavesinäytteissä orgaaninen kokonaishiili (TOC) on koholla, samoin kemiallinen hapenkulutus COD_{Mn} -luku ylittää aina STM:n asetuksessa talousvedelle annetun laatutavoitteen enimmäispitoisuuden 5 mg/l. Myös kokonaistyyppi ja fosforipitoisuudet ovat huomattavasti suuremmat kuin luonnontilaisissa pohjavesissä. Orgaanisen aineksen hajoaminen kuluttaa pohjaveden happivarastoja ja tutkimusalueella pohjavesi on erittäin vähähappista – lähes hape-tonta eli alueella valitsevat pelkistävät olosuhteet. Pelkistävistä olosuhteista johtuen myös raudan ja man-gaanin pitoisuudet ovat korkeita.

Hapen ja vedyn stabiilien isotooppien analyysin perusteella ojissa virtaava vesi on sekoitus pinta- ja pohja-vettä. Arvio perustuu neljään ojavesi- ja neljään pohjavesinäytteeseen. Pohja- ja pintaveden osuuksia vir-taamasta ei ole mahdollista arvioida, koska käytettävissä ei ole ollut pintavesinäytteen isotooppituloksia.

Tulosten arviointia vaikeuttaa se, että näytteitä ei ole otettu ennen hakkuita ja ojitusten tekemistä. Jatkossa tulisikin löytää hankkeessa tutkimuskohde, jolta joko löytyisi seurantatietoja ennen hakkuita ja ojituksia tai jolla seuranta saataisiin käyntiin ennen näitä metsätaloustoimenpiteitä.

Patamäen seurantatulokset löytyvät Syken ylläpitämästä POVET-tietokannasta.

4.3 Riskinarviointityökalun kehittäminen

Vuoden 2018 aikana aloitettiin riskinarviointityökalun kehittäminen.

Yhteenveto

KUNNOS-hankkeessa tavoitteena oli selvittää, voidaanko vapaasti ladattavia aineistoja hyödyntämällä päästä riittävän luotettavaan kuvaukseen pohjavedenpinnan käyttäytymisestä niin, että hankekohtainen kunnostustoimenpiteiden vaikutusten arviointi on mahdollista. Johtopäätökset liittyen kehitettyyn toimintamalliin:

- Toimintamallissa käytetyllä ohjelmistolla pystytään automatisoimaan laskentaverkon ensimmäisen version luominen, niin, että hankekohtainen vaikutusten arviointi on mahdollista
- Neljällä koealueella (Patämäki, Ekokangas, Hyyppä ja Karhukangas) tehdyt kalibroinnit osoittivat, että malleilla lasketut pohjaveden pinnankorkeudet olivat hyvin lähellä mitattuja arvoja, joten mallien antamia tuloksia voidaan käyttää metsätalouden kunnostustoimenpiteiden vaikutusten arvioinnissa.
- Ohjelmistoissa on mukana osamalli, jolla kunnostettavien ojien syvyyden vaikutus pohjavedenpinnan käyttäytymiseen on mahdollista ottaa suunnittelussa huomioon
- Avohakkuun vaikutuksia arvioitaessa voidaan huomioida haihdunnan pienenemisen vaikutukset pohjavedenpinnan käyttäytymiseen.
- Ohjelmistolla lasketut virtausnopeudet ja virtausten suunnat mahdollistavat jatkossa myös ravinteiden kulkeutumismallien kytkemisen mukaan KUNNOS-toimintamalliin
- Ohjelmistolla voidaan tuottaa pohjaveden valuma-aluekartat, jotka ovat mahdollisissa jatkohankkeissa hyödyllisiä arvioitaessa esimerkiksi ravinteiden kulkeutumisuuuntia
- Mallien tuloksia voidaan myöhemmin hyödyntää myös erityyppisissä riskitarkasteluissa
- Riskikarttoja yhdistämällä voidaan arvioida erilaisten ongelmien yhteisvaikutuksia toimintamallien alueilla
- Pilvipalvelukonsepti tarjoaa erittäin hyvän mahdollisuuden toteuttaa mallinnus niin, että aineistot ja mallit ovat pilvipalvelua tarjoavan yrityksen (esim. Amazon, Google, jne.) palvelimilla

Ehdotus jatkotoimenpiteiksi

Mallin rakenne on aina kompromissi käytettävissä olevien tietojen määrästä ja suunnitteluun varatusta työmäärästä. Tässä raportissa kuvattu malli on hyvin monimutkainen, mutta pilvipalvelu mahdollistaa sen, että ohjelmistoa voi mahdollisesti käyttää myös hankekohtaisen suunnittelun apuvälineenä. Pilvipalvelun avulla käyttäjän ei tarvitse huolehtia avoimien aineistojen käsittelystä eikä myöskään laskentamallien asentamisesta omalle koneelle.

Alla ehdotus KUNNOS-toimintamallin kehittämiseksi niin, että sitä voitaisiin soveltaa myös hankekohtaisessa kunnostusohjelmien vaikutusten arvioinnissa:

1. Kartoitetaan ne pohjavesiesiintymät, joiden alueella metsätalouden kunnostusohjelmien tarve on erityisen suuri.
2. Ladataan näiltä alueilta kaikki avoimet aineistot ja tallennetaan ne pilvipalvelimelle suunnittelijan käyttöön.
3. Ladataan SYKE:n pohjavesirekisteristä kyseisten alueiden pohjavesirajaukset, alueen pohjavesiputkien tekniset tiedot ja HERTTA-tietokannasta pohjavesiputkien mittaushavainnot.

4. Jos GTK:n rakennemalli on käytettävissä, niin ladataan sen tiedot pilvipalvelimelle (GTK avaa rakennemallit vapaasti ladattaviksi v. 2019 aikana).
5. Tehdään algoritmi, jolla kallionpinnan korkeusmalli pystytään luomaan myös siinä tapauksessa, että rakennemallia ei ole käytettävissä.
6. Testataan voiko pilvipalveluun kytkeä myös pohjaveteen liuenneiden yhdisteiden pitoisuuslaskentaa jo olemassa olevan kulkeutumisreittien laskennan lisäksi (ja sen avulla). Metsätalouden kunnostustoimenpiteiden hankekohtaisessa suunnittelussa pilvipalvelun kautta olisi käytettävissä heti kaikki mallin soveltamisessa tarvittavat avoimet aineistot. Seuraavassa vaiheessa suunnittelija lisää kaikki hankekohtaiset tiedot: ojitussuunnitelman yksityiskohdat ja muut käytettävissä olevat tiedot, joita ei löydy avoimesta aineistosta.
7. Muita mahdollisia detaljitason jatkokehityshankkeita ovat:
 - Selvitetään, onko avoimista aineistoista poimittavissa tarpeelliset lähtötiedot veden laadun laskentamallien yhdistämiseksi pohjavesimalliin
 - Onko järkevää kytkeä toimintamalliin ravinnepitoisuuksien laskentamalli ja sillä tehtävät arviot ravinteiden kulkeutumis suunnista ja vastaanottavaan vesistöön (joet, järvet) purkautuvissa vesissä
 - ohjelmiston laajentaminen niin, että sillä pystytään tuottamaan monen tyyppisiä karttatasoja ("GIS-layer"), jotka soveltuvat käytettäväksi herkkyys- ja riskianalyseissä
8. Pilvipalvelukonseptin testauksen jatkaminen

Vuoden 2018 aikana tehtiin ensimmäiset onnistuneet kokeilut ohjelmiston soveltuvuudesta kunnostusojitusten vaikutusten arviointiin ja näiltä osin projektia jatketaan vuoden 2019 aikana, jolloin palvelu avataan Tapion valitsemien asiantuntijoiden koekäyttöön. Tässä yhteydessä parannetaan sekä käyttöliittymää, että lähtötietolomakkeiden muotoa ja laaditaan monipuolisemmat tulostusvaihtoehdot. Hyvin oleellinen osa käyttäjän kannalta on laskentamallien tulosten visualisointi vapaasti ladattavilla ohjelmistoilla helposti ymmärrettävinä herkkyys- ja riskikarttoina, jotka mahdollistavat suurien tietomäärien nopean ja selkeän esittämisen.

4.4 Arviointia hankkeen 2018 toteutumisesta

- Yhdeksi toiminnan tavoitteeksi vuodelle 2018 asetettiin, että konsortio Suomen ympäristökeskus, Luonnonvarakeskus, Tapio Oy ja Suomen metsäkeskus, saisi rahoituksen hankkeelle Metsätalous pohjavesialueilla ympäristöministeriön RAKI-hankehausta 2018.
- Konsortion hakemus ei saanut rahoitusta
- Hankkeen päätavoitteena oli riskityökalun kehittämisen aloittaminen ojien kunnostuksen suunnittelijoiden ja pohjavesiviranomaisten käyttöön
- Muita tavoitteita olivat Kokkolan Patamäen pohjavesialueella toteutetun ojien kunnostamisen vaikutusten seurannan jatkaminen
- Kuten yllä olevasta yhteenvedosta ilmenee, WaterHope Oy:n työ riskityökalun kehittämiseksi on edennyt aikataulun mukaisesti
- Kehittämistyössä on käytetty neljää yllä kuvattua pilottipohjavesialuetta
- Ensimmäinen versio työkalusta, joka toimii edellä mainituilla neljällä alueella, valmistuu testi-käyttöön vuoden 2019 alkupuolella.
- Kokkolan Patamäen pohjavesialueen ojien kunnostamisen vaikutusten seurantaan voitiin jatkaa Sykelle myönnettyjen MAAMET-seurannan varojen turvin. Seurannan tulokset ovat

kaikkien toimijoiden käytettävissä Syken POVET-tietokannassa. Edellä raportissa on Ritva Britschgin, Anne Petäjä-Ronkaisen ja Tilda Rantaron laatima pohjavesinäytteisiin perustuva kuvaus ojien kunnostamisen vaikutuksista seurantakohteella pohjaveden laatuun.

- Muun muassa riskityökaluun liittyviä tuloksia ja tulosten vaikuttavuutta voidaan aikataulun mukaisesti arvioida vasta työkalun ensimmäisten versioiden testauksen jälkeen
- Mikäli testauksen tulokset vaikuttavat lupaavilta, riskityökalu on mahdollista ottaa toimijoiden ja viranomaisten käyttöön jo vuoden 2019 loppupuolella. Käyttöönotto edellyttää toimintakäytännöistä sopimista WaterHope Oy:n ja Suomen metsäkeskuksen kanssa samoin kuin viranomaistahojen kanssa.
- Käyttöönotto edellyttää lisäksi koulutukseen liittyvää jatkohanketta 2020 alkaen. Jatkohankkeen tarve on samoin edelleenkin puuttuvien seurantakohteiden osalta. Tavoitteena on siten edelleen, että nyt syntynyt konsortio hakee jatkossakin rahoitusta eri lähteistä seurantatavoitteen saavuttamiseksi.
- Hankkeen riskeiksi arvioidut seikat eivät toteutuneet.

5 Vuoden 2019 toiminta

5.1 Vuoden 2019 tavoitteet ja tulokset

- 1) Hankkeella on edelleen vain yksi pilottikohde (Kokkalan seutu), jossa on seurattu yhteistyössä MAAMET-seurantahankkeen kanssa pohjavesialueelle toteutetun kunnostusojitus-hankkeen vaikutuksia pohjavedenlaatuun. Tarve olisi perustaa uusia vastaavia seurantakohteita. Kustannukset koostuisivat pohjavesiputken asentamisesta sekä vuodessa otettavien 3-4 vesinäytteen kustannuksista/pohjavesiputki.
 - a) *Vuoden 2019 aikana saadaan lisää tuloksia ensimmäisen pohjavesialueella toteutetun kunnostusojitusseurantakohteen toteutuksen vaikutuksista.*
- 2) Hankkeella jatketaan resurssien sallimissa rajoissa työryhmän skype-palavereina Syken ja Luken, metsätoimijoiden ja pohjavesiviranomaisten välistä yhteistyötä.
- 3) Hankkeella jatketaan vuoden 2018 aikana aloitetun riskinarvioimistyökalun kehittämistä kunnostusojitus suunnittelijoiden käyttöön pohjavesialueilla toteutettavaksi suunnitellun kunnostusojituksen aiheuttaman haitan todennäköisyyden arvioimiseksi.
- 4) Hankkeen tuloksia esitellään käytännön toimijoiden, erityisesti kunnostusojituksen suunnittelijoiden koulutustilaisuuksissa, esimerkkeinä OK-ojat kuntoon -hankkeella ja Paikkatiedon hyödyntäminen kunnostusojituksen suunnittelussa -hankkeella järjestettävät koulutustilaisuudet.

5.2 Vuoden 2019 seurannan tuloksia Patamäellä

(Ritva Britschgi, Anne Petäjä-Ronkainen, Tilda Rantaro ja Ritva Torppa)

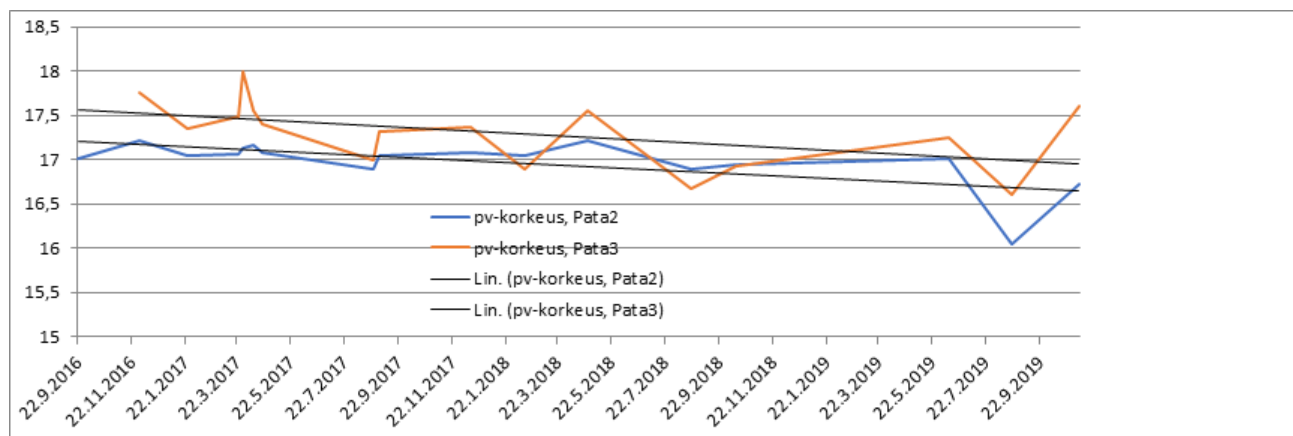
Patamäen pohjavesialueella sijaitsevalla tutkimuskohteella on tehty pohjaveden ja ojavesien laatututkimuksia kunnostusojituksen jälkeen. Alueelle on asennettu kolme pohjaveden havaintoputkea, joista seuranta tehdään nykyisellään kahdesta putkesta. Pohjavesinäytteet on analysoitu yhteensä 28 kertaa.

Tuloksissa on havaittavissa orgaanisen aineksen vaikutusta pohjaveteen, pohjavesinäytteissä orgaaninen kokonaishiili (TOC) on koholla. Kemiallinen hapenkulutus CODMn-luku on ylittänyt molemmissa pohjaveden havaintoputkissa aina STM:n asetuksessa talousvedelle annetun laatusuosituksen 5 mg/l. Orgaanisen aineksen hajoaminen kuluttaa osaltaan pohjaveden happivarastoja ja pohjavesiputkien alueella pohjavesi on erittäin vähähappista – lähes hapetonta ja alueella valitsevat pelkistävät olosuhteet. Liukoisen hapen pitoisuus on havaintoputkessa Pata2 ollut alkuaikojä lukuun ottamatta lähes koko seuranta-ajan alle määrittärsajan 0,2 mg/l. Havaintoputkessa Pata3 on liukoisen hapenpitoisuus ollut hyvin alhainen pysytellen alle 1 mg/l.

Pelkistävistä olosuhteista johtuen raudan ja mangaanin pitoisuudet ovat alueen pohjavedessä huomattavan korkeita. Myös kokonaistyyppi ja fosforipitoisuudet ovat huomattavasti suuremmat kuin luonnontilaisissa pohjavesissä.

Hapen ja vedyn stabiilien isotooppien analyysin perusteella ojissa virtaava vesi on sekoitus pinta- ja pohjavettä. Arvio perustuu neljään ojavesi- ja neljään pohjavesinäytteeseen. Pohja- ja pintaveden osuuksia virtaamasta ei ole mahdollista arvioida, koska käytettävissä ei ole ollut pintavesinäytteen isotooppituloksia.

Tulosten arviointia vaikeuttaa se, että näytteitä ei ole otettu ennen hakkuita ja kunnostusojitusten tekemistä. Tarkastelun osalta ei voida olla varmoja, onko pohjavesi ollut yhtä vähähappista ja runsaasti orgaanista ainesta sisältävää jo ennen ojitusta. Tulosten vertailtavuuden ja luotettavuuden osalta ongelmana on lisäksi, että vain kolmen analysoitavan aineen osalta on käytetty koko aikasarjan osalta esikäsittelynä tarvittavaa näytteen suodatusta. Jos seuranta alueella pystytään jatkamaan, on tärkeä huolehtia, että näytteet esikäsitellään tarvittavilta osin suodattamalla.



Kuva 8 Pohjaveden pinnankorkeuden vaihtelu Patamäen seuranta-alueella vuosina 2016-2019.

5.3 Työryhmäpalaverit

Hankkeella pidettiin kolme työryhmäpalaveria, joissa keskityttiin pääasiassa KUNNOS -sovelluksen tilannekatsauksiin:

Palaveri 1. 18.2.2019

Läsnä olivat:

Paikalla

Samuli Joensuu	Tapio Oy
Maija Kauppila	Tapio Oy
Tuomo Karvonen	Water Hope Oy
Lassi Warsta	Gain Oy

Skypellä mukana

Ritva Britschgi	SYKE
Asmo Hyvärinen	OTSO Oy
Laura Härkönen	Tapio Oy
Juha Jämsén	Suomen metsäkeskus
Harri Kuparinen	OTSO Oy
Jussi Ojanperä	OTSO Oy
Sirpa Piirainen	LUKE
Tilda Rantataro	ELY-keskus

Palaverissa läpikäydyt asiakokonaisuudet:

- Kohdealueiden mallinnusten tilanne (Patamäki, Ekokangas, Hyyppä ja Karhukangas)
- Syksyn 2018 kokouksessa yhdessä laadittujen mallin parannusehdotusten läpikäynti
 - mitä on pystytty toteuttamaan ja mitä joudutaan vielä tarkentamaan?
- Pilvipalvelun tilannekatsaus ja suunnitelma koekäytön aloittamiseksi
- Tapion ja muiden tahojen olemassa olevat vedenlaatua ennustavat menetelmät
 - keskusteltiin, voiko niitä jotenkin yhdistää pilvipalveluun
 - vedenlaadun rooli pilvipalvelukonseptissa?
 - mitä vedenlaatumuuttujia voitaisiin kytkeä palveluun?
- Pohdittiin pilvipalvelukonseptin laajentamista muilla alueilla kuin nykyiset kohdealueet
 - onko kohdealueiden mallintamisesta saadut kokemukset siirrettävissä muille alueille?
- Keskusteltiin myös seuraavista aiheista:
 - Hyvä kun katsotaan kokonaisuutta, sillä vesi ei välitä pohjavesialuerajoista eikä siitä, että onko kyse pohjavedestä tai pintavedestä
 - Freshabit LIFE IP-hankkeessa voisi olla kulkeutumiseen eli ravinteiden ja kiintoaineen pidätykseen liittyvää tietoa. Voisi olla tarpeellinen yhteinen palaveri. Antti Leinonen SMK mukaan palaveriin.
 - Kiintoaineen liikkeellelähdyssä uusinta tietoa Kersti Haahdin (Luke) ja Leena Stenbergin (Aalto-yliopisto) väitöskirjoissa.
 - Tarvitseeko kunnostusojittaa vai ei, miten saadaan tietoa parhaiten puuston määrästä? Puustotiedot saadaan hila-tietona täältä: <https://www.metsaan.fi/paikkatietoaineistot>
- (Hila-aineistot ja/tai metsävarakuviot)

- Pitää muistaa, että puuston haihdunta on tärkeä seikka; Pystyykö välttämään ojien perkauksen sitä kautta, että jättää puustoa johonkin ja tekee erityyppisen harvennuksen.

Tuomo Karvonen ja Lassi Warsta kehittävät keskusteluun perustuen KUNNOS-työkalua. Tavoitteena oli, että kesään mennessä olisi olemassa ensimmäinen versio työkalusta testaukseen.

Projektiryhmäpalaverien välisenä aikana Tuomo Karvonen konsultoi Asmo Hyväristä Otsosta kiintoainekuormituslaskuri -Excelistä, joka rakennettiin Samuli Joensuun väitöskirja-aineistoon perustuen MMM:n rahoittamalla Tarkennettu vesiensuojelusuunnitelma -hankkeella. Kyseinen Excel-sovellus aineistoiheen sopii Tuomo Karvosen mukaan hyvin KUNNOS -sovelluksen pohjaksi.

Samassa yhteydessä Asmo Hyvärinen teki Tuomo Karvosen ehdottamia korjauksia joihinkin sovelluksen puutteisiin. Korjattu versio kyseisestä kiintoainekuormituslaskuri -Excelistä vaihdetaan Tapion sivuille.

Palaveri 2. 6.6.2019

Kutsuttuina paikalla ja skypeillä:

Samuli Joensuu	Tapio Oy
Maija Kauppila	Tapio Oy
Tuomo Karvonen	Water Hope Oy
Lassi Warsta	Gain Oy
Ritva Britschgi	SYKE
Asmo Hyvärinen	OTSO Oy
Laura Härkönen	Tapio Oy
Juha Jämsén	Suomen metsäkeskus
Harri Kuparinen	OTSO Oy
Jussi Ojanperä	OTSO Oy
Sirpa Piirainen	LUKE
Tilda Rantataro	ELY-keskus

Palaverissa käytiin läpi työkalun tilannekatsaus. Sovittiin, että Tuomo lähettää projektiryhmäläisille käyttäjätunnukset testausta varten. Työkaluversion valmiina olevaa osaa voi vapaasti testata syksyn aikana.

Asmo Hyvärinen, Jussi Ojanperä ja Marko Mattila Otsosta testasivat KUNNOS-sovellusta Kauhajoen Hyypän alueella, jossa on paljon Metsäkeskuksen/OTSON toteuttamia pohjavesialueeseen rajoittuvia ojitusalueita.

Testauksen huomioita:

Metsäkeskuksen valuma-alueen määrittästyökalu

<https://metsakeskus.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=4ab572bdb631439d82f8aa8e0284f663> on SYKEN KARPALON lisäksi kätevä työkalu pohja-aineiston hakemiseen. Sillä voi määrittää ojitusalueen valuma-alueen purkupisteen yläpuolella ja samalla työkalulla saa tarkastettua valuma-alueen reunakoordinaatit.

Maalajikuvaukseen kannattanee käyttää GTK:n maalajikartan pohjamaalajikuvausta. Pohjavesiä ajatellen pohjamaalaji, joka on maastossa havaittu rassatessa alle 1 m syvyydestä on todennäköisesti merkityksellisin

ojan pohjalla kulkevan veden suhteen kuvaamaan veden mukana kulkeutuvaa ainesta. Helppitekstit näyttöllä, mitkä maalajit luetaan mihinkin luokkaan helpottaisivat käyttöä.

Säilyvätkö laskentatulokset, vai hävitetäänkö ne tulosten lähetyksen jälkeen? Nythän tulokset ovat käytössä vain silloin, kun laskenta on palauttanut ne. Olisiko mahdollista tallentaa Mallit-sivun sisältö esimerkiksi omalle työasemalle ja avata se täydennettäväksi myöhemmin? Nyt tallennus ja laskenta on tehtävä kerralla, eikä samaan tilanteeseen voi palata muuten kuin tallentamalla kaikki uudestaan.

Palaveri 3. 5.12.2019

Kutsuttuina paikalla ja skypeillä

Samuli Joensuu	Tapio Oy
Maija Kauppila	Tapio Oy
Tuomo Karvonen	Water Hope Oy
Lassi Warsta	Gain Oy
Ritva Britschgi	SYKE
Asmo Hyvärinen	OTSO Oy
Laura Härkönen	Tapio Oy
Juha Jämsén	Suomen metsäkeskus
Jussi Ojanperä	OTSO Oy
Sirpa Piirainen	LUKE
Tilda Rantataro	ELY-keskus
Ville Keskisarja	MMM
Marja Hilska-Aaltonen	MMM
Pauli Juntunen	OTSO Metsäpalvelut Oy
Janne Juvonen	Syke
Sirkku Tuominen	Syke
Anne Petäjä-Ronkainen	Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus
Juhani Gustafsson	YM
Lauri Laaksonen	Kanta-Hämeen MHY
Markus Seppäkoski	Metsäpalveluyrittäjä Ähtäri
Marko Mattila	OTSO Metsäpalvelut Oy

Tuomo Karvonen esitteli KUNNOS-versiota.

5.4 Arviointia hankkeen 2019 toteutumisesta

- Hankkeella laaditut, Liitteessä 1 (Linkki sivulla 42) kuvatut pohjavesialueita koskevat täydennykset ojitusilmoituslomakkeeseen viedään Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen Jaana Rintalan vetämässä Ojitusilmoituksen sähköistäminen-hankkeessa sähköiseen ojitusilmoitukseen mukaan. Hanke on alkanut 2019 syyskuussa ja päättyy maaliskuussa 2020, jonka jälkeen uusi sähköinen lomake pitäisi olla käytössä.
- KUNNOS -työkalun kehittäminen

- Hankkeen tuloksilla oli tärkeä merkitys metsätalouden osalta, kun vuoden aikana päivitettiin vesienhoidon ohjeistoja EU:n vesipuitedirektiivin toteutuksen raportointia varten. KUNNOS-työkalun toteutumisella näyttää olevan erityistä painoa ja odotusta.
- Hankkeella toteutettu ojitushankkeen pohjavesialueita koskeva täydennys tullaan viemään sellaisenaan Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen Jaana Rintalan vetämässä Ojitusilmoituksen sähköistämisen -hankkeessa toteutettavaan sähköiseen lomakejärjestelmään.
- Ohjelmaa on testattu ja pyritty löytämään virheitä aiheuttavat tilanteet
- Versioita ei ole päivitetty pilvipalveluun
- Pohjavesimallit toimivat teknisesti OK valtaosalla testeistä (n. 95 %)
- Virtausnopeudet ja virtausten suunnat saadaan tulostettu shp-tiedostoina esim. KARPALossassa
- Ojitusalueilta lähtevät kulkeutumisreitit pohjaveden mukana saadaan tulostettua shp-tiedostoina
* näihin on jatkossa tarkoitus kytkeä pitoisuuslaskenta
- Tuloksien tarkasteluun on laadittu Excel-pohja (helpottaa tulosten tarkastelua ja arkistointia)
- Työtä on viivästyttänyt erityisesti se, että vastaavia järjestelmiä ei ole aiemmin kehitetty Suomessa
> kaikki pienetkin ongelmat sekä pilvipalveluun liittyvien ohjelmien, että mallisovellusten osalta joudutaan ratkaisemaan itse
- Ohjelmisto toimii teknisesti hyvin valtaosassa tapauksia mutta pieni osuus (<5 %) aiheuttaa päänsäryn
- Jatkokehittämistarvetta jää vuodelle 2020
- Samoin koulutus kentälle jää vuodelle 2020
- Ville Keskisarja piti hankkeen tuotoksena syntyneitä KUNNOS-työkalua hyvänä ja esitti, että ryhmä: Ville Keskisarja, Samuli Joensuu, Ritva Britschgi ja Tuomo Karvonen etsisi tammikuussa 2020 yhteisen tapaamisajan YM:n Juhani Gustafssonin kanssa
- Palaverissa esiteltäisiin työkalu sekä sen käyttömahdollisuudet Juhani Gustafssonille ja pohdittaisiin mahdollisuutta MMM:n ja YM:n yhteisesti rahoittaa KUNNOS-työkalun toteuttaminen loppuun saakka sekä pohdittaisiin sen käyttökoulutuksen järjestäminen toimijoille sekä käytöstä aiheutuvien kustannusten jakaminen jatkossa
- Samuli Joensuu etsii yhteisen kaikille sopivan ajankohdan palaverille.

Alla olevasta linkeistä löytyvät KUNNOS-työkalua koskevat raportit:

[Hydrologisten mallien pilvipalvelu – Aineistojen esittely](#)

[Kunnostusojituksen vaikutusten mallintaminen – Käyttöliittymän esittely ja käyttöohjeet](#)

6 Kirjallisuutta

Britschgi, R. & Rintala, J. 2016. Pohjavesialueet_määrittäminen, luokitus ja suojelusuunnitelmat. Suomen ympäristökeskus. 124 s.

Eskelinen, R., Ala-aho, P., Rossi, P. M., Kløve, B. 2015. A GIS-based method for predicting groundwater discharge areas in esker aquifers in the Boreal region. Environmental Earth Sciences 74(5). DOI: 10.1007/s12665-015-4491-7

Joensuu, S., Kauppi, M., Lindén, M & Tenhola, T. 2013. Hyvän metsänhoidon suositukset – Vesiensuojelu. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja.

Karvonen, T. 2017. Metsätalous pohjavesialueilla; Kunnos, Toimintamalli kuunnostusojitusten pohjavesivai-
kutusten arviointiin 39 s.

Kubin, E. 2012. Long-term effects of silvicultural practices on groundwater quality in boreal forest environ-
ment. In: Krecek, J., Haigh, M., Hofer, Th. & Kubin, E. (eds.). Management of Mountain Watersheds. Sprin-
ger, Netherlands. p. 192-199.

Kupiainen, V. 2010. Pohjaveden purkautuminen metsäoisiin Rokuan harjualueella ja ojan kunnostus padotta-
malla – diplomityö, Oulun yliopisto.

DI-työt (<http://www.oulu.fi/pyovesen/node/9638>):

Ala-aho, Pertti: Vesitase ja vuorovaikutus pinta- ja pohjaveden välillä Rokuan harjualueella Ahveroisen sup-
pajärvestä

Eskelinen, Riku: Development and Utilization of GIS Based Groundwater Discharge Prediction Method

Isokangas, Elina: Veden stabiilit isotoopit harjualueen hydrologisissa tutkimuksissa

Kurki, V.O. 2016. Vesi neuvottelupöydissä: oppeja ristiriitaisista tekopohjavesihankkeista. (Negotiating
groundwater governance: lessons from contentious aquifer recharge projects). Tampereen teknillinen ylio-
pisto. Julkaisu 1387 (Alkuperäinen englanniksi).

Piirainen, S., Domisch, T., Moilanen, M. & Nieminen, M. 2013. Long-term effects of ash fertilization on run-
off water quality from drained peatland forests. Forest Ecology and Management 287: 53-66.

Pukkila, V., Gustafsson, J., Tuominen, J., Aallonen, A., Kontro, M.H. 2009. The most-probable-number enu-
meration of dichlobenil and 2,6-dichlorobenzamide (BAM) degrading microbes in Finnish aquifers. Biodeg-
radation, 20, 679-686.

Pukkila, V., Kontro, M.H., 2014. Dichlobenil and 2,6-dichlorobenzamide (BAM) dissipation in topsoil and de-
posits from groundwater environment within the boreal region in southern Finland. Environmental Science
and Pollution Research, 21, 2289-2297.

Rossi, P., Ala-Aho, P., Vikstedt, H. ja Kupiainen, V. 2010. Rokuan harjun vesitalouden selvittäminen matkai-
lullisten edellytysten turvaamiseksi. Loppuraportti. 46 s.

Rusanen, K. 2002. Metsänhakkuun vaikutus pohjaveteen. Pro Gradu –tutkielma. Turun yliopisto.

Rusanen, K., Finér, L., Antikainen, M., Korkka-Niemi, K., Backman, B. & Britschgi, R. 2004. The effect of for-
est cutting on the quality of groundwater in large aquifers in Finland. Boreal Environment Research 9: 253-
261.

Talja, K.M., Kaukonen, S., Kilpi-Koski, J., Malin, I., Kairesalo, T., Romantschuk, M., Tuominen, J., Kontro, M.H.
2008. Atrazine and terbutryn degradation in deposits from groundwater environment within the boreal re-
gion in Lahti, Finland. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56, 11962-11968.

Vuorimaa, P., Kontro, M., Rapala, J., Gustafsson, J. Torjunta-aineiden esiintyminen pohjavedessä. Suomen ympäristö 42. Suomen ympäristökeskus, Vammalan Kirjapaino, Vammala 2008.

Ympäristöministeriö asettaman (YM027:00/2011) työryhmän raportti. Pohjavesien suojeluun liittyvän sääntelyn kehittämistä valmistelevan työryhmän raportti. 17.12.2012.

Liite 1. Ehdotus metsäojitusilmoitukseen tehtävästä sisällön lisäyksestä koskien pohjavesialueita

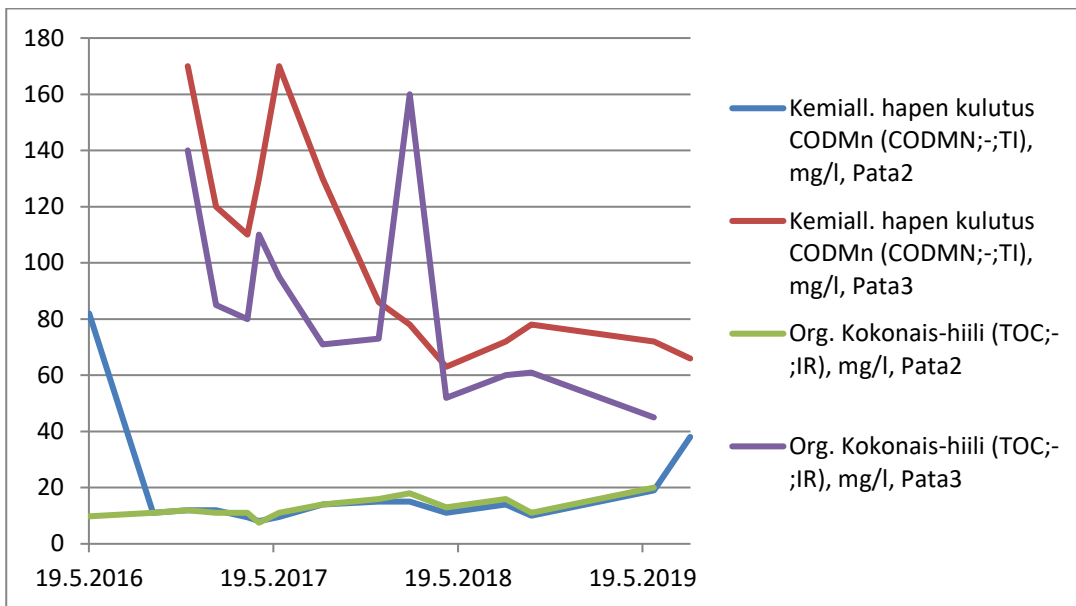
Liite 2. Kokkolan Patamäen pohjavesialueella sijaitsevan kunnostusojituksen seurantatuloksia vuosilta 2016-2019.

Patamäen pohjavesialueella sijaitsevalla tutkimuskohteella on tehty pohjaveden ja ojavesien laatututkimuksia kunnostusojituksen jälkeen. Alueelle on asennettu kolme pohjaveden havaintoputkea, joista on analysoitu pohjavesinäytteet yhteensä 28 kertaa (taulukko).

Taulukko. Patamäen seurantapaikan pohjavesinäytteenottojen lukumäärät vuosina 2016-2019. Vuonna 2019 on otettu lokakuussa vielä yhdet näytteet, joiden tuloksia ei 27.11.2019 mennessä ole vielä saatu.

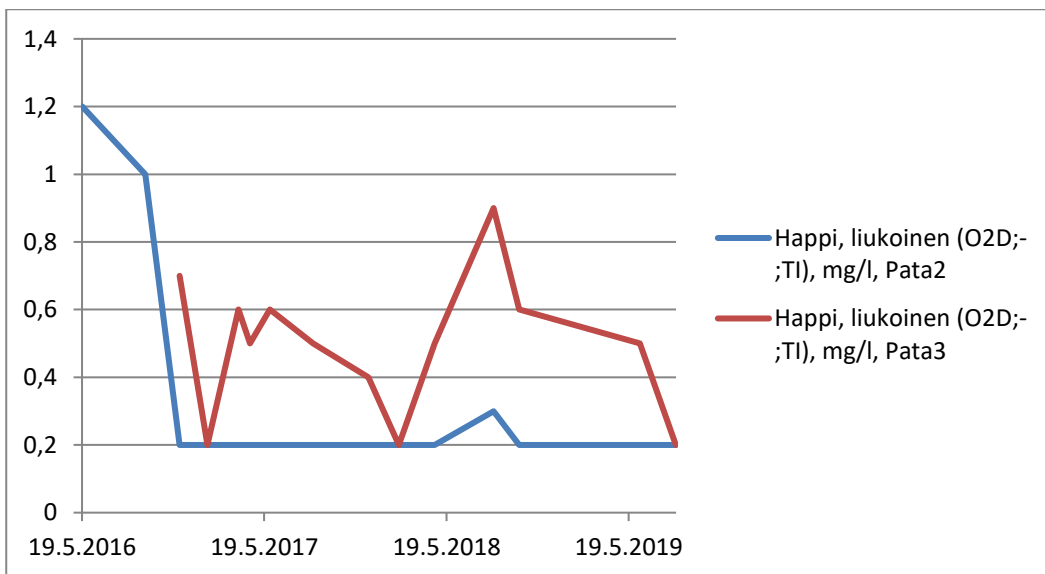
Vuosi	Pata 2 havaintoputki	Pata 3 havaintoputki	Yhteensä
2016	3	1	4
2017	6	6	12
2018	4	4	8
2019	2	2	4
Yhteensä	15	13	28

Tuloksissa on havaittavissa orgaanisen aineksen vaikutusta pohjaveteen, pohjavesinäytteissä orgaaninen kokonaishiili (TOC) on koholla. Kemiallinen hapenkulutus CODMn-luku on ylittänyt molemmissa pohjaveden havaintoputkissa aina STM:n asetuksessa (401/2001) talousvedelle annetun laatusuosituksen 5 mg/l.



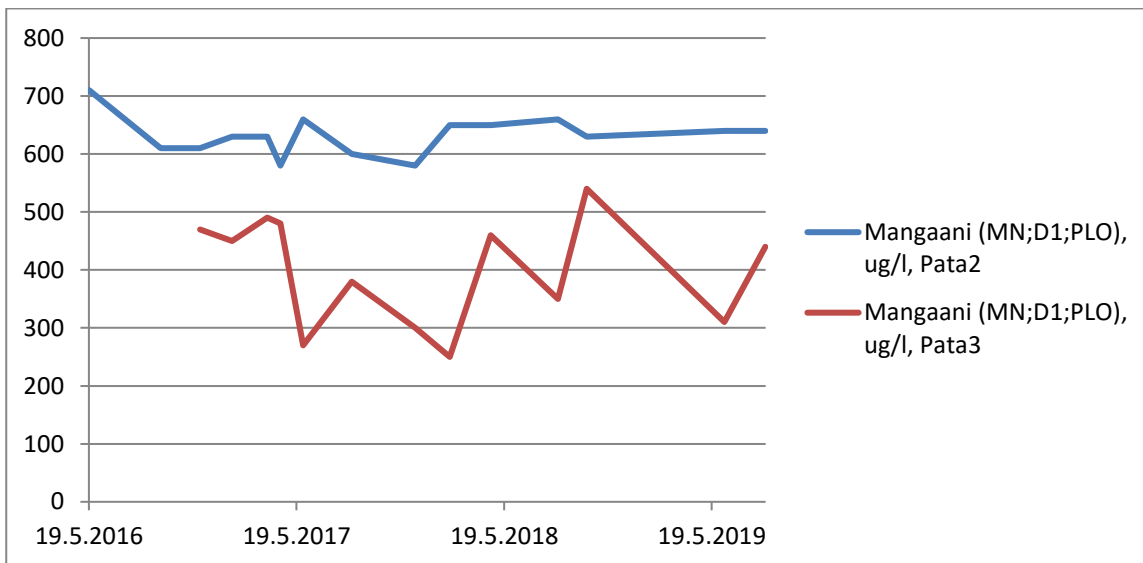
Kuva 1. Orgaanisen kokonaishiilen pitoisuudet hiekka- ja soramailla ovat yleensä tasolla 1-5 mg/l. Kemiallinen hapen kulutus ylittää STM:n pienille yksiköille annetun laatusuosituksen 5 mg/l aina. Lukua nostavia tekijöitä ovat osaltaan mm. korkeat rauta- ja mangaanipitoisuudet.

Orgaanisen aineksen hajoaminen kuluttaa osaltaan pohjaveden happivarastoja ja pohjavesiputkien alueella pohjavesi on erittäin vähähappista – lähes hapetonta ja alueella valitsevat pelkistävät olosuhteet.

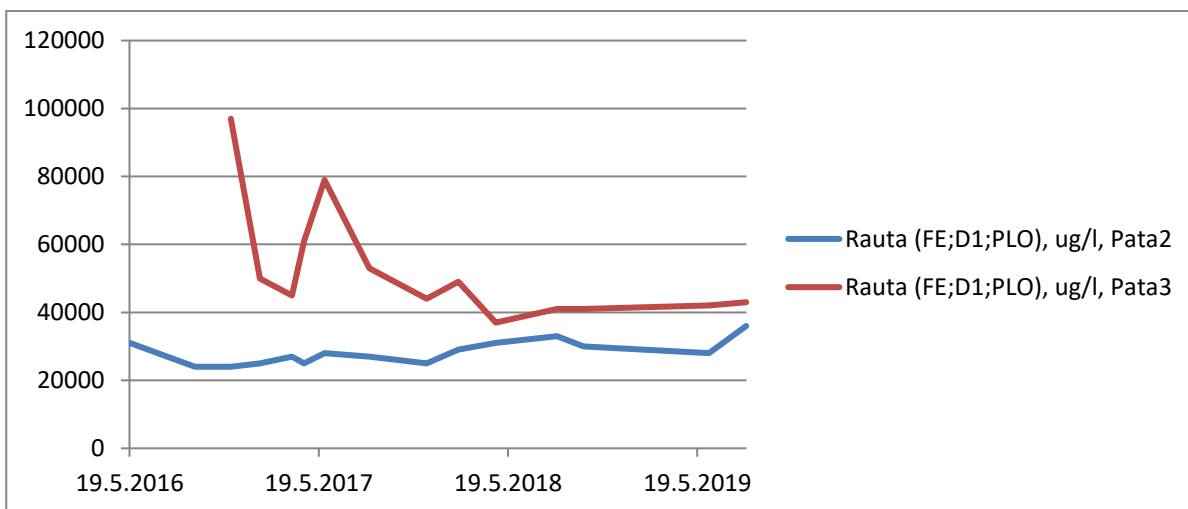


Kuva 2. Liukoisien hapen pitoisuus on havaintoputkessa Pata2 ollut alkuaikojä lukuun ottamatta lähes koko seuranta-ajan alle määrittäysrajan 0,2 mg/l. Havaintoputkessa Pata3 on liukoisien hapenpitoisuus ollut myös hyvin alhainen pysytellen alle 1 mg/l.

Pelkistävästä olosuhteista johtuen raudan ja mangaanin pitoisuudet ovat huomattavan korkeita.

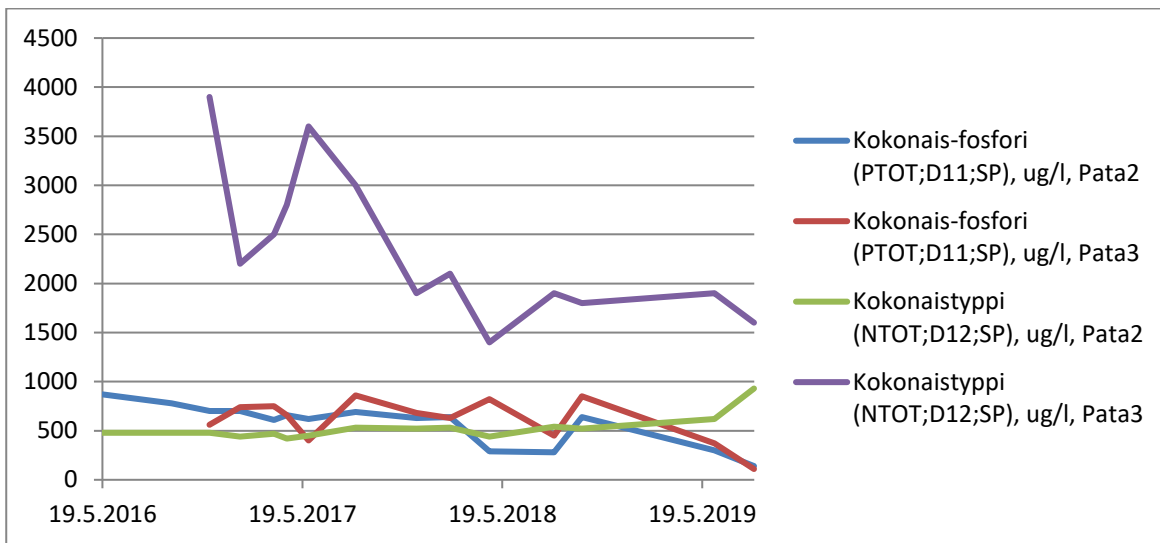


Kuva 3. Mangaanipitoisuus havaintoputkissa Pata2 ja Pata3. Kaksi viimeisintä tulosta on analysoitu suodatuista (kalvosuodatin 0,45 µm) pohjavesinäytteistä.



Kuva 4. Rautapitoisuus havaintoputkissa Pata2 ja Pata3. Kaksi viimeisintä tulosta on analysoitu suodatuista (kalvosuodatin 0,45 µm) pohjavesinäytteistä.

Myös kokonaistyyppi ja fosforipitoisuudet ovat huomattavasti suuremmat kuin luonnontilaisissa pohjavesissä.



Kuva 5. Kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuudet havaintoputkissa Pata2 ja Pata3.

Hapen ja vedyn stabiilien isotooppien analyysin perusteella ojissa virtaava vesi on sekoitus pinta- ja pohjavettä. Arvio perustuu neljään ojavesi- ja neljään pohjavesinäytteeseen. Pohja- ja pintaveden osuuksia virtaamasta ei ole mahdollista arvioida, koska käytettävissä ei ole ollut pintavesinäytteen isotooppituloksia.

Tulosten arviointia vaikeuttaa se, että näytteitä ei ole otettu ennen hakkuita ja ojitusten tekemistä. Nyt ei esimerkiksi voida olla varmoja, onko pohjavesi ollut yhtä vähähappista ja runsaasti orgaanista ainesta sisältävää jo ennen ojitusta. Tulosten vertailtavuuden ja luotettavuuden osalta ongelmana on myös, että vain kolmen analysoitavan aineen osalta on käytetty koko aikasarjan osalta esikäsittelyä tarvittavaa näytteen suodatusta. Jos seuranta alueella pystytään jatkamaan, on tärkeä huolehtia, että näytteet esikäsittelään tarvittavilta osin suodattamalla.

Yhteenvedon laati 27.11.2019 Ritva Britschgi