

Hulevesien vaikutus Palojokeen

Palojoen alaosan valuma-alue

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Energia- ja ympäristötekniikka
Ympäristötekniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2018
Mirella Pynninen

Lahden ammattikorkeakoulu
Energia- ja ympäristötekniikka

PYNNINEN, MIRELLA:

Hulevesien vaikutus Palojokeen
Palojoen alaosan valuma-alue

Ympäristötekniikan opinnäytetyö, 47 sivua, 6 liitesivua

Kevät 2018

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää hulevesien vaikutusta Palojokeen, joka virtaa Orimattilan läpi. Tarkemmaksi tutkimuskohteeksi valittiin Palojoen alaosan valuma-alue Lahdentie-Viljamaantie osuudelta, ja näkökulmaksi yritysalueilta muodostuvien hulevesien vaikutus joen ekologiseen tilaan. Samalla arvioitiin hulevesien mahdollista puhdistustarvetta. Työ tehtiin osana Orimattilan kaupungin tulevaa hulevesiohjelmaa varten.

Työ on tehty kirjallisuusselvityksenä, jossa selvitettiin yleisimmät hulevesiin liittyvät lakipykälät, hulevesien vaikutuksia ympäristöön ja huleveden laatua sekä syntyviä päästölähteitä. Kirjallisuusselvityksen lisäksi työssä on käytetty taustatietojen saamiseksi Palojoen alaosan valuma-alueen yrityksille suunnattua kyselyä. Olennaisena osana työhön kuului hulevesinäytteidenotto kesällä ja syksyllä.

Hulevesistä tutkittiin yleisimpiä pienteollisuusalueilta syntyvien haitta-aineiden, kuten metallien pitoisuuksia. Saatuja tuloksia on verrattu Tukholman hulevesistrategiaan ja valtioneuvoston asettamaan ympäristölaatumnormiin, joiden mukaan hulevesissä esiintyvien haitta-aineiden pitoisuusarvot eivät ylitä ohjearvoja. Täten välitöntä puhdistustarvetta ei ole. Toisaalta pH-arvon kohonneisuudella ja sähkönjohtavuudella voi olla osittaista vaikutusta joen ekologiseen tilaan. Todellisten vaikutusten arvioimiseksi tarvittaisiin mahdollisesti lisää näytteidenottoa ympärivuotisesti useamman vuoden ajan.

Asiasanat: haitta-aine, hulevesi, lainsäädäntö, näyteenotto, päästölähteet, valuma-alue

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Energy and Environmental Technology

PYNNINEN, MIRELLA : Effects of drainage water on
 the river Palojoki
 The lower part watershed

Bachelor's Thesis in Environmental engineering, 47 pages, 6 pages of
appendices

Spring 2018

ABSTRACT

The purpose of the thesis was to find out the effects of drainage water on the river Palojoki which flows through Orimattila. The thesis is interlinked the drainage water programme of the city of Orimattila.

The purpose was also to examine the quality of drainage water and estimate the demand of decontamination. To limit the area of drainage water, this study focuses on the lower part watershed of the river Palojoki from the area of the small industries.

The thesis was made as a literature survey with information about the legislation, the quality of drainage water and source of release. Interviews were used to get background information. From the samples, the most detrimental element, such as metal, were investigated from the source of release of the small industries.

The samplings were compared to reference values of Stockholm's drainage water programme and environmental standard of the Council of State. The results of the samplings seemed to be in permissible limits and no direct signs of contamination were found. In spite of the results several samplings during the many years should be taken to receive information about the actual effects of drainage water.

Key words: detrimental element, drainage water, legislation, sampling, source of release, watershed

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	HULEVESIIN LIITTYVIÄ KÄSITTEITÄ	2
2.1	Hulevesi	2
2.2	Hydrologinen kierto	2
2.2.1	Sadanta ja haihdunta	2
2.2.2	Valunta ja imeytyminen	3
2.3	Valuma-alue	4
3	LAINSÄÄDÄNTÖ	5
3.1	Tärkeimmät hulevesiin liittyvät lait	5
3.2	Vesihuoltolaki	5
3.3	Maankäyttö- ja rakennuslaki	6
3.4	Vesilaki	7
3.5	Tulvariskilaki	7
3.6	Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista	8
4	HULEVESI JA YMPÄRISTÖ	9
4.1	Kaupungistumisen vaikutuksia	9
4.2	Vaikutukset ympäristöön	10
4.3	Vaikutukset vesistöön	10
5	HULEVESIEN LAATU	13
5.1	Laatuun vaikuttavat tekijät	13
5.2	Päästölähteet	14
5.2.1	Ilmansaasteet	14
5.2.2	Ihmisen toiminta	15
5.2.3	Onnettomuudet ja sopimaton toiminta	15
5.3	Haitta-aineet	16
6	PALOJOKI	18
6.1	Sijainti	18
6.2	Valuma- ja pohjavesialue	18
6.3	Palojoen tila	20
6.4	Maaperä, maankäyttö ja hulevesiverkosto	21

7	HULEVESINÄYTTEENOTTO	24
7.1	Tutkittavien aineiden valinta	24
7.2	Näytteenottopisteiden valinta ja sijainti	24
7.3	Näytteenotto ja -menetelmä	27
7.4	Tukholman hulevesistrategia ja ympäristölaatu normi	28
8	TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	32
8.1	Haastattelu ja kartoitus	32
8.2	Näytteenotto	32
8.2.1	Raskasmetallit	33
8.2.2	Kiintoaine ja öljyt	35
8.2.3	Typpi ja fosfori	36
8.2.4	Bakteerit	36
8.2.5	Sähkönjohtavuus ja pH	38
8.3	Johtopäätökset	39
9	YHTEENVETO	41
	LÄHTEET	43
	LIITTEET	48

1 JOHDANTO

Hulevesiä on aiemmin pidetty puhtaina, mutta nykyisten tutkimusten myötä on alettu ymmärtää, että hulevedet saattavat olla yhtä epäpuhtaita kuin jätevedet. Hulevesien laadulla sekä määrällä on vaikutusta ympäristöön, joten hulevesien analysoinnin olisi hyvä kuulua tärkeänä osana hulevesiohjelmassa.

Työn tarkoituksena oli selvittää syntyvien hulevesien laatua ja niiden mahdollista vaikutusta Palojoen tilaan. Työ liittyy osaksi Orimattilan kaupungin hulevesiohjelman laatimiseen. Syntyvistä hulevesistä on otettu huomioon vain Palojoen alaosan valuma-alueella sijaitsevien yritysten toiminta-alueilta valuvat hulevedet, joiden purkupisteet laskevat Palojokeen asemakaavoitetulla alueella Lahdentie-Viljamaantie kohdalta. Alueilla toimiville yrityksille laadittiin kysely, joka toimi taustatietona syntyvistä hulevesistä ja niiden haittavaikutuksista. Hulevesien laadun selvittämiseksi otin alueelta osanäytteitä, joista tutkittiin mm. kiintoaineita ja metallien pitoisuuksia. Tuloksia on verrattu Tukholman hulevesistrategian haitta-aineiden raja-arvoihin ja valtioneuvoston asetukseen vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista.

Työ on rajattu käsittelemään hulevesiin liittyvää lainsäädäntöä ja hulevesien vaikutuksia ympäristöön, ensisijaisesti vesistöihin. Lisäksi työssä käsitellään ympäristöongelmanakin pidettyä hulevesien laatua, joka on osittain jäänyt hulevesien hallintamenetelmien varjoon.

Kokonaisvaltaisen hulevesien käsittelyyn tarvitaan tietoa myös hulevesien laadusta ja niiden vaikutuksista, mikä vaikuttaa siihen, minkälaisia menetelmiä voidaan käyttää. Lopuksi tarkastellaan tutkimuskohdetta sekä näytteenoton tuloksia.

2 HULEVESIIN LIITTYVIÄ KÄSITTEITÄ

2.1 Hulevesi

Hulevedellä tarkoitetaan poisjohdettavaa sade- ja sulamisvettä, jota muodostuu maan pinnalta, rakennuksien katoilta tai muilta pinnoilta pintavaluntana. Myös perustusten kuivatusvedet voidaan katsoa kuuluvaksi hulevesiin. Hulevesien runsainta muodostumista tapahtuu keväisin lumien sulaessa sekä kesän ja syksyn rankkasateiden tai sateisten kausien aikana. Hulevedet syntyvät useimmiten rakennetuilta alueilta, jossa on paljon päällystettyä, läpäisemätöntä pintaa. (Vesitehras 2017; Ympäristöhallinto 2016.)

2.2 Hydrologinen kierto

Hydrologinen kierto, eli veden kiertokulku, jaetaan sadantaan, haihduntaan, valuntaan ja imeytymiseen maaperässä. Luonnollisessa ympäristössä suurin osa sadannasta suodattuu pohjavedeksi virraten vähitellen vesistöjä kohti. Rakennetussa ympäristössä veden sekä hulevesien kiertokulku on kuitenkin luonnollista kiertokulkua huomattavasti nopeampaa ja yksinkertaisempaa, usein suurten läpäisemättömien pintojen vuoksi. Näiden pintojen lisäksi rakennetusta ympäristöstä puuttuvat usein luonnolliset vettä keräävät painaumat, kasvillisuus sekä vettä luonnollisesti pidättävä maan pintakerros, joiden seurauksena pintavalunnan määrä alueella lisääntyy. (Hulevesiopas 2012, 18; Vipuvoimaa EU:lta 2014 - 2020, 3.)

2.2.1 Sadanta ja haihdunta

Sadanta, eli sademäärä millimetreissä (mm), kuvaa tietyllä ajanjaksolla maahan satanutta vesimäärää pinta-alaa kohden (Tieteen termipankki 2017). Suomessa suurimmat sateet ajoittuvat elokuulle, jolloin ilma on lämmintä ja kosteaa, ja vähimmät maaliskuulle. Vuosisadanta vaihtelee 500-700 mm: iin, ja runsainta vuosisadanta on eteläisessä Suomessa ja

pienintä Suomen pohjoisosissa sekä Pohjanmaan rannikoilla. Sateen keston ja voimakkuuteen vaikuttaa sateen synty tapa. Konvektiosateet, eli maanpinnan voimakkaan lämpenemisen vuoksi syntynyt nouseva ilmavirtaus, aiheuttaa yleisimmin lisääntyneitä kuuroluontoisia sateita taajamissa. (Hulevesiopas 2012, 91; Hydrologian perusteet ja maan vesitalous 2013.)

Haihduksessa vesi muuttuu vesihöyryksi lämpötilassa, joka on alempi kuin kiehumispiste (Ilmasto-opas 2016). Haihdunta, eli kokonaishaihdunta, jakautuu maan, veden tai lumen pinnassa tapahtuvaan haihduntaan (evaporaatio), kasvien elintoimintoihin liittyvään haihduntaan (transpiraatio), jossa haihtuva vesi kulkee juurista lehtiin sekä kasvien pinnoille keräytyneen sadeveden haihduntaan (interseptio). Etelä-Suomessa kokonaishaihdunta vuosisadannasta on keskimäärin 400-500 mm, kun Lapissa haihdunta jää vain 200-250 mm:iin. Haihdunnan määrään vaikuttaa maanpinnan ominaisuus, mutta taajama-alueella kokonaishaihdunnan katsotaan olevan pienempää kuin luonnontilassa, koska kasveihin liittyvää haihtumista on vähän johtuen kasvillisuuden niukkuudesta. Päälystetyt pinnat vaikuttavat sadannan nopeaan poisjohtamiseen, joka vähentää haihtumista. (Hulevesiopas 2012, 91 & 142; Hydrologian perusteet ja maan vesitalous 2013; Vakkilainen, Kotola & Nurminen 2005, 12.)

2.2.2 Valunta ja imeytyminen

Valunta on se sadannan osa, joka virtaa kohti uomaan painovoiman vaikutuksesta joko maan pinnalla tai sisällä. Tarkemmin käsiteltynä valunta sisältää kolme eri muotoa, joista pintavalunta käsittää maan pinnalla valuvan sadannan osan, joka kulkeutuu vesistöön.

Pintakerrosvalunnassa sadanta imeytyy maaperään ja kulkeutuu maan pintakerroksissa vesiuomiin, kun taas pohjavesivalunnassa sadanta imeytyy maaperään ja johtuu pohjavesien kautta vesistöön. Hulevesistä puhuttaessa pintavalunta on kuitenkin tärkein käsite, koska päälystetyt

pinnat kasvattavat olennaisesti taajamien kokonaisvalunnan pintavaluntaa. (Hulevesiopas 2012, 93; Hydrologian perusteet ja maan vesitalous 2013.)

Veden luontaiseen kiertokulkuun kuuluu myös imeytyminen (infiltraatio), jossa sadevesi siirtyy maaperän läpi muodostaen alueen pohjavesivarannon (Hydrologian perusteet ja maan vesitalous 2013).

2.3 Valuma-alue

Valuma-alueella tarkoitetaan vedenjakajien, eli maaston korkeimpien kohtien tai soiden rajaamaa aluetta. Vesistöt saavat vetensä valuma-alueilta virtaavista vesistä, mutta luonnollinen valuma-alue voi myös muuttua rakennetun hulevesiverkoston myötä. (GisBloom-hanke 2013, 7; Hulevesiopas 2012, 15.)

Maaperä vaikuttavaa valuma-alueen veden laatuun, koska virtaava vesi liuottaa maaperästä ravinteita sekä maa-ainesta vesistöön. Savisesta maasta liukenee herkästi ainesta veteen, jolloin vesistö saattaa sateen jälkeen harmaantua. Turvemaat tuovat puolestaan vesistöön mukanaan humusainetta, joka värjää veden ruskeaksi ja tekee veden happamaksi. Kallioperälläkin on merkitystä veden laatuun, mutta se myös vaikuttaa veden virtaussuuntaan ja -nopeuteen. (Valuma-alue 2018.)

3 LAINSÄÄDÄNTÖ

3.1 Tärkeimmät hulevesiin liittyvät lait

Hulevesien lainsäädäntö on muuttunut ajan saatossa vastaamaan enemmän nykypäivän tarpeita, ja viimeisimpinä muutoksina hulevesien lainsäädäntöä on muokattu maankäyttö- ja rakennuslain (MRL) sekä vesihuoltolain (VHL) osalta. Hulevesien hallinnan kannalta tärkeitä lakeja ovat myös vesilaki (VL) sekä tulvariskilaki. Näiden yleisemmän lakien lisäksi hulevesilainsäädäntöön viitataan mm. vesienhoitolaissa (VHJL), ympäristönsuojelulaissa (YSL) sekä luonnonsuojelulaissa. (Kuntaliitto 2017, 14 & 28.) Lainsäädännön asetuksien osalta valtionneuvoston asetus määrittelee vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden päästökieltoja pinta- ja pohjavesille (Finlex 2015).

Lakiuudistusten lisäksi hulevesiin liittyvät rakentamismääräyskokoelman velvoittavien määräyksien uudistukset saatiin päätökseen ympäristöministeriössä vuoden 2017 lopussa. Uudet määräykset ovat astuneet voimaan vuoden 2018 alussa. Vaikka lainsäädännön avulla pyritään edistämään hulevesien hallintaa, niin se tuo kunnille omat haasteensa. (Ympäristöhallinto 2017.)

3.2 Vesihuoltolaki

Vesihuoltolaki on tarkoitettu sovellettavaksi ensisijaisesti asutuksen ja siihen rinnastettavan elinkeino- ja vapaa-ajantoiminnon vesihuoltoon. Tämän lisäksi laki koskee hulevesien viemäroinnin järjestämistä ja hoitamista vesihuoltolaitoksen vaikutusalueella. (VHL 681/2014 2 §.)

Lain mukaan vesihuoltolaitos voidaan velvoittaa kunnan päätöksellä järjestämään hulevesien viemärointi määritellyltä alueelta yhdyskuntakehitysten edellytysten mukaiseksi. Päätöstä edeltää kunnan ja vesihuoltolaitoksen sopimus viemäroinnistä sekä yhteiset neuvottelut, joissa varmistetaan vesihuoltolaitoksen kyky huolehtia huleveden

viemäröinnistä taloudellisesti ja riittävästi sekä kustannusten kattaminen kohtuullisin ja tasapuolisin hulevesimaksuin. (VHL 681/2014 17 a-b §.)

Lähtökohtana on, että vesihuoltolaitoksen alueella sijaitseva kiinteistö tulee liittää vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäriverkostoon. Kiinteistön omistajalla on kuitenkin oikeus hakea vapautusta hulevesiviemäriin liittymisestä ympäristönsuojeluviranomaiselta, joka myöntää liittymisvapauden. Jos liittyminen hulevesiverkostoon tuottaa kiinteistön omistajalle tai haltijalle kohtuuttomia kustannuksia, tarve viemäröinnille on vähäinen tai hulevedet voidaan hoitaa muulla tavoin.

Liittämisvelvollisuudesta vapauttaminen edellyttää myös, että hulevedet johdetaan kiinteistöstä pois muulla asianmukaisella tavalla. Hulevesien johtaminen vesihuoltolaitoksen jätevesiviemäriin kielletään. Poikkeuksen edelliseen tekee ennen vuotta 2015 rakennettu jätevesiviemäri, joka on mitoitettu hulevesien poistamiseen tai jos alueella ei ole hulevesi viemäriverkostoa tai hulevedet voidaan käsitellä vesihuoltolaitoksen jätevesiviemäriissä taloudellisesti ja riittävästi. (VHL 681/2014 17 c §.)

Kiinteistöjen liittämisvelvollisuus voidaan evätä myös vesihuoltolaitoksella, jos voidaan osoittaa kiinteistön huleveden laadun tai määrän vaikeuttavan laitoksen toimintaa tai huonontavan muiden kiinteistöjen hulevesien viemäröinnin huolehtimista. (VHL 681/2014 17 b-c §.)

3.3 Maankäyttö- ja rakennuslaki

Laki sisältää hulevesien hallintaan liittyviä erityissäännöksiä, joita valvoo kunnan määräämä toimielin. Lain avulla tavoitellaan ensisijaisesti asemakaava-alueiden suunnitelmallista hulevesien hallinnan kehittämistä. Toiseksi lailla pyritään tavoitella hulevesien imeyttämistä ja/tai viivyttämistä kerääntymispaikoille sekä ehkäistä hulevesistä aiheutuvia vahinkoja ja haittoja niin ympäristölle kuin kiinteistöille. Viimeisimpinä lain tavoitteena on lopettaa hulevesien johtaminen jätevesiviemäristöön. (MRL 682/2014 103 c §.)

Laissa määritellään kunnan vastuu asemakaava-alueiden ja tarvittaessa muunkin alueen hulevesien hallinnan sekä vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäristöverkoston järjestämisestä. Lain mukaan kiinteistöllä hulevesien hallinnasta ja hulevesijärjestelmästä vastaa yleisesti kiinteistön omistaja tai haltija laissa määriteltynä rajakohtaan asti. Jos kiinteistöllä ei kuitenkaan pystytä järjestämään hulevesien hallintaa tai hulevesien johtamista vesihuoltolaitoksen hulevesijärjestelmään (ks. vesihuoltolaki), on hulevedet johdettava kunnan hulevesijärjestelmään. Tästä velvollisuudesta voidaan vapautua viranomaispäätöksellä, silloin kun hulevesien hallinta tapahtuu muulla hyväksyttävällä tavalla. Kustannusten kattamiseksi kunta voi periä kiinteistön omistajalta vuotuisen ulosottokelpoisen hulevesimaksun, joka määräytyy kunnan hulevesien hallinnan ratkaisujen sekä kiinteistön sijainnin mukaan. (MRL 682/2014 103 f-i §.)

3.4 Vesilaki

Lain tavoitteena on edistää ja järjestää taloudellisesti sekä kestävän kehityksen mukaisesti vesivarojen ja -ympäristön käyttöä. Hulevesiä käsitellään lain määritelmässä veden ottamisen yhteydessä, jossa vesihuoltolaitosta pidetään edunsaajana seuraavassa tilanteessa:

Jos vesihuoltolaitoksen viemärissä, jonka tarkoituksena on huleveden tai perustusten kuivatusveden johtaminen, johdetaan vettä vesihuoltolaitoksen viemäriverkoston ulkopuolelle, viemäriverkoston kattamaa aluetta tai sen osaa on käsiteltävä kuivatusalueen erillisenä osittelualueena. (VL 27.5.2011/587 2 §.)

3.5 Tulvariskilaki

Lain avulla pyritään tulvariskien vähentämiseen, ehkäisemiseen sekä tulvien aiheuttamien vahinkojen lieventämiseen tai niiden ehkäisemiseen. Laki määrittelee tulvaksi muun muassa hulevesien kertymisestä syntyvää maanpinnan tilapäistä peittymistä. (Tulvariskilaki 620/2010 1 §.)

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY) toimii avustava elimenä kunnalle, jonka vastuulla on hulevesitulvariskien hallinnan suunnittelu. Tällä tarkoitetaan kunnan velvollisuutta tehdä valmistava hulevesitulvariskien arviointi ja nimetä hulevesitulvien mahdolliset tulvariskialueet. Riskialueista on laadittava lisäksi tulvariskikartat sekä tulvavaarakartat. Suunnittelussa huomioidaan myös MRL:n mukaiset ympäristövaikutukset sekä kaavoitusmenettelyt. (Tulvariskilaki 620/2010 19 §.)

3.6 Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista

Tämän asetuksen tarkoituksena on suojella pinta- ja pohjavesiä sekä merivesiä ja parantaa niiden laatua ehkäisemällä vaarallisista ja haitallisista aineista aiheutuvaa pilaantumista ja sen vaaraa asettamalla päästökieltoja, päästöraja-arvoja sekä ympäristölaatunormeja. Tavoitteena on lopettaa kerralla tai vaiheittain vesiympäristölle vaarallisten aineiden päästöt ja huuhtoutumat pintavesiin, vähentää vaiheittain haitallisten aineiden päästöjä ja huuhtoutumia sekä ehkäistä ja rajoittaa vaarallisten aineiden päästöjä pohjaveteen. (VNa 1308/2015 1 §.)

Asetuksessa on määritelty aineet, joita ei saa lainkaan päästä pintaveteen tai vesihuoltolaitoksen viemäriin ja osan kohdalla pitoisuus ei saa ylittää määriteltyä ympäristölaatunormin rajaa (VNa 1308/2015 2-4 §, 7 §, 9 §). Ympäristöluvanvaraisessa toiminnassa harjoittajan on tarkkailtava määrätyn väliajoin vesiputedirektiivin mukaisia haitta- aineiden pitoisuuksia mm. vedessä, silloin kuin toiminnasta huuhtoutuu tai päästetään näitä aineita pintavesiin. Asetus ei koske talousjätevettä, joka ympäristösuojelulain mukaisesti on säädetty, tai jätteen polttamisesta aiheutuvan toiminnan vaikutuksesta syntyviä haittoja. (VNa 1308/2015 2-4 §, 7 §, 9 §.)

4 HULEVESI JA YMPÄRISTÖ

4.1 Kaupungistumisen vaikutuksia

Hulevesiä kertyy eri tyyppisiltä alueilta, jolloin hulevesien sisältämät haitta-aineet vaikuttavat ympäristöön. Hulevesien on ennustettu lisääntyvän huomattavasti ilmastonmuutoksen aiheuttamien rankkasateiden myötä, ja lisääntyvä hulevesi tulee aiheuttamaan ongelmia kaupunkien katu -ja tieverkostoihin tulvien muodossa, ainakin hetkellisesti. Olemassa olevia hulevesijärjestelmiä ei välttämättä ole mitoitettu rankkasateiden kapasiteettia varten.

Ympäristön luonnollisen tilan kaventuessa kaupungistumisen myötä veden normaali kiertokulku muuttuu, kun taajamissa sateen määrä kasvaa ja haihtuminen vähenee. Sadanta lisääntyy saasteiden aiheuttaman ilman tiivistymisen tai karkeiden pintojen aiheuttaman ilmavirtojen pyörteisyyden myötä ja kohonneen lämpötilan vuoksi. Suurentunut sademäärä puolestaan kasvattaa pintavaluntaa, kun satanut vesi ei pääse normaalisti imeytymään maahan, haihtumaan kasvillisuuden mukana tai keräytymään luonnollisiin painanteisiin, koska kaupunkialueiden läpäisemättömät pinnat asfaltteineen ja kattopinta-aloineen ovat lisääntyneet. Läpäisemättömien pintojen määrä saattaa nousta tiiviissä kaupunkirakenteessa jopa 80- 90 prosenttiin (%), jolloin jo pienen sateen aikana saattaa tapahtua hulevesien aiheuttamaa tulvimista kaupunkialueilla. Päälystetyt pinnat vähentävät veden luontaista haihtumista, kun sadevesi johdetaan kaupunkialueelta nopeasti pois. (Eskola & Tahvonen 2010, 10-12; Hulevesiopas 2012, 18; Vantaa hulevesiohjelma 2009, 6.)

Sademäärän lisääntyminen johtaa hulevesien tulvimiseen, joka aiheuttaa haittoja tiiviissä, päälystetyssä, liikennöidyssä ja teollisessa kaupunkiympäristössä. Sadevesiviemäreiden tai ojien kapasiteetin ollessa riittämätön, on etenkin keväisin tulvivilla hulevesillä vaara päätyä niin kiinteistöjen rakenteisiin kuin infrastruktuuriin aiheuttaen taloudellisia tappioita. (Eskola & Tahvonen 2010, 12.) Toisaalta hulevesien viemäröinnillä aiheutetaan haittaa ympäristölle, kun rakennetut

hulevesiviemäristöt estävät hulevesien imeytymisen maaperään, jolloin luonnonmukaisen vedenkierto häiriintyy (Hulevesiopas 2012, 21).

4.2 Vaikutukset ympäristöön

Hulevedet saattavat vaikuttaa haitallisesti niin terveyteen kuin ympäristöön. Osaksi haittoja aiheuttaa hulevesien tulviminen ja toisaalta hulevesien mukana kulkeutuvat epäpuhtaudet haittaavat vesistöjä. Todellinen vaikutus kuitenkin riippuu päästölähteestä ja jäljelle jääneestä kuormituksesta. (Regionplane- och trafikkontore 2009, 5.) Ympäristöön vaikuttavat ongelmat voivat olla moninaisia, ja karkeasti jaoteltuna ympäristöhaitat voidaan jakaa määrällisiin ja laadullisiin haittoihin. Laadullisena haittaa voidaan pitää silloin, kun hulevesissä esiintyvät epäpuhtaudet vaikuttavat haitallisesti purkuvesistöihin ja pohjavesiin. Epäpuhtauksista raskasmetallit, ravinteet ja patogeenit kulkeutuvat vesistöihin hulevesien mukana usein hajakuormituksen lähteistä. Hulevedet heikentävät myös jätevesipuhdistamoiden puhdistustuloksen laatua, silloin kun sekaviemäröinnissä tapahtuu ylivuotoja. Määrällisesti lisääntynyt hulevesi aiheuttaa tulvimista niin viemäriverkostossa kaduilla, piholla, sekä purkuvesistöissä. Lisäksi hulevesi muuttaa maiseman estetiikkaa, ekologiaa ja ympäristön käyttökelpoisuutta. (Vakkilainen, Kotola & Nurminen 2005, 15.)

4.3 Vaikutukset vesistöön

Tutkimuksissa on osoitettu kaupunkien hulevesien olevan monien vesistöjen heikkoon laatuun (Vakkilainen ym. 2005, 15). Veden laatu ja lämpötila häiriintyvät, kun nopeasti ja käsittelemättömästi johdetut hulevedet muuttavat veden hydrologiaa. Viemäritäessä hulevesiä suoraan vesistöihin, sadeveden luonnollinen imeytyminen maaperään estyy, jolloin pohjaveden muodostuminen hidastuu ja vedenpinnan taso laskee. On myös mahdollista, että hulevedet kulkeutuvat tulvien mukana jätevesiviemäristöihin, joista vesi virtaa kohti vesistöjä aiheuttaen veden laadun heikentymistä. Lisäksi hallitsemattomat hulevedet lisäävät tulvien

määrää, jotka aiheuttavat epäpuhtauksien lisääntymistä vesistöissä ja siten kasvillisuuden sekä eliöiden elinolojen heikentymistä. Tulvien aiheuttamat virtaamavaihtelut vaikuttavat vesistöjen rantavyöhykkeiden uomien kulumista, syventymistä ja sortumista. (Hulevesiohjelma 2009, 7; Hulevesiopas 2012, 21.)

Suomen vesistöillä on taipumus likaantua herkästi myös niiden mataluudesta johtuen. Likaantumiseen on tavallisesti syynä jokin ulkoinen kuormitus, joka rasittaa vesistöjä haja- ja pistekuormitusten sekä ilmaperäisten laskeutumien vaikutuksista. (SYKE 2013.) Ulkoisesta kuormituksesta hulevesiä pidetään vesistöjen heikkolaatuisuuden syynä Liikenneviraston (2015) tekemien selvitysten mukaan. Saadut tulokset ovat osoittaneet hulevesien sisältävän ainakin kiintoaineita, metalleja, klorideja, öljyhiilivetyjä, typpeä ja fosforia.

Tutkimuksissa havaitut haitta-aineet ovat tyypillisiä haja- ja pistekuormituksen myötä tulevia aineita, jotka vaikuttavat vesistöihin usein hulevesien kautta. Tätä pistekuormitusta, esimerkiksi teollisuusalueilla, olisi mahdollista vähentää laatimalla alueen hulevesiohjelma, jossa kartoitettaisiin sekä hulevesien aiheuttamia ympäristövaikutuksia että suunniteltaisiin hulevesien hallintaa. (Itämerihaaste 2018.)

Molemmista kuormitustavoista jatkumona syntyneet epäpuhtaat hulevedet aiheuttavat ongelmia myös virtaavissa vesissä. Hulevesien metallit vähentävät eliöiden vastustus- ja lisääntymiskykyä ja aiheuttaa niiden käytöshäiriöitä. Jokien sameus on usein seurausta kiintoaineen lisääntyneestä määrästä, ja sameuden sekä ravinnepitoisuuden myötä vesistön biodiversiteetti heikentyy biologisen tuotannon hidastuessa. (Eskola & Tahvonen 2010, 14.) Kiintoaineen määrä vaihtelee virtaavassa vedessä huomattavasti eroosion kuljettaman aineksen vaikutuksesta (Oravainen 1999).

Vesistön eliöstö alkaa kärsiä myös hapen puutteesta öljyjen ja orgaanisten yhdisteiden kuluttaessa elintärkeää happea, kun taas levälle syntynyt elintila on ihanteellinen. Äärimmäisessä tapauksessa lähes hapettomaksi

muuttunut vesi antaa otollisen kasvualustan bakteereille, jotka aiheuttavat lisääntyvää tautivaaraa. (Eskola & Tahvonen 2010, 14.)

Hulevesien mukana vesistöihin huuhtoutuu ravinteita, etenkin typpeä, jota esiintyy luontaisestikin vesistöissä ja sen pitoisuus vaihtelee vuodenaikojen mukaan (Oravainen 1999). Typpi hidastaa vesistön perustuotantoa, koska se toimii fosforin tavoin kasvien pääravinteena, ja edesauttaa vesikasvillisuuden lisääntymistä heikentäen elinoloja muilta tärkeiltä lajeilta. Fosforilla on myös taipumus kerrostua vesistön pohjalle ja aiheuttaa vesistöihin sisäistä kuormitusta, silloin kun fosfori ajoittain vapautuu takaisin veteen ja ravinteiden kiertoon. (Luonnontila.fi 2014.)

5 HULEVESIEN LAATU

5.1 Laatuun vaikuttavat tekijät

Syntyvät hulevedet sisältävät paljon epäpuhtauksia niin orgaanisten kuin epäorgaanisten aineiden muodossa. Tutkimukset osoittavat, että hulevesi voi usein olla yhtä epäpuhdasta kuin jätevesi, ja huleveden laatu on huonoimmillaan pian sateen alkamisen jälkeen, kun läpäisemättömille pinnoille jäänyt lika huuhtoutuu veden mukana pois. Tapahtumaa kutsutaan alkuhuuhtouma-ilmiöksi. (Vakkilainen ym. 2005, 14.)

Kaupunkialueiden hulevedet sisältävät monia laatua heikentäviä haitta-aineita, joiden alkuperä on usein hankalampi paikallistaa kuin tavanomaisten käsittelylaitosten tai teollisuuden päästölähteiden haitta-aineet (Hvitved-Jacobsen, Vollertsen & Nielsen 2010, 3).

Tiedetään, että huleveden laatuun vaikuttaa valuma-alueiden rakenne ja ihmisten toiminta, joiden lisäksi laatua heikentävät muut tunnusomaiset ilmiöt, kuten paikallinen ilmasto, sateen voimakkuus ja kesto sekä sadetta edeltävä kuivajakso. Luonnollisia huleveden laatuun vaikuttavia tekijöitä ovat myös maanpinnan kaltevuus ja maaperän ominaisuus. sekä alue, josta hulevedet kerääntyvät. Ihmisen vaikutuksesta läpäisemättömien pintojen määrä ja alue, josta hulevedet kerääntyvät vaikuttavat huleveden laatuun. (Eskola & Tahvonen 2010, 10 & 13.)

Koska maankäyttö erilaisten ja tilapäisten toiminta-alueiden myötä vaikuttaa huleveden laatuun sekä valuma-alueen kokonaiskuormitukseen, niin hulevesien laatua olisi hyödyllistä ja tarpeellista tutkia maankäytöltään erilaisista kohteista. Saman tarkastelupisteen huleveden laatu voi kuitenkin vaihdella sadannan ja vuodenajan vaihtelujen mukaan, jolloin maankäyttöalueiden moninaisuus edellyttää erityistä seurantaa ja hulevesien hallintatoimenpiteitä. (Suomen Kuntaliitto 2012, 125-128.) Seuranta-alueiksi on mahdollista valita asuin-, kaupunki- tai työpaikka-alueet, joiden erilaisilta maankäyttöalueilta voidaan löytää tyypilliset hulevesiin vaikuttavat päästölähteet ja haitta-aineet. (Vahtera & Lahti 2016, 7-8.)

Maankäytön heikentäessä hulevesien laatua, niin myös vuodenajoilla on merkitystä huleveden laatuun; kevään aikana sulavat lumet ja jäät talven jäljiltä olevine likoineen heikentävät hulevettä. Lumen ja jään ollessa kosketuksissa maahan, niin olennaisia hulevesilaatuun vaikuttavia tekijöitä keväällä ovat myös sulavan maan pinta-aines ja siitä liukenevat aineet sekä lumen sulamistapa. (Eskola & Tahvonen 2010, 14.) Mitä useampaan kertaan ilman ja maan epäpuhtauksia sisältävä lumi talven aikana sulaa, sitä enemmän haitallisia aineita hulevesien kokonaiskuormitus sisältää (Airola, Nurmi & Pellikka 2014, 19).

5.2 Päästölähteet

Hulevesiin johtuvien haitta-aineiden päästölähteet muodostuvat sekä luonnollisista lähteistä että ihmisen vaikutuksesta, ja kaupungistuminen on vaikuttanut siihen, että päästölähteet ovat lisääntyneet. Niiden paikallistaminen ei ole aina yksinkertaista, koska päällystetyiltä pinnoilta haitta-aineet voivat päätyä suoraan hulevesiin tai kulkeutua pinnoilta monien kilometrienkin päästä. Päästölähteet voidaan kuitenkin jakaa karkeasti kolmeen eri ryhmään: ilman mukana kulkeutuvat, ihmisen toiminnan aiheuttamat sekä onnettomuuksien ja sopimattoman toiminnan aiheuttamat päästölähteet. (Hvitved-Jacobsen ym. 2010, 34 & 37.)

5.2.1 Ilmansaasteet

Ilman mukana kulkeutuvat epäpuhtaudet kuuluvat suurimpiin hulevesien laatua heikentäviin tekijöihin. Ilmasta epäpuhtaudet saavuttavat hulevedet joko märkä- tai kuivalaskeumien mukana. Märkälaskeuma on tyypillisesti sadetta, johon on sitoutunut esimerkiksi teollisuuden, lämmityksen ja liikenteen aiheuttamia hiukkasia, kun taas kuivalaskeumassa epäpuhtaudet ovat laskeutuneet suoraan maanpinnalle, josta ne kulkeutuvat sellaisenaan tai hiukkasiin sitoutuneina veden huuhtomana eteenpäin. (Butler & Davies 2000, 98.) Hulevesissä esiintyvät pitoisuudet ovat riippuvaisia paikasta ja ilmansaasteiden määrästä; paikallisella toiminnalla on merkitystä ilman epäpuhtauksiin, ja usein tiheään asutuilla

alueilla syntyy taajama-alueita enemmän epäpuhtauksia, jotka heikentävät huleveden laatua. Toisaalta taas huleveden epäpuhtaus riippuu paikasta, mistä sitä tarkkailee: suoraan katoilta tuleva hulevesi voi olla kaduilta huuhtoutuva puhtaampaa, koska se sisältää ainoastaan ilmasta tulevia epäpuhtauksia. (Hvitved-Jacobsen ym. 2010, 37.)

5.2.2 Ihmisen toiminta

On ilmiselvää, että ilmaan joutuneet epäpuhtaudet ovat ihmisen toiminnasta aiheutuvia haittoja. Ihmisen toiminta on johtanut monien muidenkin päästölähteiden syntymiseen, joista liikenteellä on suuri rooli. Liukkauden torjuntaan käytetty suola, autojen korroosio, renkaiden ja jarrupalojen materiaalit sekä maan pinnan kuluminen heikentävät hulevesien laatua. (Hvitved-Jacobsen ym. 2010, 38.) Lisäksi maankäyttö rakennustyömailla siellä käytettävien materiaaleineen sekä viheralueilla ja maanviljelyssä lannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttö lisäävät hulevesiin huuhtoutuvia haitta-aineita. (Dagvattenklassificering 2001; Hulevesiohjelma 2009, 7; Suomen Kuntaliitto 2012, 124-125.)

5.2.3 Onnettomuudet ja sopimaton toiminta

Osa päästölähteistä syntyy puhtaasti onnettomuuksien seurauksena: jätevesiviemäreiden väärin kytkentöjen lisäksi tapahtuu muita yksittäisiä onnettomuuksia, jotka kuormittavat hulevesiä (Hvitved-Jacobsen ym. 2010, 37). Yksittäinen onnettomuus voi olla tulipalojen seurauksesta syntyneet sammutusvedet, jotka päätyvät usein hulevesiverkostoon (Airola, Nurmi & Pellikka 2014, 9). Osa päästölähteistä puolestaan on seurausta yksittäisistä tai toistuvista tapauksista, joissa vaarallisia jätteitä hävitetään välinpitämättömästi tai autonpesupaikaksi valitaan sopimaton paikka. Tällaisia tapauksia on vaikea paikallistaa ja seurauksena voi olla haitallisia päästöjä ympäristöön ja sitä kautta hulevesiin. Lievemmissä tapauksissa jopa lemmikkieläinten jätöksien jättäminen maahan heikentää huleveden laatua. (Hvitved-Jacobsen ym. 2010, 37.)

5.3 Haitta-aineet

Hulevesien sisältämiä haitta-ainepitoisuuksia voidaan verrata pinta- ja pohjavesille annettuihin valtioneuvoston (VN) asettamiin ympäristön laatuunormeihin, koska Suomen lainsäädännöstä puuttuvat erilliset ohjeistukset hulevesien haitta-aineiden raja-arvoista. Laatuunormit käsittelevät kuitenkin vain joitakin ympäristölle haitallisia aineita. (Liikennevirasto 2015.) Ruotsissa hulevesissä yleisimmin esiintyville haitta-aineille on puolestaan laadittu raja-arvot Tukholman hulevesistrategiassa, johon aiempien tutkimusten hulevesien haitta-ainepitoisuuksia on verrattu. On kuitenkin muistettava, ettei myöskään Tukholman hulevesistrategian raja-arvot anna täyttä kokonaiskuvaa hulevesissä esiintyvistä haitta-aineista ja niiden vaikutuksesta ympäristöön. (Dagvattenklassificering 2001, 2.)

Hvitved- Jacobsenin ym. (2010, 4) mukaan hulevesien haitta-aineet ovat monitahoisempia ja vaikeammin määriteltäviä kuin jatkuvan, tunnetun päästölähteiden haitta-aineet, ja niiden suhteellinen määrä ja ympäristövaikutukset riippuvat niiden syntyypaikasta. Osa haitta-aineista on ympäristölle vaarallisia tai ne voivat olla kumulatiivisia, jolloin ne vaikuttavat mittaustuloksiin merkityksellisesti. Lisäksi haitta-aineiden pitoisuudet voivat laimentua sademäärän ja valuma-alueen vaihteluista ja siten kaikkien tekijöiden yhteisvaikutuksesta hulevesien puhdistaminen on monimutkaisempaa kuin jätevesien.

Haitta-aineet, joita on tutkittu ja jotka yleisimmin hulevesissä esiintyvät ovat raskasmetalleja, polyaromaattisia hiilivetyjä, ravinteita, kiintoaineita, öljyjä, PAH - ja PCB-yhdisteitä sekä bakteereja (Dagvattenklassificering 2001, 2). Kaikki hulevesissä esiintyvät haitta-aineet saavat alkunsa niille tyypillisistä päästölähteistä (taulukko 1). Liikenteessä havaitut haitta-aineet ovat varmimmin havaittu ryhmä, kun taas vaarallisten aineiden ja teollisuusalueiden kohdalla haitta-aineet riippuvat päästölähteen aiheuttajasta tai ympäristöstä.

TAULUKKO 1. Taajamien päästölähteet ja niiden haitta-aineet (muokattu Hulevesiopas 2012, 126)

Päästölähde	Haitta-aineet
Eläimet: lemmikki- ja villieläinten ulosteet.	Bakteerit / virukset, fosfori (P), typpi (N).
Liikenne: pakokaasupäästöt, öljyt- ja voiteluainevuodot, rasvat.	Kiintoaine, metallit, hiilivedyt, PAH-yhdisteet, MTBE.
Laskeuma: liikenteen ja teollisuuden päästöt.	PAH-yhdisteet, metallit, torjunta-aineet.
Teollisuusalueet: raaka-aineet sekä niiden käsittely ja varastointi.	Valunnan kanssa kosketuksissa olevat aineet.
Rakennustyömaa- ja materiaalit: kiintoaineen kulkeutuminen ajoneuvojen renkaissa, rakennusjätteet, jätevesi, materiaalien kuluminen.	Bakteerit / virukset, fosfori (P), typpi (N), metallit.
Vaaralliset jätteet: jäteöljyjen, maalien yms. johtaminen hulevesiverkoston.	Aineiden sisältämät haitta-aineet.
Väärät kytkennät: virheelliset jäte- ja sadevesikytkennät.	Bakteerit / virukset, fosfori (P), typpi (N), metallit.

Opinnäytetyössä päästölähteiden lähtökohtana ovat pienteollisuusalueilta syntyvät hulevedet, joihin on mahdollista tulla laskeutuvia liikenteen päästöistä tai aineiden kulkeutumista ajoneuvojen mukana. Näistä päästölähteistä hulevesiin on mahdollista kulkeutua erilaisia metalleja, ravinteita ja bakteereja.

6 PALOJOKI

6.1 Sijainti

Palojoki sijaitsee Päijät-Hämeessä, ja noin 25 kilometrin pituinen joki saa alkunsa Lahden Nastolasta. Joki virtaa halkoen Orimattilan keskustaa aina Porvoonjokeen saakka. Ennen Orimattilan keskustan saavuttamista Palojokeen yhtyy kaksi sivujokea lounas-länsisuunnasta (kuva 1); ensin Heinjoki ja vähän myöhemmin Köylinjoki. (Paikkatietoikkuna 2017.) Vesistöjä Orimattilassa on vain 3,5 prosenttia (%) kaupungin pinta-alasta ja siksi Palajoella on suuri merkitys kaupunkikuvaan (Orimattila 2016).

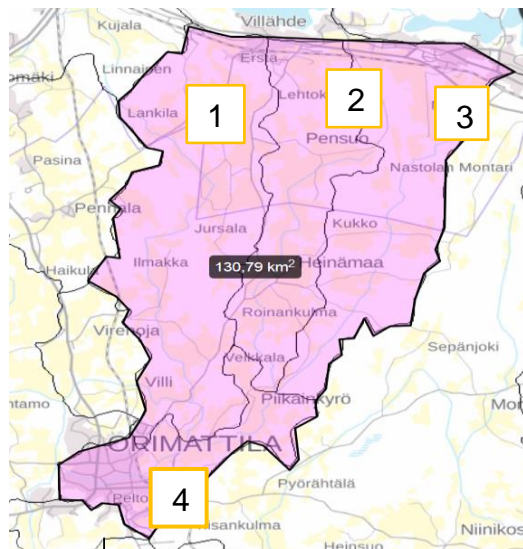


KUVA 1. Palojoki ja sen sivuhaarat (Paikkatietoikkuna 2017)

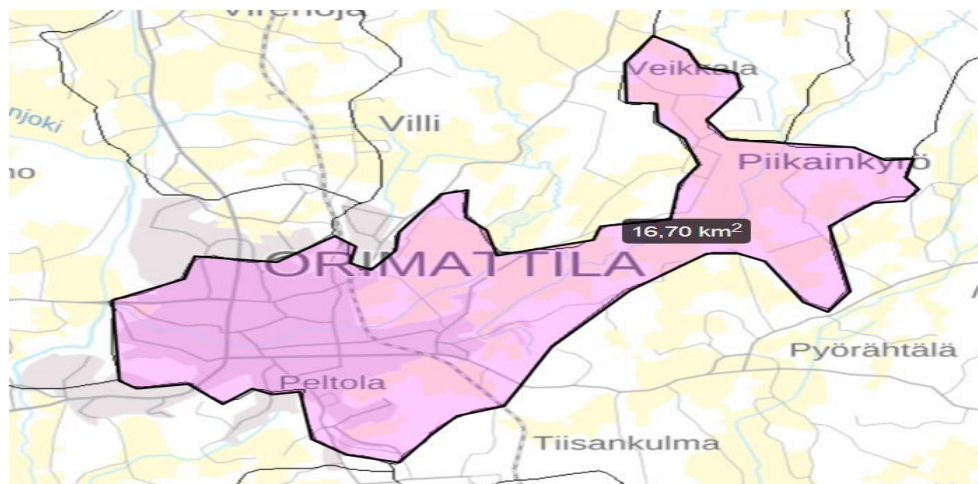
6.2 Valuma- ja pohjavesialue

Palojoen valuma-alue kuuluu yhtenä Porvoonjoen tärkeimpiin päävesistön osa-alueisiin. Palojoen noin 130 km² valuma-alue jakautuu edelleen neljään valuma-alueeseen: (1) Köylinjoen-, (2) Heinjoen-, (3) Palojoen yläosan- ja (4) Palojoen alaosan valuma-alueeseen (kuva 2). Työssä tarkasteltava alue kuuluu Palojoen alaosan valuma-alueeseen (kuva 3),

joka on pinta-alaltaan noin 16,70 km² alue. (Järviwiki 2011; Paikkatietoikkuna 2017.)



KUVA 2. Palojoen valuma-alueet (Paikkatietoikkuna 2018)



KUVA 3. Palojoen alaosan valuma-alue (Paikkatietoikkuna 2018)

Koko valuma-alueen vuotuinen sadanta vuonna 2017 ylsi 700 millimetriin (mm). Keskimääräiseksi vuosisadannaksi saatiin tilastojen avulla laskettua 610 mm:ä kahdeksan vuoden tarkasteluajanjaksolta, joten kyseisen

vuoden sademäärä ylittää keskiarvon, mutta pysyy kuitenkin Suomen keskimääräisen sadannan tilastoissa. (Ilmatieteen laitos 2018.)

Orimattilan alueelta Palojoki kuuluu Sikosuon, Tönnön ja Ämmäntöyrään pohjavesialueeseen. Tarkasteltava alue sijaitsee suurimmaksi osaksi Sikosuon pohjavesialueella, mutta osa alueesta kuuluu myös Ämmäntöyrään pohjavesialueeseen (Paikkatietoikkuna 2017).

6.3 Palojoen tila

Palojoki on yksi viidestä Orimattilan joesta, jonka tila on luokiteltu ekologisen tilan perusteella (Orimattila 2016). EU:n laatima vesipuidedirektiivi velvoittaa parantamaan vesien laatua, ja vesistöjen ekologisessa laatuluokituksessa käytetään viisiportaista luokitteluasteikkoa: erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 14). Tämän portaikon mukaan Palojoen ekologinen tila on todettu vuonna 2015 välttäväksi (Orimattila 2016). Ekologisella tilalla tarkoitetaan vedessä elävien eliöstön ja kasvien olosuhteita, joiden tilaa ”verrataan olosuhteisiin, joissa ihmistoiminta ei ole aiheuttanut havaittua vaikutusta eliöstössä” (Ympäristöhallinto 2016).

Osaksi syynä joen veden välttävään laatuun saattaa olla Nastolan jätevedenpuhdistamon purkuvesien johtaminen Palojoen yläjuoksulle. Nastolan jätevedenpuhdistamo on saanut toiminnalleen ympäristöluvan, mutta veloitteena on jätevesien tarkkailu, jossa seurataan vaikutuksia Palojoen veden laatuun (AVI 183/2013/2, 2). Välttävään ekologiseen tilaan voi vaikuttaa myös hulevesien viemäröinti käsittelemättömänä suoraan jokeen.

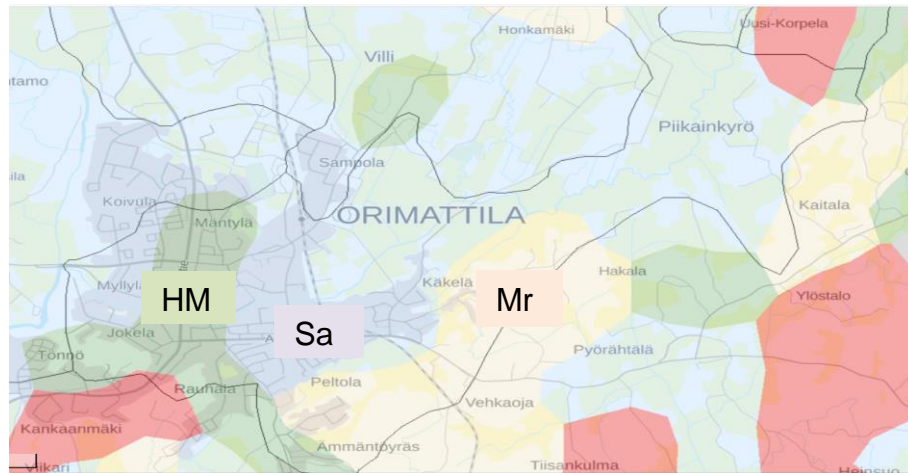
Palojokeen laskevien hulevesien laatua tai haitta-aineiden pitoisuutta ei ole aiemmin tutkittu, joka selvittäisi niiden mahdollisen vaikutuksen joen tilaan. Sen sijaan Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR)- hankkeena vuonna 2003 teetetty Kauppilan tutkimus ”Orimattilan Palojoen kuormituskartoitus” selvittää jokeen vaikuttavat kuormituslähteet haja-asutuksen sekä maa- ja metsätalouden osalta. Lisäksi seuraavan vuoden

jatkohankkeena on toteutettu Saaren tutkimus Palojoen hoito- ja kunnostussuunnitelma "Päijät-Hämeen järvien kuormituksen vähentäminen", joka selvittää sen hetkistä Palojoen tilaa. (Orimattilan kaupunki 2017.)

Viimeisimpänä hankkeena, vuonna 2016, Orimattilan kaupunki on solminut Hämeen ELY-keskuksen kanssa yhteistyösopimuksen, jossa Orimattilan Palojoen hajakuormitteisille valuma-alueille laaditaan esitutkimukset ja kunnostussuunnitelma. Kunnostussuunnitelmaa esitutkimuksineen ei kohdenneta asemakaava-alueeseen. Hankkeen tavoitteena on selvittää Palojoen ja sen sivujokien tilaa ja tunnistaa merkittävämpiä kuormituskohteita sekä suunnitella tarvittavia toimenpiteitä, joista yksi on kiintoainetta ja ravinteita pidättävien suojarakenteiden suunnittelu. (Liukkonen-Hämäläinen 2018.)

6.4 Maaperä, maankäyttö ja hulevesiverkosto

Tarkasteltavan valuma-alueen maaperä vaihtelee harjuista (HM) sekä sora- ja hiekkamoreenista (Mr) savimaahan (Sa). Suurin osa alueen maaperästä (kuva 4) on kuitenkin savimaata. (Paikkatietoikkuna 2017.) Vedenjohtavuus savimaassa muuttuu kosteusolosuhteiden muuttuessa. Kun maa on kuivaa, vesi ei imeydy siihen, vaan johtuu siihen kulkeutuvien aineiden kanssa salaojiin. Kosteissa olosuhteissa savi puolestaan pidättää itseensä suuriakin määriä vettä ja maa tiivistyy helposti. (Luke 2011.) Tällöin vesi ei enää pääse imeytymään maahan ja pintavalunnan määrä kasvaa. Savimaan pintavalunta voi vaikuttaa myös veden sameuteen etenkin sateen jälkeen (Valuma-alue 2004).



KUVA 4. Maaperä (Paikkatietoikkuna 2018)

Taajama-alueiden läpäisemättömät pinnat koostuvat usein kaduista tai muista väylistä sekä pysäköintialueista, joiden pinta-alaksi taajama-alueella voidaan usein laskea kaksi kolmasosaa (2/3). Alueet kuuluvat yleensä hulevesi- ja sekaviemäroinnin piiriin. (Hulevesiopas 2012, 93.) Orimattilan nykyinen maankäyttö Palojoen alaosan valuma-alueella koostuu pienteollisuus- ja asutusalueista. Keskustan asemakaava-alue Lahdentie- Viljamaan välillä ja sen läheisyydessä on pysynyt melko vakiintuneena kymmenen vuoden ajan. Alueelle tullaan rakentamaan uutta rivitaloasutusta Lemmenraitti-Puistotie väliselle osuudelle, ja läheinen Orioninkaari asfaltoidaan (Manerus 2017). Asutusalueelle rakennettiin ensin tieverkosto vuonna 2017, jonka jälkeen alkaa asutuksen rakentaminen (Orimattila 2017). Rakentaminen lisää läpäisemättömän pinnan määrää jonkin verran uuden asfalttipinnan ja kattopinta-alan vaikutuksesta (Manerus 2017).

Hulevesien käsittely perustuu Orimattilassa pääosin avoimeen kuivatusjärjestelmään eli ojiin ja painanteisiin, joita on puistoissa ja viheralueilla. Rummut ja viemäriosuudet kuuluvat osana kuivatusjärjestelmään. Kuivatusjärjestelmän lisäksi kaupungissa on hulevesiverkosta noin 50 kilometrin verran. (Orimattila 2016.) Keskustan rakennetussa ympäristössä hulevedet päätyvät käsittelemättöminä

suoraan Palojokeen. Tämän seurauksena jokeen saattaa päätyä erilaisia haitta-aineita kuten raskasmetalleja ja torjunta-aineita. (Saari 2004,12.)

Orimattilan hulevesiverkosto on osaksi kartoitettu, kuten Palojoen alaosan valuma-alueen verkosto Lahdentie-Viljamaantie osuudella (liite 1).

Kartoitus antaa osittaista tietoa kaupungin hulevesiverkostosta, koska tiedot ovat joiltakin osin epävarmoja. Kartan verkoston varmoista tiedoista uudet linjat ovat merkitty sinisellä ja vihreät linjat perustuvat rakentamisen yhteydessä saatuihin tietoihin. Keltaiset ovat epävarmoja kohteita ja magenta on epävarma kohde, jossa korot eivät välttämättä ole kohdillaan. (Kauppinen 2018.)

7 HULEVESINÄYTTEENOTTO

7.1 Tutkittavien aineiden valinta

Näytteenottoa varten muuttujiksi valittiin haitta-aineet, jotka kirjallisuusselvitysten perusteella tiedettiin pienteollisuusalueen hulevesistä mahdollisesti löytyvän: bakteerit, metalleista elohopea (Hg), kadmium (Cd), kromi (Cr), kupari (Cu), lyijy (Pb), nikkeli (Ni) ja sinkki (Zn) sekä öljyt. Lisäksi hulevesinäytteistä tutkittiin veden happamuutta (pH), kokonaistyyppi ja- fosforipitoisuutta, sähkönjohtavuutta veteen liuenneiden suolojen määrän sekä kiintoainetta vedessä olevan hiukkasmaisen aineen määrän selvittämiseksi. Näiden lisäksi näytteenoton yhteydessä tutkittiin aistinvaraisesti näytteiden ulkonäköä.

7.2 Näytteenottopisteiden valinta ja sijainti

Näytteenottoa varten Palojoen alaosan valuma-alueella toimivat yritykset kartoitettiin ja taustatiedoksi laadittiin kysely (liite 2), jossa selvitettiin yrittäjien näkemystä toiminnanharjoittamisen vaikutuksesta syntyvistä haitta-aineista vesistöön/hulevesiin. Lisäksi tiedusteltiin mahdollisuuksista vähentää hulevesien johtumista suoraan vesistöön sekä tietämystä haitta-aineiden vaikutuksesta vesistöön. Kysely toteutettiin puhelinhaastatteluna ja osin sähköpostin välityksellä.

Kartoituksen perusteella näytteidenottopaikoiksi valikoitui kolme (3) valuma-alueella sijaitsevaa purkupistettä. Näistä purkupisteistä yritysalueiden hulevedet johtuvat käsittelemättöminä Palojokeen. Näytepisteiden valinta on tehty siten, että yritysalueiden hulevesiverkosto näytteenottopistettä kohden olisi mahdollisimman laaja, ja edustaisi myös mahdollisimman hyvin alueelta tulevien hulevesien laatua.

Näytteenottopisteet sijaitsevat keskustan tuntumassa noin kilometrin säteellä linnuntietä toisistaan (kuva 4). Pieni etäisyys mahdollistaa nopean liikkumisen näytteenottopisteiden välillä, jolloin näytteenoton aikana vallitseva sää pysyy todennäköisimmin samankaltaisena.



KUVA 4. Näytteenottopisteet (Fonecta.fi. 2017)

Näytteenottopiste 1 (kuva 5) Viljamaantiellä sijaitti haastavimmassa paikassa runsaan kasvillisuuden keskellä ja melko jyrkän penkereen alapuolella, jonne ei ollut näköyhteyttä lainkaan. Virtaavan veden äänen perusteella purkupuutken sijainti oli löydettävissä kartalle merkitystä paikasta. Näytteenotto vaati tarkkaavaisuutta sijainnin vuoksi, ja syksyllä märkyys aiheutti kasvillisuudesta johtuvaa liukkautta.



KUVA 5. Näytteenottopiste 1, Viljamaantie

Näytteenottopiste 2 Erkontiellä sijaitti selkeimmällä paikalla, jossa kasvillisuus ei häirinnyt. Tämän purkupuutken pää oli osin rikki, jolla ei kuitenkaan ollut merkitystä näytteenottoon. Purkupuutke toimii pumppuperiaatteella (kuva 6), jossa pumppu oli käynnistettävä

näytteenottoa varten sateisesta päivästä huolimatta. Pumpun käynnistämistä huolehti kunnallistekniikan työnjohtaja Janne Komulainen. Pumpun annettiin olla käynnissä muutamien minuuttien ajan ennen varsinaista näytteenottoa, jotta seissyt vesi ei aiheuttaisi poikkeamia tuloksiin tai veden väriin ja hajuun.



KUVA 6. Pumpun käynnistys (vasen) Erkontien näytteenottopisteellä (oikea)

Näytteenottopiste 3 Lahdentiellä (kuva 7) sijaitti myös kasvillisuuden peitossa, mutta täällä purkuputken pää oli hyvin näkyvillä, noin metrin korkeudella joen pinnasta. Siten näytteenottaminen tapahtui pisteestä vaivattomimmin.



KUVA 7. Näytteenottopiste 3, Lahdentie

7.3 Näytteenotto ja -menetelmä

Näytteenotot tapahtuivat Orimattilan kaupungin ympäristötarkastaja Heli Kannon mukana kahdesti; kesällä 3.7.2017 sekä syksyllä 16.10.2017.

Näytteenotto tehtiin mahdollisimman pian sateen alkamisesta.

Tutkimuspisteissä ei käytetty tai ole käytettävissä sademittareita, joten kesän ja syksyn sadannan ja lämpötilan selvittämiseksi apuna on käytetty Ilmatieteen laitoksen avoimen datan säätilastoja Lahden Launeen havaintoasemalta. Launeen havaintoasema on lähin Orimattilaa sijaitseva asema. Veden virtaamia ei myöskään ole huomioitu näytteenotossa.

Sademääräksi huomioitiin näytteenottoa edeltävän tunnin sademäärä, joka heinäkuun näytteenoton yhteydessä oli 1,1 millimetriä (mm). Koko päivän sademääräksi on tilastoitu 1,8 mm:ä, ja koko kuukauden sadanta heinäkuussa oli 40,6 mm: ä. Lämpötila kyseisenä heinäkuun päivänä oli +15,5 astetta (°C) ja keskilämpötilakin heinäkuussa kohosi ainoastaan +14,8 °C:seen.

Vastaavasti lokakuussa edeltävän tunnin sademäärä oli 1,3 millimetriä, joka jäi samalla koko päivän sademääräksi. Kuitenkin sadanta lokakuussa oli peräti 112,7 mm: ä. Lokakuun näytteenottopäivä oli lämmin ja lämpötila mittauspäivänä olikin +12,9 °C, kun keskilämpötila oli +4,3 °C.

(Ilmatieteenlaitos 2017.) Vuodenajoista huolimatta mittauspäivien säähavainnot ovat samankaltaisia, kun heinäkuun päivä jäi viileäksi ja lokakuun päivä oli vähäsateinen verrattuna koko kuun sadantaan.

Näytteet kerättiin ilman apuvälineitä ja ne otettiin kertanäytteenä suoraan pulloihin hulevesien purkuputkista. Näytteistä tarkasteltiin samalla veden laatua aistinvaraisesti. Yhtä näytteenottoa kohden tarvittiin kaksi kappaletta litran (1 l) muovipulloa metallien, kiintoaineen sekä ravinteiden analyysia varten, yksi puolen litran (½ l) muovipullo muun muassa bakteerianalyysia sekä yksi litran (1 l) lasipullo öljyanalyysia varten (kuva 8).

Näytteenoton yhteydessä havainnoin aistinvaraisesti heinäkuussa/
lokakuussa veden hajua ja ulkonäköä:

näyte 1: hajuton ja lähes kirkas / hajuton ja lähes kirkas

näyte 2: kellarin haju ja melko samea / lievä kellarin haju ja lievästi samea

näyte 3: hajuton ja lähes kirkas / hajuton ja lähes kirkas.



KUVA 8. Öljynäyte

7.4 Tukholman hulevesistrategia ja ympäristönlaatunormi

Tutkittavien haitta-aineiden saatuja tuloksia verrataan Tukholman kunnanvaltuuston vuonna 2002 hyväksymään Tukholman hulevesistrategiaan (Stockholms stad 2015). Hulevesistrategiassa haitta-aineiden ohjearvot ovat alkujaan jaettu kolmeen pitoisuusluokkaan; alhainen, keskitaso ja korkea taso (taulukko 2). Jaoteltuja arvoja voidaan soveltaa erilaisiin maankäyttökohteisiin. Esimerkiksi asuinalueilta syntyvien hulevesien ohjearvot noudattavat matalaa arvoa, kun taas vilkkaasti liikennöityjen teiden hulevesillä on käytössä korkean luokan ohjearvot. (Dagvattenklassificeringdel 2005, 5 & 23.)

Tuloksia verrataan osaltaan myös valtioneuvoston säätämään asetukseen vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden ympäristölaatuunormiin. Valtioneuvoston ympäristölaatuunormin mukaisesti vesistöille haitallisten aineiden pitoisuus pintavesissä, sedimentissä tai eliöissä ei saa ylittää ihmisen terveydelle tai ympäristölle vaarallista arvoa (Ympäristöministeriö 2012, 15). Työssä on huomioitu mahdollisuuksien mukaan sisävesille asetetut ympäristölaatuunormit (taulukko 2) niiden aritmeettisena vuosikeskiarvona, jolloin arvoissa huomioidaan aineen kaikkien isomeerien pitoisuudet (VNa 868/2010, liite 1C).

TAULUKKO 2. Ohjearvot Tukholman hulevesistrategiassa ja VNa:n ympäristölaatuunormi

Haitta-aine	Alhainen	Keskitaso	Korkea	Ympäristölaatuunormi
Kiintoaine mg/l	<50	50-175	>175	
Typpi (N) mg/l	<1,25	1,25-5,0	>5,0	
Fosfori (P) mg/l	<0,1	0,1-0,2	>0,2	
Lyijy (Pb) µg/l	<3	3-15	>15	7,2
Kadmium (Cd) µg/l	<0,3	0,3-1,5	>1,5	0,08
Elohopea (Hg) µg/l	<0,04	0,04-0,2	>0,2	0,05
Kupari (Cu) µg/l	<9	9-45	>45	20
Sinkki (Zn) µg/l	<60	60-300	>300	
Nikkeli (Ni) µg/l	<45	45-225	>225	20
Kromi (Cr) µg/l	<15	15-75	>75	
Öljyt mg/l	<0,5	0,5-1,0	>1,0	
PAH µg/l	<1	<1-2	>2	

Näiden ohjearvojen lisäksi Tukholman hulevesistrategian määrittämiä on tarkennettu, joissa huomioidaan minkälaiseen vesistöön hulevedet johtuvat. Jaottelu on tehty pienempiin järviin, vesistöihin ja merenlahtiin (taso M) sekä suurimpiin järviin ja meriin (taso S7) valuvia hulevesiä

varten (taulukko 3). Ohjearvot ovat tiukemmat pienemmille vesistöille kuin suuremmille, koska pienempien vesistöjen vedenkierron oletetaan olevan hitaampaa ja mahdollisuus erilaisten haitta-aineiden laimentumiseen on siten pienempi. Lisäksi pitoisuusluokitukseen vaikuttaa minkälaisesta ympäristöstä hulevedet syntyvät, vesistön koko huomioiden.

Ensimmäiseen tasoon kuuluvat hulevedet, jotka päätyvät suoraan purkuvesistöön. Toisessa tasossa huomioidaan osavaluma-alueilta huuhtoutuvat hulevedet ja arvoja voidaan käyttää esimerkiksi kaavoituksen yhteydessä. Kolmannen tason hulevedet syntyvät erilaisilta toiminnanharjoittajilta (taso VU) esimerkiksi erilaisista kiinteistöistä teollisuusalueisiin. (Regionplane- och trafikkontoret 2009, 8-9.) Tässä opinnäytetyössä ohjearvoista huomioidaan pienten vesistöjen arvot.

TAULUKKO 3. Ohjearvot vesistöihin laskevista hulevesistä (Regionplane- och trafikkontoret 2009,11)

Haitta-aine	Pienet vesistöt M		Suuret vesistöt S		Toiminnanharjoittajat
	1 M	2 M	1 S	2 S	
					3 VU
Kiintoaine mg/l	40	60	50	75	100
Typpi (N) mg/l	2,0	2,5	2,5	3,0	3,5
Fosfori (P) mg/l	0,160	0,175	0,200	0,250	0,250
Lyijy (Pb) µg/l	8	10	10	15	15
Kadmium (Cd) µg/l	0,4	0,5	0,45	0,5	0,5
Elohopea (Hg) µg/l	0,03	0,07	0,05	0,07	0,1
Kupari (Cu) µg/l	18	30	30	40	40
Sinkki (Zn) µg/l	75	90	90	125	150
Nikkeli (Ni) µg/l	15	30	20	30	30
Kromi (Cr) µg/l	10	15	15	25	25
Öljyt mg/l	0,4	0,7	0,5	0,7	1,0

Tukholman hulevesistrategia sisältää yleisimmät metallit, öljy ja kiintoaineet ja ympäristölaatunormi vain muutaman työssä esiintyvän haitta-aineen laatunormin. Bakteereille, sähkönjohtavuudelle ja pH:lle ei

ole näissä asetuksissa määritelty ohjearvoja, joten osaa huleveden näytteiden parametrianalyseistä verrataan muihin määrityksiin. Koska Palojoen vettä ei käytetä Orimattilassa pääasiallisena talousvetenä, bakteerien osalta tuloksia verrataan sisämaan uimavesien laatuluokitukseen. Sähkönjohtavuuden ja pH:n kohdalla vertailukohteeksi on otettu Suomen järville asetetut luokitukset.

8 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

8.1 Haastattelu ja kartoitus

Alustavan tiedon saamiseksi mahdollisista hulevesien sisältämistä aineista, tarkasteltavan Palojoen alaosan valuma-alueen pienteollisuusyritykset kartoitettiin, joita löytyi 12 kappaletta. Yrityksille laadittiin kysely (liite 2), joka tehtiin puhelinhaastatteluna ja osaksi sähköpostin välityksellä. Yrityksistä kaksi osallistui puhelinhaastatteluun ja kaksi vastasi omasta pyynnöstä sähköpostitse. Pienen vastausmäärän vuoksi kyselyn tuloksia ei ole eroteltu tarkemmin.

Osallistuneilla oli tiedossa mitä hulevedet tarkoittavat ja vastanneet tiesivät oman toiminta-alueensa hulevesien päätyvän joko pääojien kautta Palojokeen tai kunnan viemäristöverkoston. Hulevesien hallinnan kannalta osa toiminnanharjoittajista pitää asfaltoitua pihaa riittävänä, mutta hulevesiä hallitaan myös sadevesijärjestelmillä tai ojilla sekä toiminnan kannalta vaatimien öljyn- ja hiekanerotuskaivojen ja sulkukaivojen avulla.

Haastattelun perusteella haitta-aineita ei pääse hulevesien mukana Palojokeen, mutta haitta-aineiden vaikutukset vesistöihin tiedettiin. Mahdollisten onnettomuuksien varalta toimintasuunnitelmaa joko ei ole lainkaan tai vaihtoehtoisesti erotuskaivojen varoitusvalot ja päivittäinen tarkkailu kuuluvat onnettomuuksien ennaltaehkäisyyn.

Vastausten perusteella hulevesiin vaikuttavia haitta-aineita ei pystynyt määrittelemään, vaan apuna joutui käyttämään kirjallisuutta.

8.2 Näytteenotto

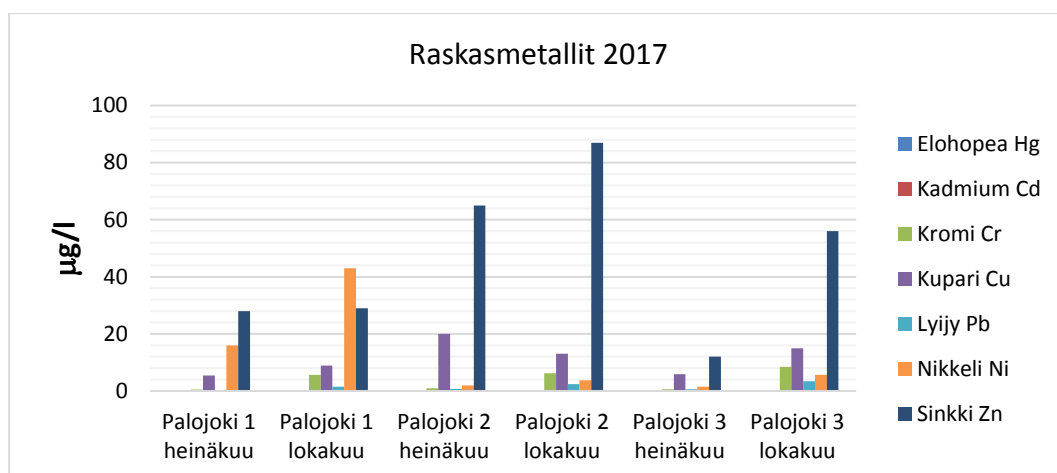
Näytteet vietiin saman päivän aikana, kylmälaukkuun pakattuna, analysoitavaksi Lahdessa sijaitsevaan bioanalyysipalveluita tarjoavaan Eurofins Scientificille. Näytteiden analysoinnissa on käytetty FINAS-akkreditoituja menetelmiä ja analysointi kesti molemmilla kerroilla

kymmenisen päivää. Heinäkuun ja lokakuun näytteiden todelliset pitoisuustulokset ovat esitettynä liitteissä 3 ja 4.

8.2.1 Raskasmetallit

Ympäristöstä löytyy raskasmetalleja luonnostaan pieninä pitoisuuksina. Kuitenkin ihmisen toiminnan seurauksena niitä saattaa löytyä vuosienkin päästä ympäristöstä haitallisina määrinä, mutta ympäristöön päätyvät määrät ovat vuosien saatossa pienentyneet. Raskasmetallit ovat pysyvimpiä ympäristömyrkkyjä, koska niillä on taipumus kerääntyä ravintoketjussa ylimmäksi, jolloin niiden haittavaikutukset ympäristöön on kokonaisvaltaisia. Elohopea, kadmium ja lyijy ovat haitallisimpia metalleja päästyään ympäristöön. (Luonnontila.fi 2013.) Ympäristössä ne muodostavat erilaisia vaarallisia yhdisteitä, jolloin esimerkiksi elohopea muuttuu vesistöissä metyylielohopeaksi. (Luke 2013.)

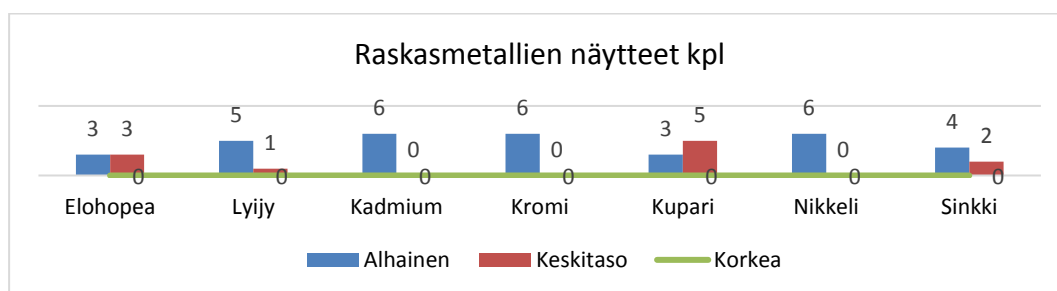
Saatujen tulosten perusteella hulevesissä esiintyvien elohopean, kadmiumin ja lyijyn määrät (kuvio 1) jäävät Tukholman hulevesistrategiaan verrattuna alhaiseksi, mutta syksyllä elohopean määrä yltää keskitasoon jokaisessa näytteessä. Tarkemmassa määrittämisessä syksyn elohopeapitoisuusarvo ylittää sallitun rajan pienille ja suurille vesistöille suunnatussa ohjeavossa ja pitoisuus viittaa toiminnanharjoituksesta syntyviin hulevesien arvoihin, mutta ei ylitä ympäristölaatuunormia. Lisäksi lyijyn määrä syksyllä otetussa Palojoki 3 näytteessä on lievästi keskitasolla, mutta vesistöille nämä määrät eivät aiheuttane suurta haittaa.



KUVIO 1. Raskasmetallien pitoisuusarvot näytteissä

Myös kromi, kupari, nikkeli ja sinkki esiintyvät ympäristössä luonnostaan ja ovat kuitenkin ympäristöön päästessään erittäin haitallisia. Esimerkiksi kuparin tiedetään vaikuttavan vesieliöstöihin, etenkin selkärangattomiin, mutta haittaa ei välttämättä koidu joen eliöstölle. (Ympäristöhallinto 2014.)

Näiden metallien tuloksista kromin ja nikkelin pitoisuudet (kuvio 1) pysyvät kaikki alhaisella ja siten vaarattomalla tasolla, mutta kuparin arvot hipovat ajoittain keskitasoa ja yltää sinne kolme kertaa (kuvio 2). Vuodenajalla ei nousun kannalta ole merkitystä. Kaikki tulokset pysyvät sallituissa rajoissa vertailtuna pienten vesistöjen arvoihin.

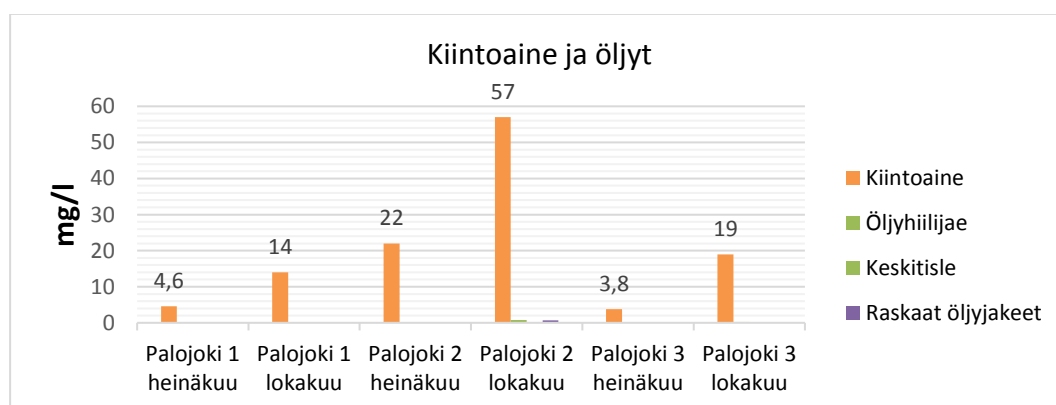


KUVIO 2. Näytteiden taso kappaleittain

8.2.2 Kiintoaine ja öljyt

Valon läpäisykyky vedessä heikkenee kiintoaineen vaikutuksesta, koska se samentaa vettä. Tällöin sameus valon vähäisyyden vuoksi vaikuttaa vesikasvien määrään ja heikentää myös muun ravintoverkon toimintaa. (Länsi- Uudenmaan vesi ja ympäristö ry 2013.) Kiintoaineille on määritetty arvorajat Tukholman hulevesistrategiassa, jotka kaikki jäivät alhaiselle tasolle (kuvio 3) lukuun ottamatta yhtä syksyn näytettä, joka ylsi keskitasoon. Kiintoaineen vähäinen määrä ei selittäne tässä tapauksessa Palojoen sameutta, koska tarkemmassakin määrityksessä pienten vesistöjen kohdalla kiintoainepitoisuus pysyy määritellyissä rajoissa.

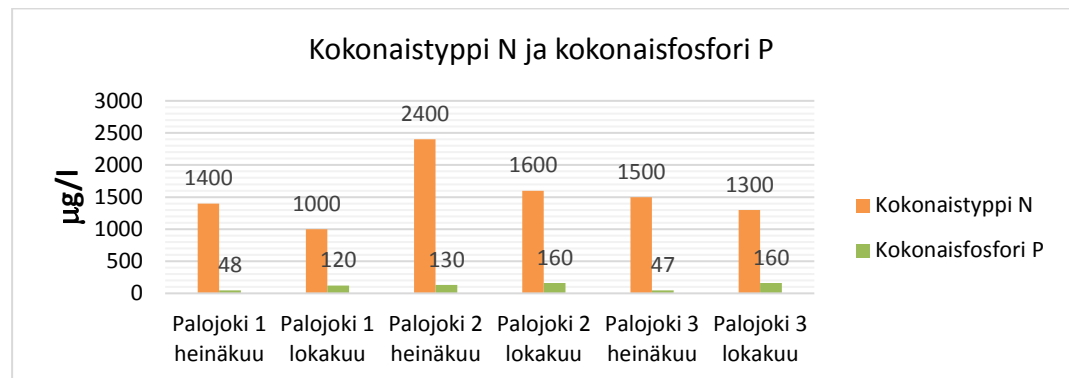
Öljy on myrkyllinen aine, joka hajoaa luonnossa erittäin hitaasti. Vesistöissä öljy on haitallinen kaikille eliöille, joten pienetkin öljyvahingot tai päästöt on otettava vakavasti. (Lehmuskoski 2013, 4.) Tutkittujen näytteiden öljypitoisuudet ovat lähes kaikissa hyvin alhaiset (kuvio 3). Vain yhden näytteen öljyjakeet ja raskaat öljyjakeet (Palojoki 2) yltyvät keskitasolle, ja samaisen öljyjakeen kohdalla pitoisuus vastaa suurille vesistöille kohdennettua arvoa.



KUVIO 3. Kiintoaineen ja öljyjen määrä näytteissä

8.2.3 Typpi ja fosfori

Tukholman hulevesistrategiassa typen ja fosforin pitoisuudelle on asetettu ohjearvot. Saatujen tuloksien perusteella kokonaistypen pitoisuudet (kuvio 4) näyttävän saavuttavan keskitason, mutta poikkeuksen tekee yksi syksyn näyte, jossa arvot jäivät alhaiselle tasolle. Samankaltainen tulos on fosforin arvojen (kuvio 4) kohdalla; kokonaisfosfori pysyttelee keskitasolla suurimmassa osassa näytteistä, kun kaksi tulosta jää puolestaan alhaiselle tasolle. Mutta kokonaisuudessaan niin kokonaisfosforin kuin kokonaistypenkin pitoisuudet ovat sallittuja arvoja pienille vesistöille.



KUVIO 4. Typpi- ja fosforinäytteiden tulokset

8.2.4 Bakteerit

Enterokokeilla on taipumus säilyä vesistöissä melko hyvin ja ne myös sietävät ympäristöolosuhteiden muutoksia paremmin kuin *Escherichia coli*-bakteerit (*E.coli*). Suolistoperäisiä enterokokkeja esiintyy ihmisten ja tasalämpöisten eläinten ulosteissa ja joskus myös maaperässä. Bakteeria tavataan jätevesissä ja niiden sekä ulosteiden pilaamissa vesissä.

”Suolistoperäisten enterokokkien määritystä käytetään yleisesti veden suolistoperäisen saastumisen indikaattorina”. (Valvira 2016, 5.)

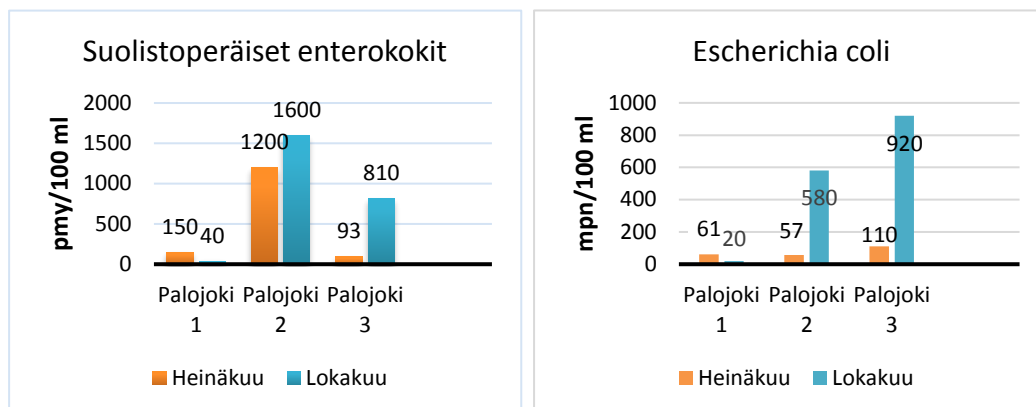
Escherichia coli- bakteeri esiintyy ainoastaan ulosteessa ja se voi kulkeutua vesistöön karjataloudesta tai jätevesipäästöistä. Vedestä löytynyt bakteeri löytyminen E. colin kanssa viittaa jäteveden aiheuttamaan pilaantumiseen. Eläinperäisestä tai aiemmin tapahtuneesta pilaantumisesta voi olla kyse silloin, kun enterokokkeja esiintyy vedessä enemmän kuin E. colia. (Valvira 2016, 5.) Talousveden laatuvaatimuksessa- ja suosituksessa enterokokkeja tai escherichia coli- bakteereja ei saa esiintyä vedessä lainkaan (STM:n asetus 1352/2015).

Näytteissä määritellään vedessä esiintyvien bakteerien määrä, jossa pmy tarkoittaa pesäkettä muodostavaa yksikköä ja mpn (most probable number) tarkoittaa mikrobipitoisuuden todennäköisintä arvoa (Greis & Pahkala 2014). Hulevesistrategiassa tai ympäristölaatu normissa ohjearvoja ei ole annettu, ja koska tutkimuksen vesistön vettä ei käytetä talousvetenä, niin tulosten vertailussa huomioidaan arvot sisämaan uimavesien laatu luokituksen mukaan (taulukko 4). Hyvän laadun raja-arvo on tiukempi erilaisen laskutavan ja prosenttvertailun vuoksi.

TAULUKKO 4. Uimavesien bakteerien raja-arvot

	erinomainen	hyvä	tydyttävä
Enterokokit pmy/mpn	200	400	330
Escherichia coli pmy/mpn	500	1000	900

Näytteiden tulosten perusteella Palojoen vesilaatu uimavetenä on kyseenalainen. Bakteerien määrä vaihtelee paljon, niin vuodenajan kuin näytepaikankin kohdalla. Vaikka puolet suolistoperäisten enterokokkien näytteistä (kuvio 5) jää riittävästi erinomaiseen laatuun, niin toinen puolikas näytteistä ylittää moninkertaisesti tyydyttävänkin raja-arvon. Escherichia coli- bakteerin kohdallakin (kuvio 5) tuloksista 4/6 antaa viitteitä veden erinomaiseen laatuun, kun vain kaksi näytteistä ylittää tyydyttävän rajan.



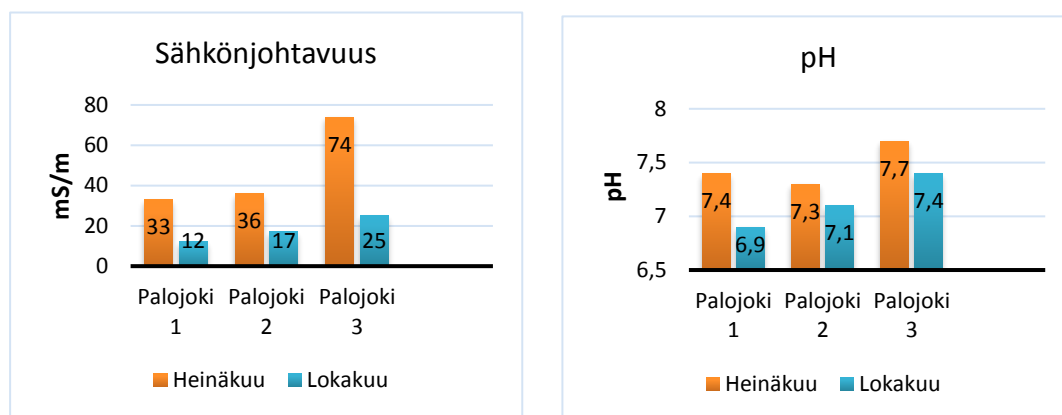
KUVIO 5. Bakteerien näytetulokset

8.2.5 Sähkönjohtavuus ja pH

Sähkönjohtavuus määrittelee veteen liuenneiden suolojen määrän. Sen mittaamisella ei saada tietoa vedessä olevista haitta-aineista. Suuri arvo kertoo veden suuresta suolapitoisuudesta. Sisävesien suolaisuutta nostavat natrium, kalium, kalsium, magnesium sekä kloridit ja sulfaatit. (Oravainen 1999, 10) Jätevedet ja peltolannoitus ovat mahdollisia suolojen määrän lisääjiä. Tiheään asuttujen alueiden hulevedet saattavat osaltaan nostaa sähkönjohtavuutta. Veden alhainen sähkönjohtavuus on alle 5 mS/m, sisävesissä 5-10 mS/m, joka nousee usein lannoitteiden vaikutuksesta 15 - 20 mS/m ja jätevesissä 50- 100 NS/m. Juomavedeksi vesi on sopimatonta, kun sähkönjohtavuus ylittää 40 mS/m. (Mobiililaboratorio 2018.)

Happamuus, joka pH-arvona esitetään, on Suomen vesistöissä lähellä neutraalia eli 7,0. Eliöstö pystyy kuitenkin elämään normaalisti pH:n pysyessä 6,0-8,0. Luontainen humuskuormitus saa Suomen vesistöt hieman happamiksi, jolloin pH on yleensä 6,5-6,8. (Oravainen 1999, 12.) Kovat sateet voivat laskea hetkellisesti veden pH- arvoa, koska sadevesi on usein hapanta. Tulvat, jään sulaminen sekä humuspitoinen hulevesi voivat myös vaikuttaa pH-arvon laskemiseen. (Mobiililaboratorio 2018.)

Saatujen tulosten perusteella suurin osa pH-arvoista (kuvio 6) on hiukan korkeammalla kuin Suomen vesistöissä yleensä ja arvot ylittävät neutraalin rajan ja ovat lievästi emäksisiä. pH-arvot ovat kesällä korkeammat kuin syksyllä. Sähkönjohtavuus (kuvio 6) ylittää sisävesien sähkönjohtavuusarvon etenkin kesäkuukausina, mutta jäävät alle jätevesien oletusarvojen.



KUVIO 6. Sähkönjohtavuuden ja pH:n tulokset

8.3 Johtopäätökset

Otettujen hulevesinäytteiden perusteella ei voida tehdä suoraa johtopäätöstä, että hulevesillä olisi Palojoen laatua heikentävä vaikutus. Tutkittavien aineiden haitta-ainepitoisuudet pysyivät lähes poikkeuksetta Tukholman hulevesistrategiassa tai ympäristölaatumormin esitetyissä rajoissa, joten vesistöön ei voida sanoa kohdistuvan merkittäviä rasitteita. Hulevesien puhdistukselle ei näiden tulosten perusteella ole tarvetta.

Näytteiden tuloksien perusteella pH-arvot ovat lievästi emäksisiä ja vaikka arvot ovat eliöstön kannalta sopivia, niin arvot ylittävät tyypillisen sisävesien arvot. Tämä saattaa vaikuttaa Palojoen ekologiseen tilaan eliöstön kannalta. Sähkönjohtavuus on myös jonkin verran koholla normaaleihin järvien arvoihin verrattuna, joka saattaa osaksi vaikuttaa eliöstöön haitallisesti liiallisten suolojen vuoksi. Ravinteiden tai

kiintoaineiden määrä eivät näiden tulosten perusteella vaikuta joen ekologiseen tilaan.

Luotettavien johtopäätösten saamiseksi, hulevesinäytteitä olisi hyvä kerätä useamman vuoden ajan eri vuodenaikoina koko valuma-alueen laajuudelta. Tällöin tuloksia pystyisi vertailemaan luotettavammin. Nyt tulokset sisältävät vain Palojoen alaosan valuma-alueen sijaitsevan hulevesiverkoston hulevesinäytteet. Laajempi ja tiheämpi näytteenotto varmistaisi edustavan näytteenoton ja mahdollistaisi haitta-aineiden pitoisuusarvojen keskiarvojen laskemisen ja pienentäisi virhemarginaalia.

Kun hulevedet kuitenkin johtuvat pääosin Palojokeen, niin hulevesiohjelman laadinta toimisi työkaluna hulevesien hallinnan suunnittelussa ja toteutuksessa. Hulevesiohjelma voisi sisältää mahdollisimman luonnonmukaista hulevesien käsittelyä ennen Palojokeen purkautumista. Savinen maaperä ei anna paljoa mahdollisuuksia veden imeytymiselle, mutta vaihtoehdoista on olemassa paljon kirjallisuutta. Myös suurimmille yrityksille voisi laatia toimintasuunnitelman, jossa selvitettäisiin hulevesien vaikutusta vesistöihin ja ohjeistettaisiin hulevesien parempaan hallintaan.

9 YHTEENVETO

Hulevesien kokonaisvaltaisen käsittelyn lähtökohtana on hulevesien määrän sekä niissä esiintyvien epäpuhtauksien vähentäminen. Tämän päämäärän saavuttamiseksi on tutkittava kaupunkikuvan kokonaisuutta ja valuma-alueita, joista hulevedet muodostuvat. Kaupunkialueen monet toiminnot erilaisine alueineen vaikuttavat huleveden laatuun heikentävästi, jolloin tarvitaan oikeanlaisia ratkaisuja hulevesien hallintaan. Hulevesien laadulla on merkitystä ympäristölle ja vesistöille. Hulevesien sisältämät haitta-aineet voivat muun muassa lisätä vesistöjen ravinnekuormitusta entisestään ja siten heikentää vesieliöiden elintilaa. Lisäksi huonolaatuiselle hulevedelle voi olla vaikea löytää jatko- tai hyötykäyttöä.

Työn tarkoituksena oli tutkia hulevesien laatua ja niiden vaikutusta Palojokeen. Työ tehtiin kirjallisuustutkimuksena, jossa taustatietoa kerättiin kartoittamalla Palojoen alaosan valuma-alueen yritykset ja suuntaamalla näille kysely. Tärkeänä osana tilanteen selvittämistä varten, alaosan valuma-alueen hulevesien purkupisteistä otettiin kesällä ja syksyllä näytteitä. Näytteitä verrattiin pääosin Tukholman hulevesistrategiaan ja sosiaali- ja terveysministeriön ympäristölaatuunormiin.

Saatujen tulosten tasapuolinen vertailu oli hieman hankalaa, koska hulevesistrategiassa on määritetty ohjeavot vain osalle mahdollisista hulevesissä esiintyville aineille. Toisaalta valtioneuvoston asetus pinta- ja pohjavesille käsittää hulevedetkin, koska asetuksessa kielletään vaarallisten aineiden päästäminen vesistöihin. Mutta saatujen tulosten perusteella hulevesien laatu näyttää olevan normaalilla tasolla, eikä siten vaikuttaisi suoraan Palojoen ekologiseen tilaan. Niin ikään välitöntä hulevesien puhdistustarvetta ei synny. Kuitenkaan kahden näytteenottokerran ja niistä saatujen tutkimustulosten perusteella ei voitane tehdä varmoja johtopäätöksiä huleveden laadusta ja sen vaikutuksesta, vaan varmempaa tulosta antaisi pitkäaikaisempi seuranta ympärivuotisesti. Tällöin varmistettaisiin vertailukelpoinen tulos hulevesissä esiintyvistä pitoisuusvaihteluista sekä poissuljettaisiin muut mahdolliset epätarkkuustekijät.

Opinnäytetyötä käytetään Orimattilan ympäristönsuojelu-yksikössä ja se voi toimia apuna kaupungin tulevassa hulevesiohjelman laatimisessa. Hulevesiohjelman laatiminen vaatii eri toimialojen edustajien asiantuntijuutta, mutta mukaan avuksi voitaisiin ottaa alan opiskelijoita. Toisaalta seuraavana opinnäytetyön aiheena voisi olla esimerkiksi yrityksille kohdistettu pienimuotoinen tietoisuus, jossa esitettäisiin luonnollisen hulevesien hallinnan (kuva 9) ja vähentämisen sekä sadevesiviemäreiden puhtaanapidon tärkeys. Tietopaketti voisi sisältää informaatiota myös epäpuhtaiden hulevesien vaikutuksesta ympäristöön.



KUVA 9. Hulevesien luonnollista hallintaa Mäntsälässä

LÄHTEET

Painetut lähteet

Butler, D. & Davies, J. 2000. Urban drainage. USA and Canada: E & FN Spon.

Ely- keskus 2013. GisBloom-hanke- Yleistajuinen katsaus hankkeen tuloksiin. Helsinki: Erweko Oy.

Eskola, R. & Tahvonen, O. 2010. Hulevedet rakennetussa viherympäristössä. Hämeen ammattikorkeakoulu. Tampere: Tammerprint Oy.

Hvitved-Jacobsen T., Vollertsen J. & Nielsen A. 2010. Urban and Highway Stormwater Pollution- Concepts and Engineering. Yhdysvallat: Taylor and Francis Group, LLC.

Saari, T. 2004. ”Päijät-Hämeen järvien kuormituksen vähentäminen”- EAKR-hanke. Palojoen hoito- ja kunnostussuunnitelma.

Sarvilinna, A. & Sammalkorpi, I. 2010. Rehevöityneen järven kunnostus ja hoito. Sastamala: Vammalan kirjapaino Oy.

Vakkilainen, P., Kotola, J. & Nurminen, J. (toim.) Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta. Helsinki: Edita Prima Oy.

Elektroniset lähteet

Airola, J., Nurmi, P. & Pellikka, K. 2014. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 12/2014. Huleveden laatu Helsingissä [viitattu 21.7.2017]. Saatavissa:

<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Ee6pbrlm9yIJ:>

<https://www.hel.fi/static/ymk/julkaisut/julkaisu-12->

[14.pdf+%&cd=1&hl=fi&ct=clnk&gl=fi&client=firefox-b-ab.](https://www.hel.fi/static/ymk/julkaisut/julkaisu-12-14.pdf+%&cd=1&hl=fi&ct=clnk&gl=fi&client=firefox-b-ab)

Aluehallintovirasto AVI. Päätös Nro 183/2013/2. Saatavissa
https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:-mBv2abNHOoJ:https://www.avi.fi/documents/10191/56814/esavi_paatos_183_2013_2-2013-09-12.pdf/14a1a0d9-0b64-4c1a-b29e-c13309438d7f+&cd=1&hl=fi&ct=clnk&gl=fi&client=firefox-b-ab.

Dagvattenklassificeringdel 2005 [viitattu 10.3.2018]. Saatavissa:
<http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/pdf1/rapporter/dagvatten/dagvattenklassificeringdel2.pdf>.

Energiaverkko 2003. Päästöjen kulkeutuminen [viitattu 10.3.2018].
Saatavissa:
<http://elearn.ncp.fi/materiaali/kainulainens/energiaverkko/ilmastonmuutos/kulkeutuminen.htm>.

Greis, M. & Pahkala, E. 2014. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 15/2014. Talousveden mikrobiologinen laatu tapahtumissa ja ulkomyyntissä Helsingissä 2014 [viitattu 2.4.2018]. Saatavissa:
<https://www.hel.fi/static/ymk/julkaisut/julkaisu-15-14.pdf>.

Ilmatieteenlaitos 2017. Sääennuste Orimattila [viitattu 3.7.2017 ja 16.10.2017]. Saatavissa: <http://ilmatieteenlaitos.fi/saa/orimattila>.

Ilmatieteenlaitos 2018. Havaintojen lataus [viitattu 4.3.2018]. Saatavissa:
<http://ilmatieteenlaitos.fi/saahavainnot>.

Itämerihaaste 2018. Pistekuormituksen vähentäminen [viitattu 20.2.2018]. Saatavissa:
http://www.itamerihaaste.net/tyomme/tee_toimenpideohjelma/toimenpideoesimerkkeja/kirkkaat_rannikkovedet/pistekuormitus.

Järviwiki 2011. Palojoen valuma-alue [viitattu 19.6.2017]. Saatavissa:
[https://www.jarviwiki.fi/wiki/Palojoen_valuma-alue_\(18.08\)](https://www.jarviwiki.fi/wiki/Palojoen_valuma-alue_(18.08)).

Kauppinen, M. 2018. VS: Opinnäytetyö. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Pynninen, M. Lähetetty 6.3.2018.

Laki tulvariskien hallinnasta 620/2010. Saatavissa:

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20100620>.

Laki vesihuoltolain muuttamisesta 681/2014. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140681>.

Lehmuskoski, A. 2013. WWF Suomen raportteja 30. Öljyntorjuntaopas [viitattu 1.4.2018]. Saatavissa: <https://wwf.fi/mediabank/5121.pdf>.

Liikennevirasto 2015. Pinta- ja hulevedet [viitattu 19.2.2018]. Saatavissa:

<https://www.liikennevirasto.fi/ymparisto/pinta-hulevedet#.WoqfLHyYOp0>.

Liukkonen-Hämäläinen, K. 2018. VS: Opinnäytetyö. Sähköpostiviesti.

Vastaanottaja Pynninen, M. Lähetetty 6.3.2018.

Luonnontila.fi 2013. Haitalliset aineet [viitattu 1.4.2018]. Saatavissa:

<https://www.luonnontila.fi/fi/elinymparistot/sisavedet/sv3-haitalliset-aineet>.

Luonnontila.fi 2014. Sisävedet [viitattu 27.3.2018]. Saatavissa:

<https://www.luonnontila.fi/fi/elinymparistot/sisavedet/sv2-sisavesientyppikuormitus>.

Luonnonvarakeskus Luke 2013. Raskasmetalli- ja typpilaskeuma Suomessa [viitattu 1.4.2018]. Saatavissa:

<http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/raskasmetalli/kartta-elohopea.htm>.

Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry 2013. Kiintoaine [viitattu 1.4.2018].

Saatavissa: <http://www.pelastajarvi.fi/kiintoaines>.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132. Saatavissa:

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L13a>.

Mobiililaboratorio 2018. Vedenlaadusta kertovat mittausuureet [viitattu 2.4.2018]. Saatavissa:

<https://peda.net/oppimateriaalit/hankkeet/mit%C3%A4-sitten/mobiililaboratorio/teema1/mt>.

Orimattila 2016. Vedet [viitattu 19.6.2017]. Saatavissa:
<https://www.orimattila.fi/palvelut/luonto-ja-ymparisto/ympariston-tila/vedet>.

Salaojayhdistys 2013. Hydrologian perusteet ja maan vesitalous [viitattu 6.7.2017]. Saatavissa: http://www.salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2016/05/hydrologian_perusteet_ja_maan_vesitalous_2013-2.pdf.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 1352/2015. Saatavissa:
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20151352>

Stockholm vatten och avfall 2017. Dagvattenstrategi - Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering [Viitattu 11.2.2018]. Saatavissa:
<http://www.stockholmvattenochavfall.se/vatten-och-avlopp/avloppsvatten/dagvatten/#!/dagvattenstrategi>.

Suomen Kuntaliitto 2017. Hulevesioppaan päivitettyt luvut lainsäädännön muutosten osalta - Vuoden 2012 Hulevesioppaan liite [viitattu 29.6.2017]. Saatavissa: <http://docplayer.fi/47728575-Suomen-kuntaliitto-ry-hulevesioppaan-paivitetyt-luvut-lainsaadannon-muutosten-osalta-vuoden-2012-hulevesioppaan-liite.html>.

Suomen Kuntaliitto 2012. Hulevesiopas [viitattu 6.7.2017]. Saatavissa:
http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Kc1vitHm1L8J:s hop.kunnat.net/product_details.php%3Fp%3D2714&num=1&client=firefox-b-ab&hl=fi&gl=fi&strip=0&vwsrc=0.

Suomen ympäristökeskus SYKE 2016. Ympäristöhallinto. Pintavesien luokittelun periaatteet [viitattu 1.4.2018]. Saatavissa:
http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pintavesien_tila/Pintavesien_luokittelu.

Suomen ympäristökeskus SYKE 2017. Ympäristöhallinto. Hulevesien hallinnan kehittäminen [viitattu 28.1.2018]. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/hulevedet>.

Tieteen termipankki 2017. Hae tieteen termipankista [viitattu 8.7.2017].
Saatavissa: <http://tieteentermipankki.fi/wiki/Termipankki:Etusivu>.

Vahtera, H. & Lahti, K. Raportti 25/2016. Hulevesien haitta-aineet-
Kuormitusriski Vantaanjoen vesistölle? [viitattu 11.2.2018]. Saatavissa:
http://www.vhvsy.fi/files/upload_pdf/6620/Raportti%2025-2016%20Hulevesien%20haitta-aineet-Kuormitusriski%20Vantaanjoen%20vesist%F6lle.pdf.

Valvira 2016. Talousvesiasetuksen soveltamisohje [viitattu 2.4.2018].
Saatavissa:
https://www.valvira.fi/documents/14444/261239/Talousvesiasetuksen_soveltamisohje_osa_III.pdf/81b18002-f37d-4be1-9ac7-f1d10fb43fc6.

Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry 2018. Valuma-
alue 2018 [viitattu 26.2.2018]. Saatavissa:
http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:RnLEgPA-TXsJ:www.vhvsy.fi/files/upload_pdf/4770/Valuma-alue.pdf+&cd=2&hl=fi&ct=clnk&gl=fi&client=firefox-b-ab.

Vantaan kaupunki 2009. Hulevesiohjelma [viitattu 8.7.2017]. Saatavissa:
https://www.vantaa.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/vantaa/embeds/vantaawwwstructure/124676_Hulevesiohjelma_nettiin.pdf.

Vesilaki 27.5.2011/587. Saatavissa:
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587>.

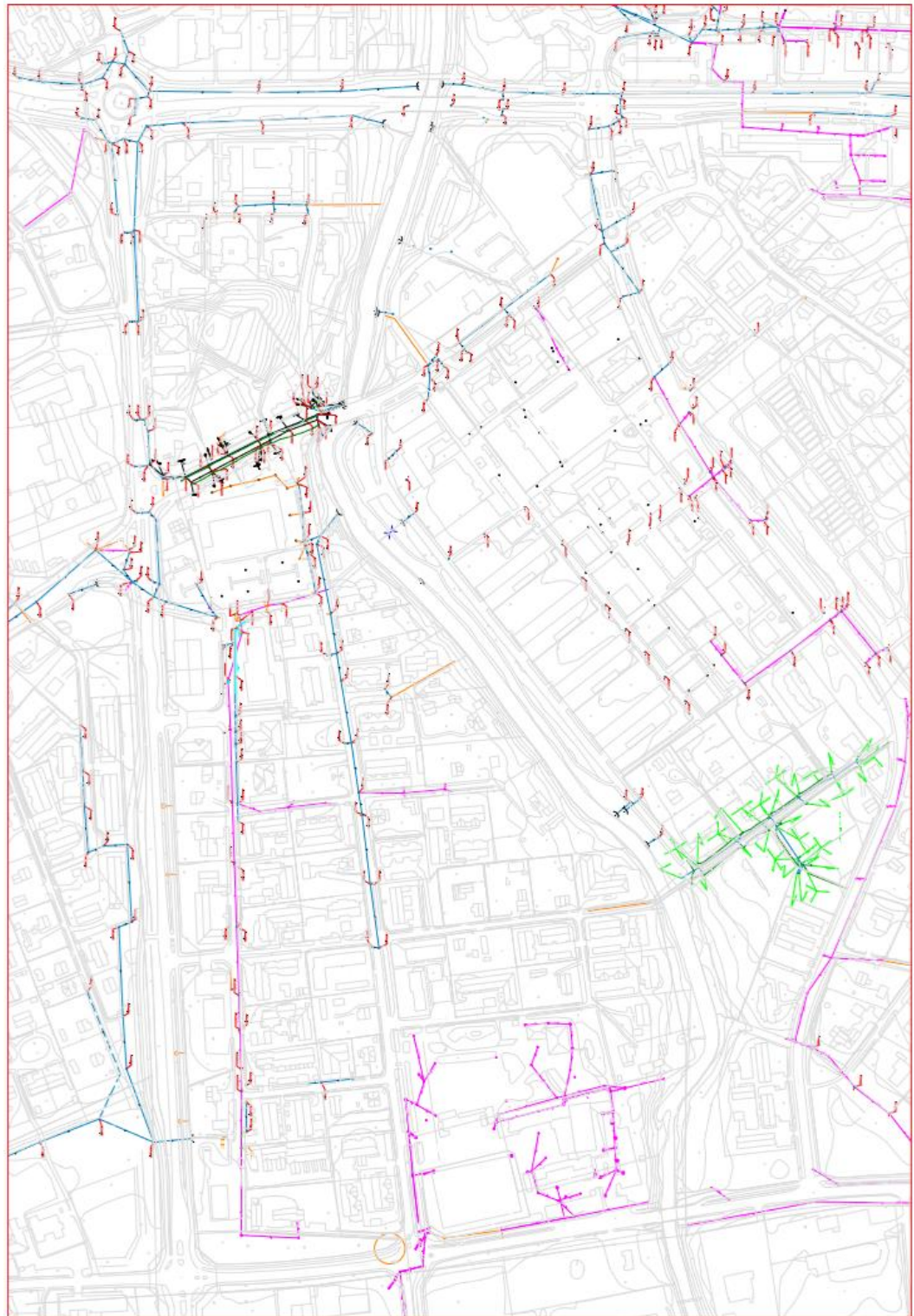
Vesitehras 2/2017. Minne vie huleveden tie? [viitattu 25.2.2018].
Saatavissa: <https://www.vesitehras.fi/20-vesitehras-2-2017/144-minne-vie-huleveden-tie>.

Vipuvoimaa EU:lta 2014-2020. Ilmastonkestävä kaupunki. Hulevesien
hallintarakenteet ja niiden kunnossapito [viitattu 11.6.2017]. Saatavissa:
http://ilmastotyokalut.fi/files/2014/07/3.2.Hulevesien-hallintarakenteet-ja-niiden-kunnossapito_ty%C3%B6kalu.pdf.

LIITTEET

LIITE 1

Hulevesiverkosto



LIITE 2

Kysely yrityksille

Toimiala: vapaaehtoinen

1. Mitä tarkoitetaan hulevesillä?
2. Minne hulevedet ohjautuvat tontilta?
3. Miten hulevesiä hallitaan?
 - Muodostumisen estäminen*
 - Hulevesimäärä vähentäminen*
 - Suodattava tai hidastava menetelmä
 - Johtaminen pois alueelta
4. Arvio yrityksen toiminnasta tulevista epäpuhtauksista, jotka kulkeutuvat hulevesien mukana eteenpäin?
5. Epäpuhtauksien vaikutus hulevesiin?
6. Toimintasuunnitelma/riskikartoitus mahdollisten onnettomuuksien varalta?

Näytteenotto 3.7.2017

Eurofins
Tutkimustodistus
 Projekti: 1510022573/3

Pvm: 13.7.2017
 1/2



Orimattilan kaupunki / Ympäristönsuojelutoimi

Erkontie 9
 16301 ORIMATTILA

Tutkimuksen nimi:	Orimattilan kaupunki, Palojokeen laskevien hulevesien tarkkailu	Näytteenottopvm:	3.7.2017
		Näyte saapui:	3.7.2017
Näytteenottaja:	Mirella Pynninen	Analysointi aloitettu:	3.7.2017

Pintavesi

	Palojoki 1	Palojoki 2	Palojoki 3	Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	17VV 02519	17VV 02520	17VV 02521			
MÄÄRITYKSET						
Suolistoperäiset enterokokit	150	1200	93	pmy/100ml	ISO 7899-2 ¹	L
Escherichia coli	61	57	110	mpn/100 ml	ISO 9308-2 ¹	L
pH	7,4	7,3	7,7		RA2000 ¹	L
Sähkönjohtavuus	33	36	74	mS/m	RA2013 ¹	L
Kiintoaine (GF/C)	4,6	22	3,8	mg/l	RA2029 ¹	L
Typpi (N), kokonais-	1400	2400	1500	µg/l	RA2085 ¹	L
Fosfori (P), kokonais-	48	130	47	µg/l	RA2008 ¹	L
Metallit 1	ok	ok	ok		RA3000	L
Elohopea (Hg)	<0,020	<0,020	<0,020	µg/l	RA3000 ¹	L
Kadmium (Cd)	0,040	0,039	<0,030	µg/l	RA3000 ¹	L
Kromi (Cr)	0,53	0,99	0,61	µg/l	RA3000 ¹	L
Kupari (Cu)	5,4	20	5,9	µg/l	RA3000 ¹	L
Lyijy (Pb)	0,32	0,68	0,66	µg/l	RA3000 ¹	L
Nikkeli (Ni)	16	2,0	1,5	µg/l	RA3000 ¹	L
Sinkki (Zn)	28	65	12	µg/l	RA3000 ¹	L
Öljyhilivetyjakeet (C10-C40)	<0,05	<0,05	<0,05	mg/l	RA4019 ¹	L
Keskitysleet (C10-C21)	<0,05	<0,05	<0,05	mg/l	RA4019 ¹	L
Raskaat öljyjakeet (C21-C40)	<0,05	<0,05	<0,05	mg/l	RA4019 ¹	L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Eurofins Environment Testing Finland Oy
 Niemenkatu 73, 15140 Lahti
 Kiltterinkuja 2, 01600 Vantaa Y-tunnus 2752292-5

www.ramboll-analytics.fi
 Kotipalkka Lahti



Eurofins
Tutkimustodistus
Projekti: 1510022573/3

Pvm: 13.7.2017
2/2



¹ FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

Eurofins Environment Testing Finland Oy

Jorma Nordlund
FM, kemisti, +358 40 563 6883

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti ja varmennettu sertifikaatilla.

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa

Jakelu kirsi.liukkonen-hamalainen@orimattila.fi; heli.kanto@orimattila.fi; mirella.pynninen@orimattila.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Näytteenotto 16.10.2017

Eurofins
Tutkimustodistus
 Projekti: 1510022573/4

Pvm: 26.10.2017
 1/2



Orimattilan kaupunki / Ympäristönsuojelutoimi

Erkontie 9
 16301 ORIMATTILA

Tutkimuksen nimi:	Orimattilan kaupunki, Palojokeen laskevien hulevesien tarkkailu	Näytteenottopvm:	16.10.2017
		Näyte saapui:	16.10.2017
Näytteenottaja:	Mirella Pynninen	Analysointi aloitettu:	16.10.2017

Pintavesi				Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	Palojoki 1	Palojoki 2	Palojoki 3		
Näyttenumero	17VV 04586	17VV 04587	17VV 04588		
MÄÄRITYKSET					
Suolistoperäiset enterokokit	40	1600	810	pmv/100ml	ISO 7899-2 ¹ L
Escherichia coli	20	580	920	mpn/100 ml	ISO 9308-2 ¹ L
pH	6,9	7,1	7,4		EF2000 ¹ L
Sähkönjohtavuus	12	17	25	mS/m	EF2013 ¹ L
Kiintoaine (GF/C)	14	57	19	mg/l	EF2029 ¹ L
Typpi (N), kokonais-	1000	1600	1300	µg/l	EF2085 ¹ L
Fosfori (P), kokonais-	120	160	160	µg/l	EF2008 ¹ L
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, typpihappo	ok	ok	ok		EF3010 L
Metallit 1	ok	ok	ok		EF3000 L
Elohopea (Hg)	<0,10	<0,10	<0,10	µg/l	EF3000 ¹ L
Kadmium (Cd)	<0,20	<0,20	<0,20	µg/l	EF3000 ¹ L
Kromi (Cr)	5,7	6,2	8,5	µg/l	EF3000 ¹ L
Kupari (Cu)	8,9	13	15	µg/l	EF3000 ¹ L
Lyijy (Pb)	1,5	2,4	3,4	µg/l	EF3000 ¹ L
Nikkeli (Ni)	43	3,7	5,7	µg/l	EF3000 ¹ L
Sinkki (Zn)	29	87	56	µg/l	EF3000 ¹ L
Öljyhiilivetyjakeet (C10-C40)	<0,05	0,78	0,23	mg/l	EF4019 ¹ L
Keskitisleet (C10-C21)	<0,05	0,09	0,08	mg/l	EF4019 ¹ L
Raskaat öljyjakeet (C21-C40)	<0,05	0,69	0,15	mg/l	EF4019 ¹ L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Eurofins Environment Testing Finland Oy
 Niemenkatu 73, 15140 Lahti
 Kiltterinkuja 2, 01600 Vantaa

www.eurofins.fi
 Y-tunnus 2752292-5
 Kotipaikka Lahti



Eurofins
Tutkimustodistus
Projekti: 1510022573/4

Pvm: 26.10.2017
2/2



* FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

Eurofins Environment Testing Finland Oy

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Sami Tyrväinen".

Sami Tyrväinen
FM, kemisti, +358 50 434 4092

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa

Jakelu kirsi.liukkonen-hamalainen@orimattila.fi; heli.kanto@orimattila.fi; mirella.pynninen@orimattila.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Eurofins Environment Testing Finland Oy
Niemenkatu 73, 15140 Lahti
Kiltterinkuja 2, 01600 Vantaa

Y-tunnus 2752292-5

www.eurofins.fi
Kotipaikka Lahti

