

POAKORI2 Demonstraatiohanke

21.10.2024

AURA NOUSIAINEN (TOIM.)
KIMMO JÄRVINEN
TUOMO KARVONEN

Sisältö

Johdanto	2
Työn toteutus	3
Esimerkkikohteet	3
Päästölähteiden tunnistaminen	3
Altistujien valinta	3
Kulkeutumisen todennäköisyys ja haitan suuruus, laskennallinen mallinnus	3
Mallinnusdatan tulkinta.....	4
Soveltuvat riskinhallintatoimenpiteet	4
Arvottaminen.....	5
Käytännön neuvoja tuleviin hankkeisiin.....	6
Viestintä	6
Päästölähteiden tunnistus	7
Altistujien tunnistus.....	7
Soveltuvat riskinhallintatoimenpiteet	7
Liite 1. Pohjavesialueiden mallinnus POAKORI2-hankkeessa	8
Liite 1.1.1 Vapaasti ladattavat paikkatietoaineistot	8
Liite 1.1.2 Pohjavesimallin vaiheet ja riskienhallintaa tukevat tulostukset	8
Liite 1.1.3 Vedenlaadun mittausten käsittely	9
Liite 1.2 Epilänharju A.....	9
Liite 1.2.1 Mallinnustulokset riskienhallinnan tueksi	10
Liite 1.2.2 Vedenlaatumittausten käsittely riskienhallinnan tueksi	12
Liite 1.3 Hyvinkään pohjavesialue	13
Liite 1.3.1 Mallinnustulokset riskienhallinnan tueksi	14
.....	16
.....	16
Liite 1.3.2 Vedenlaatumittausten käsittely riskienhallinnan tueksi	16

Johdanto

Suomessa on kaikkiaan yli 4000 luokiteltua pohjavesialuetta, joista 91 on luokiteltu huonoon kemialliseen tilaan. Näistä pohjavesialueista 73 on vedenhankintakäytössä (Poakori2, 27.1.2022). ELY-keskusten vesienhoidon pohjavesiasiantuntijoille tehtiin kesällä 2016 sähköpostikysely, jonka mukaan noin 30 nyt huonossa kemiallisessa tilassa olevista pohjavesialueista on sellaisia, joissa ei arvioida saavutettavan hyvää kemiallista tilaa viimeiseen vesipuitedirektiivin osatavoitteiden määräaikaan 2027 mennessä. Useissa kohteissa pohjaveden hyvän kemiallisen tilan saavuttaminen nykyisiä kemiallisen tilan arviointiperiaatteita ja riskienhallintaperiaatteita soveltaen voi jäädä saavuttamatta, vaikka käytettävissä olisi kymmeniä vuosia (Poakori1, 13.3.2020). Syynä pohjaveden huonoon kemialliseen tilaan on useimmissa tapauksissa maaperän pilaantumisen aiheuttama pohjaveden pilaantuminen.

POAKORI-hanke, kemiallisesti huonossa tilassa olevien pohjavesialueiden kokonaisvaltainen riskienhallinta, käynnistettiin syksyllä 2017 kokonaisvaltaisen, riskiperustaisen toimintamallin kehittämiseksi. Hankkeeseen osallistuivat PIRELY, ESAELY, UUDELY, EPOELY, SYKE, GTK, WaterHope Oy ja Ramboll Finland Oy. Ensimmäisessä vaiheessa luotiin selkeä ja läpinäkyvä toimintamalli, jonka avulla pohjavesialueen riskikohteet voitaisiin arvottaa keskenään yhteismitallisesti. Tavoitteena on saavuttaa kokonaisvaltainen ja vaiheittain tarkentuva lähestymistapa riskienhallintaan. POAKORI-lähestymistavan avulla riskikohteille voidaan antaa suositukset soveltuvista riskienhallintatoimenpiteistä ja niiden kiireellisyysjärjestyksestä (Poakori 13.3.2020). Toisessa vaiheessa kehitettiin priorisointityökalu, jolla eri pohjavesialueet voidaan luokitella tilanteen kriittisyyden ja toimenpiteiden kiireellisyyden perusteella prioriteetti-tiluokkiin (Poakori2, 27.1.2022).

POAKORI2-demohankkeessa tavoitteena oli testata Poakori-lähestymistapaa kahdella eri pohjavesialueella. Esimerkkialueet valittiin Poakori2:ssa tehdyn priorisoinnin perusteella. Kolmanteen vaiheeseen osallistuivat laaja joukko asiantuntijoita esimerkkikohteiden - Hyvinkään ja Tampere - kunnista, esimerkkikohteiden ELY-keskuksista. Työ suoritettiin SYKEssä, WaterHope Oy:ssä ja Ramboll Finland Oy:ssä. Asiantuntijaryhmään kuuluivat Juhani Gustafsson (Ympäristöministeriö), Jari Hyvärinen (GTK), Nina Lehtosalo (Ympäristöministeriö), Tommi Maasilta (Kuntaliitto) Outi Pyy (SYKE) ja Kari Pyötsiä (Pirkanmaan ELY-keskus)

Työn toteutus

Esimerkkikohteet

POAKORI2-demohankkeen tarkoituksena on testata POAKORI-menettelyn toimivuutta kahdella eri pohjavesialueella. Pohjavesialueiden valintaan on vaikuttanut korkeat priorisointipisteet POAKORI2-hankkeessa, ja lisäksi ole-massa olevan pilaantuneisuustiedon määrä.

Hyvinkään pohjavesialue (0110651) sijaitsee Salpausselän reunamuodostumalla, ja vettä pilaavat tyypillisten pohjavettä pilaavien haitta-aineiden, kuten öljyhiilivetyjen ja kloorattujen liuottimien lisäksi torjunta-ai-neet. Pohjavesialue on Hyvinkään kaupungin tärkeimpiä talousveden raakavesilähde, ja alueella sijaitsee kaksi vedenottamo. Pohjavesialueella sijaitsee paljon asutusta ja teollista toimintaa. Pohjavesialue on määritelty ve-sienhoidossa riskialueeksi, jonka kemiallinen tila on huono ja määrällinen tila on hyvä. Pohjavesialueen huonon kemiallisen tilan syynä ovat kohonneet liuotinten ja torjunta-aineiden pitoisuudet pohjavedessä. Pohjaveden pin-nan tasoa ja vedenoton määrää on tarkkailtu 1970-luvulta lähtien, ja lisäksi kemiallista laatua vuodesta 1994 läh-tien. Pohjavesialueella sijaitsee useita riskikohteita, mutta riskien määrää on viimeisen 15 vuoden aikana vähen-netty kunnostamalla kriittisimpiä alueita ja vähentämällä öljysäiliöiden määrää.

Epilänharju-Villilä A (0483702 A) sijaitsee Tampereen kaupungissa pitkittäisharjulla, ja pohjavesi-muodostuman vedenlaatua heikentää rityisesti klooratut liuottimet. Pohjaveden pinta on hieman Näsijärven pintaa alempana, ja isotooppitutkimusten perusteella arvioidaan Näsijärven pinnankorkeuden vaikuttavan vähäisissä määrin pohjaveteen (Tampereen pohjavesialueiden suojelusuunnitelma, 2020). Liuottimien alkuperää ei ole tutki-muksista huolimatta saatu paikannettua. Pohjavettä käytetään vesilaitoksen raakavetenä, ja alueella on yksi poh-javedenottamo. Veden laatu on huonontunut noin kymmenen vuoden vedenoton jälkeen 70-luvun loppupuolella. Vedestä on havaittu tarkkailujen yhteydessä torjunta-aineiden hajoamistuotteita ja kloridia, minkä lisäksi vesi on ha-pettomien olosuhteiden vuoksi rauta- ja mangaanipitoista. Pohjavettä purkautuu Pyhäjärven Hyhkynlahteen sekä Tahmelan lähteikköalueelle, jossa on tavattu uhanalaisia, pohjavedestä riippuvaisia hyönteislajeja. Pohjavesialu-een tunnettuja pilaantuneita kohteita on puhdistettu viime vuosien aikana uuden asuinrakentamisen vuoksi, mutta alueella on edelleen lukuisia öljysäiliöitä, eikä syitä vähähappisuuteen tai kloorattujen liuottimien alkuperään ole löydetty.

Päästölähteiden tunnistaminen

Työn alussa koottiin saatavilla olevat tiedot pohjaveden virtauksesta, pohjavesialueella sijaitsevien MATTI-tietokannan kohteet, pohjaveden suojelusuunnitelmat, viranomaisten saatavilla olevat PIMA-raportit ja vesilaitos-ten tiedot veden laadusta. Raportit koottiin kaupunkien ympäristöviranomaisten, SYKEN tietokantojen pääkäyttä-jien ja vesilaitosten henkilökunnan avulla.

Altistujien valinta

Altistujiksi määritettiin vedenottamot. Lisäksi Epilänharju-Villilä A:n alueella altistujaksi valittiin Tahmelan lähde, jonka vedenlaatu on heikentynyt viimeisten vuosikymmenien aikana, ja jonka alueella on pohjavedestä riippuva, herkkä ekosysteemi.

Kulkeutumisen todennäköisyys ja haitan suuruus, laskennallinen mallinnus

POAKORI2-hankkeessa mallinnuksen tarkoituksena on tuottaa hyödyllistä tietoa kokonaisvaltaista pohjavesirisikien tarkastelua varten. Hankkeen yhteydessä testattiin uusien datantulostusvaihtoehtojen käyttökelpoisuutta riskienhallinnan taustatietona.

Tarkasteltavina kysymyksinä oli

1. Minkä tyyppisiä tulosteita pohjavesimallilla voidaan saada riskienhallinnan tueksi?
2. Mitkä tulosteet auttavat rajattaessa tarkasteluun otettavien riskikohteiden (MATTI-kohteet) määrää?
3. Miten ympäristötiedon hallintajärjestelmään (HERTTA) tallennettuja pohjavedenpinnan korkeuden ja vedenlaadun mittauksia voidaan hyödyntää?
4. Mitä vapaasti ladattavia paikkatietoaineistoja kannattaa hyödyntää?

Vastauksia näihin kysymyksiin on annettu liitteessä 1.

Tässä raportissa ei ole esitetty kaikkia projektin aikana tuotettuja mallinnustuloksia. Tulokset on koottu projektin Teams-kansioon, josta hankkeeseen osallistuvat tahot ovat voineet ladata ne omaan käyttöönsä. Liitteeseen 1 on koottu mahdollisimman kattava kokoelma kuvia ja karttoina esitettäviä tuloksia, joita voidaan hyödyntää pohjavesien kokonaisvaltaisessa riskienhallinnassa. Esimerkkejä tulostusvaihtoehdoista annetaan joko Epilänharju-Villilä A:n tai Hyvinkään pohjavesialueilta.

Mallinnusdatan tulkinta

Mallinnuksen tuloksena voidaan asettaa päästölähteille (eli kohteet) kiireellisyyskriteeri, joka perustuu haitta-aineen kulkeutumisaikaan altistujalle ja haitta-aineen kemiallisiin ominaisuuksiin, kuten kulkeutuvuuteen ja toksisuuteen, joille on määritetty arvot POAKORI2-hankkeessa. Tämän perusteella kohteet määritellään riskienhallinnan kiireellisyyden perusteella kategorioihin 1, 2 ja 3. Listausta hienosäädetään toimialan ja kohteen erityispiirteiden perusteella.

Tuloksissa huomioitiin myös kohteet, joissa kunnostustoimia on jo tehty, mikäli haitta-aine on pohjaveden mukana kulkeutuvaa, ja siitä on tehty havaintoja pohjavesinäytteissä. Toimivien kohteiden arviointi vaatii enemmän tapauskohtaista harkintaa; nykyisessä, luvanvaraisessa käytössä niistä ei pitäisi päätyä haitta-aineita ympäristöön, mutta pitkä toimintahistoria ja onnettomuusalttius saattaa johtaa selvitystarpeeseen. Toisaalta kaikki järjestelmään tallennetut kohteet eivät ole luvanvaraisia. Kohteet päätyvät maaperän tilan tietojärjestelmään MAT-Tiin hyvin monenlaisilla perusteilla, jolloin niiden joukossa on väistämättä myös kohteita, jotka eivät aiheuta pohjaveden pilaantumisriskiä, ja kohteita, jotka on jo selvitetty ja puhdistettu.

Soveltuvat riskienhallintatoimenpiteet

Kohteiden ryhmittely kootaan mallinnusdatan tulkinnessa syntyneen ryhmitellyn listan perusteella. Suurimmat kiireellisyydspisteet saaneet kohteet vaativat kiireellisimpiä riskienhallintatoimenpiteitä.

Jos useampi kriittinen kohde sijaitsee pohjaveden virtaussuunnan myötäisesti, tai muulla tavoin maantieteellisesti lähekkäin, kohteita voi olla järkevää tarkastella yhtenä kokonaisuutena. Kohteiden yhdistely on erityisen mielekäästä, jos niissä on samantyyppisiä haitta-aineita, ja vaikeaa, jos pilaantuma on heterogeeninen. Joissain tapauksissa tekniset haasteet saattavat estää karttata tarkastelun perusteella helpon näköisen riskienhallinnan. Esimerkiksi Tahmelan lähteen ja potentiaalisten päästölähteiden välissä on lähes 70 metrin korkuinen harju, jonka lävistäminen tekee monista kulkeutumisreitille sijoitettavista riskienhallintatoimenpiteistä teknisesti mahdottomia. Tässä tapauksessa riskienhallintatoimet on järkevää kohdistaa joko päästölähteen tai Tahmelan lähteen lähistöön.

Kohteiden yhdistelyn perusteena on siis

1. Poakori-pisteytyksen mukainen kiireellisyysjärjestys
2. Maantieteellinen läheisyys siten, että kohteet sijaitsevat pohjaveden virtaussuunnassa peräkkäin tai muutoin lähekkäin
3. Haitta-aineiden samankaltainen kulkeutuminen pohjaveden mukana

Arvottaminen

Tulosten tulkinnan suurin ongelma on se, että käytettävissä olevat aineistot eivät mahdollista yksiselitteisen päästö-altistujaparien muodostukseen, vaikka tietoa onkin saatavilla. Selkeiden päästö-altistujaparien löytäminen oli esimerkkialueilla saatavilla olevan tiedon perusteella haastavaa. Käytännössä parinmuodostus nojautui pelkään virtausmalliin ja MATTI-tietokannan kohteisiin. Eräs POAKORI-hankkeen tavoite on tunnistaa, mistä päästölähteistä merkittävimpiä riskejä aiheuttavat haitta-aineet ovat lähtöisin. Riskinhallintatoimenpiteiden arvottamista ei demohankkeen puitteissa tehty, sillä sitä varten ei ollut riittävästi tietopohjaa.

Päästö-altistujaparien määrittäminen on onnistunut aiemmassa POAKORI1-hankkeessa, sillä sen esimerkkikohteissa - erityisesti Mikkelin Pursialan pohjavesialueella - oli muissa hankkeissa jo aiemmin kerätty yksityiskohtaiset tiedot eri haitta-aineiden esiintymisestä pohjavedessä. POVET-järjestelmässä saatavilla olevan pohjaveden pitoisuusaineiston hyödyntäminen on intensiivistä käsityötä. Pitoisuustietoja voidaan toivottavasti hyödyntää vaivattomammin PISARA-järjestelmään siirtymisen jälkeen. Demohankkeen puitteissa ei tietojen kattavaan käsittelyyn POVET-järjestelmästä ollut resursseja.

Käytännön neuvoja tuleviin hankkeisiin

POAKORI-hankkeen keskeisenä tavoitteena on *vedenhankinnan turvaaminen* kemiallisesti huonossa tilassa olevilla pohjavesialueilla. Vedenottamoilla ja muissa havaintopisteissä todettujen haitta-aineiden massamäärien ja kulkeutumismuotojen syöttäminen virtausmalliin auttaa ennakoimaan aineiden liikkeitä tulevaisuudessa, jolloin riskinhallintatoimenpiteiden kustannustehokas kohdennus on mahdollista. POAKORI1-hankkeessa selvitettiin haitta-aineiden massamääriä ja niiden sijaintia maaperässä. Laadukas mallinnus syntyi syvällisestä tiedosta päästölähteiden historiasta ja pitoisuusmallinnuksesta, joka liitettiin virtausmalliin. Yhtä laadukasta tietoaineistoa ei demohankkeessa ollut käytössä. *Historiatieto ja edes suuntaa antavat massataselaskelmat auttaisivat ymmärtämään kokonaistilannetta paremmin.*

Viestintä

Demohankkeessa pidettiin tärkeänä oikeanlaista ja oikea-aikaista viestintää. Hankkeen alussa kaikilla osallistujilla ei ole samoja lähtötietoja eikä samanlaista käsitystä hankkeen sisällöstä ja tavoitteista, jolloin on mahdotonta nostaa olennaisia asioita tai näkökulmia sellaiseen aikaan, jolloin esimerkiksi virtausmalliin vietäviin tietoihin ja mallinnuksen tavoitteisiin voitaisiin vaikuttaa.

Tulevia hankkeita helpottamaan on alla lueteltu ehdotus hyödyllisten kokousten ajankohdista ja osallistujista.

Työvaihe	Kokouksen tavoitteet	Osallistajat
1. Lähtötietojen kokoaminen	Hankkeen tavoitteiden määrittäminen Lähtötietojen määrän ja laadun arviointi Altistujien määrittäminen	Projektipäällikkö Muu työryhmä Ympäristöviranomainen Vesilaitos
2. Päästö-altistujaparien muodostaminen	Lähtötietojen läpikäynti Päästö-altistujaparien läpikäynti	Mallinnustiimi Projektipäällikkö/muu työryhmä
3. Kulkeutumisen todennäköisyys 4. Laskennallinen mallinnus	Mallin 1. version esittely Lähtötietojen riittävyden arviointi Mahdollisten lisätietojen tarpeen kartoitus	Mallinnustiimi Projektipäällikkö/muu työryhmä Ympäristöviranomainen Vesilaitos
5. Soveltuvat riskinhallintatoimenpiteet 6. Arvottaminen	Päästö-altistujaparien esittely Teknisesti mahdollisten riskinhallintatoimenpiteiden esittely Parhaiden riskinhallintatoimenpiteiden esittäminen	Mallinnustiimi Projektipäällikkö/muu työryhmä Ympäristöviranomainen Muut mahdolliset sidosryhmät

Päästölähteiden tunnistus

Ympäristöhallinnon järjestelmiin on kerätty haitta-aine- ja pilaantuneisuustietoa jo vuosien ajan. Maanmittauslaitoksen ja GTK:n avointa dataa on saatavilla runsaasti. Ympäristöhallinnon ulkopuolisten tahojen omistaman pilaantuneisuustiedon määrää voidaan vain arvioida. Toisin sanoen, dataa on valtavasti, mutta tiedonhallinnan infrastruktuuri ei ole sillä tasolla, että sitä voisi automaattisesti hyödyntää. Ympäristötiedon siirto on haasteellista, sillä järjestelmien välillä ei ole yhteisiä rajapintoja, jolloin tiedonsiirto vaatii käsityötä. Nykyisellään POAKORI-hankkeessa onkin hyväksyttävä joko pintapuolinen käsitys sieppausalueista ja niillä sijaitsevista pilaavista toiminnoista, tai järjestettävä datan käsittelyyn riittävästi resursseja. Helpotusta on tulossa uudesta PISARA-järjestelmästä, joka tulee olemaan POVETia helpokäyttöisempi.

Datan kustannustehokas hyödyntäminen POAKORI-hankkeessa onnistuisi paremmin, jos heikossa kemiallisessa tilassa olevan pohjavesialueen pohjavesiputkista määritettäisiin rutiininomaisesti niitä haitta-aineita, joita on havaittu virtaavan pohjaveden mukana tarkkailupisteeseen. Pohjaveden tilan tietojärjestelmiin (POVET, PISARA) tulisi kirjata myös tieto siitä, jos kyseisiä aineita ei havaittu. Tällöin voitaisiin havaita trendejä, ja arvioida tai mallintaa miten pohjaveden tila kehittyä tulevaisuudessa.

POAKORI-ajattelutavan mukainen säännöllinen ja kattava haitta-aineiden sekä vedenlaadun perusparametrien määrittäminen onnistuisi esimerkiksi suuremman aluekokonaisuuden pohjavesien yhteistarkkailulla, jolloin tärkeä tieto pohjaveden kemiallisesta laadusta ei jää eri toimijoiden yksittäisiin erillisraportteihin. Yhteistarkkailu on kustannustehokkaampaa myös alueen toimijoille, sillä säästöjä syntyy näytteenotossa, analytiikassa sekä tulosten käsittelyssä. Uusien pohjavesiputkien sijoittelu voidaan tehdä paremmin kokonaisuutta palvelevana. Kustannuksia voi edelleen alentaa automaattinen datansiirto laboratorion ympäristöhallinnon tietokantaan, automaattinen datansiirto vähentää myös inhimillisiä huolimattomuusvirheitä.

Pohjaveden laadun tarkkailu yhteistarkkailun keinoin on edullisempi vaihtoehto kuin useasta yksittäisestä tarkkailusta koostuva vastaava vedenlaadun seuranta. Samalla saadaan parempi kokonaiskäsitys pohjavesialueen todellisesta tilasta, ja tulosten saatavuus ja hyödynnettävyys helpottuu.

Altistujien tunnistus

Hankkeen aloitusvaiheessa on tärkeää tunnistaa yhteistyössä paikallisten ympäristöasiantuntijoiden ja vesilaitoksen henkilökunnan kanssa päästölähteet, kriittiset haitta-aineet ja päättää altistajat ja tarkasteltavan alueen rajaus. Haavoittuvuusanalyysin laatiminen koko pohjavesialueelle voisi auttaa kaikkien potentiaalisten altistujien löytämiseen. Niitä voi olla vedenottamon lisäksi myös lähteiköt tai ranta-alueet. Hankkeen tavoitteet on tässä vaiheessa järkevää käydä perusteellisesti läpi.

Demonstraatiohankkeen perusteella tarkastelualueen rajaaminen ei aina ole yksinkertaista. Esimerkiksi Epilänharjun pohjavesialue muodostuu kahdesta osasta, jotka vaikuttavat toisiinsa. Tällöin osa päästölähteistä, jotka vaikuttivat altistujiin, ei sisältyneet malliin, sillä ne sijaittivat Epilänharju-Villilä B -pohjavesialueella. Useamman pohjavesialueen systeemi kannattaakin arvioida yhtenä kokonaisuutena, joka on luokiteltua pohjavesialuetta laajempi.

Demonstraatiohankkeen fokuksena oli vedenoton turvaaminen, mutta altistujia on mahdollista käsitellä myös laajemmin. Pohjavesidirektiivin hengen mukaisesti pohjavettä itsenään voidaan pitää altistujana, samoin kuin pohjavedestä riippuvaiset pintavesi- ja maaekosysteemit.

Soveltuvat riskinhallintatoimenpiteet

Riskinhallintaa POAKORI-hankkeen käytännön mukaan toteutetaan lähtökohtaisesti siellä, missä se on ympäristön ja terveyden sekä kustannusten kannalta tehokkainta. Tällöin kunnostustoimenpiteet kohdistuvat mahdollisesti muualle, kuin haitan aiheuttajan kiinteistölle. Kunnostamista toisen omistamalla alueella varten tulee olla riskinhallintatoimenpiteiden kompensatiojärjestelmä, jolloin haitan aiheuttaja korvaa taloudellisesti toisen kiinteistölle kohdistuvat riskinhallintakustannukset.

Liite 1. Pohjavesialueiden mallinnus POAKORI2-hankkeessa

POAKORI2-hankkeessa pohjavesimallinnuksen tarkoituksena on tuottaa hyödyllistä tietoa pohjavesien kokonaisvaltaista riskien tarkastelua varten. Hankkeen yhteydessä testattiin mallinnuksen uusien tulostusvaihtoehtojen käyttökelpoisuutta riskienhallinnan taustatietona. Minkä tyyppisiä tulosteita pohjavesimallilla voi saada riskienhallinnan tueksi? Mitkä tulosteet auttavat rajattaessa tarkasteluun otettavien riskikohteiden (MATTI-kohteet) määrää? Miten ympäristötiedon hallintajärjestelmään Hertta (jatkossa Hertta) tallennettuja pohjavedenpinnan korkeuden ja vedenlaadun mittauksia voidaan hyödyntää? Mitä vapaasti ladattavia paikkatietoaineistoja kannattaa hyödyntää?

Mahdollisista tulostusvaihtoehdoista annetaan tässä liitteessä esimerkit joko Epilänharju-Villilä A:n tai Hyvinkään pohjavesialueilta. Liitteeseen ei ole koottu kaikkia riskienhallinnan avuksi tulostettuja karttoja/kuvia, vaan ainoastaan esimerkit mahdollisista vaihtoehdoista.

Liite 1.1.1 Vapaasti ladattavat paikkatietoaineistot

Pohjavesimallien lähtötietoina tarvittavat aineistot voidaan ladata seuraavista tietolähteistä:

- SYKE: pohjavesialueiden rajausta, pohjavesiputkien sijainti, pohjavedenpinnan korkeuden ja vedenlaadun havainnot, pohjavesialueiden haitallisten aineiden pitoisuudet, uomaverkostot, CORINE-maankäyttöluokka
- Maanmittauslaitos (MML): korkeusmallit (2x2 m²), ojaverkostot (alle 2 m levyiset ojat, 2-5 m levyiset ojat, monikulmioina esitetyt leveämmät uomat), tiestö, vesistöt
- Geologinen tutkimuskeskus (GTK): pohjavesialueiden rakennemallit, maaperäkarta (1:20 000 tai 1:200 000)
- Luonnonvarakeskus (LUKE): puuston kuutiomäärät, jos kyseessä metsäinen pohjavesialue,
- Ilmatieteen laitos (IL): säädata

Vapaasti ladattavien tietojen lisäksi tarvitaan MATTI-kohteiden sijainti, vedenottamoiden sijainnit ja pumppausmäärät, muiden altistumiskohteiden rajaukset, mahdollisten ruhjealueiden sijainnit, pohjavesien purkautumispaikkojen sijainnit (esim. lähteet) ja mieluiten myös arviot lähteiden kautta purkautuvista vesimääristä.

Liite 1.1.2 Pohjavesimallin vaiheet ja riskienhallintaa tukevat tulostukset

Vapaasti ladattavia aineistoja käytetään muodostamaan pohjavesialueen kuvaus: alueen laajuus, maanpinnan korkeus, kalliopinnan korkeus, maalajitulkinnat, ojen ja vesistöjen sijainnit, pohjaveden purkautumispaikat. Mallin reunaehtoina käytetään järvien ja isompien jokien vedenpinnan korkeustietoja ja lisäksi pohjaveden purkautumisalueet ovat virtaamareunaehtoja. Sen jälkeen kalibroidaan maalajien vedenläpäisevyydet (K-arvot) vertaamalla mitattuja ja laskettuja pohjavedenpintoja. Kalibroidun pohjavesimallin avulla lasketaan pohjaveden virtausnopeudet ja virtausten suunnat.

Pohjavesimallin virtausnopeuksien ja -suuntien avulla pystytään laskemaan valittujen altistumiskohteiden (vedenottamot, tärkeät lähteet, luontoarvoltaan tärkeät alueet ym.) sieppausalueet (miltä alueilta kohteet keräävät vettä) ja laatimaan kartat, joilla esitetään veden kulkeutumisaika sieppausalueiden eri osista altistumiskohteille. Sieppausalueille osuvat MATTI-kohteet ovat hyvä lähtötieto riskitarkasteluille.

Liite 1.1.3 Vedenlaadun mittausten käsittely

Ympäristötiedon hallintajärjestelmässä Hertta on erittäin paljon mitattua vedenlaatu-aineistoa. POAKORI2-hankkeessa päädyttiin kokeilemaan menettelytapaa, jossa ladattiin Hertta-järjestelmästä kaikki vedenlaadun muutujat ja niiden mitatut pitoisuudet. Ladattujen aineistojen käsittely on työläs vaihe, jossa muuttujat lajiteltiin ajan, havaintopisteiden ja muuttujan perusteella ryhmiin. Lisäksi laskettiin havaintopisteiden etäisyydet kaikkiin vedenotamon kaivoihin ja lajiteltiin putket etäisyyden perusteella. Vedenlaatatulosten käsittelyyn ei ole toistaiseksi olemassa valmista työkalua.

Tulokset koottiin sekä Excel-tiedostoiksi, että paikkatietoaineistoiksi (kts. kuvat L1-2b, L1-6 ja L1-12 ja taulukko L1-2). Havainnot voidaan tulostaa karttapohjalle joko shp-tiedostoina tai Google Earth-yhteensopivina kml-tiedostoina. Jokaisesta haitallisesta yhdisteestä koottiin Excel-tiedostoihin oma välilehti (kts. taulukko L1-2). Sieppausalueilla sijaitsevat havaintoputket lajiteltiin niin, että altistumiskohdetta lähimpänä olevan putken havainnot esitetään tuloksissa ensin. Jokaisen havaintoputken kohdalle merkittiin sekä veden, että yhdisteen arvioitu kulkeutumisaika altistumiskohteelle (ottamo, lähde), jos havaintoputki osuu sieppausalueelle. Yhdisteen kulkeutumisaika arvioitiin kirjallisuudesta saatujen $\log(K_{oc})$ (oktanoli-vesi-jakaantumiskerroin) ja esiintymän f_{oc} -arvon perusteella (f_{oc} =orgaanisen hiilen pitoisuus) (Reinikainen 2007). Tulokset laskettiin kahdelle f_{oc} -arvolle (0.1 ja 0.3 %).

Karttapohjaisissa tuloksissa havainnot lajiteltiin 2-3 vuoden pituisiin ajanjaksoihin ja kuhunkin jaksoon kuuluvista mittauksista valittiin näytettäväksi kunkin putken mitattu maksimipitoisuus (pistemäinen tulostus kuvassa L1-6 ja levinneisyyskartat kuvassa L1-12).

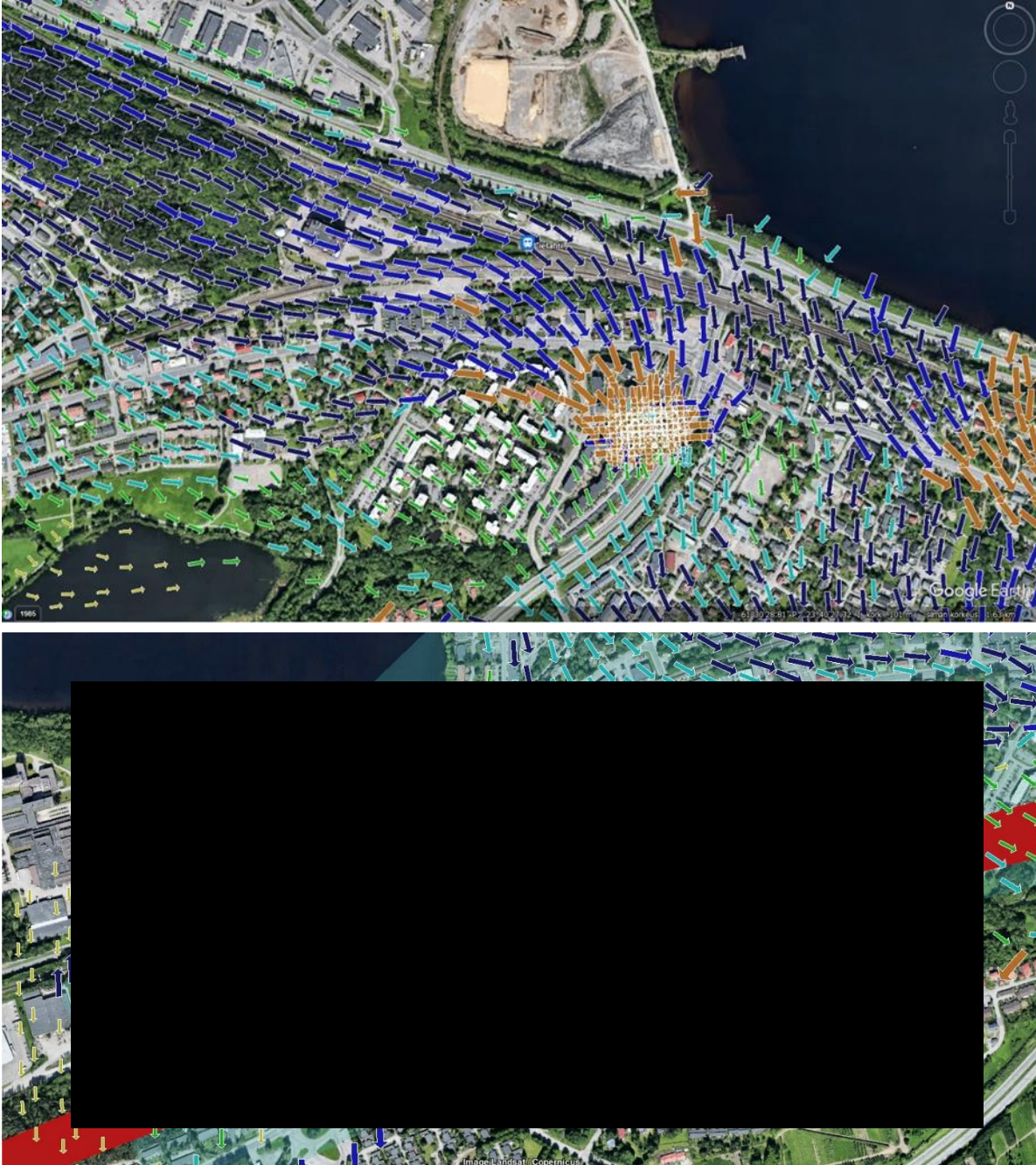
Liite 1.2 Epilänharju A



Kuva L1-1. Pohjavesialueiden Epilänharju-Villilä A ja B rajaukset ja MATTI-kohteiden sijainnit (70 kohdetta). Kuvassa on esitetty alue, jolla pohjavedestä on mitattu korkeita PCE- ja TCE-pitoisuuksia.

Liite 1.2.1 Mallinnustulokset riskienhallinnan tueksi

Kuvassa L1-2 on esitetty mallinnetut virtausnopeudet ja virtaussuunnat Hyhkyn vedenottamon ympäristössä Epi-länharju-Villillä A-pohjavesialueella, sekä alueella, jolla on mitattu korkeita PCE- ja TCE-pitoisuuksia.



Kuva L1-2. Pohjaveden virtaussuunnat Hyhkyn vedenottamon ympäristössä (ylempi kuva) ja alueen länsiosassa (alempi kuva). Alemmassa kuvassa on esitetty mitatut PCE-pitoisuudet vuosien 2016–2021 väliseltä ajalta ($\mu\text{g/l}$). Korkeita haitta-aineiden pitoisuuksia on mitattu alueilta, joilta virtausten suunta on mallinnustulosten mukaan kohti lounasta ja alueen poikki kulkevaa ruhjetta. On mahdollista, että ruhjetta pitkin PCE – ja TCE-yhdisteet kulkeutuvat länteen Epi-länharju-Villillä B:n alueelle.

Erittäin hyödyllinen tulostus riskienhallin tueksi ovat altistumiskohteiden sieppausalueiden laajuutta ja pohjaveden kulkeutumisaikaa kuvaavat kartat (kts. kuva L1-3).



Kuva L1-3. Hyhkyn ottamon sieppausalue ja pohjaveden kulkeutumisaika alueen eri osista ottamon kaivoihin. Punaisella värillä merkityltä alueelta kulkeutumisaika on alle 1 v, ruskealla värityltä alueelta 1-3 v jne.

Sieppausaluekartan päälle voidaan tulostaa MATTI-kohteiden sijainti (kuva L1-4). Tämän tyyppinen tulostus auttaa rajaamaan pois MATTI-kohteita, jotka eivät sijaitse altistumiskohteiden sieppausalueilla tai kohteet, joilta kulkeutumisaika on pitkä (> 20 v)



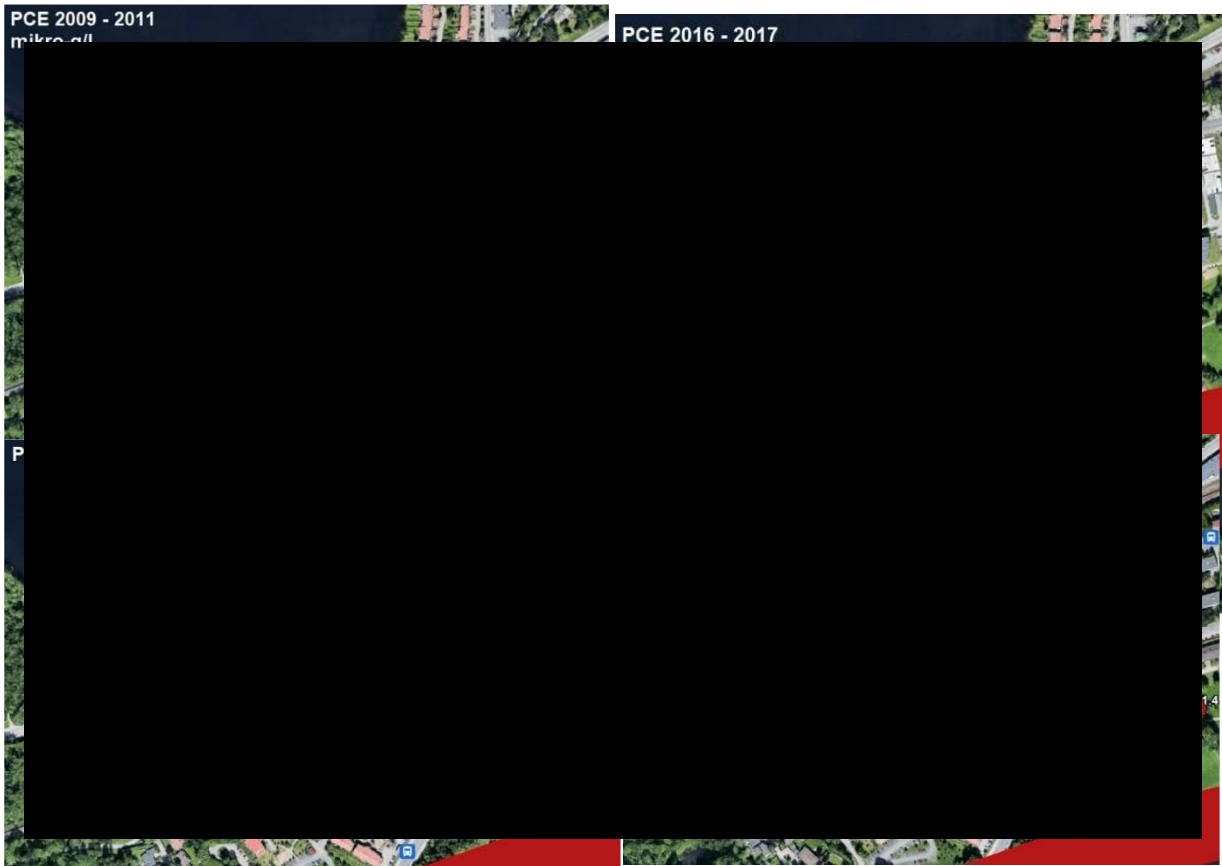
Kuva L1-4. Vedenottamon sieppausalueella sijaitsevat MATTI-kohteet. Tämän tyyppistä tulostusta voidaan käyttää arvioitaessa miltä MATTI-kohteilta pohjavesien virtausaika ottamolle on pienin.

Liite 1.2.2 Vedenlaatumittausten käsittely riskienhallinnan tueksi

Epilänharju-Villilä A:n alueella on 70 pohjaveden havaintoputkea, joista on mitattu 277 eri vedenlaatumuuttujan pitoisuuksia. Kaikkien muuttujien maksimipitoisuudet koottiin Excel-tiedostoon. Hertta-palvelusta poimittiin myös haitallisten yhdisteiden lista (kuva L1-5). Excel-tiedostoihin poimittiin jokaisen haitallisen yhdisteen kaikki mitatut pitoisuudet ja putket lajiteltiin järjestykseen sen perusteella, kuinka kaukana ne ovat ottamon kaivoalueelta (esimerkki tästä tulostumallista on esitetty Hyvinkään esiintymän yhteydessä taulukossa L1-2). Hyödyllinen lähestymistapa haitta-aineiden pitoisuuskehityksen havainnollistamiseen ovat Google Earth-kuvat, joihin voidaan poimia mitattujen pitoisuuksien kehitys koko siltä ajalta, kuin havaintoja on käytettävissä (kts. kuva L1-6).

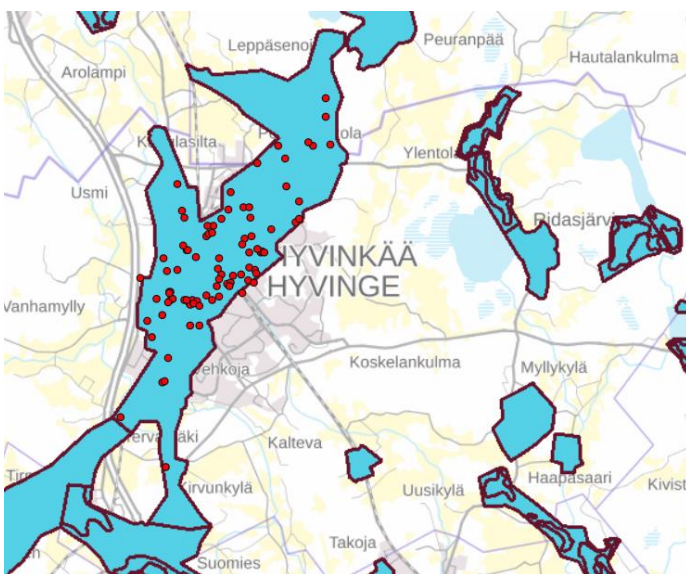
		PCE=tetrakloorieteeni; TCE=trikloorieteeni; DCE=dikloorieteeni; VC=vinyylkloridi
EPILÄNHARJU A		Hertasta PCE löytyy Tetrakloorieteeni-nimellä jne. Hajoamisketju: PCE>TCE>DEC>VC
Bentso(a)pyreeni		
Trikloorietyleeni		TCE
Tetrakloorietyleeni		PCE
1,2-dikloorieteeni	löytyy nimellä cis-1,2-dikloorieteeni	DCE
1,2-dikloorietaani	Hertassa 1,2-Dikloorietaani	
Vinyylkloridi		VC
Mineraaliöljy > C21 - C40		
Mineraaliöljy C10 - C21		
MTBE		
Koboltti		Metallien kulkeutumisoikeuden pohjavedessä vaikuttava jakaantumiskerroin Kd on otettu julkaisusta YMPARISTOHALLINNON OHJEITA 2 2007
Kromi		
Nikkeli		
Sinkki		
Arseeni		
Kloridi		
Atratsiini		
BAM		
Desetyylidesisopropyliatratsiini	Tällä nimellä ei löytynyt mutta Desisopropyliatratsiini löytyy	
Glyfosaatti		
Simatsiini		

Kuva L1-5. Epilänharju-Villilä A:n alueen haitallisten yhdisteiden lista, joka on poimittu Hertta-järjestelmästä. Riskienhallinnassa kannattaa luonnollisesti keskittyä erityisesti näiden yhdisteiden käyttäytymiseen.



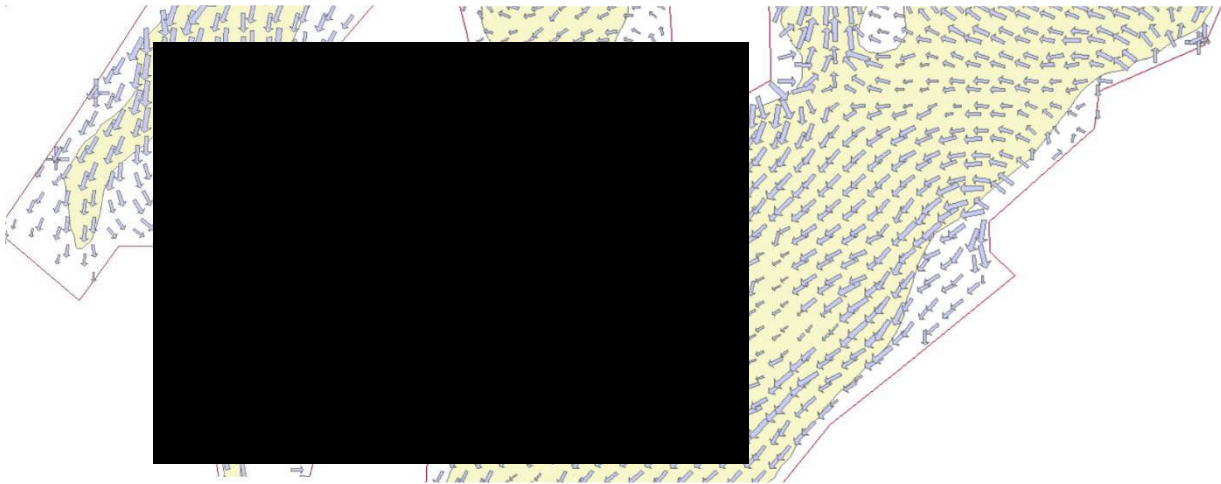
Kuva L1-6. Esimerkki pitoisuusmittausten tulostuksista jaoteltuna 2-3 vuoden aikaväleihin. Tetra-kloorieteenin (PCE) mitatut pitoisuuden Epilänharju-Villilä A:n alueella. a) 2009-2011 mittaukset (vasen ylänurkka), b) 2016-2017 (oikea ylänurkka), c) 2018-2019 (vasen alanurkka), d) 2020-2021 (oikea alanurkka). Kuvien perusteella voidaan mm. helposti nähdä, että haitta-aineiden mitatut pitoisuudet pienenevässä ajan suhteen.

Liite 1.3 Hyvinkään pohjavesialue



Kuva 1 Kuva L1-7. Hyvinkään pohjavesialueen rajausta ja MATTI-kohteiden sijainnit (88 kohdetta).

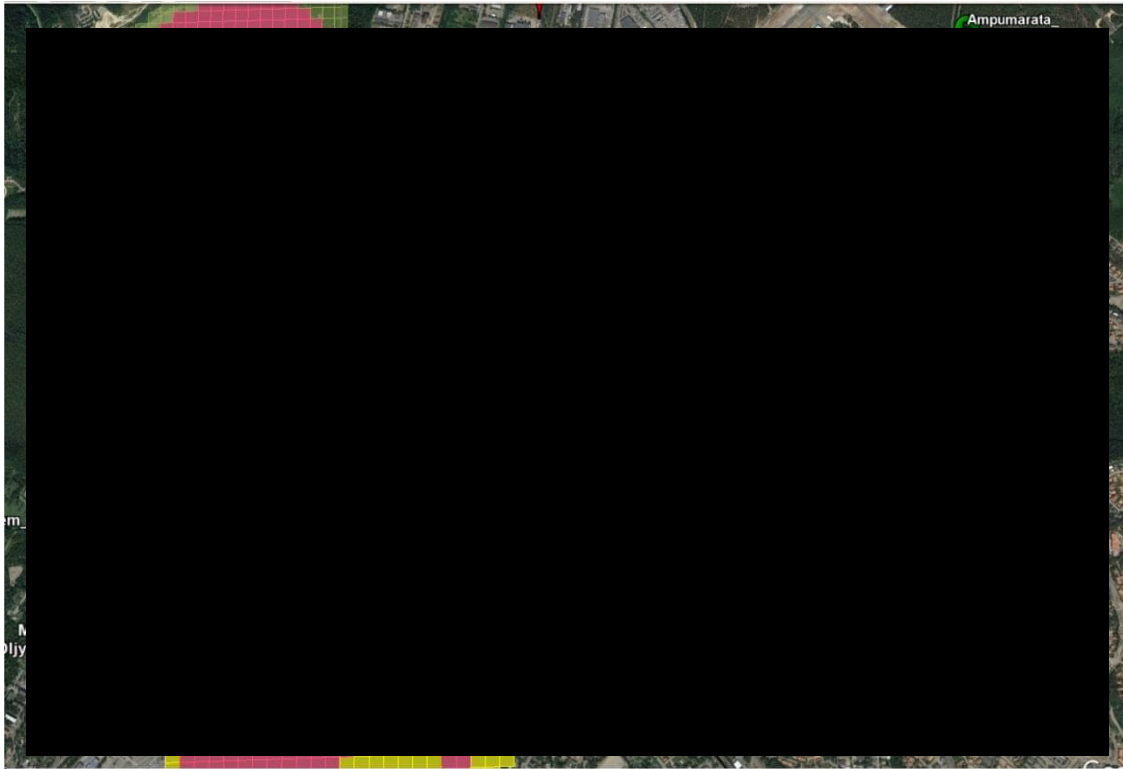
Liite 1.3.1 Mallinnustulokset riskienhallinnan tueksi



Kuva L1-8 . Esimerkki Hyvinkään pohjavesialueen pohjaveden virtaussuunnista Hyvinkäänkylän vedenottamon läheisyydessä (vasen kuva) ja Sveitsin kaivoalueiden ympäristössä (oikeanpuoleinen kuva).



Kuva L1-9. Sveitsin kaivojen sieppausalueet ja pohjaveden kulkeutumisaika alueen eri osista otton kaivoihin. Punaisella värillä merkityltä alueelta kulkeutumisaika on alle 1 v, ruskealla värityltä alueelta 1-3 v jne.



Kuva L1-10. Vedenottamon sieppausalueella sijaitsevat MATTI-kohteet. Tämäntyyppistä tulostusta voidaan käyttää arvioitaessa, miltä MATTI-kohteilta pohjaveden virtausaika ottamolle on pieni.

Hyödyllinen taulukko saadaan listaamalla kaikki sieppausalueille tai niiden läheisyyteen osuvat MATTI-kohteet (esimerkki taulukossa L1-1).

Taulukko L1-1a. Hyvinkään Sveitsin kaivoalueen 1 sieppausalueelle osuvat MATTI-kohteet, niiden etäisyys kaivoista, veden arvioitu kulkeutumisaika kohteelta kaivoalueelle, ja lisäksi kohteiden muutama perusominaisuus. Lisäksi taulukossa on listattu MATTI-kohteet, jotka ovat lähellä sieppausalueen reunaan.

SIEPPAUSALUEELLA/Sveitsi 2 (K2)								
JarjNo	Koodi	Etäisyys (m)	Kulk. aika (v)	Toimiala	Luokka	Toiminta	Kunnostus	Kohde
72	100333435	140	0.03	Rakennuksen lammitysoljys	Arviointitarve	Lopetettu	Ei kunnostettu	Hotelli Sveitsi, Ä-ljysÄitiÄit, HärkäÄrvehmaankatu
13	100321761	1270	1.98	Huoltoasema	Selvitystarve	Lopetettu	Ei kunnostettu	Entinen huoltoasema, Kauppalankatu 20
38	100323218	2000	6.57	Ä-ljy- ja kemikaalivahinkoa	Ei puhdistustarvetta nykyisellä maankäytöllä	Lopetettu	7.9.2004	Omakotitalon Ä-ljyvahinko - Parantola, Karankatu 2 / Ossiankatu
2	100333901	2130	5.78	Muu riskitoiminta	Ei puhdistustarvetta	Lopetettu	43594	Munckinkatu 46, auton palaminen
73	100327161	2330	6.24	Ä-ljy- ja kemikaalivahinkoa	Ei puhdistustarvetta	Lopetettu	39302	Ä-ljy-pilaantuminen, Munckinkatu 37
1	100333896	2900	6.84	Muu riskitoiminta	Ei puhdistustarvetta	Lopetettu	43595	Palokankaankatu 21, henkilöäuton palo
47	100323642	3580	22.41	Ä-ljy- ja kemikaalivahinkoa	Selvitystarve	Lopetettu	20.12.1997	Omakotitalon Ä-ljyvahinko - Mustamäntäntie, Janakkalankatu 35
66	100329530	3710	17.09	Muu riskitoiminta	Ei puhdistustarvetta	Lopetettu	26.3.2009	Ä-ljyvahinko, Kirkkotie 109, Hyvinkääntie
Sarake D: Etäisyys (m) sieppausalueen reunaan.								
Ei sieppausalueelle mutta melko lähellä								
JarjNo	Koodi	Etäisyys (m)	Et. sieppaus	Toimiala	Luokka	Toiminta	Kunnostus	Kohde
11	100321758	1160	60	Huoltoasema	Selvitystarve	Lopetettu	Ei kunnostettu	Entinen huoltoasema - Vieremäntie, Riihimäntienkatu 5
34	100334361	270	120	Muu riskitoiminta	Arviointitarve	Lopetettu	Ei kunnostettu	JäätettyÄyttÄÄ, Sveitsinpuisto
53	100323668	2580	70	Konepaja	Toimiva kohde	Toimiva	31.12.2018	VR:n konepaja - ErkyÄntie, Pajatie 4-6
69	100333259	2330	90	Muu riskitoiminta	Ei puhdistustarvetta	Lopetettu	29.6.2017	Haittuvilla hiilivedyllä pilaantunut maa-aines asuinrakennustyÄntie
78	100329054	2110	30	Ä-ljy- ja kemikaalivahinkoa	Ei puhdistustarvetta	Lopetettu	28.7.2011	HÄmmeenkadun koulu, entinen Ä-ljysÄitiÄitalue, HÄmmeenkatu 36
81	100333694	710	70	Yksityinen polttonestesäiliö	Ei puhdistustarvetta	Lopetettu	Ei kunnostettu	Vieremäntienkatu 24, kÄyÄntie poistettu Ä-ljysÄitiÄit

Taulukko L1-1b. Hyvinkään Sveitsin kaivoalueen 2 sieppausalueelle osuvat MATTI-kohteet, niiden etäisyys kaivoista, veden arvioitu kulkeutumisaika kohteelta kaivoalueelle, ja lisäksi kohteiden muutama perusominaisuus. Lisäksi taulukossa on listattu MATTI-kohteet, jotka ovat lähellä sieppausalueen reunaan.

SIEPPAUSALUEELLA/Sveitsi 1/Kolme kaivoa									
JarjNo	Koodi	Etäisyys (m)	Kulk. aika (v)	Toimiala	Luokka	Toiminta	Kunnostus	Kohde	
77	100329011	720	1.29	Ä-lyy- ja kemikaalivahinkoa	Ei puhdistustarvetta	Lopetettu	30.9.2009	Ä-lyyvahinko - Vieremä, Vaiveronkatu 69	
39	100332285	750	4.45	Ä-lyy- ja kemikaalivahinkoa	Ei puhdistustarvetta	Lopetettu	42143	Ä-lyyvahinkoalue, Ohrakatu 7, Hyvinkää	
64	100328333	850	7.01	Polttonesteiden jakeluasema	Ei puhdistustarvetta nykyisellä maankäytöllä	Lopetettu	23.6.2010	Entinen polttoaineen jakelupiste- Paavola, Jussilankatu 5	
35	100327340	870	1.84	Kasvihuone	Ei puhdistustarvetta nykyisellä maankäytöllä	Lopetettu	Ei kunnostettu	Entinen kasvihuone - Vieremä, Vaiveronkatu 59 / Virnalankatu	
36	100327342	890	1.88	Kasvihuone	Selvitystarve	Lopetettu	Ei kunnostettu	Entinen kasvihuone - Vieremä, Perttulankatu / Virnalankatu	
24	100321773	1270	2.14	Varikko	Toimiva kohde	Toimiva	Ei kunnostettu	Nikkanen Oy - Sahanmäki, Kerkkolankatu 16-18	
60	100323694	1290	4.49	Romunkeräys	Selvitystarve	Lopetettu	2.10.2007	Romun ja puujätteet kierrätystoiminta (Ahjon entinen pesula) - Saha	
49	100323654	1330	2.36	Saha	Selvitystarve	Toimiva	Ei kunnostettu	Saha - Sahanmäki, Kerkkolankatu 15	
51	100323657	1390	30.78	Jätteenkäsittely	Selvitystarve	Lopetettu	Ei kunnostettu	Hyvinkään vanha kaatopaikka - Arolampi, Kulomäki, Pohjoinen Yhd	
55	100323682	1430	2.5	Metalliteollisuus	Toimiva kohde	Toimiva	Ei kunnostettu	Metallipuristamo K. S. Laakkonen Oy - Sahanmäki, Teollisuuskatu 22	
42	100332670	1460	2.94	Ä-lyy- ja kemikaalivahinkoa	Ei puhdistustarvetta	Lopetettu	3.5.2012	SÄHKÖ- ja elektroniikkaromun ja huonekalujen kierrättäminen, Niin	
52	100323665	1710	2.47	Ä-lyy- ja kemikaalivahinkoa	Arviointitarve	Lopetettu	Ei kunnostettu	Kaapelitehtaan Ä-lyyvuoto- Sahanmäki, Niinistökatu 8-12	
65	100335980	1950	4.78	Yhdyskuntakaatopaikka	Puhdistustarve	Lopetettu	Ei kunnostettu	Sahanmäen vanha kaatopaikka - Sahanmäki, Varastokatu 8	
53	100323668	2520	7.1	Konepaja	Toimiva kohde	Toimiva	31.12.2018	VR:n konepaja - Erkyä, Pajatie 4-6	
Sarake D: Etäisyys (m) sieppausalueen reunaan.									
Ei sieppausalueelle mutta melko lähellä									
JarjNo	Koodi	Etäisyys (m)	Et. sieppaus	Toimiala	Luokka	Toiminta	Kunnostus	Kohde	
47	100323642	3720	80	Ä-lyy- ja kemikaalivahinkoa	Selvitystarve	Lopetettu	20.12.1997	Omakotitalon Ä-lyyvahinko - Mustamäki, Janakkalankatu 35	
54	100323681	720	50	Jätevedenpuhdistamo	Ei puhdistustarvetta	Lopetettu	Ei kunnostettu	Entinen Sveitsin jätevedenpuhdistamo - Sveitsi, Sveitsinpuistotie	
66	100329530	3830	40	Muu riskitoiminta	Ei puhdistustarvetta	Lopetettu	26.3.2009	Ä-lyyvahinko, Kirkkotie 109, Hyvinkää	
67	100329611	2360	120	Ä-lyy- ja kemikaalivahinkoa	Ei puhdistustarvetta	Lopetettu	29.9.2010	Ä-lyyvahinko - Niinistökatu 16, Hyvinkää	
81	100333694	1180	60	Yksityinen polttonestesaaila	Ei puhdistustarvetta	Lopetettu	Ei kunnostettu	Vieremäkatu 24, Käytetty öljy poistettu Ä-lyyvaikuttavasti	

Liite 1.3.2 Vedenlaatumittausten käsittely riskienhallinnan tueksi

Hyvinkään pohjavesialueella on 202 pohjaveden laadun havaintopaikkaa ja niistä on mitattu kaikkiaan 960 eri muuttujan pitoisuuksia. Kaikkien muuttujien maksimipitoisuudet koottiin Excel-tiedostoon. Herta-palvelusta poimittiin myös haitallisten yhdisteiden lista: bentseeni, etyylibentseeni, tetrakloorieteeni (PCE), trikloorieteeni (TCE), MTBE, koboltti, lyijy, arseeni, kloridi, atratsiini, BAM ja desetyyliatratsiini. Excel-tiedostoihin poimittiin jokaisen haitallisen yhdisteen kaikki mitatut pitoisuudet ja putket lajiteltiin järjestykseen sen perusteella, kuinka kaukana ne ovat ottamon kaivoalueelta. Esimerkit tästä tulostumallista on esitetty Hyvinkään esiintymän osalta taulukossa L1-2. Vastaavat taulukot tehtiin Excel-lomakkeina kaikista yllä mainituista haitta-aineista.

Taulukko L1-2a. Tetrakloorieteeni (PCE) mitatut pitoisuudet Hyvinkään pohjavesiesiintymässä. Taulukossa a on esitetty viiden vedenottamoiden kaivoja lähinnä olevien havaintoputkien kaikki mitatut PCE-pitoisuudet ($\mu\text{g/l}$) ja niiden ajankohta. Taulukkoon on koottu myös havaintoputken etäisyys lähimmästä kaivosta, matka kaivoon, veden kulkeutumis-aika (v) ja PCE:n arvioitu kulkeutumisaika, jos orgaanisen hiilen määrä (TOC) on joko 0.1 tai 0.3 %, sekä mitattu maksimipitoisuus.

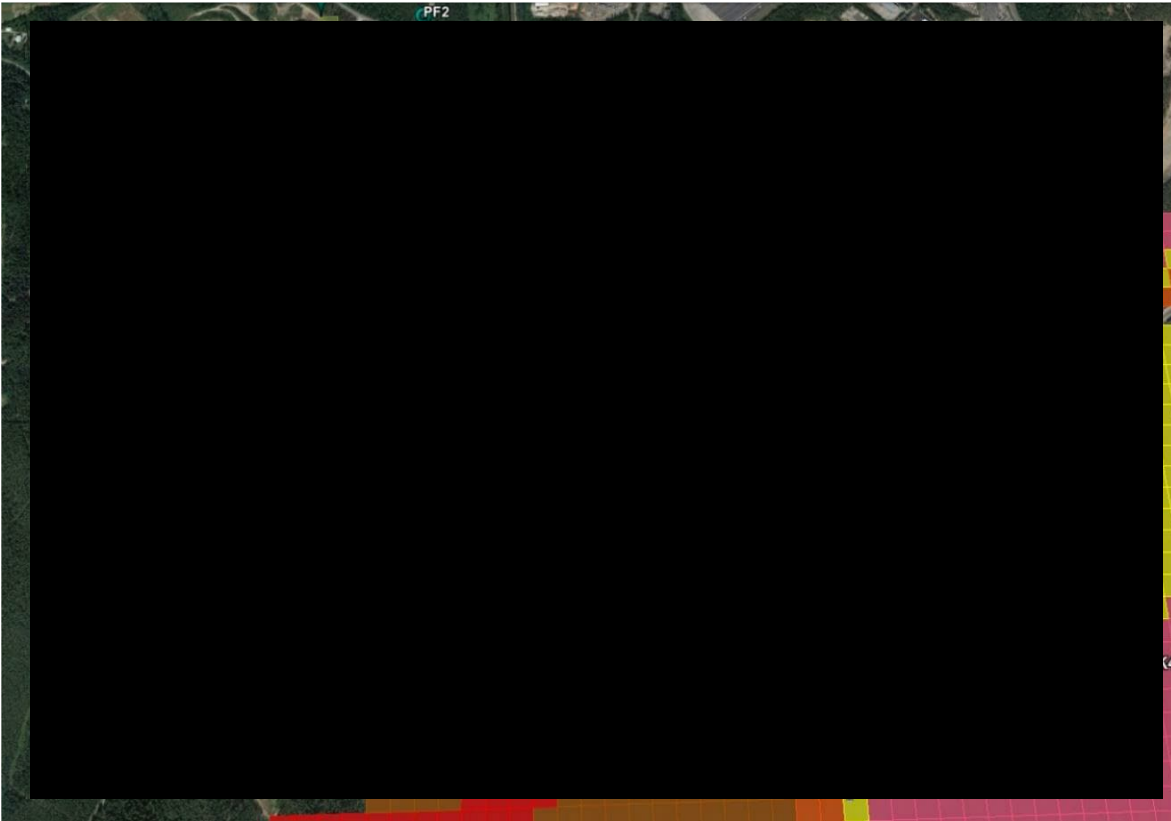
Yhdiste=Tetrakloorietyleeni
 Trikloorietyleenin ja Tetrakloorietyleenin summapitoisuuden sallittu arvo juomavedessä=10.0 mikro-g/L
 Yhdisteiden log(Koc) kirjallisuudesta ja tarvitaan lisäksi foc=orgaanisen hiilen pitoisuus pohjavedessä
 Yhdisteen kulkeutumisnopeus pohjavedessä hidasta
 Matka (m) on etäisyys lähimmälle altistuskohteelle (sen keskipisteeseen)
 Aika1 (v) on haitta-aineen kulkeutumis-aika putken kohdalta altistusalueelle jos foc=0.1 % (tulos jos putki on sieppausalueella)
 Aika2 (v) on haitta-aineen kulkeutumis-aika putken kohdalta altistusalueelle jos foc=0.3 % (tulos jos putki on sieppausalueella)
 Tulostettu myös putken mitattu max.pitoisuus ja sen pvm

Putki=MV4		Putki=346		Putki=PF9		Putki=GA15NE		Putki=GA51NE	
Sieppausalue=Sveitsi_K8_38_4		Sieppausalue=Hyvinkaankylä		Ei sieppausalueella		Ei sieppausalueella		Ei sieppausalueella	
Matka(m)=	330	Matka(m)=	448	Matka(m)=	456	Matka(m)=	472	Matka(m)=	498
Aika-W (v)=	0.8	Aika-W (v)=	0.5	Aika-W (v)=		Aika-W (v)=		Aika-W (v)=	
Aika1 (v)=	5.5	Aika1 (v)=	3.6	Aika1 (v)=		Aika1 (v)=		Aika1 (v)=	
Aika2 (v)=	15	Aika2 (v)=	9.9	Aika2 (v)=		Aika2 (v)=		Aika2 (v)=	
3.9.2010	1	27.8.2019	0.5	26.8.2019	0.5	27.12.2018	1	27.12.2018	1
Paiva	Pitoisuus	Paiva	Pitoisuus	Paiva	Pitoisuus	Paiva	Pitoisuus	Paiva	Pitoisuus
20.4.1999	0.2	21.4.1999	0.3	26.8.2019	0.5	27.12.2018	1	27.12.2018	1
27.6.1999	0.2	31.8.1999	0.4	7.5.2020	0.5			23.2.2021	0.5
5.1.2000	0.2	27.8.2019	0.5	10.9.2020	0.5				
4.5.2000	0.2	30.4.2020	0.5	2.9.2021	0.5				
9.8.2000	0.2	11.9.2020	0.5	26.4.2022	0.5				
11.12.2000	0.3	1.9.2021	0.5	8.9.2022	0.5				
22.11.2005	0.2	19.4.2022	0.5						
3.9.2010	1	6.9.2022	0.5						
7.9.2011	1								
23.8.2012	0.5								
26.8.2019	0.5								
19.5.2020	0.5								
10.9.2020	0.5								
7.9.2021	0.5								
26.4.2022	0.5								
8.9.2022	0.5								

Kuva 2Taulukko L1-2b. Tetrakloorietyleenin (PCE) mitatut pitoisuudet Hyvinkään pohjavesiesiintymässä. Taulukossa b on esitetty neljän havaintoputkien kaikki mitatut PCE-pitoisuudet ($\mu\text{g/l}$) ja niiden ajankohta. Putkista kahdessa on mitattu korkeita PCE- pitoisuuksia v. 2006: AHJO_GA9 (7.2 $\mu\text{g/l}$) ja AHJO_GA8 (23.4 $\mu\text{g/l}$)

PCE							
Putki=AHJO_GA9		Putki=P56		Putki=AHJO_GA8		Putki=1001	
Sieppausalue=Sveitsi_K8_38_4		Sieppausalue=Sveitsi_K8_38_4		Sieppausalue=Sveitsi_K8_38_4		Sieppausalue=Hyvinkaankylä	
Matka(m)=	862	Matka(m)=	885	Matka(m)=	921	Matka(m)=	934
Aika-W (v)=	2	Aika-W (v)=	14.6	Aika-W (v)=	4.7	Aika-W (v)=	7.1
Aika1 (v)=	14.4	Aika1 (v)=	102.4	Aika1 (v)=	32.6	Aika1 (v)=	49.6
Aika2 (v)=	39	Aika2 (v)=	278.1	Aika2 (v)=	88.6	Aika2 (v)=	134.8
14.8.2006	7.2	14.12.2000	2.6	14.8.2006	23.4	29.8.2019	0.5
Paiva	Pitoisuus	Paiva	Pitoisuus	Paiva	Pitoisuus	Paiva	Pitoisuus
10.1.2005	3.2	14.12.2000	2.6	10.1.2005	3.9	29.8.2019	0.5
26.4.2005	3.7	9.9.2010	1	26.4.2005	12.2	8.5.2020	0.5
31.8.2005	5.6	5.9.2011	1	31.8.2005	21.6	11.9.2020	0.5
24.1.2006	4.5	11.9.2012	0.5	24.1.2006	15.8	8.9.2021	0.5
24.4.2006	3.8	29.5.2019	0.5	24.4.2006	17.8	20.4.2022	0.5
14.8.2006	7.2			14.8.2006	23.4	6.9.2022	0.5
22.12.2006	4.4			22.12.2006	21		
17.4.2007	3.3			17.4.2007	13.4		
20.8.2007	3.3			20.8.2007	13.8		
3.12.2007	4.7			9.4.2008	18.1		
9.4.2008	3.8			26.8.2008	16.7		
26.8.2008	4.6			9.12.2008	19.2		
9.12.2008	4.1			21.4.2009	19.8		
21.4.2009	4.6						

Kuvassa L1-11 on esitetty Sveitsin vedenottamon kaivojen sieppausalueelle sijaitsevat pohjaveden havaintoputkien sijainnit, joista on saatavilla vedenlaatutietoa.



Kuva L1-11 . Vedenottamon lähisieppausalueella sijaitsevat pohjaveden laadun havaintoputket. Tämän tyyppistä tulostusta voidaan käyttää arvioitaessa pohjaveden kulkeutumisaikaa pohjavesiputkien alueelta ottamon kaivoihin.

Hyödyllinen lähestymistapa haitta-aineiden pitoisuuskehityksen havainnollistamiseen ovat kuvat, joissa esitetään haitta-aineiden levinneisyyskartat eri ajankohtina. Esimerkki tämän tyyppisestä tulostuksesta on esitetty kuvassa L1-12, johon on koottu PCE:n levinneisyyskartat. Kuvan kartat on interpoloitu havaintojen perusteella käyttäen nearest neighbour-menetelmää. Levinneisyyskarttojen perusteella PCE-pitoisuudet ovat pienentyneet n. 20 vuoden kuluessa alle talousveden raja-arvon 10 µg/l. Syy pitoisuuksien pienemiseen saattaa olla vedenotto tai aineen vähittäinen hajoaminen; PCE:n puoliintumisaika on noin 9 kk lämpimissä NTP-olosuhteissa (mm. USEPA, Technical factsheet on tetrachloroethylene), Suomen oloissa voidaan puoliintumisajan olevan huomattavasti pidempi.



Kuva L1-12. Sveitsin kaivoalueiden läheisyydessä mitattujen PCE-pitoisuuksien kehitystä kuvaavat levinneisyyskartat, jotka on interpoloitu havaintojen käyttäen nearest neighbour-menetelmää. Kaivojen paikat on merkitty sinisillä ympyröillä ja *havaintoputkien paikat oransseilla ympyröillä*. *Levinneisyyskarttojen perusteella PCE-pitoisuudet ovat pienentyneet n. 20 vuoden kuluessa alle juomaveden raja-arvon 10 µg/l.*