

Tiia-Maria Mäntynen

TORJUNTA-AINEIDEN ESIINTYMINEN LAHDEN POHJAVESISSÄ

Opinnäytetyö

Tekniikan ammattikorkeakoulututkinto

Ympäristöteknologian koulutus

2024



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

| | |
|----------------|---|
| Tutkintonimike | Insinööri (AMK) |
| Tekijä/Tekijät | Tiia-Maria Mäntynen |
| Työn nimi | Torjunta-aineiden esiintyminen Lahden pohjavesissä |
| Toimeksiantaja | Lahden ympäristönsuojelu, vesien ja luonnonhoitoyksikkö |
| Vuosi | 2024 |
| Sivut | 32 sivua, liitteitä 21 sivua |
| Työn ohjaajat | Arto Sormunen, Ismo Malin Lahden kaupunki |

TIIVISTELMÄ

Lahden alueen pohjavesissä on todettu torjunta-aineista herbisidejä, jotka aiheuttavat pohjaveden kemiallista laatua. Huonontunut kemiallinen laatu voi aiheuttaa ihmiselle terveyshaittaa. Torjunta-aineiden seuranta pohjavesistä alkoi 2000-luvun alussa, jolloin EU:n talousvesidirektiivin laatuvaatimuksiin tuli vaatimus juomaveden torjunta-aineiden seurannasta (Neuvoston direktiivi 3.11.1998/83/EY). Torjunta-aine-esiintymät aiheuttivat 2000-luvun alussa Lahdessa Launeen vedenottamon sulkemisen 15 vuodeksi. Nykyään vedenotto on jälleen käytössä, mutta pohjavesi puhdistetaan edelleen muun muassa aktiivihilisuodattimella.

Torjunta-aineiden aiheuttajista ei ole varmuutta Lahden alueella, joten ELY-keskus on esittänyt Hämeen vesienhoidon toimenpideohjelmassa uutena toimenpiteenä historiaselvityksen tekemistä pohjavettä mahdollisesti pilanneista toiminnoista.

Lahdessa torjunta-aine esiintymät ovat olleet paikallisia. Pohjaveden muodostumisalueella on voitu todeta hyvinkin korkeita torjunta-ainepitoisuuksia osasta havaintopaikoista ja osassa havaintopaikoissa pitoisuuksia ei ole todettu lainkaan. Opinnäytetyössä selvitettiin historiallisten karttojen avulla toimintoja, jotka ovat sijainneet torjunta-aineiden esiintymispaikoissa. Karttatarkastelusta nousseiden havaintojen perusteella valikoitui toiminnot, joita työssä tutkittiin haastatteluiden ja asiakirjatarkastelujen avulla.

Tarkastelun kohteiksi valikoitui rata-alue, kauppapuutarha, peltoalue ja kaupungin puutarhan alue. Asiakirjojen ja haastattelujen avulla selvitettiin torjunta-aineiden käyttöä kyseisissä toiminnoissa. Asiakirjoista löydettiin radan hoidossa käytettyjen torjunta-aineiden täsmäävän vesistöstä löydettyihin torjunta-aineisiin. Havaittiin myös, että suurimmat torjunta-ainepitoisuudet löytyivät radan välittömästä läheisyydestä.

Soravaltaisen maaperän päälle rakennetun rataverkon kunnossapitoa voidaan pitää merkittävimpana pohjavesien torjunta-aine esiintymien aiheuttajana Lahdessa. Peltojen ja kaupungin puutarhan merkitystä torjunta-aine esiintymille on vähäistä. Pelloilla on orgaanista ainesta hajottamassa torjunta-aineita ja alueella on maan pintakerroksen alla paksu savikerros, jolloin torjunta-aineiden kulkeutuminen pohjavesiin pelloilta ja puutarhasta on epätodennäköistä. Lisäksi torjunta-aineita löytyi myös alueilta, joissa niitä ei ole tiedettävästi käytetty. Lahdessa on poikkeava pohjavedenmuodostumisalue, kallioruhje, joka on edesauttanut torjunta-aineiden kulkeutumisen paikkoihin, joissa niitä ei ole käytetty.

Asiasanat: pohjavesi, torjunta-aineet, vesien saastuminen, historia

| | |
|------------------|--|
| Degree title | Bachelor of Engineering |
| Author (authors) | Tiia-Maria Mäntynen |
| Thesis title | Presence of pesticides in groundwater in Lahti |
| Commissioned by | Lahti Environmental Protection, Water and Nature Management Unit |
| Time | 2024 |
| Pages | 32 pages, 21 pages of appendices |
| Supervisor | Arto Sormunen, Ismo Malin Lahden kaupunki |

ABSTRACT

Herbicides have been found in the groundwater of Lahti, which weakens the chemical quality of groundwater. Deteriorating chemical quality can cause health hazards to humans. The monitoring of pesticides in groundwater began in the early 2000s, when the quality requirements of the EU Drinking Water Directive introduced a requirement for monitoring pesticides in drinking water (98/83/EC). In the early 2000s, pesticide deposits caused the closure of the Laune water intake plant in Lahti for 15 years. Today, the water intake plant is back in use, but groundwater is still purified with an activated carbon filter. There is no certainty about the causes of pesticides in the Lahti area, which is why The Centre for Economic Development, Transport and the Environment has proposed a new measure in the Häme Water Management Action Plan to carry out a historical survey of activities that may have polluted the groundwater.

This thesis used historical maps to investigate activities that were done on pesticide distribution sites. Based on the observations arising from the map review, the functions that were studied in the work through interviews and document reviews were selected. The areas selected for examination were the railway area, the market garden, the field area and city garden area. Documents and interviews were used to investigate the use of pesticides in these activities. The documents showed that the pesticides used in the maintenance of the railway track matched those found in the water system. It was also found that the highest concentrations of pesticides were found in the immediate vicinity of the track.

The maintenance of the railway network built on gravel-dominated soil can be considered the most significant cause of groundwater pesticide deposits in Lahti. The importance of fields and the city garden area for pesticide deposits is minimal. There is organic matter in the fields to break down pesticides and there is a thick layer of clay under the surface layer of the soil, which makes it unlikely that pesticides will enter the groundwater from the fields and garden area. In addition, pesticides were also found in areas where they would not have served their intended use. The bay has an abnormal groundwater recharge area, a rock contusion, which has contributed to the transport of pesticides to places where they have not been used.

Keywords: groundwater, pesticide, water pollution, history

SISÄLLYS

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | JOHDANTO | 6 |
| 2 | POHJAVESI | 8 |
| 2.1 | Pohjavesialue Lahdessa | 8 |
| 2.2 | Pohjavesiin liittyvä lainsäädäntö ja asetukset | 9 |
| 3 | TORJUNTA-AINEET | 11 |
| 3.1 | Torjunta-aineiden käyttö | 11 |
| 3.2 | Torjunta-aineiden myyntimäärät Suomessa | 11 |
| 3.3 | Torjunta-aineiden hajoaminen ja kulkeutuminen..... | 12 |
| 3.4 | Torjunta-aineisiin liittyvää lainsäädäntöä | 13 |
| 3.5 | Pohjavesissä havaitut torjunta-aineet | 13 |
| 3.5.1 | Atratsiini | 13 |
| 3.5.2 | Simatsiini | 14 |
| 3.5.3 | Heksatsinoni | 15 |
| 3.5.4 | Terbutylatsiini..... | 15 |
| 3.5.5 | Bromasiili | 16 |
| 3.5.6 | 2,6 – diklooribentsoamidi eli BAM..... | 16 |
| 3.5.7 | Glyfosaatti..... | 16 |
| 3.6 | Torjunta-aineiden esiintyminen Lahdessa | 17 |
| 4 | TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT | 20 |
| 5 | TULOKSET | 22 |
| 5.1 | Karttatarkastelu..... | 22 |
| 5.2 | Haastattelut torjunta-aineiden käytöstä..... | 24 |
| 5.2.1 | Rata-alue | 24 |
| 5.2.2 | Kaupungin viheralueet | 26 |
| 5.2.3 | Peltoalueet..... | 26 |
| 5.3 | Asiakirjatarkastelu..... | 27 |
| 6 | TULOSTEN TARKASTELU | 29 |

| | | |
|-----|---|----|
| 6.1 | Rata-alueen merkitys torjunta-aineiden esiintymiseen..... | 29 |
| 6.2 | Kaupungin puutarhan ja peltoalueen merkitys torjunta-aineiden esiintymiseen.... | 30 |
| 6.3 | Muiden alueiden merkitys torjunta-aineiden esiintymiseen pohjavedessä..... | 31 |
| 7 | JOHTOPÄÄTÖKSET | 32 |
| 8 | LOPUKSI | 32 |
| | LÄHTEET..... | 33 |

LIITTEET

Liite 1. Arkistomateriaali

Liite 2. Havaintopaikat torjunta-aineittain

Liite 3. Havaintopaikkojen tulokset taulukossa

1 JOHDANTO

Lahden alueen pohjavesissä on todettu torjunta-aineita, jotka huonontavat pohjaveden kemiallista laatua. Pohjaveden huonontunut kemiallinen laatu voi aiheuttaa ihmiselle terveyshaittaa ja tämän vuoksi pohjaveden saastumista estetään lainsäädännöllä. Jo matalilla torjunta-ainepitoisuuksilla voi olla ekologisesti merkitystä ja vaikutusta eliöstöön, kuten hormonitoimintaa häiritsevällä atratsiinilla. (Gore ym. 2015.) Torjunta-aineita on todettu useilla pohjaveden havaintopaikoilla pohjavesialueella Lahti ja sekä yhdellä havaintopaikalla Nastoharju-Uusikylä B. Torjunta-aineita seurataan muun muassa talousvedeen liittyvien vaatimusten vuoksi. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laadusta ja valvonnasta sekä rakennusten vesilaitteistojen riskienhallinnasta 17.11.2015/1354.) Torjunta-aine esiintymät aiheuttivat Launeen vedenottamon sulkemisen liki 15 vuodeksi. Launeen vedenottamo on alueen vanhimpia vedenottamoita. Nykyään vedenottamo on jälleen käytössä, mutta pohjavesi puhdistetaan muun muassa aktiivihiihtisuodattimella. (ESS 2016.)

Vaatus talousveden torjunta-aineseurannalle tuli 2000-luvun alussa (Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksella 19.5.2000/461). Torjunta-aineiden seuranta tehtiin aluksi monenlaisilla analyysipaketeilla ympäri Suomea, sillä ei tiedetty mitä torjunta-aineita pohjavesistä voisi löytyä. Vähitellen seurantojen ja tutkimusten perusteella analyysipaketit kohdentuivat herbisideihin, joiden käyttö oli Suomessa pääosin jo kielletty.

Eri havaintopaikoista otetut pohjavesien torjunta-ainepitoisuudet ovat vaihdelleet vuosien aikana. Säännöllistä seuranta ei toteuteta jokaisesta pohjaveden havaintopaikasta, vaan seurannat perustuvat, joko talousveden ottamiseen tai siihen, että kyseisessä havaintopaikassa on todettu erityisen korkeita torjunta-ainepitoisuuksia. Osassa mittauspaikassa torjunta-aineiden seuranta on lopetettu, kun torjunta-ainejäämiä ei ole todettu, osassa taas havaintoputki on tuhoutunut alueen rakentamisen myötä.

Torjunta-aine (eng. pestisidi) sanalla tarkoitetaan yleensä rikkakasvien, kasvi- tautien ja tuhohyönteisten torjuntaan käytettyjä aineita (Torjunta-ainelaki 23.5.1969/327, 1. §). Tässä työssä torjunta-aineista puhuttaessa tarkoitetaan

herbisidejä eli rikkakasvien torjuntaan käytettyjä aineita. Aiemmin torjunta-aine sanaa käytettiin lainsäädännössä, nykyään nimityksenä käytetään kasvinsuojeluaineet (Laki kasvinsuojeluaineista 29.12.2011/1563, 4. §). Opinnäytetyössä esiteltujen torjunta-aineiden myynti on lopetettu Suomessa, pois lukien glyfosaatti. Lainsäädäntöä on käyty tässä läpi pohjavesien suojelun osalta ja torjunta-aineiden käytön osalta siltä osin, miten niiden käyttö voi vaikuttaa pohjavesien tilaan.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimiin Lahden kaupungin ympäristönsuojelun ja valvonnan alaisuuteen kuuluva luonnon- ja vesienhoitoyksikkö. Vesien ja luonnonhoidon yksikkö kuuluvat muun muassa kunnan lakisääteiset veteen ja luontoon liittyvät tehtävät, luonnonsuojelun edistäminen sekä ympäristön tilan seuranta. Opinnäytetyön toteuttajana toimii Tiia-Maria Mäntynen. Toimeksiantajan puolelta opinnäytetyön on ohjannut vesiensuojelupäällikkö Ismo Malin. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun opinnäytetyön ohjaajana toimii yliopettaja Arto Sormunen.

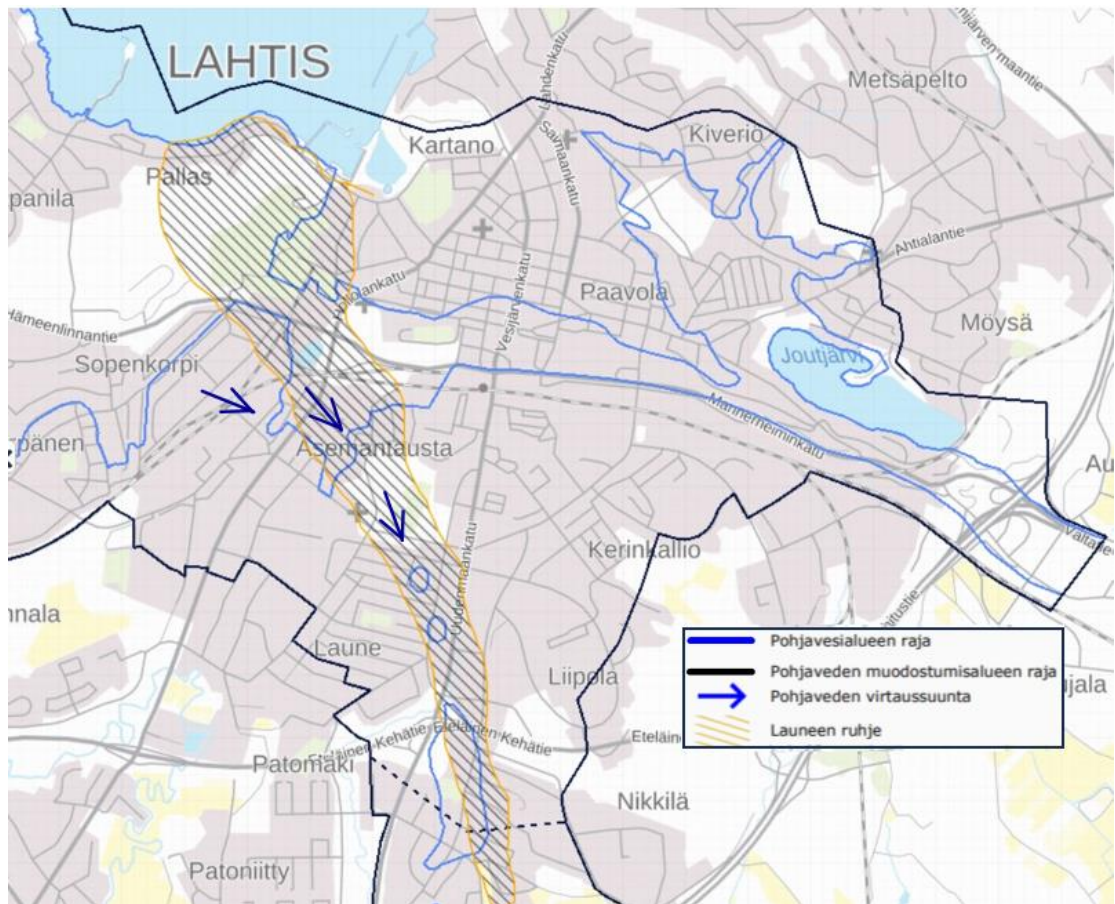
Torjunta-aineiden seuranta on aloitettu 2000-luvun alussa, jolloin EU:n talousvesidirektiiviin tuli vaatimus torjunta-aineiden määrittämiseen talousvedestä. EU:n lainsäädännön vaatimusten myötä myös Lahdessa aloitettiin torjunta-aineiden seuranta. Torjunta-ainejäämiä löytyi useilta havaintopaikoilta. Toiminnot, jotka ovat aiheuttaneet Lahden alueen pohjavesiin torjunta-aineiden päätymistä eivät ole täysin tiedossa. Hämeen vesienhoidon toimenpideohjelmassa ELY-keskus on esittänyt uutena toimenpiteenä historiaselvityksen tekemistä maaperää ja pohjavettä mahdollisesti pilaavista toiminnoista. (Mäkelä, ym. 2022, 51.) Opinnäytetyössä selvitetään toiminnot Lahden alueella, joista pohjavesiin on mahdollisesti päätenyt torjunta-aineita ympäristölaatuunormit ja terveydensuojeluasetuksen raja-arvot ylittäviä määriä. Torjunta-aine esiintymät Lahdessa on hyvin paikallisia, mutta pohjavesiluokituksen mukaan koko pohjavesialue luokitellaan huonoon kemialliseen laatuun paikallisten korkeiden torjunta-aine-esiintymien vuoksi. Torjunta-aineiden käyttö on lopetettu vuosikymmeniä sitten, mutta esiintymät tulevat vielä jatkumaan vuosia.

2 POHJAVESI

2.1 Pohjavesialue Lahdessa

Pohjavesi on vettä, joka kulkee maa- ja kallioperässä olevissa huokosissa. Pohjavesi muodostuu sade- ja pintavesistä alueille, jossa maaperä on karkearakenteista. Lahdessa pohjavettä muodostuu merkittävä määrä Vesijärvestä suodattuvasta vedestä. Vesi puhdistuu samalla, kun se suodattuu maa-aineksen läpi. Pohjavesialueita tyypillisesti Suomessa ovat reunamuodostumat ja hiekkaharjut. Suurimmat pohjavesiesiintymät Lahdessa ovat Ensimmäisessä Salpausselän reunamuodostumassa.

Lahdessa Vesijärven eteläpuolella olevalla pohjaveden muodostumisalueella on maanalainen pitkittäisharju, joka on muodostunut kalliassa olevaan ruhjeeseen (kuva 1). Ruhjeeseen harju on kerrostunut jääkauden aikana jäätikköjoen kuljettaessa maa-ainesta. Harjun maa-aines on pääosin silttiä. Tämä muodostelma vaikuttaa pohjaveden virtaukseen. Tällä pohjavesialueella pohjavesi kulkeutuu Vesijävi-Laune ruhjetta pitkin, jossa pohjavesi virtaa kohti etelää. (Hankaankorpi 2021, 2.) Kartassa on esitetty pohjavesialueen raja mustalla viivalla ja pohjaveden muodostumisalueen raja on osoitettu kartassa sinisellä viivalla. Lisäksi kartassa on esitetty ruhjeen sijainti ja pohjaveden virtaus-suunnat.



Kuva 1. Ruhje ja pohjaveden virtaussuunnat

Pohjavesialueella maa-aines on tyypillisesti hyvin vettä läpäisevää. Tällä pohjavesialueella maa-aines on vaihtelevaa, soran ollessa kuitenkin päämaa-aines. (Hankaankorpi 2021, 2.) GTK:n karttapalvelu Lähteen mukaan Lahdessa on kartoittamattomia alueita maa-aineksen suhteen radan seudulla. Lähimmät kartoitetut maalajit rautatien lähetyillä ovat hiekkaa ja karkeaa hiekkaa. Asemantausta -Laune väli on savimaata. (Lähde.gtk.fi 2023.)

2.2 Pohjavesiin liittyvä lainsäädäntö ja asetukset

Pohjavesien pilaaminen on ympäristönsuojelulailla 27.5.2014/527, 17. § kielletty. Tämä laki kieltää toiminnot, jotka pilaavat tai vaarantavat pohjaveden laatua.

Valtioneuvoston asetus (23.11.1022/2006 4a §) tarkentaa pohjaveden pilaamiskieltoa päästökielloilla vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden osalta.

Läheisessä vuorovaikutuksessa pohjavesien pilaamiskieltoon on maaperän pilaamiskielto ympäristönsuojelulain 16. §:ssä. Pilaantunut maaperä voi aiheuttaa

pohjavesien pilaantumisen. Tämä laki myös velvoittaa pilaantuneen maaperän ja pohjaveden puhdistamiseen 136. §.

Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä 1299/2004 määrittää pohjavesien laadullisen ja määrällisen tilan kriteerit. Tämän lain mukaan pohjavesien tilan tulee olla laadullisesti ja määrällisesti hyvä eikä pohjaveden laadun hyvää tilaa saa heikentää. Tämä laki määrittää, että pohjavesien laatua heikentävät muutokset tulee tunnistaa ja tilanteeseen tulee puuttua.

Veden kemiallista tilaa arvioidaan vesissä olevien vaarallisten ja haitallisten aineiden pitoisuuksia vertaamalla lainsäädännössä annettuihin ympäristönlaitunormeihin (valtioneuvoston asetus 26.11.2006/1022). Ympäristönlaitunormeissa on määritetty vesistölle vaarallisten ja haitallisten aineiden pitoisuudet, jotka ylittyessään aiheuttaisivat ihmisen terveydelle tai ympäristölle haittaa. Pohjavedet luokitellaan kemiallisten ja määrällisten ominaisuuksien perusteella hyvään ja huonoon tilaan. (Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä 8. §). Valtioneuvoston asetus 30.11.2006/1040 ohjeistaa myös kunnat tekemään pohjavesien suojelusuunnitelman, joka on yksi keskeinen menetelmä pohjavesien suojelemisessa.

Pohjaveteen mahdollisesti vaikuttavista hankkeiden luvista on säädetty vesilaisissa 27.5.2011/587. Lisäksi vesilaki säättää muun muassa pohjaveden ottoon liittyvästä ilmoitusvelvollisuudesta, vedenotosta, vedenottamoiden suoja-alueista ja vesiluontotyyppien suojelusta.

Kestävien vesivarojen käyttöä edistetään EU:n vesipolitiikan puitedirektiivillä 23.10.2000/60/EY, jota Suomen kansallinen lainsäädäntö noudattaa. Vesipuitedirektiivin tavoite on turvata pohjaveden riittävyys ja hyvä kemiallinen tila, estämällä ja vähentämällä pohjavesien pilaantumista. Pohjavesien laadulle on annettu pohjavesidirektiivillä 23.10.2000/60/EY laiatunormit, jotka ovat samat kuin talousvesiasetuksen laatuvaatimuksen raja-arvot. Yksittäisen torjunta-aineen ja sen hajoamistuotteen sallittu enimmäispitoisuus on 0,1 µg/l ja yhteenlaskettu enimmäispitoisuus 0,50 µg/l. Talousveden laatuvaatimukseen on tullut ensimmäisen kerran torjunta-aineille enimmäispitoisuus sosiaali- ja terveystiete-

nisteriön asetuksella 26.5.2000/461. Torjunta-aine pitoisuuksien seuranta talousvedestä on yksi Euroopan unionin direktiivin 24.11.2009/128/EY mukaan toteutettava seuranta.

3 TORJUNTA-AINEET

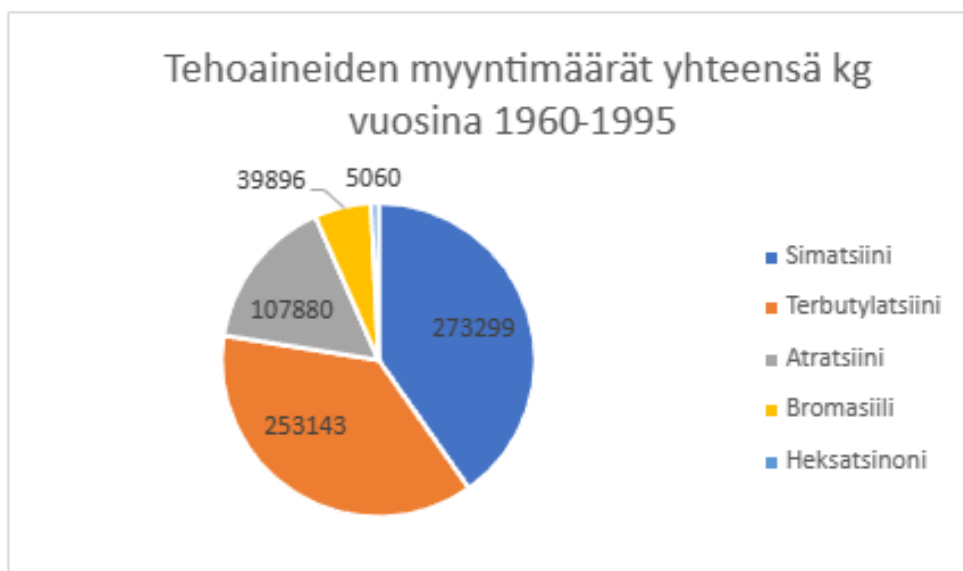
3.1 Torjunta-aineiden käyttö

Rikkakasvien kasvua on torjuttu mekaanisten keinojen lisäksi kemiallisesti teidenvarsilla, kaduilla, radanvarsilla, puutarhoilla, piholla ja metsänhoidossa. Rikkakasvien kemialliseen torjuntaan käytettäviä kemikaaleja nimitetään herbisideiksi. Herbisidien käyttö rautateiden ja tienvarsien hoitoon sekä peltoviljelmillä on alkanut 1950-luvun lopussa. Puutarhan ja metsänhoidossa herbisidit otettiin käyttöön 1960-luvun alussa. (Mukula 1979,10.)

Herbisidit voidaan jakaa maa- ja lehtivaikutteisiin. Maaherbisidit vaikuttavat kohteeseensa maan kautta ja lehtiherbisidit vaikuttavat lehtien kautta. Rajanveto näiden kahden ryhmän välillä ei ole suora, vaan osa aineista voi vaikuttaa molempia reittejä pitkin. (Mukula 1979, 10, 19–20.)

3.2 Torjunta-aineiden myyntimäärät Suomessa

Torjunta-aineiden myynti on ollut luvanvaraista vuodesta 1952 lähtien (Vuori-maa ym. 2007). Herbisidit ovat eniten myydyin kasvintorjunta-aine Suomessa. Herbisidien myyntimäärien huiput olivat 1980–1990 luvuilla. Toiseksi suurin myynti on kasvitautien torjunnassa käytetyt aineen, jonka myyntimäärät ovat olleet vain noin kymmenesosa herbisidien myyntimäärään nähden. (Kasvin-suojeluaineen myyntimäärät 2023.)



Kuva 2. Herbisidien tehoaineiden myyntimäärät

Turvallisuus- ja kemikaalivirastolta eli Tukesilta saatujen tietojen mukaan simatsiini on eniten myyty herbisidi (kuva 2). Kuvasta näkyy, että simatsiinin jälkeen myydyin torjunta-aine on terbutylatsiini ja kolmanneksi myydyin on atratsiini. Atratsiinin myyntimäärät ovat noin kolmanneksen eniten myydyimmästä torjunta-aineesta. Torjunta-aineiden myyntimäärä ei ole aukoton, sillä heksatsinonin tiedot ovat osittain puutteelliset.

3.3 Torjunta-aineiden hajoaminen ja kulkeutuminen

Torjunta-aineet voivat hajota maaperässä mikrobiologisesti, kemiallisesti ja valon vaikutuksesta. Usein hajoamisprosessissa kulkee nämä kaikki muodot rinnakkain. Hajoaminen voi olla myös vain osittaista, jolloin voi syntyä haitallisia hajoamistuotteita. Tärkein torjunta-aineiden hajoamismuoto on mikrobiologinen hajoaminen, jonka nopeuteen vaikuttaa ympäristön olosuhteet ja torjunta-aineen ominaisuudet. Valtaosa mikrobiologisesta hajoamisesta tapahtuu aerobisesti lähellä maan pintakerrosta, jossa orgaanista ainesta on eniten saatavilla. Lämpö nopeuttaa mikrobiologisia reaktioita ja maan jäätyminen puolestaan hidastaa sitä. (Ruuttunen & Laitinen 2008, 14, 178.)

Torjunta-aineiden kulkeutumiseen vaikuttaa muun muassa aineen vesiliukoisuus, sitoutumiskyky orgaaniseen aineeseen ja maaperän ominaisuudet. Myös sääolosuhteiden vaikutusta kulkeutumiseen voidaan pitää merkittävänä. (Ruuttunen ym. 2008, 15.) Savimaalla ja paljon orgaanista ainesta sisältävällä

maalla on hyvä pidättymiskyky eli adsorptio, jolloin torjunta-aineiden kulkeutuminen maaperässä on vähäistä. Karkealla soramaalla, jossa on vähän orgaanista ainetta torjunta-aineiden huuhtoutuminen pohjaveteen voi olla merkittävää. (Vuorimaa ym. 2007, 15.)

3.4 Torjunta-aineisiin liittyvää lainsäädäntöä

Tukes säätelee kasvintorjunta-aineiden käyttöä Suomessa. Useat eläimiin tai kasveihin kertyvät torjunta-aineet ovat kiellettyjä kansainvälisillä sopimuksilla. (Kasvinsuojeluaineet 2023.) Kasvinsuojeluaineiden käyttöä on säädetty 29.12.2011/1563 laissa, jonka tarkoitus on taata kasvinsuojeluaineiden kestävä käyttö. Lisäksi kasvinsuojeluaineisiin sovelletaan kemikaalilakia (1.9.2013/599) ja Euroopan unionin kemikaalilainsäädäntöä.

Laki kasvinsuojeluaineista (29.12.2011/1563) kumosi aiemman torjunta-ainelain, joka oli vuodelta 1969. Torjunta-ainelaissa (1.9.1969/327) ei ole tunnistettu pohjavesiin kohdistuvaa riskiä torjunta-aineiden käytössä, joten laissa ei ole mainintaa pohjavesien huomioimisesta torjunta-aineita käyttäessä. Vuonna 1994 tehtiin ensimmäisen kerran muutoksia torjunta-ainelakiin, jolloin määrättiin, että pohjavedet tulee huomioida torjunta-aineita käytettäessä (16.12.1994/1204).

3.5 Pohjavesissä havaitut torjunta-aineet

3.5.1 Atratsiini

Atratsiini (2-kloori-4-etyyliamino-6-isopropyliamino-1,3,5-triatsiini) on rikkasvientorjunta-aine, joka on luokiteltu maaherbisidiksi. Maavaikutuksen lisäksi atratsiini vaikuttaa hieman lehtien kautta, jolloin kasveihin tulee näkyviin torjunta-aineen aiheuttamia polttojälkiä. (Mukula 1979, 113.) Atratsiini on ollut Suomen markkinoilla myynnissä vuosien 1962-1992 ajan ja se on ollut yksi käytetyimmistä herbisideistä. (Jaakkonen & Sorvari 2006, 21.)

Atratsiinin hyväksytyt käyttökohteet olivat viljelemättömät alueet, puiden ja marjapensaiden alustat, metsänviljely ja maissin viljely. Atratsiini tiedetään olevan erittäin myrkyllinen tai myrkyllinen kaloille ja vesiselkärangattomille.

Myrkyllisyysaste vaihtelee vesieliölajien kohdalla. Suurina pitoisuuksina atratsiinin on todettu olevan terveydelle haitallinen aine myös nisäkkäille. (Vuorimaa ym. 2007, 68.) Se on luokiteltu hormonitoimintaa häiritseväksi aineeksi (Porras ym. 2015, 10). Atratsiini hajoaa maaperässä hitaasti ja maaperän alhainen lämpötila heikentää hajoamisprosessia. Atratsiini kiinnittyy huonosti maa-ainekseen, joten kulkeutuminen maaperästä pohjaveteen tapahtuu jopa erittäin helposti. Atratsiinin vesiliukoisuus on kohtalaista. Pohjavesien lämpötila on ympärivuoden alhainen, joten atratsiinin hajoaminen siinä on lähes olematonta. (Vuorimaa ym. 2007, 68, 83.)

Hajotessaan maaperässä atratsiinista muodostuu haitallisia yhdisteitä. Metaboliitit eli hajoamistuotteet voidaan jakaa kolmeen hydroksidiatratsiini yhdisteeseen ja kolmeen kloorattuun atratsiiniyhdisteeseen. Hydroksidiyhdisteet ovat HA (hydroksiatratsiini), DEHA (hydroksidesetyyliatratsiini) ja DIHA (hydroksideisopropyyliatratsiini). Kloorattuja hajoamistuotteita ovat DEA (desetyyliatratsiini), DIA (deisopropyyliatratsiini) ja DEDIA (desetyyli-deisopropyyliatratsiini). Osa näistä yhdisteistä on itse lähtötuotetta, atratsiinia, myrkyllisempiä. Lahden alueen pohjavesistä on laboratorionkokeilla todettu atratsiinin hajoamistuotteita DEA, DIA ja DEDIA. Kulkeutumiseltaan herkimvät metaboliitit ovat DEA ja DIA, joiden myrkyllisyys on lähes samanlainen atratsiinin kanssa. DEA on lisäksi erittäin vesiliukoinen ja vesikasveille lähtöainettaan myrkyllisempi. (Vuorimaa ym. 2007, 68-69.)

3.5.2 Simatsiini

Simatsiini (2-kloori-4,6-bis(etyyliamino)-1,3,5-triatsiini) on kemialliselta rakenteeltaan atratsiinin kaltainen maaherbisidi (Mukula 1979, 113). Simatsiini on ollut käytössä Suomessa vuosien 1959-2004 välisenä aikana ja sen hyväksytty käyttö oli viljelemättömissä paikoissa, hedelmäpuiden ja marjapensaiden alustoilla, vadelmien-, mansikoiden- ja taimistokasvatuksessa. Simatsiinin vaikutus rikkakasveihin on ollut teholtaan atratsiinia heikompaa ja teho aika hidasta. Tämän vuoksi simatsiinin käyttö on ollut vähäisempää. Simatsiinin liukoisuus veteen on niukkaa ja hajoamisnopeus hidasta. Hajoamisnopeuteen vaikuttaa vallitsevat maaperän olosuhteet, kuten lämpö ja kosteus. Kulkeutuminen maaperässä tapahtuu kuitenkin helposti. Vesiliöille simatsiini on myr-

kyllinen ja nisäkkäille erittäin lievästi myrkyllinen. Leville ja vesikasveille simatsiini on erittäin myrkyllistä. Simatsiinista tulee metaboloituessaan samoja hajoamistuotteita DIA ja DEDIA kuin atratsiinista (Vuorimaa ym. 2007, 69, 83.)

3.5.3 Heksatsinoni

Heksatsinoni (3-sykloheksyyli-6-dimetyyliamino-1-metyyli-1,3,5-triatsin-2,4-dioni) on kosketusvaikutteinen herbisidi, joka on ollut myynnissä Suomessa vuosein 1983 -1999. Heksatsinonin hyväksytty käyttö oli viljelemättömät alueet sekä rikkakasvien torjunta metsänviljelyalueilla. (ECHA 2023.) Heksatsinoni kulkeutuu erittäin herkästi maaperässä ja on hyvin veteen liukenevaa. Kulkeutuminen pohjavesiin on todennäköistä alueilla, joissa orgaanista ainetta on niukasti. Hitaasti hajoava heksatsinoni on vesieläöille ja kaloille lievästi myrkyllistä sekä leville akuutisti myrkyllinen. (Vuorimaa ym. 2007,72; Jaakkonen & Sorvari 2006, 24.)

3.5.4 Terbutylatsiini

Terbutylatsiini (2-kloori-4-etyyliamino-6-tert-butyliamino-1,3,5-triatsiini) on maa- ja lehtiherbisidi, joka vaikuttaa rikkakasveihin juurien ja lehtien kautta (Mukula 1979, 115.) Terbutylatsiinin hajoamistuote on desetyyliderbutylatsiini. Ominaisuuksiltaan terbutylatsiini on huonosti veteen liukeneva ja kohtalaisesti maaperässä kulkeutuva. Terbutylatsiini hajoaa maaperässä hitaasti ja Suomen oloissa viileässä maaperässä hajoaminen on erittäin hidasta. Rikkakasvien torjunnassa terbutylatsiini on atratsiinia tehokkaampi ja nopeampivaikutteinen. Käyttökohteena oli viljelemättömät alueet, kuten ratapenkat, havupuiden istutusalueet, lehtipuiden istutusalueet sekä taimitarhat. Herne- ja perunanviljelyyn terbutylatsiini otettiin käyttöön vuonna 1994, mutta pohjavesialueella sen käyttö ei ollut sallittu. Vesieläöille terbutylatsiini on myrkyllistä. Terbutylatsiini on kehitetty vuonna 1966. Suomessa sen käyttö oli yleistä metsätaimitarhoilla 1976-1998. Terbutylatsiini on poistettu Suomen rekisteristä vuonna 2004. (Vuorimaa ym. 2007, 70, 72.)

3.5.5 Bromasiili

Bromasiili (5-bromi-3-sec-butyli-6-metyyliurasiili) on maavaikutteinen herbisidi, joka on terbutylatsiinia voimakkaampi torjunta-aine ja sen käyttökohteenä onko vain viljelemättömät alueet (Mukula 1979, 132). Bromasiili kulkeutuu hyvin maaperässä ja liukenee hyvin veteen, joten pohjavesiin päätyminen huokoisessa maaperässä on todennäköistä. Kaloille bromasiili on todettu olevan lievästi myrkyllinen. Bromasiili on ollut käytössä vuosien 1963-1986 ajan. (Vuorimaa ym. 2007, 42)

3.5.6 2,6 – diklooribentsoamidi eli BAM

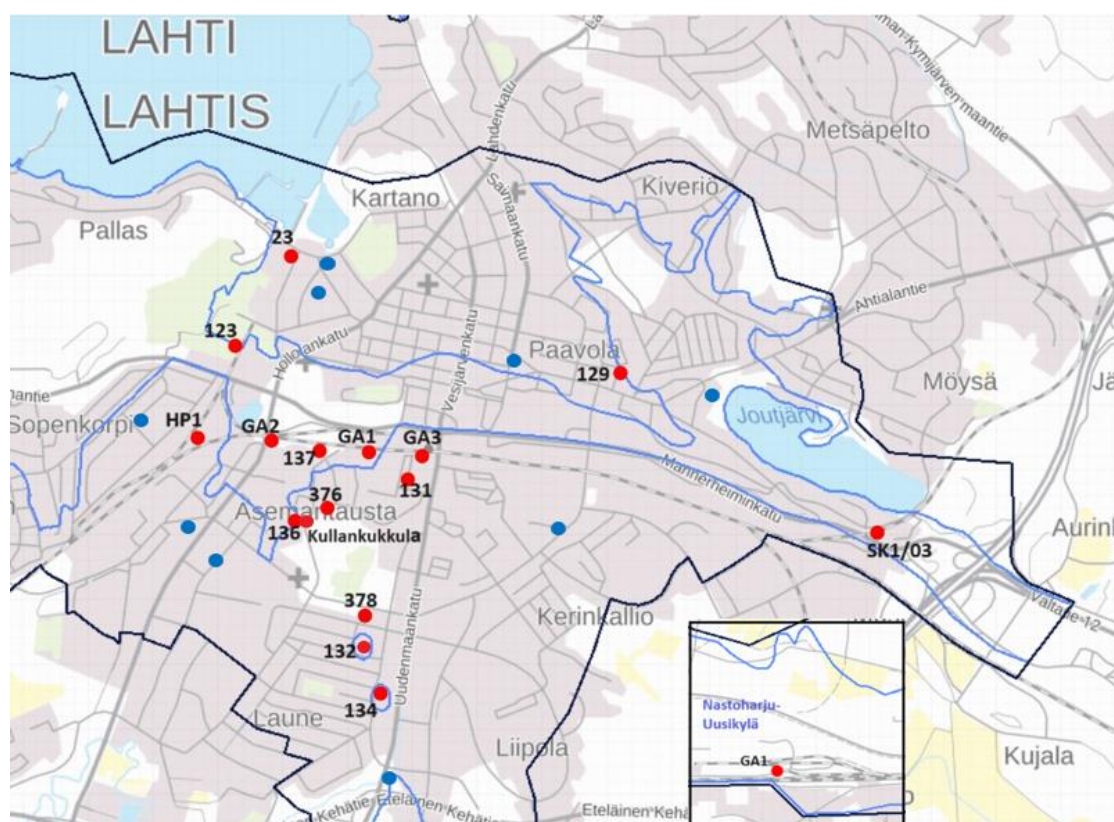
Rikkakasvientorjunnassa käytetty diklobeniili hajoaa maaperässä mikrobiologisesti 2,6 – diklooribentsoamidiksi eli BAM:iksi. BAM on puolestaan vedessä ja maaperässä lähes hajoamaton. BAM on hyvin veteen liukeneva ja helposti maaperässä kulkeutuva. (Pukkila 2015, 9.) Diklobeniili on tarkoitettu rikkakasvien torjuntaan hedelmäpuiden ja marjapensaiden juurilla sekä viljelemättömillä alueilla. (Gustafsson 2004, 90.) Torjunta-aine on tullut markkinoille 1960-luvulla ja Suomessa se on poistettu myynnistä 2009. (Mukula 1979; Tukes s.a.)

3.5.7 Glyfosaatti

Glyfosaatti on lehtiherbisidi, jota on käytetty 1976 lähtien ja sen käyttö on hyväksytty EU komissiossa seuraavaksi kymmeneksi vuodeksi. Glyfosaatti on vesieliöille myrkyllistä. Glyfosaattia käytetään maataloudessa ja puutarhanhoidossa, metsänviljelyssä sekä viljelemättömillä alueilla kuten rautateiden rikkakasvien torjunnassa. (European Commission 2023.) Glyfosaatti on yksi myydyimpiä torjunta-aineista Suomessa. Glyfosaatti sitoutuu voimakkaasti maaperään ja siten sen kulkeutuminen pohjaveteen on epätodennäköistä. Glyfosaa-tin ja sen hajoamistuotteen AMPA ei ole havaittu merkittäviä määriä tuoreimmissa Sykkeen eli Suomen ympäristökeskuksen tekemissä tutkimuksissa. (Glyfosaatti 2022.)

3.6 Torjunta-aineiden esiintyminen Lahdessa

Pohjaveden havaintoputkia Lahden alueella on satoja, joissa kaikissa ei toteuteta aktiivista seuranta, eikä niistä ole seurattu torjunta-aineita. Osassa havaintopaikoissa torjunta-ainetulokset ylittävät laboratorion määritysrajan, mutta jää talousveden raja-arvon $0,10 \mu\text{g}$ alle. Tässä opinnäytetyössä on tarkasteltu 17 pohjavedenhavaintopaikkaa, joissa on todettu talousveden laatuvaatimukset ylittäviä tuloksia. Kyseiset havaintopaikat valikoituivat tarkastelun kohteeksi, sillä niissä on suurimpia torjunta-ainepitoisuuksien ylityksiä mitattu. Valituissa havaintopaikoissa on myös näytteitä otettu useammalta vuodelta. Kuvas-
sassa 3 esitetään tarkastelun kohteena olevat havaintopaikat, jotka ovat sijoitettu kartalle punaisiin pistein. Punaisissa havaintopaikoissa torjunta-ainepitoisuudet ovat koholla. Siniset pisteet tarkoittavat nollatuloksia, eli tässä työssä havaintopaikkoja, joissa mittauksissa havaitut torjunta-ainepitoisuudet saattavat ylittää mittauskynnyksen, mutta tulos alittaa tämän opinnäytetyön tarkastelunkohteena olevan talousveden laatuvaatimusrajan.

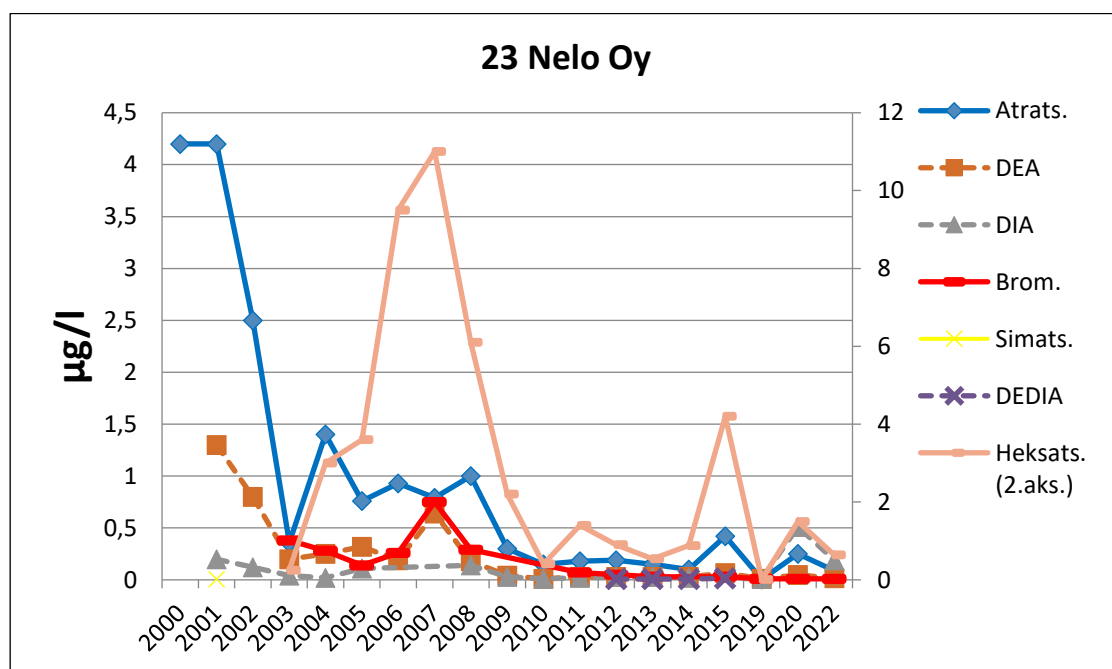


Kuva 3. Havaintopaikkojen sijainnit punaisella, joissa torjunta-ainepitoisuus on koholla. Sinisissä havaintopaikoissa ei havaittu torjunta-ainetta tai pitoisuus on ollut alle viiterajan

Korkeimpia torjunta-ainepitoisuuksia on löytynyt pohjavesiputkista 23 Nelo, 137 Starkki ja Nastolan Uudenkylän ratapiha G1. Näissä suurimmat mittaustulokset ovat olleet 3,8– 5,6 µg/l välillä.

Suurimpia torjunta-ainepitoisuuksia on todettu pohjavesiputkessa 23 Nelo, jossa on todettu atratsiinia ja sen hajoamistuotteita, heksatsinonia ja bromasil-
liinia yli talousvesiasetuksen. Pohjavesiputkesta 23 Nelo mittauksia on otettu vuosien 2000–2015 välillä. Tämän jälkeen mittaukset ovat olleet tauolla, kunnes mittauksia on jatkettu jälleen vuonna 2019 torjunta-aineiden seurannan vuoksi. Kuvassa 4 nähdään, että heksatsinonin pitoisuus pohjavedessä on lähtenyt nousemaan vuonna 2003 ja olleet nousujohteiset vuoden 2007 huippupitoisuuteen 11 µg/l asti. Tämän jälkeen heksatsinoni pitoisuudet laskivat useaksi vuodeksi alle yhden µg/l tuntumaan, kunnes taas 2015 viimeisessä mittauksessa pitoisuus nousi yli 4 µg/l.

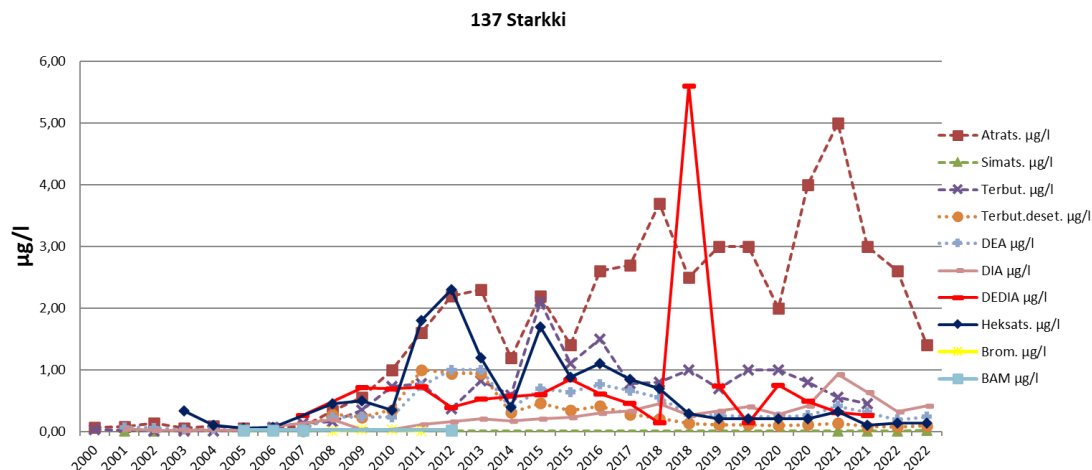
Atratsiini-pitoisuus on ollut 2000-luvun alussa yli 4 µg/l kahtena perättäisenä vuotena. Tämän jälkeen laskusuuntaisesti mennyt yhden mikrogramman tuntumaan ja tulokset olleet sen molemmin puolin. Kuitenkin jatkuvasti pysyneet yli talousvesiasetuksen raja-arvon.



Kuva 4. Kuvaaja havaintopaikan 23 Nelon torjunta-ainepitoisuuksista

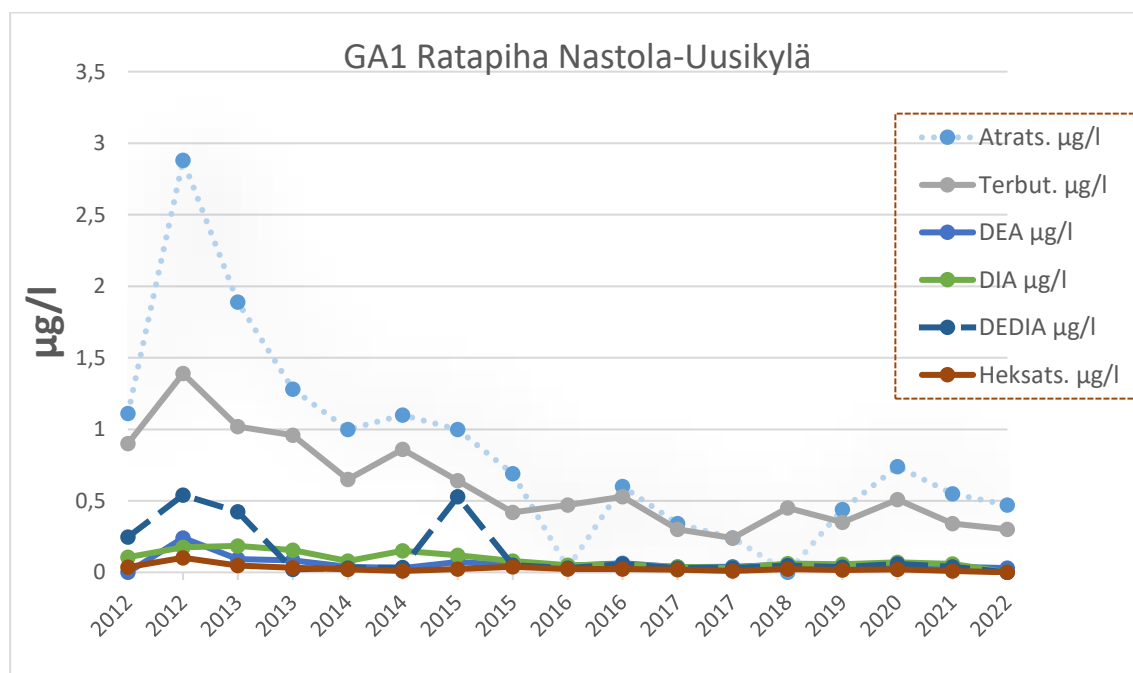
Pohjavesiputkesta 137 Stark on saatu yhtäjaksoisesti kohonneita atratsiini ja atratsiinin hajoamistuotteita vuodesta 2008 eteenpäin (kuva 5). Tätä vuotta

ennen mittaustulokset ovat olleet pääosin talousvesiasetukset alittavia luke-
mia kaikkien torjunta-aineiden osalta. Vuoden 2008 jälkeen myös heksatsinoni
ja terbutylatsiini pitoisuudet ovat selkeästi koholla. Pohjavesiputkella 137 Stark
mittauksia jatketaan edelleen.



Kuva 5. Kuvaaja havaintopaikan 137 Stark torjunta-ainepitoisuuksista

Ratapihan G1 (Nastola-Uusikylä) mittaussajanjakso on 2012–2022 välillä ja
niissä atratsiinin pitoisuus on ollut yhden mikrogramman litrassa (µg/l) tai sen
yli. Poikkeuksena tähän ovat vuodet 2016 ja 2018, jolloin tulokset ovat alitta-
neet myös talousvesiraja-arvon (kuva 6). Terbutylatsiini on toisen mittaussvuo-
den jälkeen ollut laskusuuntainen, mutta lukemat ovat pysyneen jatkuvasti yli
talousvesiraja-arvon. Trendi on ollut laskeva torjunta-ainepitoisuuksilla vuo-
sien kuluessa.



Kuva 6. Havaintoputki GA1 Nastola-Uusikylä torjunta-aine pitoisuudet

Torjunta-aineiden esiintymistä Lahdessa on havainnoitu liitteessä 2. Kartoista nähdään, missä havaintopaikoissa kutakin torjunta-ainetta esiintyy.

4 TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT

Opinnäytetyön karttatarkastelun avulla on selvitetty vanhoista kartoista mitä toimintoja on ollut alueilla, joissa pohjaveden torjunta-aine pitoisuudet ovat korkeita. Kartoista tehtyjen havaintojen perusteella on voitu selvittää tarkemmin alueella olleita toimintoja, joilla on voinut olla vaikutusta pohjavesien pilaantumiseen. Kartoja ja ilmakuvia on etsitty Paikkatietoikkunasta sekä Lahden karttapalvelusta. Ilmakuvia ja kartoja on käyty laajalti läpi eri vuosikymmenien osalta ja niitä on vertailtu keskenään. Tähän työhön on nostettu oleelliset toiminnot, joilla on voinut olla vaikutusta torjunta-aineiden käytön kannalta.

Henkilöhaastatteluja toteutettiin neljälle haastateltavalle. Haastatteluiden tarkoituksena oli hiljaisen tiedon hankkiminen. Haastateltavia etsittiin Facebookin rautatieharrasteryhmästä sekä maanomistustietojen avulla Facebookista. Haastateltavat valikoituivat haastateltaviksi osaamisensa, työhistoriansa tai paikkatuntemuksensa puolesta.

Haastateltavista Viljo Kälviänen on työskennellyt Lahden rataosastolla vuosien 1974–2005 ajan konemiehenä ja esihenkilönä. Häneltä haastateltiin tietoja radan alueen kunnossapidosta torjunta-aineiden käytön osalta.

Haastateltavana olevan Päivi Kiviniemi työskenteli Hankkijan kauppapuutarhamyymälässä. Kauppapuutarhamyymälä sijaitsi 1970–1990 luvuilla Mytjäisten risteyksessä, VR:n varikkoalueen lähetyvillä. Myymälä valikoitui tarkastelun kohteeksi siellä sattuneen tulipalon vuoksi. Myymälässä sattui tulipalo vuonna 1986. Haastattelun mielenkiinnon kohteena oli puutarhamyymälässä käytetyt torjunta-aineet sekä myynnissä palon aikana olleet torjunta-aineet.

Lahden kaupunkitekniikan kunnossapidossa aluevastaavana toimii Markku Saari. Työt Saari on aloittanut Lahden kaupungin palveluksessa 1987. Saarelta haastattelusta selvitettiin kaupungin torjunta-aineiden käyttöä Lahden

kunnossapitoalueilta. Kunnossapitoalueita ovat Launeella sijainnut kaupungin puutarha, Lahden kaikki viheralueet, katualueet ja kivetykset.

Launeen alueen peltojen torjunta-aineiden käytöstä haettiin tietoa tilalaisilta, joiden omistuksessa pellot ovat olleet niiden viljelysaikana. Haastateltavaksi saatiin, Risto Marola, jonka synnyinkoti 1950-luvulla oli Marolan tila ja hänen isänsä oli viimeinen Marolan tilan isäntä. Muita peltoalueiden omistajia ei tavoitettu haastateltavaksi.

Opinnäytetyössä ei huomioitu henkilöiden omia mielipiteitä, mikäli niitä haastattelussa nousi esille. Haastatteluista kaksi toteutettiin kasvotusten, yksi puhelinhaastatteluna ja yksi sähköpostitse. Haastattelut toteutettiin avoimen haastattelun menetelmällä. Haastattelukysymykset olivat torjunta-aineiden käyttöön liittyviä, kuten mitä torjunta-aineita käytettiin rikkakasvien torjunnassa ja miten torjunta-aineita levitettiin? Kysymyksiä kohdennettiin aina haastateltavakohtaisesti, sillä jokaisen haastateltavan tausta oli erilainen. Esimerkiksi kauppapuutarhan työntekijää haastatellessa kysyttiin, oliko puutarhassa myynnissä kasvintorjunta-aineita palon aikana? Haastattelujen tarkoitus oli kerätä haastateltavien kokemusperäistä tietoa. Haastateltavien keskustelut nauhoitettiin ja litteroitiin tiedon laadun takaamiseksi ja vääristymisen välttämiseksi.

Asiakirjatarkastelussa haettiin tietoa Lahden kaupungin arkistosta sekä Hyvinkään rautatiemuseon arkistosta. Tutkittava aineisto tilattiin ennakkoon aineistoluetteloista, jotka löytyvät kaupungin ja rautatiemuseon omilta nettisivuilta. Aineiston valitsemisessa pyrittiin huomioimaan kattavasti eri toimintoja, joissa voi olla kirjattuna toimenpiteitä torjunta-aineiden käyttöön liittyen. Hakusanoja, jolla aineistoa lähdettiin etsimään, oli muun muassa rikkakasvien torjunta, tienhoito, radanhoito, ympäristönsuojelu, viheralueiden kunnossapito, maatalous ja metsänhoito. Läpi käydystä aineistosta tehtiin arkistossa muistiinpanot tietokoneelle. Liitteessä on läpi käydyt aineistot luettelona (ks. liite 1). Rautatiemuseon kuva-arkistosta etsittiin myös sähköisessä muodossa olevia kuvia.

Arkistotietoja pyydettiin lisäksi viranomaisten tietokannoista sähköpostikeskusteluilla Väylävirastolta ja Tukesilta. Väylävirastolta pyydettiin historiatietoja

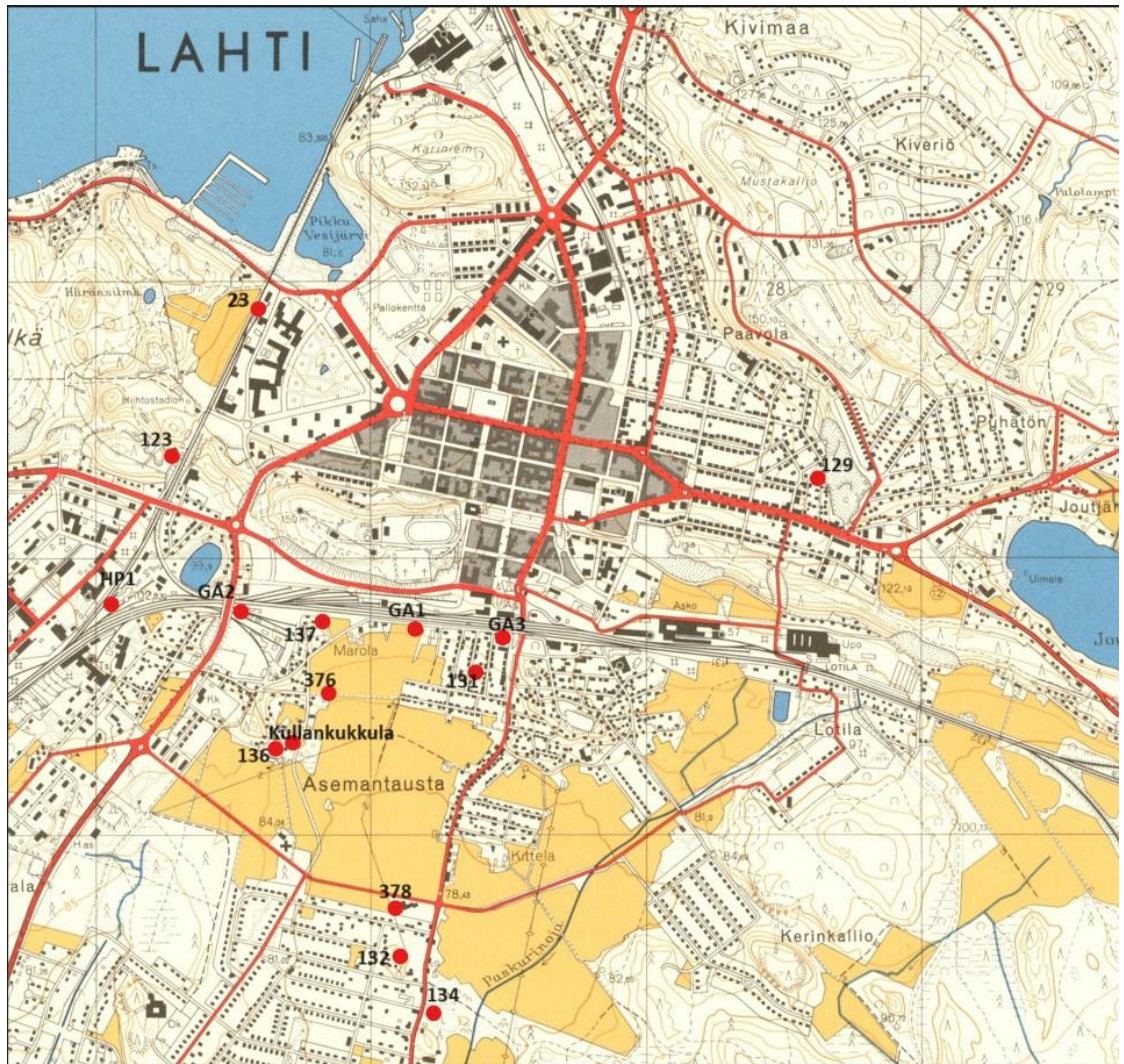
rautateiden rikkakasvien torjunnasta ja Tukesilta selvitettiin tietoja torjunta-aineiden myyntimääristä.

Pohjaveden havaintopaikkoja tarkasteltiin Hertta-tietokannasta, Trimble Locuksesta sekä GWP-ympäristönhallintajärjestelmästä. Havaintopaikkojen näytetuloksia saatiin Hertasta, GWP-ympäristönhallintajärjestelmästä ja Lahden kaupungin tiedostoista. Karttoja tehtiin opinnäytetyöhön GTK:n tietojärjestelmän avulla.

5 TULOKSET

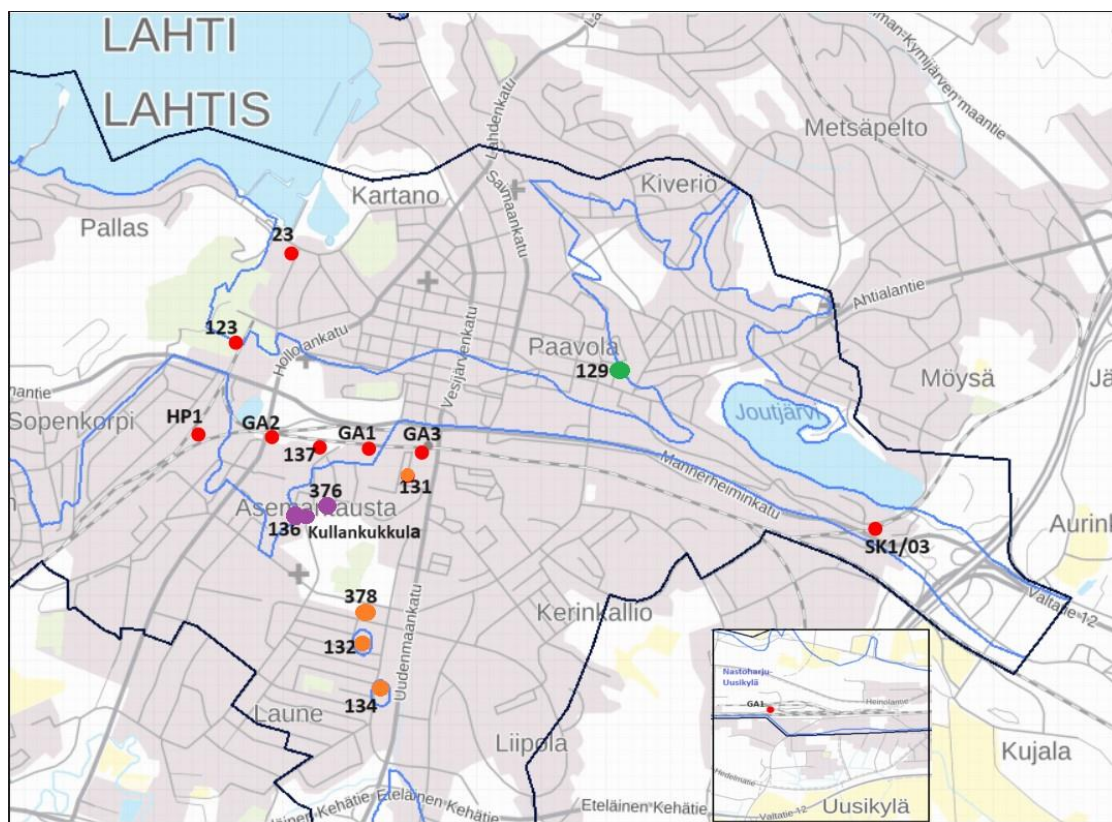
5.1 Karttatarkastelu

Lahden kartassa vuodelta 1963 nähdään mahdollisia merkittäviä toimintoja torjunta-aineiden käytön kannalta (kuva 7). Näitä toimintoja ovat olleet rautateiden reitit sekä Asemantaustassa sijainneet pellot. Myös kartasta näkyvä rakennuskanta sekä Paavolassa sijaitseva sorakuoppa ovat tekijöitä, joita tarkastellaan torjunta-aineiden käyttöä arvioidessa. Asemantaustan pellot ovat saaneet nykyisen rakennuskantansa vasta 1990-luvun luvulle tultaessa. Rautatieliikenne Vesijärven satamaan loppui kokonaan 1980-luvun aikana. Varikkoalueen toiminta loppui kokonaan 2000-luvulle tultaessa (Helasvuo, Nielsen & Mustonen 2012, 47).



Kuva 7. Lahti 1963. Karttaan sijoitettu tarkasteltavat havaintoputket (MML)

Yhdeksän havaintopaikkaa 17:sta sijaitsee rautatien välittömässä läheisyydessä (kuva 8), punaisella merkityt havaintopaikat 23, 123, HP1, GA1, GA 2, GA 3, SK1/03 ja Nastolan GA1. Neljä oranssilla merkittyä havaintopaikkaa 131, 132, 134 ja 378 ovat rakennusten lähetyvillä. Kolme violetilla merkittyä havainnointipaikkaa 376, 136 ja Kullankukkula ovat peltoalueella. Näistä 136 ja Kullankukkulan kohdalla on sijainnut myöhemmin kaupungin puutarha aina vuoteen 2010 asti. Lisäksi vihreällä merkitty havaintoputki 129:n paikalla on sijainnut soranottoalue.



Kuva 8. Kuvassa punaisella on rata-alueen lähetyvillä olevat, oranssilla rakennusten lähellä olevat, violetilla peltoalueella ja kaupungin puutarhan alueella olleet ja vihreä sorakuopan lähetyvillä ollut havaintopaikka

5.2 Haastattelut torjunta-aineiden käytöstä

5.2.1 Rata-alue

Rata-alueella työskennelleen työntekijän haastattelussa selvisi, että rikkakasvien kasvua on torjuttu kaikilla Lahden radan linjoilla. Torjunta-aineiden käyttö on ollut yksi merkittävä radanhoidollinen toimi turvallisuuden kannalta. Rikkakasvien hävittämisellä on hallittu ratojen liukkausta sekä estetty maastopaloja syttymästä. Käytettyjen torjunta-aineiden nimistä ei haastateltavalla ole muistikuvaa. Torjunta-aineita on levitetty tenderillä (kuva 9) ja myöhemmin traktorilla.

”Aluksi oli kiskoilla liikkuva kalusto, niin se oli tehty vanhan höyryveturin tenderiin, johon kaverit pussi tolkulla kaatoivat jauhetta ja veturitallilta laskettiin vettä päälle. Sinne tenderiin, kun laitettiin jauhot pohjalle ja vettä päälle niin siellähän se oli pohjalla se mönjä.”



Kuva 9. Rautatieläiset levittävät torjunta-ainetta raiteelle tenderillä 1950–1959 (Suomen rautatiemuseo, kuvaaja Laipio)

”Myöhemmin tuli käyttöön, kun traktorilla levitettiin niin, se oli ihan traktorin perässä oleva kasvinsuojeluruisku, jota pellollakin käytetään. Siihen tuli sitten se nestemäinen torjunta-aine, jota maanviljelijätkin käyttivät ja vettä päälle. Se oli paljon tarkempaa hommaa.”

Haastateltava nosti esille myös sääolosuhteiden tuomat haasteet torjunta-ainesten levityksessä. Näitä haasteita ei aina voitu välttää.

”Sääolosuhteiden olisi pitänyt vaikuttaa, mutta silloin kun kalusto liikkui kiskoilla, niin ne ei ottaneet sitä huomioon. Torjunta-aine kun levitetään niin silloin ei saa tulla sade päälle, eikä aurinko päälle. Silloin se menee hukkaan. Ja pitää olla tyyni ilma. Muutenhan, kun sitä ohkaisena sumuna laitetaan ja tuuli tulee, niin sehän menee naapurin pellolle.”

Hankkijan puutarhamyymälässä oli tulipalo kesällä 1986. Haastattelussa kävi ilmi, että myymälässä on ollut myynnissä kasvintorjunta-aineita myös palon aikana.

”Muistaakseni se paloi kesällä 1986. Puutarhamyymälässä ei käytetty kasvinsuojeluaineita, mutta niitä myytiin ja jonkin verran niitä on ollut palossa mukana. Valitettavasti en enää muista mitä siellä on silloin ollut ja miten paljon.”

5.2.2 Kaupungin viheralueet

Torjunta-aineiden käyttö oli yleistä kaupungin viheralueiden hoidossa. Haastatteluissa nousi esille, että viimeisimmät käytetyt torjunta-aineet ovat olleet glyfosaatti pohjaisia ja niitä on käytetty katualueella ja kivetysten reunoilla. Glyfosaattia ennen käytössä on ollut simatiini ja parakvaatti valmisteet. Atratsiinia ei haastateltavan työaikana käytetty ollenkaan kaupungin puutarhan tai viheralueiden kunnossapitoon. Torjunta-aineiden käyttö puutarhan hoidossa yleistyi vasta 70-luvulle tultaessa.

”Rikkakasvihävitteitä luonnollisesti käytettiin paljon. Niiden käyttö ja täyskielto tuli voimaan joskus vuosituhannen vaihteessa, jonka jälkeen niitä ei ole käytetty. Nykyään ei käytetä mitään.”

”Aikaisempia oli parakvaattivalmisteet, Ramoxone ja simatsiini. Simatsiinia käytettiin lähinnä katualueella olevien pensasryhmien rikkaruohon torjuntaan. Taimistoviljelyssä ei olekaan käytetty, koska taimisto ei olisi kestänyt sen jatkuvaa käyttöä. Mut tiedän, että sitä käytettiin aika paljon puistoissa ja nimenomaan katuvihreiden alueiden keskialueilla, jonne ei päästy kitkemään. Mutta sen käyttö pikkuhiljaa loppui 90-luvulle tultaessa ... koska tuli glyfosaatti ”

”Varmaan 70-luvulla yleistyi rikkakasvien torjunta. Sitä ennen oli valtavan työvoimainen ala, esimerkiksi hiekkakäytävät pidettiin rikkaruohottomina sillein, että ne haravoitiin kerran viikossa, kaikki Lahden hiekkakentät.”

Haastattelussa mainittu parakvatti valmisteen käyttö Suomessa on kielletty 1985-luvulta lähtien (Tikkanen 2007).

5.2.3 Peltoalueet

Haastattelussa ei saatu varmaa tietoa torjunta-aineiden käytöstä. Pellot olivat rehuviljelyksessä pitkälle 80-luvulle asti.

”Pellot ovat olleet viljelyssä kahdeksankymmentäluvun puolivälille asti.

Viljeltiin lähinnä lypsylehmille rehua, kauraa ja heinää, niin ei voinut torjunta-aineita merkittävässä määrin käyttää. Varsinaisesti me ei oltu viljelystila siinä mielessä, että olisi myyntiin asti viljaa tuotettu.”

”On voinut olla sen aikaista rikkatorjunta-ainetta pieniä määriä. Torjunta-aineiden nimistä ei ole muistikuvaa.”

5.3 Asiakirjatarkastelu

Valtion rautateiden arkistoista saaduista tiedoista selviää, että rautateiden rikkakasvien torjuntaan on käytetty atratsiinia, simatsiinia, heksatsinonia, terbutylatsiinia ja bromasiilia, joita myös pohjavedestä on löytynyt. Lisäksi radan hoidon käytössä on ollut glyfosaattia ja diflufenikaania, joita pohjavesissä ei ole todettu (kuva 10). Rautatiet käyttävät tänä päivänä pääosin vain glyfosaattipohjaisia torjunta-aineita. Pohjavesialueella torjunta-aineita ei käytetä enää ollenkaan. (Poutanen 2017.)

1953–2000 vuosien väliltä ei ole enää saatavissa tarkkoja tietoja jokaiselta vuodelta käytössä olleista torjunta-aineista, vaan tiedot perustuvat hajanaisiin arkistotietoihin. Vuodesta 1979 eteenpäin käytetyistä torjunta-aineista on tiedossa pääosin torjunta-aineet, joita on käytetty radanhoitoon. (Hovi 2002.)

VR:n selvityksessä todetaan, että rikkakasvien torjuntaan on rautatiealueella käytetty 1990-luvulla vain vähäisiä määriä torjunta-aineita. Käyttömäärien kerrotaan olevan selvityksessä noin 3–4 tonnia torjunta-aineita, joka on vähäistä verrattuna Suomessa vuosittain myytyihin herbisidien määriin, eli noin 0,5 %. Heksatsinoni on eniten käytetty torjunta-aine 90-luvulla rautateilla. Heksatsinonin rinnalla on ollut myös simatsiinia vuonna 1991. Vuoden 1999 torjunta-aineesta ei ole tietoa. 2000 ja 2001 vuonna rautateilla käytetty torjunta-aine on ollut Zeppelin, joka sisältää glyfosaattia ja diflufenikaania. (Hovi 2002.)

Taulukko 1. Rautateilla käytössä olleet torjunta-aineet 1979–2001 välillä. (Hovi 2002.)

| Vuosi | Vaikuttava aine | Kauppanimi |
|-------|-----------------|------------|
| 1979 | Bromasiili | Hyvar X |
| 1980 | Bromasiili | Hyvar X |
| 1981 | - | |

| | | |
|------|---------------------------------------|--------------------|
| 1982 | Bromasiili 80 %, terbutylatsiini 20 % | Hyvar X, Gardoprim |
| 1983 | Atratsiini, bromasiili | Atranex, Hyvar X |
| 1984 | Atratsiini | Atranex, Hyvar X |
| 1985 | Atratsiini 90 %, heksatsinoni 20 % | Atranex, Velpar L |
| 1986 | Atratsiini 75 %, heksatsinoni 25 % | Atranex, Hyvar X |
| 1987 | - | |
| 1988 | - | |
| 1989 | - | |
| 1991 | - | |
| 1990 | - | |
| 1991 | Heksatsinoni ja simatsiini | Velpar L, Simatsin |
| 1992 | Heksatsinoni | Velpar L |
| 1993 | Heksatsinoni | Velpar L |
| 1994 | Heksatsinoni | Velpar L |
| 1995 | Heksatsinoni | Velpar L |
| 1996 | Heksatsinoni | Velpar L |
| 1997 | Heksatsinoni | Velpar L |
| 1998 | Heksatsinoni | Velpar L |
| 1999 | - | |
| 2000 | Glyfosaatti ja diflufenikaani | Zeppelin |
| 2001 | Glyfosaatti ja diflufenikaani | Zeppelin |

Lausunnossa liikenneministeriölle vuodelta 1970 sanotaan, että ”rikkaruohojen torjuntaan valtionrautateilla käytetään ainoastaan kasvinsuojelulaitosten hyväksymiä myrkkijä, jotka ei tiedettävästi ole ympäristölle, kuten hyönteisille, vaarallisia”. Vuoden 1985 laaditun muistion mukaan rikkaruohoja on torjuttu pääosin kemiallisesti vuodesta 1953 lähtien. Eniten käytössä on ollut aineita, jotka sisältävät bromasiilia, terbutylatsiinia ja atratsiinia. Lisäksi kokeilussa on ollut aineita, jotka sisältävät simatsiinia, heksatsinonia, glyfosaattia. Valtion rautateiden käytössä olleet torjunta-aineet on esitelty taulukossa vuosien 1979–2001 väliltä siltä osin mitä tietoja on vielä tallessa. (Hovi 2002.)

6 TULOSTEN TARKASTELU

Lahden alueen torjunta-aine-esiintymät pohjavesissä eivät ole ainutkertaisia muuhun Suomeen verrattuna. Suomen ympäristökeskuksen tekemän selvityksen mukaan torjunta-aineita löytyy Suomen pohjavesistä useilta eri alueilta. Suomen ympäristökeskuksen tekemän selvityksen mukaan torjunta-aineiden Korkeimmat pitoisuudet ja laajimmat esiintyvyydet löytyivät Etelä-Suomen pohjavesistä. Talousvedelle asetetut raja-arvot torjunta-aineiden osalta ylittyvät myös Lounais-Suomessa, Pirkanmaalla, Keski-Suomessa ja Hämeen alueiden pohjavesissä (Vuorimaa ym. 2007, 25.)

6.1 Rata-alueen merkitys torjunta-aineiden esiintymiseen

Radan merkitystä torjunta-aineiden esiintymisessä Lahden alueen pohjavesissä voidaan pitää merkittävänä. Torjunta-aine-esiintymät ovat keskittyneet rata-alueen välittömään läheisyyteen tai pääosin pohjaveden virtaussuunnan mukaan alemmille havaintopaikoille. Rata-alueen läheisyydessä on myös korkeimmat pitoisuudet havaittu havaintopaikoissa 23, 137 ja Nastola-Uusikylä GA1. Asiakirjoista selviää, että kaikkia havaintopaikoista löydettyjä torjunta-aineita on käytetty radan hoitoon, pois lukien hajoamistuote BAM. Yksi BAM:n havaintopaikka, 129 sijaitsee rataverkoston ulottumattomissa.

Vaikka tarkkoja tietoja torjunta-aineiden käyttömääristä radanhoidossa ei ole niin torjuntatoimenpiteet ovat jatkuneet vuosikymmeniä, jolloin määrät ovat nousseet merkittäviksi ja torjunta-aineiden kulkeutumista maaperässä ei ole osattu huomioida. Maaperä rata-alueella on Ratahallintokeskuksen selvityksen mukaan pääosin hiekka- ja soravaltaisesta. (Ratahallintokeskus 2009, 32). Tämä maa-aines sisältää vain vähän tai ei ollenkaan orgaanista ainetta, jonne torjunta-aineet voisivat sitoutua.

Haastatteluista ei käynyt ilmi rautateillä käytettävien torjunta-aineiden nimiä tai määriä. Mutta yksi merkittävä tekijä torjunta-aineiden leviämiseen rata-alueen ulkopuolelle, voi olla levitystapa, jolla torjunta-ainetta on levitetty. Torjunta-ainetta on levitetty sen aikaisella tenderillä, jossa tuulikulkeuman mahdollisuus on ollut suuri. Lisäksi huomioitavaa on torjunta-aineen sekoitus tenderissä. Torjunta-ainejauhe on laitettu säiliön pohjalle ja vesi kaadettu päälle. Tällaisen

seoksen tekemisessä on mahdollisuus epätasaiseen liuokseen, jossa osa liuoksesta on hyvin väkevää. Pitoisuudeltaan epätasainen liuos on voinut aiheuttaa suurta vaihtelevuutta torjunta-aineen määrässä levitetylle pinta-alalle rata-alueella. Epätasaisen liuoksen levittäminen voi selittää osaltaan suuriakin torjunta-aineen pitoisuuseroja rata-alueen pohjavesissä.

Radan pohjoispuolella sijainneen Hankkijan puutarhamyymälän vaikutusta havaintopaikkojen GA 2 ja 137 torjunta-ainepitoisuuksia tarkastellessa selvisi, että puutarhamyymälässä ei käytetty torjunta-aineita. Torjunta-aineita oli myymälässä kuitenkin myynnissä ja niitä on ollut tulipalossa mukana. Määristä ja vaikuttavista aineista ei ole tietoa. On mahdollista, että tulipalossa olleita torjunta-aineita on saattanut joutua maaperän kautta pohjaveteen sammutusvesien mukana.

6.2 Kaupungin puutarhan ja peltoalueen merkitys torjunta-aineiden esiintymiseen

Peltoalueella ja kaupungin puutarhan alueelta on löytynyt atratsiinia ja sen hajomistuotteita sekä heksatsinonia. Kaupungin työntekijän haastatteluiden perusteella on epätodennäköistä, että kaupungin puutarhalla tai viheralueilla on käytetty atratsiinia tai heksatsinonia, joita molempia on havaittu kaupungin entisen kasvihuoneen lähettyvillä olevissa havaintopaikoissa sekä peltoalueen havaintopaikassa. Kartta- ja haastattelututkimuksissa selvisi, että Lahdessa on ollut pohjaveden muodostumisalueella peltoviljelyä pitkään, 1980-luvun puolivälille asti, joten peltoviljelyn merkitystä torjunta-aineiden päätymisessä pohjaveteen arvioitiin. Kuitenkaan varmaa tietoa pelloilla käytetyistä torjunta-aineiden nimistä ja määristä ei saatu haastattelun eikä asiakirjojen avulla.

Havaintopaikoista löytyneen heksatsinonin käyttö soveltuu viljelemättömälle alueelle ja metsänviljelyalueelle, joita kasvihuoneet ja peltoalue eivät ole. Atratsiinin käyttö puolestaan puu- ja pensastaimistolla on ollut mahdollista kaupungin puutarhan alkuaikoina, ennen vuotta 1989, jolloin haastateltavan ollut kaupungin työntekijä on tullut työhön Laden kaupungille.

Etelä-Savon ympäristökeskuksen vuoden 1998 teettämässä tutkimuksessa todetaan, että torjunta-aineet pidättyvät maakerrokseen paremmin, mitä hienojakoisempaa maakerros on (Kajander 1998, 53). Tarkasteltavat kohteet, peltoalueen havaintopaikka 376, sekä kaupungin puutarhan havaintopaikat 136 ja Kullankukkula ovat sijainneet paksun savimaan päällä. Vuoden 1988 tehdyssä tutkimuksessa (Ihmisen toiminnan vaikutukset pohjaveteen) havaittiin harjulla sijaitsevan taimitarhan toiminnan vaikuttavan atratsiinin esiintymiseen pohjavedessä. Tutkimuksessa taimitarhan maaperän arvioitiin olevan keskikarkeaa hiekkaa, joka edesauttaa torjunta-aineiden kulkeutumista pohjavesiin. (Mälkki, Sihvonen & Suokko 1988, 29.)

Vertaillen peltoalueen havaintopaikan 376 ja kaupungin puutarhan havaintopaikan 136 torjunta-ainepitoisuuksia, voidaan todeta, että havaintopaikoista löytyvät samat torjunta-aineet ja niiden pitoisuudet hyvin samankaltaisia. (liite 2, kuva 10 ja 11.) Molemmista havaintopaikoista löytyy atratsiinia, DEA ja heksatsinonia samoja vuosia tarkastellessa. Alueilta, joissa heksatsinoni ja atratsiini ei ole tiedettävästi käytetty on löytynyt näitä molempia torjunta-aineita. Tämä viittaa torjunta-aineiden kulkeutumiseen pohjaveden virtauksen mukana.

6.3 Muiden alueiden merkitys torjunta-aineiden esiintymiseen pohjavedessä

Rakennusten lähetyvillä olevien havaintopaikkojen 131, 378, 132 ja 134 on löytynyt atratsiinia ja sen hajoamistuotteita. Torjunta-aineiden käytöstä ei ole saatavilla dokumentoitua tietoa arkistoista eikä hiljaista tietoa haastattele-malla. Atratsiinilla on hyväksytty käyttö marjapensaiden ja hedelmäpuiden alla, mutta karttatarkastelusta ei käy ilmi alueiden kasvillisuus ja ei voida sanoa onko torjunta-aineiden käyttöä harjoitettu rakennusten lähetyvillä yksityisillä alueilla. Heksatsinonin käyttöä viljelemättömän alueen rikkaruohojen torjunnassa, esimerkiksi paikallisesti pihatien, ei voida todentaa selvityksen perusteella.

Havaintopaikoissa 129, 131 ja GA3 on esiintynyt BAM:ia. BAM käyttökohteet ovat viljelemättömät alueet sekä marjapensaiden ja puiden juuret. Tämän selvityksen perusteella ei voida sanoa, mitkä toiminnot ovat aiheuttaneet BAM:n esiintymistä pohjavesissä.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tulosten perusteella rataverkon kunnossapitoa voidaan pitää merkittävimpana pohjavesien torjunta-aine esiintymien aiheuttajana Lahdessa. Pohjavesiin päätymistä on edistänyt soravaltainen maa-aines ratapenkalla, jossa ei ole orgaanista ainetta, joten se on torjunta-aineiden helposti läpäistävissä.

Peltojen ja kaupungin puutarhan merkitystä torjunta-aine esiintymille voidaan pitää vähäisenä. Pelloilla on orgaanista ainesta hajottamassa torjunta-aineita. Lisäksi maan pintakerroksen alla on paksu savikerros, jolloin torjunta-aineiden kulkeutuminen pohjavesiin pellolta ja puutarhasta on epätodennäköistä.

Lahdessa on poikkeava pohjavedenmuodostumisalue, kallioruhje, joka on edesauttanut torjunta-aineiden kulkeutumisen paikkoihin, joissa niitä ei ole käytetty. Heksatsinonia on löytynyt alueilta, joilla sillä ei ole käytetty, joten torjunta-aine on kulkeutunut havaintopaikalle muualta.

8 LOPUKSI

Pohjavesiin päätyneiden torjunta-aineiden käyttö on loppunut yli toista kymmentä vuotta sitten. Pohjaveteen päädyttyään torjunta-aineet ovat hitaasti hajoavia tai lähes hajoamattomia, joten torjunta-aine esiintymiä tullaan havaitsemaan pohjavedessä vielä vuosien ajan. Osa Lahden pohjavedestä luokitellaan huonoon kemialliseen tilaan pohjavesialueella havaittujen paikallisten kokeneiden pitoisuuksien vuoksi. Siitä huolimatta valtaosa Lahden pohjavedestä on laadukasta ja määrältään runsasta. Viime vuosina myös kansainvälinen kiinnostus Salpausselän pohjavettä kohtaan on herännyt Aasian markkinoilla.

LÄHTEET

ECHA 6.9.2023. Substance infocard. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://echa.europa.eu/fi/substance-information/-/substanceinfo/100.051.869> [viitattu 9.10.2023].

ESS. 2016. Yli satavuotias Launeen vedenottamo otetaan käyttöön 15 vuoden tauon jälkeen. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ess.fi/paikalliset/253919> [viitattu 4.1.2023].

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY.

European Commission 2023. Renewal of the approval of glyphosate: Questions and Answers. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_23_5793 [viitattu 21.11.2023].

Neuvoston direktiivi 3.11.1998/83/EY.

Helasvuo, J., Nielsen, M. & Mustonen, T. 2012. Mytjääisten varikkoalue. Arkkitehdit Mustonen oy. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.se-naatti.fi/app/uploads/2017/05/3153-2012_Mustonen_Lahti_Myta%CC%88ja%CC%88isten_varikkoalue_RHS_web.pdf [viitattu 28.11.2023].

Glyfosaatti. 2022. Tukes. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://tukes.fi/glyfosaatti#fc162b73> [viitattu 21.11.2023].

Gore, A., Chappell, V., Fenton, S., Flaws, J., Nadal, A., Prins, G., Toppari, J. & Zoeller, R. 2015. EDC-2: The Endocrine Society's Second Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals. National Library of Medicine. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4702494/> [viitattu 10.12.2023].

Gustafsson J., 2004. Torjunta-aineiden esiintyminen pohjavedessä. Syke. PDF-tiedosto. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/a6bcf304-55ce-4c55-84fb-f564abd26b6c/content> [viitattu 10.10.2023].

Hankaankorpi, T. 2021. Pohjavesien yhteystarkkailun vuosikooste. Ramboll. PDF-tiedosto. Saatavissa: https://www.lahti.fi/tiedostot/lahden_pohjavesi_yhteistarkkailu_vuosikooste_2021/ [viitattu 20.11.2023].

Hovi, A. 2002. Ratahallintokeskus. Pöytäkirja. Julkaistu 11.7.2002.

Jaakkonen, S. & Sorvari, J. 2006. Metsätaimitarhoilla käytettyjen torjunta-aineiden ympäristövaikutukset ja riskinarviointi. Uudenmaan ympäristökeskus. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/5568099b-5371-4066-97ea-471195762f26/content> [Viitattu 5.10.2023].

Kajander, S. 1998. Heinolan pohjavesivarat ja pohjavesiympäristön hoito. Etelä-Savon ympäristökeskus. Mikkeli.

Karttapaikka. 2021. Maanmittauslaitos. Historialliset ilmakuvat. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/?zoomLevel=1&coord=525406_7159061&mapLayers=801+100+default,3400+100+ortokuva:indeksi×ries=1950&noSavedState=true&showIntro=false&lang=fi [viitattu 7.11.2023].

Kasvinsuojeluaineet. 2023. Tukes. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://tukes.fi/kemikaalit/kasvinsuojeluaineet#fc162b73> [viitattu 21.11.2023].

Kasvinsuojeluaineen myyntimäärät. 2023. Tukes. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://tukes.fi/kemikaalit/kasvinsuojeluaineet/myyntitilastot> [viitattu 21.11.2023].

Kemikaalilaki 9.8.2013/599.

Laipio, S. 1950-1959. Rautatieläiset levittävät kasvien torjunta-ainetta raiteelle virkatarvevaunusta. Suomen rautatiemuseo. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://rautatiemuseo.finna.fi/Search/Results?filter%5B%5D=%7Eformat%3A%22%2FImage%2F%22&filter%5B%5D=online_boo-lean%3A%221%22&lookfor=tenderi&type=AllFields&page=3 [viitattu 7.11.2023].

Lähde.gtk.fi. 2023. Geologian tutkimuskeskus. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://lahde.gtk.fi/?page_id=543 [viitattu 30.12.2023].

Maanmittauslaitos. s.a. Vanhat painetut kartat. JPG-dokumentti. Saatavissa: <https://vanhatpainetutkartat.maanmittauslaitos.fi/> [viitattu 29.11.2023].

Mukula, J. 1979. Rikkakasvien kemiallinen torjunta: herbisidit. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2014120350375> [viitattu 20.9.2023].

Mäkelä, H., Horppila, P., Hulkko, H-M., Kaskenpää, M., Kolari, M., Laine, E., Leino, J., Pudas, E. & Siiro, P. 2022. Vesien tila hyväksi yhdessä. Hämeen vesienhoidon toimenpideohjelma vuosille 2022-2027. ELY. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/183716/Vesien%20tila%20hyv%c3%a4ksi%20yhdess%c3%a4%2c%20H%c3%a4meen%20vesienhoidon%20toimenpideohjelma%20vuosille%202022-2027.pdf?sequence=4&isAllowed=y> [viitattu 20.9.2023].

Mälkki, W., Sihvonen, K. & Suokko, T. 1988. Ihmisen toiminnan vaikutus pohjaveteen. PFD-dokumentti. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/92d29989-dd20-441c-a814-6300f0a9c749/content> [viitattu 10.1.2024].

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laadusta ja valvonnasta sekä rakennusten vesilaitteistojen riskienhallinnasta 17.11.2015/1352.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laadusta ja valvonnasta sekä rakennusten vesilaitteistojen riskienhallinnasta 19.5.2000/461.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laadusta ja valvonnasta sekä rakennusten vesilaitteistojen riskienhallinnasta 17.11.2015/1354.

Tikkanen, J. 2007. Puutarha. EU-oikeus kielsi parakvatin. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://puutarha-sanomat.fi/arkistot/13109/> [viitattu 15.11.2023].

Tukes. s.a. Rekisteristä poistetut kasvinsuojeluaineet 31.12.1998 - 31.12.2019. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://tukes.fi/documents/5470659/6372801/Poistetut+valmisteet+1998-2017/117cc109-f060-4e4b-9e96-9477f9e7419d/Poistetut+valmisteet+1998-2017.pdf?t=1578038675000> [viitattu 2.11.2023].

Torjunta-ainelaki 23.5.1969/327.

Porras, S., Hyytinen, E-R., Koponen, M., Heinälä, M. & Santonen, T. 2015. Työterveyslaitos. Hormonitoimintaa häiritseville kemikaaleille altistuminen työpaikoilla. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/125875/Hormonitoimintaa_hairitseville_kemikaaleille_altistuminen_web.pdf?sequence=1&isAllowed=y [viitattu 7.12.2023].

Poutanen, J. 2017. Tukes. Rautateiden kasvinsuojeluruiskutuksia tarkastamassa. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://tukes.fi/-/rautateiden-kasvin-suojeluaine-ruiskutuksia-tarkastamassa#fc162b73> [viitattu 30.12.2023].

Pukkila, V. 2015. Degradation of 2,6-dichlorobenzonitrile and 2,6-dichlorobenzamide in groundwater sedimentary deposits and topsoil. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/290d6aec-cfeb-46d5-8bfa-57dbecdecaee/content> [viitattu 30.12.2023].

Ratahallintokeskus. 2009. Rataverkon pohjavesialueiden riskienhallinta. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/RHK/rhk_2009_rataverkon_pohjavesialueiden_riskienhallinta_hame.pdf [viitattu 6.1.2024].

Ruuttunen, P. & Laitinen, P. 2008. Torjunta-aineiden toistuvat käytön riskit ympäristöriskit perunanviljelyssä. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://julkuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/473712/met119.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [viitattu 30.12.2023].

Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista 23.11.2006/1022.

Vesilaki 27.5.2011/587.

Vuorimaa, P., Kontro, M., Rapala, J. & Gustafsson, J. 2007. Torjunta-aineiden esiintyminen pohjavedessä. Suomen ympäristökeskus. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/a204c13c-1a75-4479-bd28-4f574044933e/content> [viitattu 5.10.2023].

Ympäristönsuojelulaki 27.6.2014/527.

Ympäristönsuojeluasetus 4.9.2017/713.

Arkistomateriaali

Lahden kaupungin arkiston tarkastellut aineistot

Lahden kaupunginhallitus:

- Pihat, hautausmaat
- Leikkikentät ja puistot
- Kyläteiden ottaminen paikallisteiksi
- Tieasiat

Luonto ja ympäristötoimikunta 1970-1984

Metsälautakunta 1955-1988

Maatalouslautakunta 1974-1988

Lahden kaupunki: Tietoja Lahdesta 1971-1993

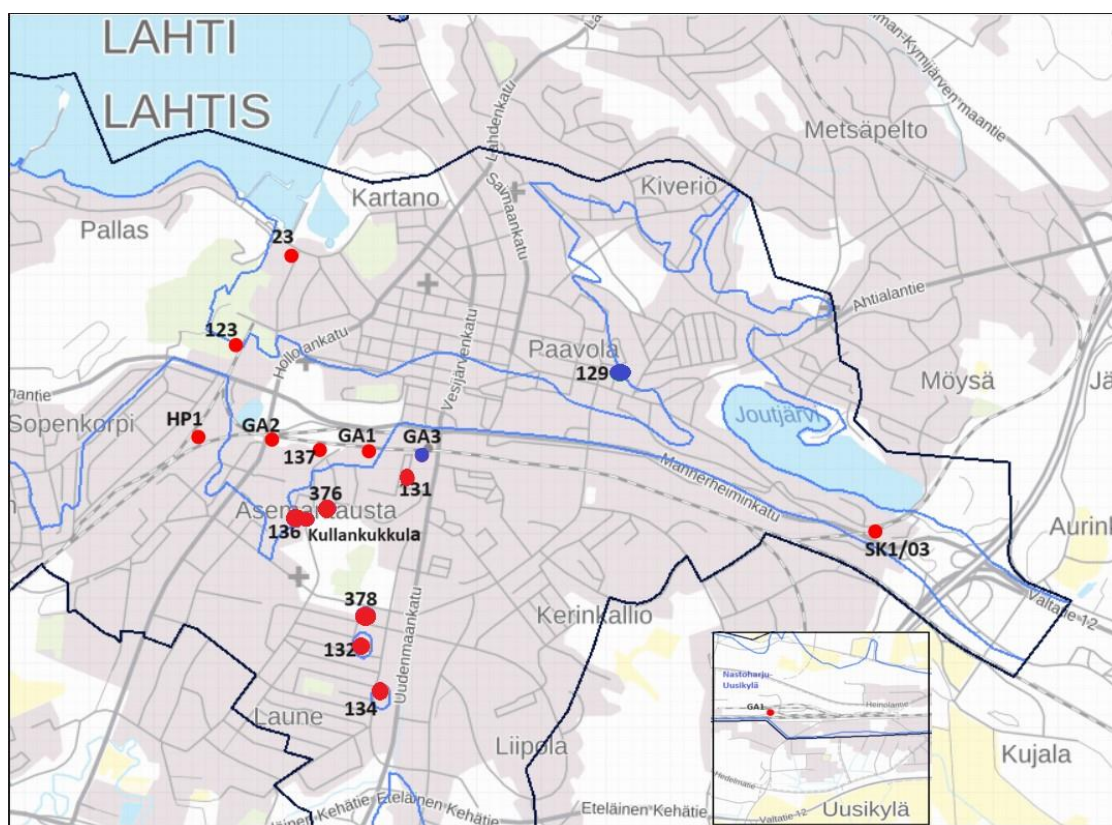
Hyvinkään rautatiemuseon arkisto

Kirje radanvarsien hoidosta ratavartioille 1931

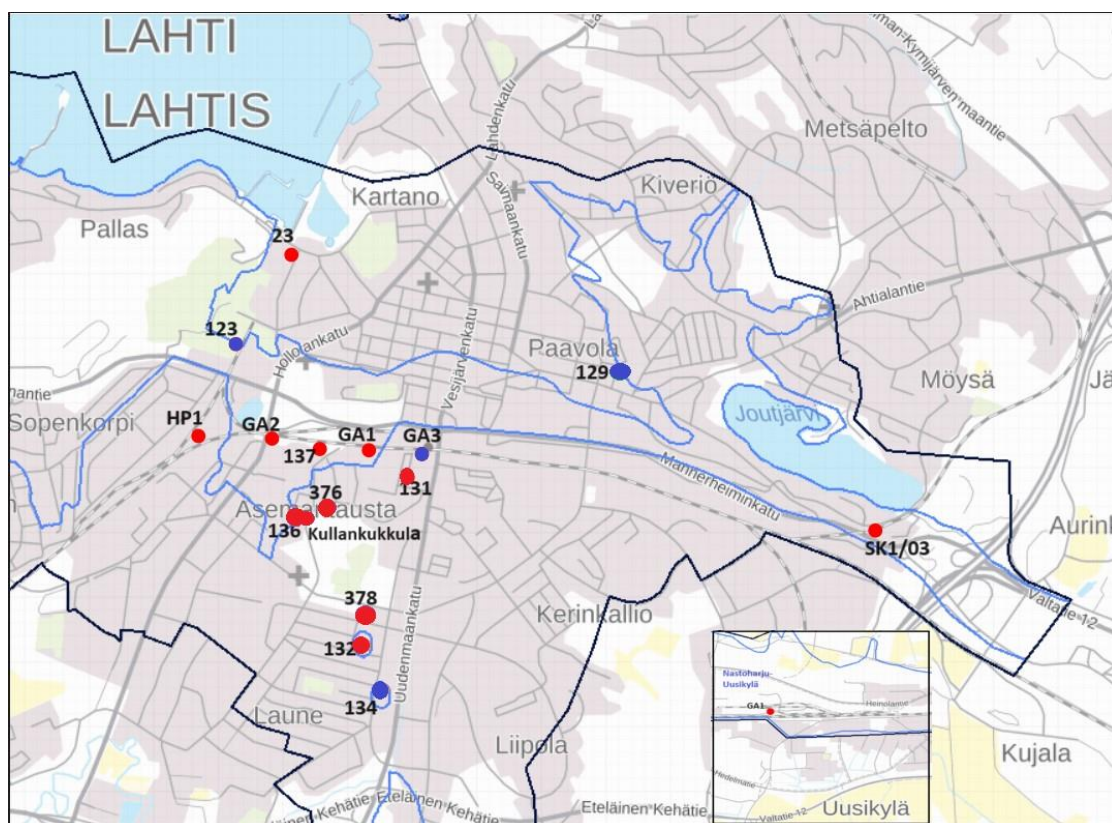
Tavaratilaukset varastoon 1945

Rikkaruohojen ja vesakoiden myrkytys 1953

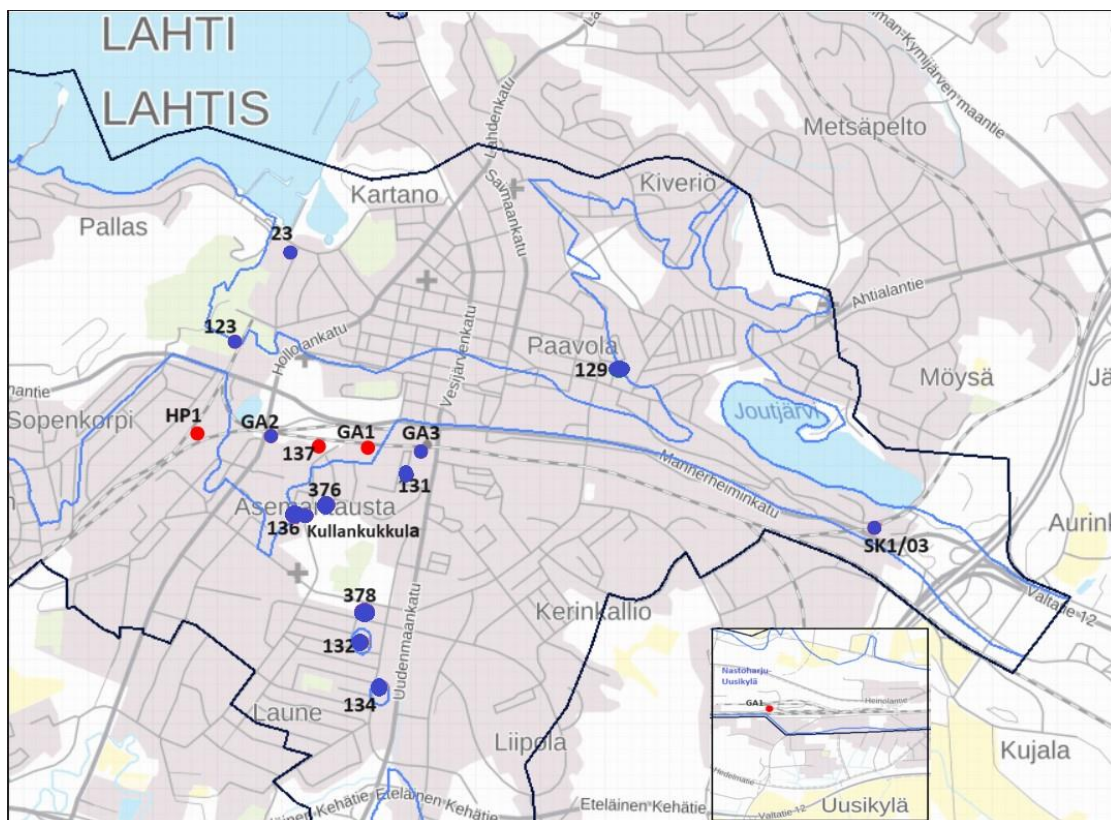
Ympäristönsuojelua 1983



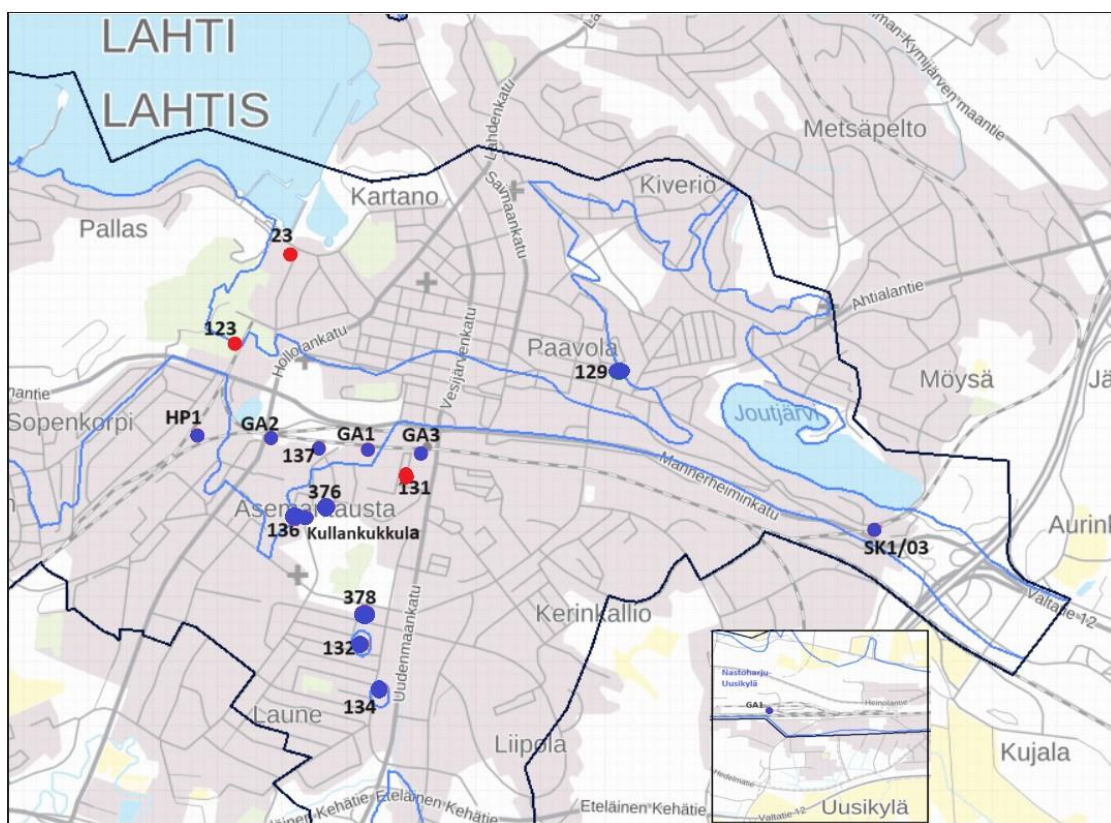
Kuva 10. Havaintopaikat, joissa esiintyy atratsiinia



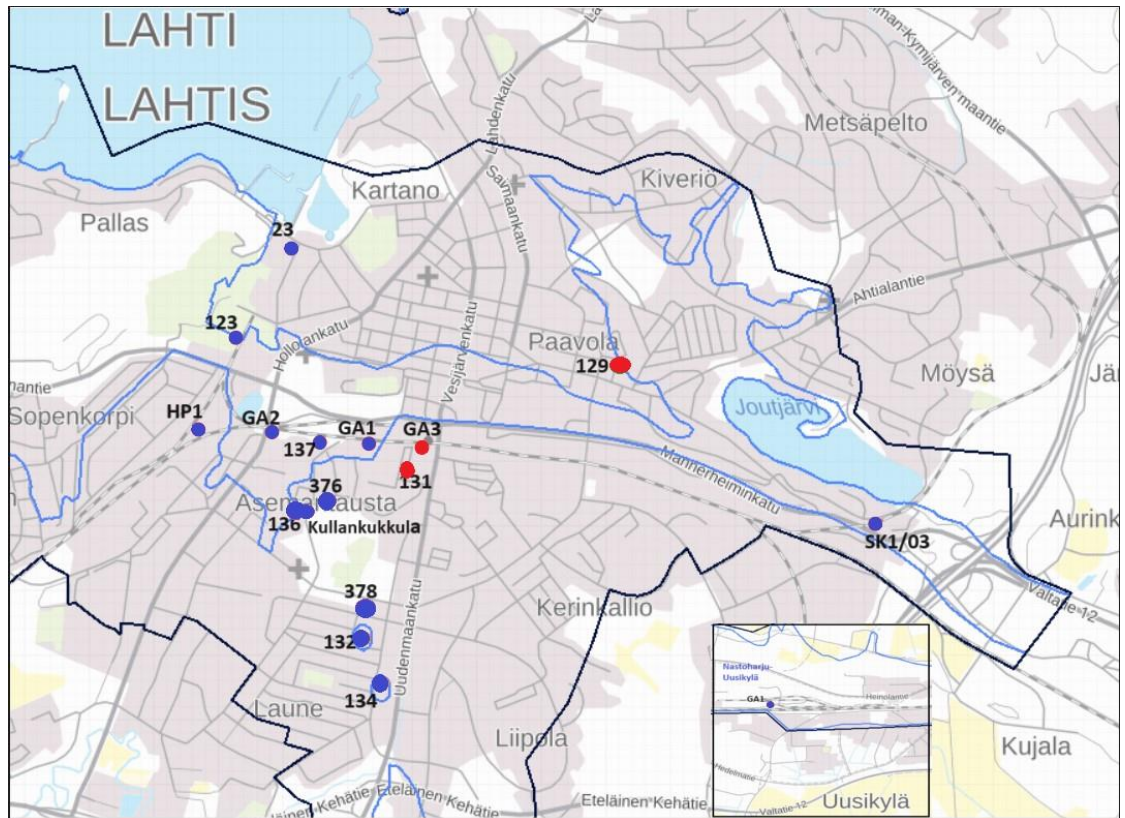
Kuva 11. Havaintopaikat, joissa on esiintynyt heksatsinonia



Kuva 12. Havaintopaikat, joissa on esiintynyt terbutylatsiinia.



Kuva 13. Havaintopaikat punaisella, joissa bromasiilia esiintyy.



Kuva 14. Havaintopaikat punaisella, jossa BAM esiintyy.

| Ottopiste | Ottopvm | Vuosi | Atrats. µg/l | DEA µg/l | DIA µg/l | DEDIA µg/l | Heksats. µg/l | Brom. µg/l | Simats. µg/l |
|------------|-----------|-------|-----------------|-------------|-------------|---------------|------------------|---------------|-----------------|
| 23 Nelo Oy | 26.6.2000 | 2000 | 4,2 | - | - | - | - | - | - |
| 23 Nelo Oy | 8.5.2001 | 2001 | 4,2 | 1,3 | 0,2 | - | - | - | 0,006 |
| 23 Nelo Oy | 7.5.2002 | 2002 | 2,5 | 0,80 | 0,12 | - | - | - | - |
| 23 Nelo Oy | 5.5.2003 | 2003 | 0,36 | 0,20 | 0,04 | - | 0,25 | 0,38 | - |
| 23 Nelo Oy | 12.5.2004 | 2004 | 1,4 | 0,25 | 0,02 | - | 3,0 | 0,28 | - |
| 23 Nelo Oy | 28.4.2005 | 2005 | 0,76 | 0,32 | 0,11 | - | 3,6 | 0,14 | - |
| 23 Nelo Oy | 9.5.2006 | 2006 | 0,93 | 0,19 | - | - | 9,5 | 0,26 | - |
| 23 Nelo Oy | 24.4.2007 | 2007 | 0,79 | 0,64 | - | - | 11 | 0,75 | - |
| 23 Nelo Oy | 10.4.2008 | 2008 | 1 | 0,18 | 0,14 | - | 6,1 | 0,29 | - |
| 23 Nelo Oy | 12.5.2009 | 2009 | 0,30 | 0,04 | 0,03 | - | 2,2 | - | - |
| 23 Nelo Oy | 5.5.2010 | 2010 | 0,15 | 0,01 | 0,01 | - | 0,41 | - | - |
| 23 Nelo Oy | 2.5.2011 | 2011 | 0,18 | 0,03 | 0,02 | - | 1,4 | 0,07 | - |
| 23 Nelo Oy | 8.5.2012 | 2012 | 0,19 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,9 | 0,05 | - |
| 23 Nelo Oy | 27.5.2013 | 2013 | 0,15 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,54 | 0,03 | - |
| 23 Nelo Oy | 13.5.2014 | 2014 | 0,10 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,88 | | - |
| 23 Nelo Oy | 13.5.2015 | 2015 | 0,42 | 0,065 | - | 0,04 | 4,2 | 0,03 | - |
| 23 Nelo Oy | - | 2016 | - | - | - | - | - | - | - |
| 23 Nelo Oy | - | 2017 | - | - | - | - | - | - | - |
| 23 Nelo Oy | - | 2018 | - | - | - | - | - | - | - |
| 23 Nelo Oy | 10.4.2019 | 2019 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | - |
| 23 Nelo Oy | 4.5.2020 | 2020 | 0,25 | 0,047 | 0,51 | 0,45 | 1,5 | 0,01 | - |
| 23 Nelo Oy | 20.4.2022 | 2022 | 0,09 | 0,016 | 0,19 | 0,02 | 0,64 | 0,01 | - |

| Ottopiste | Vuosi | Atrats. µg/l | Terbut. µg/l | DEA µg/l | DIA µg/l | Brom. µg/l |
|------------------|-------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|---------------|
| 123 Laune | 2000 | 0,03 | - | - | - | - |
| 123 Laune | 2001 | 0,05 | - | 0,06 | - | - |
| 123 Laune | 2002 | 0,05 | - | 0,07 | 0,01 | - |
| 123 Laune | 2003 | 0,03 | - | 0,09 | 0,02 | 0,11 |
| 123 Laune | 2004 | 0,04 | - | 0,07 | - | 0,14 |
| 123 Laune | 2005 | 0,04 | - | 0,08 | - | 0,20 |
| 123 Laune | 2006 | 0,04 | 0,005 | 0,11 | 0,02 | 0,14 |
| 123 Laune | 2007 | 0,06 | 0,005 | 0,28 | - | 0,20 |
| 123 Laune | 2008 | 0,04 | - | 0,17 | - | 0,16 |
| 123 Laune | 2009 | 0,04 | 0,05 | 0,22 | 0,01 | 0,09 |
| 123 Laune | 2010 | 0,04 | - | 0,23 | - | 0,14 |
| 123 Laune | 2011 | 0,03 | - | - | 0,01 | - |
| 123 Laune | 2012 | 0,05 | - | 0,06 | 0,01 | - |

| Ottopiste | Ottopvm | Vuosi | Atrats.GA1 µg/l | Simats. µg/l | Terbut. µg/l | DEA µg/l | DIA µg/l | DEDIA µg/l | Heksats. µg/l | BAM µg/l |
|------------------------|-----------|-------|--------------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|---------------|------------------|-------------|
| Ratapiha, länsi GA1 | 28.6.2007 | 2007 | 0,083 | <0,05 | 0,13 | 0,083 | <0,1 | <0,5 | 0,34 | <0,05 |
| Ratapiha, länsi GA1 | 19.5.2008 | 2008 | 0,05 | <0,02 | - | 0,05 | <0,05 | - | 0,24 | <0,02 |
| Ratapiha, länsi GA1 | 7.5.2009 | 2009 | 0,21 | <0,02 | 0,19 | <0,05 | 0,07 | <0,05 | 0,28 | <0,02 |
| Ratapiha, länsi GA1 | 10.6.2010 | 2010 | 0,05 | <0,04 | 0,08 | <0,04 | <0,1 | - | 0,14 | <0,1 |
| Ratapiha, länsi GA1 | 21.6.2011 | 2011 | 0,089 | <0,05 | 0,102 | <0,05 | <0,05 | <0,02 | 0,187 | <0,05 |
| Ratapiha, länsi GA1 | 20.6.2012 | 2012 | 0,105 | <0,050 | 0,09 | <0,05 | <0,05 | 0,023 | 0,109 | <0,05 |
| Ratapiha, länsi GA1 | 25.6.2013 | 2013 | 0,059 | 0,018 | 0,06 | 0,028 | 0,025 | 0,034 | 0,069 | <0,01 |
| Ratapiha, länsi GA1 | 20.5.2014 | 2014 | 0,06 | <0,01 | 0,06 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | <0,01 |
| Ratapiha, länsi GA1 | 13.5.2015 | 2015 | 0,058 | <0,01 | < 0,010 | 0,011 | 0,017 | < 0,050 | 0,049 | < 0,010 |
| Ratapiha, länsi GA1 | 23.5.2016 | 2016 | 0,037 | 0,014 | 0,034 | 0,024 | 0,019 | 0,011 | 0,079 | - |
| Ratapiha, länsi GA1 | 13.6.2017 | 2017 | 0,065 | 0,017 | 0,039 | 0,046 | 0,024 | 0,032 | 0,098 | - |
| Ratapiha, länsi GA1 | 29.6.2018 | 2018 | 0,051 | <0,010 | 0,03 | 0,015 | 0,019 | <0,010 | 0,028 | - |
| Ratapiha, länsi GA1 | 11.6.2019 | 2019 | 0,042 | 0,013 | 0,022 | 0,02 | 0,016 | 0,015 | 0,042 | <0,010 |

| Ottopiste | Ottopvm | Vuosi | Atrats. µg/l | Simats. µg/l | Terbut. µg/l | DEA µg/l | DIA µg/l | DEDIA µg/l | Heksats. µg/l | BAM µg/l |
|------------------------|-----------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|---------------|------------------|-------------|
| Ratapiha, länsi GA2 | 28.6.2007 | 2007 | 0,7 | <0,05 | 0,068 | 0,18 | <0,1 | <0,5 | 0,18 | <0,05 |
| Ratapiha, länsi GA2 | 19.5.2008 | 2008 | 0,21 | <0,02 | - | 0,23 | 0,17 | - | 0,14 | <0,02 |
| Ratapiha, länsi GA2 | 7.5.2009 | 2009 | 0,63 | 0,07 | 0,08 | 0,24 | 0,23 | <0,05 | 0,26 | <0,02 |
| Ratapiha, länsi GA2 | 10.6.2010 | 2010 | 0,22 | <0,04 | <0,04 | 0,14 | <0,1 | - | 0,06 | <0,1 |
| Ratapiha, länsi GA2 | 21.6.2011 | 2011 | 0,32 | <0,05 | <0,05 | 0,13 | <0,05 | <0,02 | 0,07 | <0,05 |
| Ratapiha, länsi GA2 | 20.6.2012 | 2012 | 0,28 | <0,05 | <0,05 | 0,11 | <0,05 | 0,055 | 0,05 | <0,05 |
| Ratapiha, länsi GA2 | 25.6.2013 | 2013 | 0,18 | 0,012 | 0,027 | 0,11 | 0,03 | 0,082 | 0,04 | <0,01 |
| Ratapiha, länsi GA2 | 20.5.2014 | 2014 | 0,25 | < 0,010 | 0,04 | 0,12 | 0,02 | 0,03 | 0,06 | < 0,01 |
| Ratapiha, länsi GA2 | 13.5.2015 | 2015 | 0,21 | < 0,010 | < 0,010 | 0,057 | 0,022 | 0,022 | 0,028 | < 0,010 |
| Ratapiha, länsi GA2 | 23.5.2016 | 2016 | 0,18 | 0,01 | 0,036 | 0,11 | 0,039 | 0,052 | 0,036 | - |
| Ratapiha, länsi GA2 | 13.6.2017 | 2017 | 0,15 | <0,010 | 0,024 | 0,08 | 0,024 | 0,053 | 0,033 | <0,010 |
| Ratapiha, länsi GA2 | 29.6.2018 | 2018 | 0,13 | - | 0,026 | 0,07 | 0,011 | 0,025 | 0,036 | - |
| Ratapiha, länsi GA2 | 11.6.2019 | 2019 | 0,14 | <0,010 | 0,027 | 0,073 | 0,012 | 0,029 | 0,042 | <0,010 |

| Ottopiste | Ottopvm | Vuosi | Atrats. µg/l | Simats. µg/l | Terbut. µg/l | DEA µg/l | DIA µg/l | DEDIA µg/l | Heksats. µg/l | BAM µg/l |
|---------------------|-----------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|---------------|------------------|-------------|
| Ratapiha GA3 | 28.6.2007 | 2007 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,1 | <0,5 | <0,05 | 0,28 |
| Ratapiha GA3 | 19.5.2008 | 2008 | <0,02 | <0,02 | <0,05 | <0,02 | <0,05 | - | <0,02 | 0,18 |
| Ratapiha GA3 | 7.5.2009 | 2009 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,02 | 0,23 |
| Ratapiha GA3 | 10.6.2010 | 2010 | <0,04 | <0,04 | <0,04 | <0,04 | <0,1 | - | <0,04 | 0,15 |

| Ottopiste | Ottopvm | Atrats. µg/l | Simats. µg/l | Terbut. µg/l | Terbut.desettyyli µg/l | DEA µg/l | DIA µg/l | DEDIA µg/l | Heksats. µg/l |
|------------------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------|--------------|--------------|---------------|------------------|
| Varikkoalue HP1 | 10.6.2010 | 1 | 0,19 | 0,62 | - | 0,13 | 0,51 | - | 1,2 |
| Varikkoalue HP1 | 21.6.2011 | 1,77 | 0,12 | 0,68 | - | 0,131 | 0,491 | <0,02 | 1,6 |
| Varikkoalue HP1 | 20.6.2012 | 0,833 | 0,157 | 0,343 | - | <0,05 | 0,378 | 0,092 | 0,281 |

| Ottopiste | Ottopvm | Vuosi | Atrats. µg/l | Simats. µg/l | Terbut. µg/l | Ter- but.deset. µg/l | DEA µg/l | DIA µg/l | DEDIA µg/l | Heksats. µg/l | Brom. µg/l | BAM µg/l |
|------------------|-----------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------|-------------|-------------|---------------|------------------|---------------|-------------|
| 137 Starckjohann | 15.5.2000 | 2000 | 0,07 | - | 0,02 | - | - | - | - | - | - | - |
| 137 Starckjohann | 10.5.2001 | 2001 | 0,08 | 0,005 | 0,06 | - | 0,07 | 0,04 | - | - | - | - |
| 137 Starckjohann | 24.4.2002 | 2002 | 0,14 | 0,005 | 0,03 | - | 0,06 | 0,02 | - | - | - | - |
| 137 Starckjohann | 13.5.2003 | 2003 | 0,06 | - | - | - | 0,03 | 0,02 | - | 0,33 | - | - |
| 137 Starckjohann | 11.5.2004 | 2004 | 0,09 | - | 0,01 | - | 0,04 | - | - | 0,10 | - | - |
| 137 Starckjohann | 28.4.2005 | 2005 | 0,05 | - | 0,01 | - | 0,02 | 0,02 | - | 0,05 | - | 0,02 |
| 137 Starckjohann | 9.5.2006 | 2006 | 0,05 | - | 0,01 | - | 0,03 | - | - | 0,07 | - | 0,02 |
| 137 Starckjohann | 25.4.2007 | 2007 | 0,08 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,04 | - | - | - | - | 0,02 |
| 137 Starckjohann | 14.4.2008 | 2008 | 0,33 | - | 0,07 | 0,28 | 0,23 | 0,19 | - | 0,45 | 0,01 | - |
| 137 Starckjohann | 6.5.2009 | 2009 | 0,55 | - | 0,13 | 0,23 | 0,24 | 0,03 | 0,26 | 0,50 | 0,03 | - |
| 137 Starckjohann | 10.5.2010 | 2010 | 1,00 | - | 0,16 | 0,35 | 0,23 | 0,03 | | 0,35 | 0,03 | - |
| 137 Starckjohann | 4.5.2011 | 2011 | 1,60 | - | 0,35 | 1 | 0,74 | 0,11 | 0,71 | 1,80 | 0,01 | - |
| 137 Starckjohann | 10.5.2012 | 2012 | 2,20 | - | 0,73 | 0,94 | 1 | 0,16 | 0,69 | 2,30 | - | 0,02 |
| 137 Starckjohann | 22.5.2013 | 2013 | 2,30 | - | 0,78 | 0,94 | 1 | 0,21 | 0,72 | 1,20 | - | - |
| 137 Starckjohann | - | 2014 | 1,20 | - | 0,37 | 0,31 | 0,38 | 0,17 | 0,39 | 0,39 | - | - |
| 137 Starckjohann | 13.5.2015 | 2015 | 2,20 | - | 0,82 | 0,46 | 0,69 | 0,21 | 0,52 | 1,70 | - | - |
| 137 Starckjohann | 15.9.2015 | 2015 | 1,40 | - | 0,59 | 0,34 | 0,64 | 0,23 | 0,57 | 0,88 | - | - |
| 137 Starckjohann | 12.5.2016 | 2016 | 2,60 | - | 2,1 | 0,41 | 0,76 | 0,3 | 0,6 | 1,10 | - | - |
| 137 Starckjohann | 19.5.2017 | 2017 | 2,70 | - | 1,1 | 0,28 | 0,66 | 0,33 | 0,84 | 0,84 | - | - |
| 137 Starckjohann | 26.4.2018 | 2018 | 3,70 | - | 1,5 | 0,21 | 0,55 | 0,45 | 0,61 | 0,69 | - | - |
| 137 Starckjohann | 6.11.2018 | 2018 | 2,50 | - | 0,77 | 0,13 | 0,27 | 0,26 | 0,45 | 0,29 | - | - |
| 137 Starckjohann | 15.5.2019 | 2019 | 3,00 | - | 0,8 | 0,11 | 0,26 | 0,33 | 0,14 | 0,20 | - | - |

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-----------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|---|---|
| 137 Starckjohann | 25.9.2019 | 2019 | 3,00 | - | 1 | 0,11 | - | 0,4 | 5,6 | 0,20 | - | - |
| 137 Starckjohann | 12.5.2020 | 2020 | 2,00 | - | 0,7 | 0,1 | 0,24 | 0,27 | 0,74 | 0,20 | - | - |
| 137 Starckjohann | 21.9.2020 | 2020 | 4,00 | - | 1 | 0,11 | 0,26 | 0,41 | 0,14 | 0,20 | - | - |
| 137 Starckjohann | 11.5.2021 | 2021 | 5,00 | 0,009 | 1 | 0,13 | 0,41 | 0,93 | 0,75 | 0,32 | - | - |
| 137 Starckjohann | 21.9.2021 | 2021 | 3,00 | 0,009 | 0,8 | 0,08 | 0,31 | 0,64 | 0,49 | 0,10 | - | - |
| 137 Starckjohann | 9.5.2022 | 2022 | 2,60 | 0,012 | 0,55 | 0,074 | 0,19 | 0,32 | 0,31 | 0,13 | - | - |
| 137 Starckjohann | 2.9.2022 | 2022 | 1,40 | 0,014 | 0,45 | 0,093 | 0,24 | 0,42 | 0,26 | 0,13 | - | - |

| Ottopiste | Ottopvm | vuosi | Atrats. µg/l | Simats. µg/l | Terbut. µg/l | Ter- but.deset. µg/l | DEA µg/l | DIA µg/l | DEDIA µg/l | Heksats. µg/l | Brom. µg/l | BAM µg/l |
|--------------------------------|-----------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------|-------------|-------------|---------------|------------------|---------------|-------------|
| 131 Paasivaara kaivo 1 | 11.5.2000 | 2000 | 0,3 | 0,01 | 0,01 | - | - | - | - | - | - | - |
| 131 Paasivaara kaivo 1 | 8.5.2001 | 2001 | 0,4 | 0,02 | 0,07 | - | - | - | - | - | - | - |
| 131 Paasivaara, kaivo 1 | 7.5.2002 | 2002 | 0,11 | 0,04 | 0,02 | - | 0,09 | 0,05 | - | - | - | - |
| 131 Paasivaara kaivo 1 | 13.5.2003 | 2003 | 0,24 | 0,03 | 0,05 | - | 0,16 | 0,09 | 0,15 | 0,90 | 0,07 | - |
| 131 Paasivaara kaivo 1 | 10.5.2004 | 2004 | 0,39 | 0,01 | 0,01 | - | 0,33 | 0,04 | - | 0,24 | 0,13 | 0,07 |
| 131 Paasivaara kaivo 1 | 20.4.2005 | 2005 | 0,42 | 0,01 | 0,02 | - | 0,27 | 0,03 | - | 0,55 | 0,10 | 0,09 |
| 131 Felix Abba kaivo 1 | - | 2006 | 0,50 | 0,01 | 0,03 | 0,13 | 0,34 | 0,03 | - | 0,52 | 0,15 | 0,09 |
| 131 Felix Abba kaivo 1 | 25.4.2007 | 2007 | 0,60 | 0,02 | 0,03 | 0,19 | 0,53 | 0,06 | - | 1,10 | 0,22 | 0,31 |
| 131 Felix Abba kaivo 1 | 14.4.2008 | 2008 | 0,65 | 0,02 | 0,03 | 0,12 | 0,31 | 0,04 | - | 0,53 | 0,07 | - |
| 131 Felix Abba kaivo 1 | 6.5.2009 | 2009 | 0,35 | 0,01 | 0,02 | 0,07 | 0,23 | 0,03 | 0,05 | 0,35 | 0,09 | - |
| 131 Felix Abba kaivo 1 | 10.5.2010 | 2010 | 0,28 | - | 0,02 | 0,05 | 0,13 | 0,02 | - | 0,26 | 0,04 | 0,12 |
| 131 Felix Abba kaivo 1 | 4.5.2011 | 2011 | 0,3 | - | 0,03 | 0,1 | 0,18 | 0,04 | 0,06 | 0,35 | 0,03 | 0,08 |
| 131 Felix Abba kaivo 1 | 10.5.2012 | 2012 | 0,26 | 0,01 | 0,04 | 0,06 | 0,19 | 0,05 | 0,07 | 0,36 | 0,02 | 0,13 |
| 131 Felix Abba kaivo 1 | 22.5.2013 | 2013 | 0,31 | 0,01 | 0,05 | 0,1 | 0,24 | 0,06 | 0,07 | 0,35 | 0,03 | 0,12 |
| 131 Felix Abba kaivo 1 | 23.5.2014 | 2014 | 0,33 | 0,01 | 0,04 | 0,08 | 0,23 | 0,05 | 0,06 | 0,44 | 0,01 | 0,09 |
| 131 Felix Abba kaivo 1 | 22.6.2015 | 2015 | 0,29 | 0,01 | 0,03 | 0,03 | 0,15 | 0,07 | 0,09 | 0,45 | 0,01 | 0,12 |

Liite 3/8

| Ottopiste | Ottopvm | Vuosi | Atrats. µg/l | Simats. µg/l | Terbut. µg/l | Terbut.deset. µg/l | DEA µg/l | DIA µg/l | DEDIA µg/l | Heksats. µg/l | BAM µg/l |
|-----------------------|-----------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-------------|-------------|---------------|------------------|-------------|
| 376 Kaarikadun puisto | 15.5.2000 | 2000 | 0,09 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 376 Kaarikadun puisto | 10.5.2001 | 2001 | 0,2 | 0,005 | - | - | 0,2 | 0,03 | - | - | - |
| 376 Kaarikadun puisto | 24.4.2002 | 2002 | 0,20 | - | 0,005 | - | 0,19 | 0,01 | - | - | - |
| 376 Kaarikadun puisto | 13.5.2003 | 2003 | 0,12 | - | - | - | 0,09 | - | - | 0,19 | - |
| 376 Kaarikadun puisto | 11.5.2004 | 2004 | 0,12 | - | 0,005 | - | 0,09 | - | - | 0,05 | - |
| 376 Kaarikadun puisto | 28.4.2005 | 2005 | 0,13 | - | 0,005 | - | 0,11 | 0,02 | - | 0,10 | 0,02 |
| 376 Kaarikadun puisto | 9.5.2006 | 2006 | 0,14 | - | - | - | 0,12 | - | - | 0,14 | 0,02 |
| 376 Kaarikadun puisto | 25.4.2007 | 2007 | 0,25 | - | - | 0,16 | 0,25 | 0,02 | - | 0,22 | 0,03 |
| 376 Kaarikadun puisto | 14.4.2008 | 2008 | 0,13 | - | 0,07 | - | 0,09 | - | - | 0,17 | 0,02 |
| 376 Kaarikadun puisto | 6.5.2009 | 2009 | 0,13 | - | 0,05 | - | 0,01 | 0,01 | - | 0,24 | 0,02 |
| 376 Kaarikadun puisto | 10.5.2010 | 2010 | 0,12 | - | - | 0,06 | 0,11 | 0,01 | - | 0,36 | 0,02 |
| 376 Kaarikadun puisto | 4.5.2011 | 2011 | 0,13 | - | 0,01 | 0,08 | 0,09 | 0,01 | 0,03 | 0,25 | 0,01 |
| 376 Kaarikadun puisto | 10.5.2012 | 2012 | 0,16 | - | 0,02 | 0,07 | 0,08 | 0,01 | 0,03 | 0,27 | 0,01 |
| 376 Kaarikadun puisto | 22.5.2013 | 2013 | 0,18 | - | 0,04 | 0,09 | 0,15 | 0,01 | 0,04 | 0,19 | - |
| 376 Kaarikadun puisto | 14.5.2014 | 2014 | 0,16 | - | 0,02 | 0,06 | 0,1 | 0,01 | 0,04 | 0,15 | - |
| 376 Kaarikadun puisto | 13.5.2015 | 2015 | 0,11 | - | 0,031 | 0,043 | 0,081 | 0,013 | 0,04 | 0,16 | <0,01 |

| Ottopiste | Ottopvm | Vuosi | Atrats. µg/l | Terbut. µg/l | Terbut.deset. µg/l | DEA µg/l | DIA µg/l | DEDIA µg/l | Heksats. µg/l | BAM µg/l |
|------------------------|-----------|-------|-----------------|-----------------|-----------------------|-------------|-------------|---------------|------------------|-------------|
| 136 Kaupungin puutarha | 15.5.2000 | 2000 | 0,05 | - | - | - | - | - | - | - |
| 136 Kaupungin puutarha | 9.5.2001 | 2001 | 0,1 | - | - | 0,1 | - | - | - | - |
| 136 Kaupungin puutarha | 23.4.2002 | 2002 | 0,11 | 0,005 | - | 0,12 | 0,01 | - | - | - |
| 136 Kaupungin puutarha | 13.5.2003 | 2003 | 0,07 | - | - | 0,07 | 0,02 | - | 0,08 | - |
| 136 Kaupungin puutarha | 11.5.2004 | 2004 | 0,08 | 0,005 | - | 0,08 | - | - | 0,03 | 0,02 |
| 136 Kaupungin puutarha | 28.4.2005 | 2005 | 0,08 | 0,005 | - | 0,09 | 0,02 | - | 0,10 | 0,02 |
| 136 Kaupungin puutarha | 9.5.2006 | 2006 | 0,10 | 0,008 | - | 0,09 | - | - | 0,14 | 0,04 |
| 136 Kaupungin puutarha | 25.4.2007 | 2007 | 0,15 | 0,02 | 0,03 | 0,11 | - | - | 0,27 | 0,02 |
| 136 Kaupungin puutarha | 14.4.2008 | 2008 | 0,08 | 0,01 | 0,02 | 0,06 | - | - | 0,06 | 0,02 |
| 136 Kaupungin puutarha | 6.5.2009 | 2009 | 0,07 | 0,006 | 0,01 | 0,05 | 0,01 | - | 0,06 | 0,05 |
| 136 Kaupungin puutarha | 10.5.2010 | 2010 | 0,09 | 0,01 | - | 0,05 | | - | 0,06 | 0,02 |
| 136 Kaupungin puutarha | 4.5.2011 | 2011 | 0,12 | 0,01 | 0,02 | 0,08 | 0,01 | 0,04 | 0,08 | 0,02 |
| 136 Kaupungin puutarha | 10.5.2012 | 2012 | 0,13 | 0,01 | 0,02 | 0,07 | 0,01 | 0,03 | 0,08 | 0,03 |
| 136 Kaupungin puutarha | 22.5.2013 | 2013 | 0,09 | 0,01 | 0,01 | 0,06 | 0,01 | 0,02 | 0,05 | 0,01 |
| 136 Kaupungin puutarha | 14.5.2014 | 2014 | 0,08 | <0,01 | 0,02 | 0,06 | <0,01 | 0,02 | 0,07 | 0,03 |
| 136 Kaupungin puutarha | 13.5.2015 | 2015 | 0,16 | 0,01 | 0,02 | 0,08 | 0,021 | 0,03 | 0,08 | 0,02 |

Liite 3/10

| Ottopiste | Ottopvm | Vuosi | Atrats. µg/l | Simats. µg/l | Terbut. µg/l | Terbut.deset. µg/l | DEA µg/l | DIA µg/l | DEDIA µg/l | Heksats. µg/l | BAM µg/l |
|-----------------------------|-----------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-------------|-------------|---------------|------------------|-------------|
| 378 Tapparakadun lastentalo | 15.5.2000 | 2000 | 0,1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 378 Tapparakadun lastentalo | 9.5.2001 | 2001 | 0,15 | 0,005 | - | - | 0,2 | 0,04 | - | - | - |
| 378 Tapparakadun lastentalo | 24.4.2002 | 2002 | 0,21 | - | 0,005 | - | 0,24 | 0,01 | - | - | - |
| 378 Tapparakadun lastentalo | 13.5.2003 | 2003 | 0,13 | - | - | - | 0,12 | 0,02 | 0,1 | 0,19 | - |
| 378 Tapparakadun lastentalo | 11.5.2004 | 2004 | 0,12 | - | - | - | 0,11 | - | - | 0,07 | 0,02 |
| 378 Tapparakadun lastentalo | 28.4.2005 | 2005 | 0,15 | - | 0,005 | - | 0,15 | 0,02 | - | 0,12 | 0,02 |
| 378 Tapparakadun lastentalo | 9.5.2006 | 2006 | 0,12 | - | - | - | 0,13 | - | - | 0,14 | 0,02 |
| 378 Tapparakadun lastentalo | 25.4.2007 | 2007 | 0,22 | - | - | 0,08 | 0,16 | - | - | 0,30 | 0,02 |
| 378 Tapparakadun lastentalo | 14.4.2008 | 2008 | 0,14 | - | - | 0,05 | 0,1 | - | - | 0,11 | 0,02 |
| 378 Tapparakadun lastentalo | 6.5.2009 | 2009 | 0,13 | - | 0,03 | - | 0,10 | 0,01 | - | 0,12 | 0,02 |
| 378 Tapparakadun lastentalo | 10.5.2010 | 2010 | 0,11 | - | - | 0,03 | 0,08 | - | - | 0,08 | - |
| 378 Tapparakadun lastentalo | 4.5.2011 | 2011 | 0,11 | - | 0,008 | 0,04 | 0,08 | 0,01 | 0,02 | 0,08 | 0,01 |
| 378 Tapparakadun lastentalo | 22.5.2013 | 2013 | 0,11 | - | 0,01 | 0,04 | 0,12 | 0,01 | 0,02 | 0,08 | - |
| 378 Tapparakadun lastentalo | 14.5.2014 | 2014 | 0,11 | - | 0,009 | 0,03 | 0,09 | <0,01 | 0,02 | 0,09 | - |
| 378 Tapparakadun lastentalo | 13.5.2015 | 2015 | 0,09 | - | 0,013 | 0,031 | 0,08 | 0,01 | 0,023 | 0,12 | <0,01 |

| Ottopiste | Vuosi | Atrats. µg/l | Simats. µg/l | Terbut. µg/l | DEA µg/l | DIA µg/l | DEDIA µg/l | Hek- sats. µg/l | Brom. µg/l |
|--------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|---------------|-----------------------|---------------|
| Kullan- kukkula | 2013 | 0,2 | - | 0,02 | 0,08 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | - |
| Kullan- kukkula | 2014 | 0,13 | - | 0,01 | 0,06 | 0,02 | 0,03 | 0,06 | - |
| Kullan- kukkula | 2015 | 0,1 | - | 0,01 | 0,05 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | - |
| Kullan- kukkula | 2016 | 0,12 | - | 0,03 | 0,07 | 0,023 | 0,02 | 0,04 | - |
| Kullan- kukkula | 2017 | - | - | 0,01 | 0,06 | 0,02 | 0,03 | 0,79 | - |
| Kullan- kukkula | 2018 | 0,13 | - | 0,01 | 0,06 | 0,02 | 0,02 | 0,05 | - |
| Kullan- kukkula | 2019 | 0,2 | - | 0,02 | 0,06 | - | - | 0,05 | - |
| Kullan- kukkula | 2020 | 0,1 | - | 0,01 | 0,06 | - | - | 0,05 | - |
| Kullan- kukkula | 2021 | 0,1 | - | 0,01 | 0,05 | - | - | - | - |
| Kullan- kukkula | 2022 | 0,07 | - | 0,01 | 0,5 | - | - | - | - |

| Ottopiste | Ottopvm | Vuosi | Atrats. µg/l | Terbut. µg/l | Terbut.deset. µg/l | DEA µg/l | DIA µg/l | DEDIA µg/l | Heksats. µg/l | BAM µg/l |
|---------------------------|-----------|-------|-----------------|-----------------|-----------------------|-------------|-------------|---------------|------------------|-------------|
| 132 Laune, kaivo 2 | 15.5.2000 | 2000 | 0,04 | - | - | | - | - | - | - |
| 132 Laune, kaivo 2 | 9.5.2001 | 2001 | 0,1 | - | - | 0,1 | - | - | - | - |
| 132 Laune, kaivo 2 | 23.4.2002 | 2002 | 0,18 | 0,005 | - | 0,21 | 0,01 | - | - | - |
| 132 Laune, kaivo 2 | 13.5.2003 | 2003 | 0,10 | - | - | 0,11 | 0,02 | 0,1 | 0,07 | - |
| 132 Laune, kaivo 2 | 10.5.2004 | 2004 | 0,11 | - | - | 0,10 | - | - | 0,02 | 0,02 |
| 132 Laune, kaivo 2 | 20.4.2005 | 2005 | 0,12 | 0,005 | - | 0,10 | - | - | 0,11 | 0,02 |
| 132 Laune, kaivo 2 | 8.5.2006 | 2006 | 0,13 | 0,007 | - | 0,11 | 0,02 | - | 0,13 | 0,03 |
| 132 Laune, kaivo 2 | 25.4.2007 | 2007 | 0,29 | 0,014 | 0,11 | 0,25 | - | - | 0,26 | 0,02 |
| 132 Laune, kaivo 2 | 14.4.2008 | 2008 | 0,14 | 0,01 | 0,05 | 0,10 | - | - | 0,11 | 0,01 |
| 132 Laune, kaivo 2 | 6.5.2009 | 2009 | 0,12 | 0,007 | 0,03 | 0,10 | 0,01 | - | 0,12 | 0,03 |
| 132 Laune, kaivo 2 | 10.5.2010 | 2010 | 0,11 | 0,005 | 0,03 | 0,08 | - | - | 0,12 | 0,02 |
| 132 Laune, kaivo 2 | 4.5.2011 | 2011 | 0,11 | 0,008 | 0,03 | 0,07 | 0,01 | 0,02 | 0,08 | 0,02 |
| 132 Laune, kaivo 2 | 10.5.2012 | 2012 | 0,11 | 0,01 | 0,03 | 0,08 | 0,01 | 0,02 | 0,09 | 0,02 |

| Ottopiste | Ottopvm | Vuosi | Atrats. µg/l | Terbut. µg/l | Terbut.deset. µg/l | DEA µg/l | DIA µg/l | DEDIA µg/l | Heksats. µg/l | BAM µg/l | DEET µg/l |
|--------------------------|------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------------|-------------|-------------|---------------|------------------|-------------|--------------|
| 134 Laune kaivo 4 | 22.5.2013 | 2013 | 0,14 | 0,01 | 0,03 | 0,1 | 0,02 | 0,03 | 0,09 | 0,02 | - |
| 134 Laune kaivo 4 | 14.5.2014 | 2014 | 0,11 | 0,008 | 0,02 | 0,06 | 0,01 | 0,02 | - | 0,02 | - |
| 134 Laune kaivo 4 | 15.9.2015 | 2015 | 0,089 | 0,01 | 0,02 | 0,07 | <0,01 | 0,014 | 0,09 | - | 0,06 |
| 134 Laune kaivo 4 | 12.5.2016 | 2016 | 0,13 | 0,01 | 0,03 | 0,07 | 0,013 | 0,021 | 0,08 | 0,02 | 0,05 |
| 134 Laune kaivo 4 | 19.5.2017 | 2017 | 0,1 | 0,008 | 0,02 | 0,05 | 0,011 | 0,024 | 0,06 | 0,02 | 0,08 |
| 134 Laune kaivo 4 | 26.4.2018 | 2018 | 0,11 | 0,01 | 0,02 | 0,05 | 0,011 | 0,014 | 0,07 | 0,01 | 0,03 |
| 134 Laune kaivo 4 | 15.5.2019 | 2019 | 0,1 | 0,01 | 0,02 | 0,05 | 0,05 | < 0,05 | 0,05 | < 0,02 | < 0,01 |
| 134 Laune kaivo 4 | 5.5.2020 | 2020 | 0,09 | 0,01 | 0,01 | 0,05 | < 0,03 | < 0,05 | 0,05 | < 0,02 | < 0,01 |
| 134 Laune kaivo 4 | 6.5.2021 | 2021 | 0,1 | 0,01 | < 0,01 | 0,06 | < 0,02 | < 0,01 | 0,06 | < 0,02 | < 0,01 |
| 134 Laune kaivo 4 | 19.05.2022 | 2022 | 0,09 | 0,01 | 0,01 | 0,04 | <0,01 | 0,02 | 0,05 | 0,01 | <0,01 |

| Ottopiste | Ottopvm | Vuosi | Terbut.desetyyli µg/l | DEDIA µg/l | BAM µg/l |
|----------------------|-----------|-------|--------------------------|---------------|-------------|
| 129 Möysän päiväkoti | 16.5.2000 | 2000 | - | - | - |
| 129 Möysän päiväkoti | 8.5.2001 | 2001 | - | - | - |
| 129 Möysän päiväkoti | 23.4.2002 | 2002 | - | - | - |
| 129 Möysän päiväkoti | 5.5.2003 | 2003 | - | - | - |
| 129 Möysän päiväkoti | 3.11.2004 | 2004 | - | 0,1 | 0,16 |
| 129 Möysän päiväkoti | 20.4.2005 | 2005 | - | - | 0,13 |
| 129 Möysän päiväkoti | 8.5.2006 | 2006 | - | - | 0,13 |
| 129 Möysän päiväkoti | 2.5.2007 | 2007 | 0,01 | - | 0,13 |
| 129 Möysän päiväkoti | 16.4.2008 | 2008 | 0,01 | - | 0,03 |
| 129 Möysän päiväkoti | 11.5.2009 | 2009 | 0,01 | - | 0,11 |
| 129 Möysän päiväkoti | 3.5.2011 | 2011 | 0,01 | 0,04 | 0,09 |
| 129 Möysän päiväkoti | 8.5.2012 | 2012 | 0,01 | 0,06 | 0,09 |
| 129 Möysän päiväkoti | 27.5.2013 | 2013 | 0,01 | 0,08 | 0,1 |
| 129 Möysän päiväkoti | 13.5.2014 | 2014 | 0,01 | 0,07 | 0,07 |
| 129 Möysän päiväkoti | 13.5.2015 | 2015 | <0,01 | 0,07 | 0,07 |

| Ottopiste | Ottopvm µg/l | Atrats. µg/l | Simats. µg/l | Terbut. µg/l | Terbut.desetyyli µg/l | DEA µg/l | DIA µg/l | DEDIA µg/l | Heksats. µg/l | Brom. µg/l |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-------------|-------------|---------------|------------------|---------------|
| SK1/03 Urheilukeskus, Pekanmäki | 2.11.2004 | 0,04 | 0,01 | 0,01 | - | 0,04 | 0,02 | - | 0,26 | 0,46 |
| SK1/03 Urheilukeskus, Pekanmäki | 5.5.2004 | 0,04 | - | 0,05 | - | 0,02 | - | - | 0,38 | 0,43 |
| SK1/03 Urheilukeskus, Pekanmäki | 20.4.2005 | 0,04 | 0,01 | 0,01 | - | 0,04 | 0,02 | - | 0,54 | - |
| SK1/03 Urheilukeskus, Pekanmäki | 12.10.2005 | 0,06 | 0,01 | 0,02 | - | 0,06 | 0,06 | - | 0,8 | - |
| SK1/03 Urheilukeskus, Pekanmäki | 19.10.2006 | 0,05 | - | 0,02 | - | 0,04 | 0,03 | - | 1 | - |
| SK1/03 Urheilukeskus, Pekanmäki | 24.4.2007 | 0,12 | <0,01 | 0,05 | - | 0,14 | - | - | 1,3 | 0,04 |

Nastola

| Ottopiste | Ottopvm | Vuosi | Atrats. µg/l | Simats. µg/l | Terbut. µg/l | Terbut.deset. µg/l | DEA µg/l | DIA µg/l | DEDIA µg/l | Heksats. µg/l | Brom. µg/l | BAM µg/l |
|---------------------|------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-------------|-------------|---------------|------------------|---------------|-------------|
| Ratapiha GA1 | 29.2.2012 | 2012 | 1,11 | 0,02 | 0,90 | - | 0,07 | 0,12 | 0,25 | 0,04 | 0,01 | 0,05 |
| Ratapiha GA1 | 19.9.2012 | 2012 | 2,88 | <0,01 | 1,39 | - | 0,24 | 0,18 | 0,54 | 0,10 | 0,01 | 0,05 |
| Ratapiha GA1 | 27.6.2013 | 2013 | 1,89 | <0,01 | 1,02 | - | 0,09 | 0,19 | 0,43 | 0,05 | 0,01 | 0,01 |
| Ratapiha GA1 | 18.9.2013 | 2013 | 1,28 | <0,01 | 0,96 | - | 0,08 | 0,16 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| Ratapiha GA1 | 13.5.2014 | 2014 | 1 | <0,01 | 0,65 | <0,01 | 0,04 | 0,08 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Ratapiha GA1 | 3.9.2014 | 2014 | 1,1 | <0,01 | 0,86 | 0,024 | 0,03 | 0,15 | 0,035 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Ratapiha GA1 | 15.6.2015 | 2015 | 1 | <0,01 | 0,64 | 0,033 | 0,073 | 0,12 | 0,53 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Ratapiha GA1 | 17.9.2015 | 2015 | 0,69 | <0,01 | 0,42 | 0,08 | 0,05 | 0,08 | 0,05 | 0,04 | 0,01 | 0,01 |
| Ratapiha GA1 | 23.5.2016 | 2016 | 0,03 | - | 0,47 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | - | - |
| Ratapiha GA1 | 27.9.2016 | 2016 | 0,6 | - | 0,53 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,02 | - | - |
| Ratapiha GA1 | 2.6.2017 | 2017 | 0,34 | - | 0,3 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | - | - |
| Ratapiha GA1 | 24.10.2017 | 2017 | 0,24 | - | 0,24 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | - | - |
| Ratapiha GA1 | 11.6.2018 | 2018 | - | - | 0,45 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,02 | 0,01 | - |
| Ratapiha GA1 | 11.6.2019 | 2019 | 0,44 | - | 0,35 | 0,05 | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 0,02 | - | - |
| Ratapiha GA1 | 3.6.2020 | 2020 | 0,74 | - | 0,51 | 0,03 | 0,04 | 0,07 | 0,06 | 0,02 | - | - |
| Ratapiha GA1 | 23.6.2021 | 2021 | 0,55 | - | 0,34 | 0,04 | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 0,01 | - | - |
| Ratapiha GA1 | 16.6.2022 | 2022 | 0,47 | - | 0,3 | 0,03 | 0,03 | - | - | - | - | - |