



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Maiju Koukkunen

HAJUN JÄLJILLÄ

Case hajukartoitus Pättin jätevedenpuhdistamon ympäristössä

Tekniikka
2016

ALKUSANAT

Toukokuussa 2015 aloittaessani kesätyöt ympäristölaboratorio BotniaLabissa, ehdotti toimitusjohtaja Heikki Ahola opinnäytetyöni aiheeksi hajukartoitusta. Hajukartoitus ei ollut minulle ennestään tuttua ja selvittely alkoi heti. Kun useamman kuukauden kestänyt hajukartoituksen toteutus oli tehty, laskettiin tulokset ja tehtiin loppuraportointi, joka on tämän opinnäytetyön liitteenä (liite 1).

Kartoituskäyntejä oli 26 kappaletta, joissa olin jokaisessa ryhmänjohtajana. Lisäksi tein hajukartoitusta varten kartat sekä lomakkeen. Tiiviissä yhteistyössä BotniaLab Oy:n kanssa tein myös tulosten tilastoinnin, laskennan sekä laadin välisekä loppuraportoinnin.

Kiitos Maa- ja vesitekniikan tuki ry:lle opinnäytetyöni tukemisesta apurahalla. Kiitos BotniaLab Oy:n toimitusjohtaja Heikki Aholalle sekä biologi Ossi Käkrä-selle ja opinnäytetyöohjaajalleni Pekka Sténille. Suurkiitos hajukartoitusryhmälle, kiitos myös Pättin puhdistamolle, Vaasan kaupungin kaavoitukselle sekä kaikille muille, jotka ovat olleet mukana tässä hajukartoitustutkimuksessa. Ilman teitä kaikkia ei tehdystä hajukartoituksesta ja opinnäytetyöstä olisi hajuakaan.

Vaasassa 25.3.2016

Maiju Koukkunen

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Maiju Koukkunen
Opinnäytetyön nimi	Hajun jäljillä
Vuosi	2016
Kieli	suomi
Sivumäärä	51 + 3 liitettä
Ohjaaja	Pekka Stén

Tämä opinnäytetyö tehtiin ympäristölaboratorio BotniaLab Oy:lle. Vaasan Veden Pättin jätevedenpuhdistamon ympäristöön tehtiin hajukartoitus, jonka tavoitteena oli hajutilanteen selvitys kenttähavainnoinnilla Vaasan kaupungin kaavoitettavilla alueilla. Loppuraportointi hajukartoituksesta on tämän opinnäytetyön liitteenä.

Hajuhaitta on merkittävä viihtyisyyshaitta. Suomen lainsäädäntö ei ole asettanut hajulle selkeitä ohje- tai raja-arvoja. Suomessa on tehty tutkimus sopivista hajuohjearvoista, joihin tutkimuksista saatuja tuloksia usein verrataan. Lisäksi suomalaisten tutkimusten tuloksia verrataan usein ulkomaisiin hajuohjearvoihin. Hajun selvitysmenetelmiä on useita, mutta Suomessa ei ole selkeää ohjeistusta sille, miten ulkoilman hajuhaittaa tulisi määrittää. Näin ollen hajua lähdetään maassamme selvittämään varsin tapauskohtaisesti. Ulkoilman hajun määrittämiselle on kuitenkin valmisteilla EN-standardi, joka todennäköisesti tulee edistämään määrittämenetelmien yhdenmukaistamista, kun standardi valmistuu. Ulkoilman hajun määrittämenetelmiä on useita. Suomessa on tehty useita hajututkimuksia ja tähän työhön on koottu eri menetelmillä tehtyjä suomalaisia hajuselvityksiä. Lisäksi vuosina 2011–2016 tehtyjä hajuselvityksiä on koottu selvitysmenetelmien taustakokoon.

Suomessa tarvittaisiin selkeä linja ulkoilman hajuhaitan määrittämiselle ja myös lainsäädännölliset ohjearvot hajuhaitan esiintymiselle. Hajuhaitta ei ole yksiselitteinen viihtyisyyshaitta eivätkä hajuhaitan selvittämisen menetelmät ole täysin yksiselitteisiä. Pättin puhdistamon ympäristön hajukartoitus saatiin tehtyä tavoitellussa ajassa ja tulokset on tiedoksi Vaasan kaupungin kaavoitukselle.

ABSTRACT

Author	Maiju Koukkunen
Title	Investigation on Odour Nuisance
Year	2016
Language	Finnish
Pages	51 + 3 Appendices
Name of Supervisor	Pekka Stén

This thesis was made for environmental laboratory BotniaLab Oy. Vaasan Vesi has a sewage treatment plant called Pätt. Because the City of Vaasa has land use planning for areas that are located in the surroundings of the Pätt sewage treatment plant, it was necessary to investigate what is the odour situation in these areas. The investigation was made with field inspection. The report of the odour investigation is enclosed to this thesis.

Odour nuisance is a significant problem. The Finnish law does not include clear guideline values for odour nuisance and in Finland there are not clear instructions for odour detection in ambient air. Still there is a Finnish study that discusses about odour guideline values that might be suitable for Finland. Also an EN-standard for odour detection methods in ambient air is under way. In this thesis some of the Finnish odour investigations are presented.

The odour investigation in the surroundings of the Pätt sewage treatment plant was made in three months. There was an investigator group for the field inspections. From one to three times a week, depending on the weather conditions, the group went to estimate the odour, using their own sense of smell as a tool. Odour was estimated by a given scale. When all the field inspection visits were done, the results were calculated.

Finland has a need for clear guidelines for odour detection in ambient air. Also the legislative guideline values for odour nuisance are needed. Odour nuisance is not an unambiguous comfort nuisance and the methods to investigate the nuisance are not clear enough. The odour detection in the surroundings of Pätt sewage treatment plant was made on schedule. The results of the odour investigation are for the Land use planning of Vaasa City.

Keywords	Odour nuisance, odour detection, odour guideline, comfort nuisance
----------	--

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	9
2	HAJU.....	11
	2.1 Haju ja hajuhaitta	11
	2.2 Hajuhaittaa aiheuttavat toiminnot	12
	2.3 Hajuun vaikuttavia tekijöitä.....	13
	2.4 Hajua koskeva lainsäädäntö ja ohjeistot.....	13
3	HAJUHAITAN SELVITYS.....	15
	3.1 Hajun tutkimismenetelmiä.....	16
	3.1.1 Olfaktometri	16
	3.1.2 Leviämismallinnus	17
	3.1.3 Kenttähavainnointi	18
	3.1.4 Asukaspaneelitutkimus	19
	3.1.5 Kertakysely	19
	3.2 Määrittämenetelmien vertailu	20
	3.3 Valmisteilla oleva EN-standardi ulkoilman hajun määrittämisestä.....	21
4	HAJUSELVITYKSIÄ SUOMESSA.....	22
	4.1 Eri menetelmillä tehtyjä hajuselvityksiä.....	22
	4.1.1 Jyväskylän Nenäniemen jätevedenpuhdistamon hajuselvitys .	22
	4.1.2 Hajupäästöjen leviämismallilaskelmat Naantalin ja Raision seudulla	23
	4.1.3 Hajun määrittäminen kenttähavainnoinnilla Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen ympäristössä.....	24
	4.1.4 Turun seudun jätevedenpuhdistamon hajutarkkailututkimus.....	25
	4.1.5 Domargårdin jätekeskuksen ympäristöpaneeli	27
	4.1.6 Hajun määrittäminen Helsinki-Vantaan lentoaseman läheisten laskuojien varsilla kenttähavainnointi -menetelmällä.....	27
	4.1.7 Hajukartoitus Vaasan Pättin puhdistamon ympäristössä	28
	4.2 Hajuselvitysten vertailu	29
	4.3 Hajuselvityksiä vuosilta 2011–2016.....	31

5	PÄTTIN PUHDISTAMO JA HAJUKARTOITUS	33
5.1	Vaasan veden Pättin jätevedenpuhdistamo	33
5.2	Jätevedenpuhdistamon hajut	35
5.3	Pättin puhdistamon hajut.....	35
5.4	Hajukartoitus Pättin puhdistamon ympäristössä 2015	37
5.4.1	Maastokäynnit	39
5.4.2	Aineiston käsittely.....	42
6	HAJUKARTOITUSPROSESSI.....	43
6.1	Hajukartoituksen suunnittelu	43
6.2	Hajukartoituksen toteutus	43
6.3	Loppuraportointi	44
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINNAT	45
	LÄHTEET	48
	LIITTEET	

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Pättin puhdistamo meren rannassa Vaasan Palosaarella.	s. 9
Kuva 2. Hajupäästöistä aiheutuva hajuhaitta.	s. 12
Kuva 3. Digitaalinen olfaktometri.	s. 17
Kuva 4. Hajuyhdisteiden leviämismalli ODO-FMI:n toimintakaavio.	s. 18
Kuva 5. Kenttäolfaktometri ja sen toimintaperiaate.	s. 23
Kuva 6. Kenttäolfaktometri.	s. 23
Kuva 7. Hajupäästölähteiden sijainti Naantalin ja Raision seudulla.	s. 24
Kuva 8. Hajun luonteen arviointi Turun seudun jätevedenpuhdistamon hajutarkkailututkimuksessa.	s. 26
Kuva 9. Turun seudun jätevedenpuhdistamon hajutarkkailututkimuksessa käytössä ollut hajupäiväkirja.	s. 26
Kuva 10. Pättin puhdistamo.	s. 33
Kuva 11. Pättin puhdistamon virtauskaavio.	s. 34
Kuva 12. Lietteenkäsittely Pättin puhdistamolla.	s. 36
Kuva 13. Ilmastusaltaat.	s. 36
Kuva 14. Hajukartoitusalueet.	s. 37
Kuva 15. Korkeusmalli, Pättin puhdistamo ympäröity punaisella.	s. 39
Kuva 16. Hajukartoituskäynnin koostuminen.	s. 41
Taulukko 1. Keskeisiä käsitteitä.	s. 15
Taulukko 2. Hajun esiintymisen määrittäminen menetelmät.	s. 21
Taulukko 3. Hajuselvitysten vertailu.	s. 30
Taulukko 4. Suomessa tehtyjä hajuselvityksiä viimeisten viiden vuoden aikana.	s. 32

LIITELUETTELO

LIITE 1. Hajukartoituksen loppuraportointi

LIITE 2. Kenttähavainnointilomake

LIITE 3. Hajukartoitusprosessi

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö käsittelee Vaasan Veden Pättin puhdistamon ympäristöön tehdyn hajukartoituksen lisäksi hajua, hajuhaittaa sekä sen syntyä. Olennaisena osana hajuhaittaan liittyvät myös lainsäädännön tarkastelu sekä hajun ohjearvot. Lisäksi työssä käsitellään tavallisimpia menetelmiä, joilla ulkoilman hajuhaittaa voidaan selvittää. Suomessa on tehty useita hajuselvityksiä. Tässä työssä on katsaus eri menetelmillä tehtyihin suomalaisiin hajuselvityksiin sekä koottu taulukkoon hajuselvityksiä, joita Suomessa on tehty viimeisen viiden vuoden aikana.

Vaasan Veden Pättin jätevedenpuhdistamo sijaitsee Vaasan Palosaarella meren rannassa (kuva 1). Puhdistamon ympäristössä on Vaasan kaupungin kaavoitettavia alueita, joille on suunnitteilla rakentamista. Jätevedenpuhdistamon toiminnasta vapautuu hajuja laitoksen ympäristöön. Pättin puhdistamon ympäristön kaavoitettavilla alueilla oli tarpeen selvittää missä määrin ja kuinka voimakkaita jätevedenpuhdistamon hajuja alueilla esiintyy. Alueille tehtiin hajukartoitus Vaasan kaupungin kaavoituksen pyynnöstä ympäristölaboratorio BotniaLab Oy:lle. Menetelmänä hajun kartoittamisessa käytettiin kenttähavainnointia. Hajukartoituksen tuloksena syntynyt loppuraportti on tämän opinnäytetyön liitteenä (liite 1). Tuloksena saatiin tutkittaville alueille hajun esiintymistiheydet.



Kuva 1. Pättin puhdistamo meren rannassa Vaasan Palosaarella. /40/

Jätteiden sekä jätevesien käsittely, elintarvike-, paperi- ja kemianteollisuus kuin myös maatalous aiheuttavat hajuhaittaa Suomessa /22, s. 42/. Vaikka hajuhaitta on lähinnä viihtyisyyshaitta, eikä terveydellistä haittaa varsinaisesti muodostu tavallisesti pienistä hajukomponenttien pitoisuuksista ulkoilmassa, ovat ihmisten asuinviihtyvyys sekä elinolot korostumassa. Näin hajuhaittojen vähentämisen paine jatkuu. /36, s. 69/

Mikäli hajusta aiheutuu terveydellistä haittaa tai haju on selvästi häiritsevää, voidaan Suomessa sekä monessa muussa Euroopan maassa puuttua tilanteeseen lainsäädäntöön nojaten /3, s. 9/. Erityisen tärkeää hajun esiintymisen sekä hajun haittavaikutusten arviointi on silloin, kun uusia asuinalueita kaavoitetaan haisevan toiminnan lähelle tai kun jo olemassa olevan asuinalueen lähelle aiotaan sijoittaa toimintaa, josta aiheutuu hajua /22, s. 43/. Suomessa ei ole hajun määrittämiseksi yhdenmukaisia käytäntöjä tai arviointiperusteita, joten teollisuuslaitosten ympäristöön pääsevien hajujen aiheuttamaa haitan vakavuutta arvioidaan tapauskohtaisesti /3, s. 9/. European Committee for Standardization eli CEN valmistelee parhailleen EN-standardeja ulkoilman hajun määrittämiseksi. Näiden standardien voimaan tullessa ulkoilman hajun määrittämiseksi saadaan avuksi yhdenmukaisemat työkalut.

Hajua voidaan ulkoilmasta määrittää monin eri tavoin, joista tavallisimpia ovat hajun määrittäminen olfaktometrillä, leviämismallinnus, kenttähavainnointi, asukaspaneelitutkimus sekä kertakysely. Suomessa on tehty monia hajuselvityksiä, joista hajun arvioinnin tapauskohtaisuus on hyvin nähtävissä. Viimeisten viiden vuoden aikana tehtyjen hajuselvitysten osalta on nähtävissä uudenlaisiakin keinoja selvittää hajuhaittaa.

Påttin puhdistamolta hajuja vapautuu pääasiassa lietteenkäsittelystä sekä ilmasutaltaista. Sääoloilla sekä maastolla on ratkaiseva vaikutus hajujen leviämiseen. Påttin hajututkimuksen aikataulutavoitteessa pysyttiin, vaikka aikataulujen sekä sääolojen yhteensovittaminen toivat haastetta. Kuten Påttin puhdistamolle tehty hajukartoitus osoitti, Suomessa hajuhaitan määrittäminen ei ole yksiselitteistä ja selkeille hajuohje-arvoille sekä hajun määrittämenetelmille olisi lainsäädännösämme tarvetta.

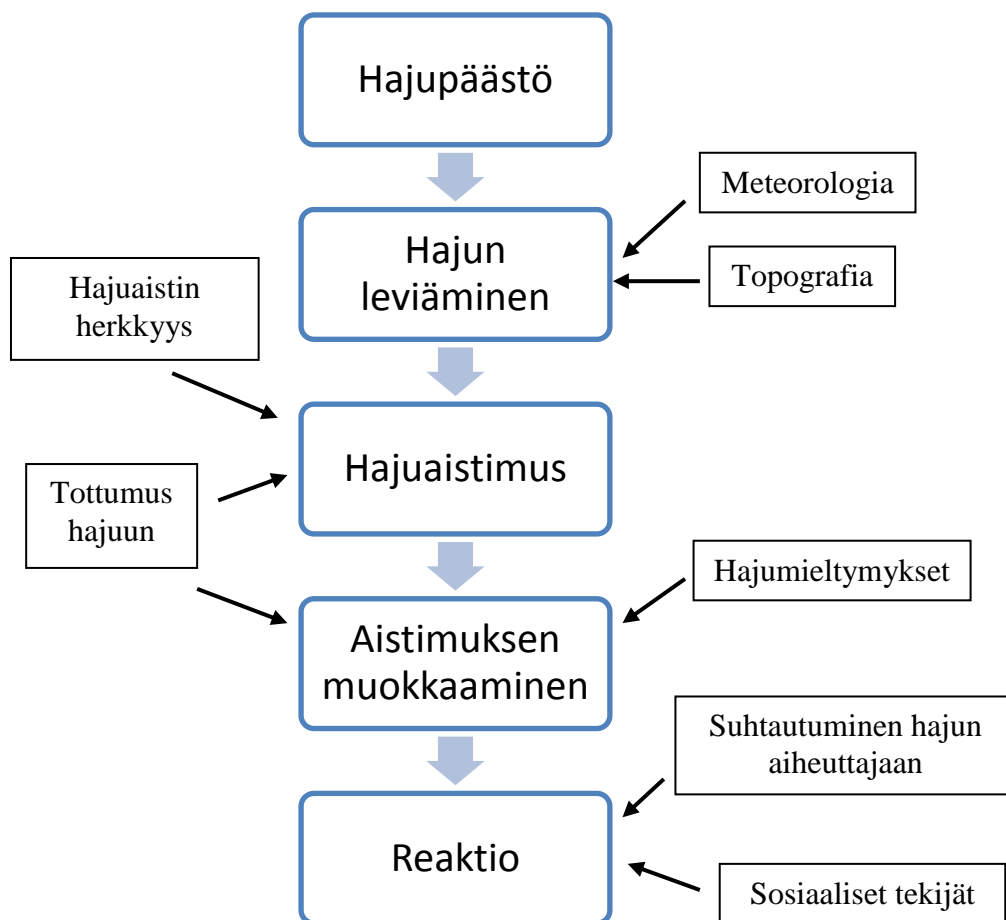
2 HAJU

2.1 Haju ja hajuhaitta

Haju muodostuu kemiallisesti useiden yhdisteiden seoksesta. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet ovat seoksessa niin pieniä, että niiden mittaaminen on haastavaa. /36, s. 67/ Lukumääräisesti suurin osa yhdisteistä, jotka aiheuttavat hajuhaittaa, ovat orgaanisia yhdisteitä. Näiden joukossa on esimerkiksi merkaptaaneja, amiineja, sulfideja sekä aldehydejä ja karboksyylihappoja. Ammoniakki NH_3 sekä rikkivety H_2S ovat merkittävimmät epäorgaanisista yhdisteistä, jotka aiheuttavat hajua. /29, s. 11/ Hajuyhdisteen kulkeutuessa ilmassa, se saattaa muuntua toisenlaiseksi yhdisteeksi ja myös muualta tulevat yhdisteet saattavat sekoittua siihen /24, s. 32/.

Yhdisteen kemialliset ominaisuudet vaikuttavat hajun kokemiseen /24, s. 32/. Eri yhdisteiden vaikutuksesta kokonaishajuun ei ole tietoa /3, s. 11/. Hajun esiintymistä voidaan pitää fysiologisena suurena, mutta hajuhaitta puolestaan on riippuvainen psykososiaalisten tekijöiden lisäksi aistifysiologisista tekijöistä kuten yksilöllisestä hajuaistin herkkyydestä. Näihin puolestaan vaikuttavat hajun miellyttävyys, voimakkuus sekä hajun peruslaatu. Lisäksi hajun esiintymistiheys on tärkeä tekijä hajuhaitan määräytymisessä. /3, s. 9/ Jos haju pysyy samanlaisena, turtuu ihmisen elimistö siihen. Hajun kokeminen on kulttuurisidonnaista ja hajun miellyttävyyden yksiselitteinen määrittäminen on hankalaa. /24, s. 32–33/

Hajujen merkittävin vaikutus on viihtyisyyden väheneminen ja haju onkin varsin selvästi koettava ympäristöhaitta. Hajut eivät yleensä aiheuta välitöntä vaaraa terveydelle. Hajuhaitan syy-seurausyhteys on monimutkainen (kuva 2) ja tämän vuoksi hajulähteen hajuhaittaa ei voida suoraan määrittää pelkästään hajupitoisuuden tai hajun esiintymistiheyden mittauksella. Hajuhaitan varma selvitys voidaan tehdä vain vaikutusalueen asukkaiden kautta. /3, s. 9–10/



Kuva 2. Hajupäästöä aiheutuva hajuhaitta. /3, s. 10/

2.2 Hajuhaittaa aiheuttavat toiminnot

Hajua aiheuttavat eri teollisuudenalojen tuotantojen lisäksi yhdyskuntien toiminta, esimerkiksi jätevesien käsittely ja jätehuolto, joissa hajua muodostuu mikrobien toiminnasta. Teollisuuden prosesseissa hajun aiheuttajia ovat usein kemikaalit, kuten liuottimet sekä rikkivety. Poikkeustilanteet aiheuttavat usein hajuhaittaa ja niillä onkin merkittävä osa hajuhaittojen synnyssä. Lisäksi hajupäästöillä, kuten esimerkiksi ilmastointien ulostuloilla ja oviaukoilla, on merkittävä osuus hajuhaittan muodostumisessa. /36, s. 67/

Nykytekniikan sekä ympäristölupien vaatimusten myötä päästöjä pyritään hallitsemaan ulosjohdettavan ilman puhdistusmenetelmillä. Hajuhaittoja esiintyykin nykyään aiempaa vähemmän. /36, s. 67/ On epätodennäköistä, että prosesseja saa-

taisiin tulevaisuudessakaan täysin hajuttomiksi. Huomattavaa on, että jo kohteen suunnitteluvaiheessa voidaan tunnistaa prosessien ja aineiden hajuriskit, jolloin hajujen vähennystoimenpiteisiin voidaan ryhtyä ennalta. /36, s. 69/

2.3 Hajuun vaikuttavia tekijöitä

Muiden ilman epäpuhtauksien tavoin hajuyhdisteet leviävät sekä hajaantuvat ilmakehän virtausten ja turbulenssin mukaisesti /29, s. 11/. Maasto ja sen pintailmiöt vaikuttavat paikallisiin sääolosuhteisiin, jolla on paljon merkitystä hajun leviämisen ja sen aistimisen kannalta ympäristössä. Eniten hajuhavaintoja tehdään stabiilissa ilmakehässä, empiirisesti saadun tiedon mukaan. Stabiilissa ilmakehässä ilma sekoittuu vaimeasti ja ilmaan päässeiden epäpuhtauksien hajaantuminen tapahtuu tästä johtuen hitaasti. On todennäköistä, että talvisin hajua ei keskimäärin koeta yhtä häiritseväenä kuin kesällä. Ulkoilman muutokset havaitaan kesäaikaan helpommin, kun aikaa vietetään enemmän ulkona ja ikkunoita pidetään taloissa auki. Lisäksi kylmässä ilmassa, alle 0 °C hajua on vaikeampaa havaita. /4, s. 16–17/

2.4 Hajua koskeva lainsäädäntö ja ohjeavot

Suomen laissa ei ole ulkoilman hajupitoisuuksille ohje- tai raja-arvoja /30, s. 6/. Valtioneuvoston päätöksessä ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvosta on annettu haisevien rikkiyhdisteiden kokonaismäärälle (TRS) ohjearvo /41/. Viihtyisyshaitalle ei ole olemassa tiukkaa rajausta Suomen laissa. Hajuyhdisteiden päästöjä tai hajua ulkoilmassa ei lainsäädännössä kielletä, kuitenkin ympäristölle pilaantumisen vaaraa aiheuttavalle toiminnalle vaaditaan lupa. /30, s. 6/ Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) määrää asemakaavan laadittavan niin, että luotaisiin edellytykset turvalliseen, terveelliseen ja viihtyisään elinympäristöön /20/. Ympäristönsuojelulain (527/2014) nojalla tulee toiminnasta syntyvää ilman pilaantumista ehkäistä ja haittoja minimoida /21/. Laissa eräistä naapurussuhteista (26/1920) määrätään, ettei kiinteistön toiminnasta tai rakennuksesta saa aiheutua hajusta johtuvaa räsitusta kohtuuttoman paljon ympäristön asukkaille /19/.

Hajun niin kutsuttua yleisen valitustason rajana voidaan pitää 5 hy/m³ (katso taulukko 1) Eurooppalaisen tutkimuksen mukaan. Pitoisuudessa 1 hy/m³ haju voidaan juuri havaita, pitoisuudessa 3 hy/m³ haju voidaan selvästi tunnistaa ja pitoisuudessa 5 hy/m³ useat kokevat hajun voimakkaana. Näitä arvoja voidaan käyttää jätevedenpuhdistamoiden, maatalouden sekä teollisuuden aiheuttamien hajupäästöjen viihtyisyyshaitan arvioinnissa. /30, s. 6/

Maailman Terveysjärjestö WHO on määritellyt hyväksyttävän hajuhaitan niin, että väestöstä alle 5 % kokee häiritsevää hajua vähemmän kuin 2 % kokonaisajasta. Häiritsevän hajun rajaa ei voida kuitenkaan WHO:n mukaan määrittää ainoastaan hajupitoisuuden kautta, sillä sosioekonomiset sekä psykologiset seikat vaikuttavat hajun häiritsevyyteen. /1, s. 20/

Suomessa hajuohjearvoista tehdyn tutkimuksen mukaan hajuhaittaa voidaan pitää merkittävänä viihtyisyyden kannalta, jos 25–50 % asukkaista kokee, että haju on selvästi häiritsevää. Tämä vastaa selvän hajun keskimääräisenä esiintymistiheytenä 3–9 %. Tässä alarajalla (3 %) osoitetaan selviä sekä epämiellyttäviä hajuja, kun taas yläraja (9 %) on osoitettu vaihtelevammille hajuille. /3, s. 75/

Saksassa asutusalueilla saa esiintyä selvää hajua 10 % kokonaisajasta ja teollisuusalueilla vastaava luku on 15 %. Kyläalueilla karjatiloihin peräisin olevalle häiritsevälle ulkoilman hajulle luku on 15 %. Nämä annetut arvot ovat verrannollisia hajutunteihin. /6, s. 5/

Iso-Britanniassa ohjearvona hajun esiintymistiheydelle on 2 % selvän hajun esiintymistiheys kokonaisajasta. Tällä ohjearvolla pystytään pääosin välttämään vakavat viihtyisyyshaitat. /32, s. 5/ Tanskassa ohjearvo häiritsevälle laitoksesta peräisin olevalle hajulle, jota esiintyy laitoksen ympäristössä, on 1 % kokonaisajasta /25/.

3 HAJUHAITAN SELVITYS

Tässä kappaleessa käsitellään tavallisimpia ulkoilman hajun tutkimismenetelmiä sekä vertaillaan niitä toisiinsa. Kohdassa 3.3 kerrotaan myös valmisteilla olevasta EN-standardista ulkoilman hajun määrittämiseksi. Hajuun sekä hajun kartoittamiseen liittyy useita käsitteitä, joista keskeisimmät on koottu taulukkoon 1.

Taulukko 1. Keskeisiä käsitteitä.

Hajun esiintymistiheys	Aika, jolloin koetaan hajuhaittaa /36, s. 68/. Ilmaistaan prosentteina kokonaisajasta /3, s. 72/.
Hajuindeksi, hajuhaittaindeksi	Ilmaisee häiritsevää hajua kokeneiden hajupanelistien osuuden /3, s. 16/.
Hajutunti	Positiiviseksi luokiteltua yksittäistä mittausta sanotaan hajutunniksi. Mittaus on positiivinen, jos selvän hajun prosentuaalinen osuus mittausajasta on määritellyn rajan tasolla tai ylittää sen. /43, s. 7/
Hajuviuhka, hajupluumi	Haisevan päästön leviämisaalue /4, s. 6/.
Havaintopiste	Paikka, jossa hajukartoittajat tekevät yksittäisen hajumittauksen /43, s. 8/.
Hajukynnys	Pienin hajupitoisuus, jossa hajua havaitaan /24, s. 32/.
Hajupitoisuus	Hajupitoisuuden mittana käytetään h.y./m ³ , joka tarkoittaa hajuyksikköä kuutiometrissä. Hajuyksikkö kertoo, kuinka paljon haisevaa ilmaa tulisi laimentaa, jotta se ei haisisi ja jolloin yhdisteiden pitoisuus ei ylittäisi hajukynnystä. /3, s. 11/

3.1 Hajun tutkimismenetelmiä

Hajujen esiintymistä ulkoilmassa voidaan arvioida aistinvaraisesti asukaspaneelilla sekä kenttähavainnoinnilla, päästötietojen perusteella tehtävällä asiantuntija-arvioina tai haisevien yhdisteiden pitoisuuksien mittauksella. Hajujen alueellista esiintymistä voidaan arvioida hajuyhdisteiden leviämismalleilla. /22, s. 42/ Tässä kappaleessa esitellään ulkoilman hajun tutkimiseen useimmin käytettyjä menetelmiä.

3.1.1 Olfaktometri

Olfaktometri on laite (kuva 3), jota käytetään hajun voimakkuuden tai pitoisuuden mittaamiseen. Määrittämiseen tarvitaan hajupaneeli, jonka avulla hajun pitoisuus tai hajun kynnsarvo voidaan määrittää. /35, s. 191/ Olfaktometri muodostaa kaasuvirran hajupäästölähteen näytteestä laimentamalla. Näytekaasuvirran laimennusta vähennetään (toisin sanoen kasvatetaan pitoisuutta) siihen saakka kunnes koehenkilö, jolla on todettu olevan normaali hajuaisti, erottaa näytekaasuvirrassa hajua. Olfaktometri laskee hajupitoisuuden näytteelle koehenkilöiden määrittämiin perustuen. Näytettä laimennetaan niin kauan, että koehenkilöistä 50 % haistavat hajun, mutta eivät tunnista sitä. Tällaista hajupitoisuutta voidaan kutsua perushajukynnykseksi, jonka hajupitoisuus on 1 hy/m^3 . /22, s. 43/ Hajun määrittämiseen dynaamisella olfaktometrillä on julkaistu eurooppalainen standardi SFS EN 13725 /33/.

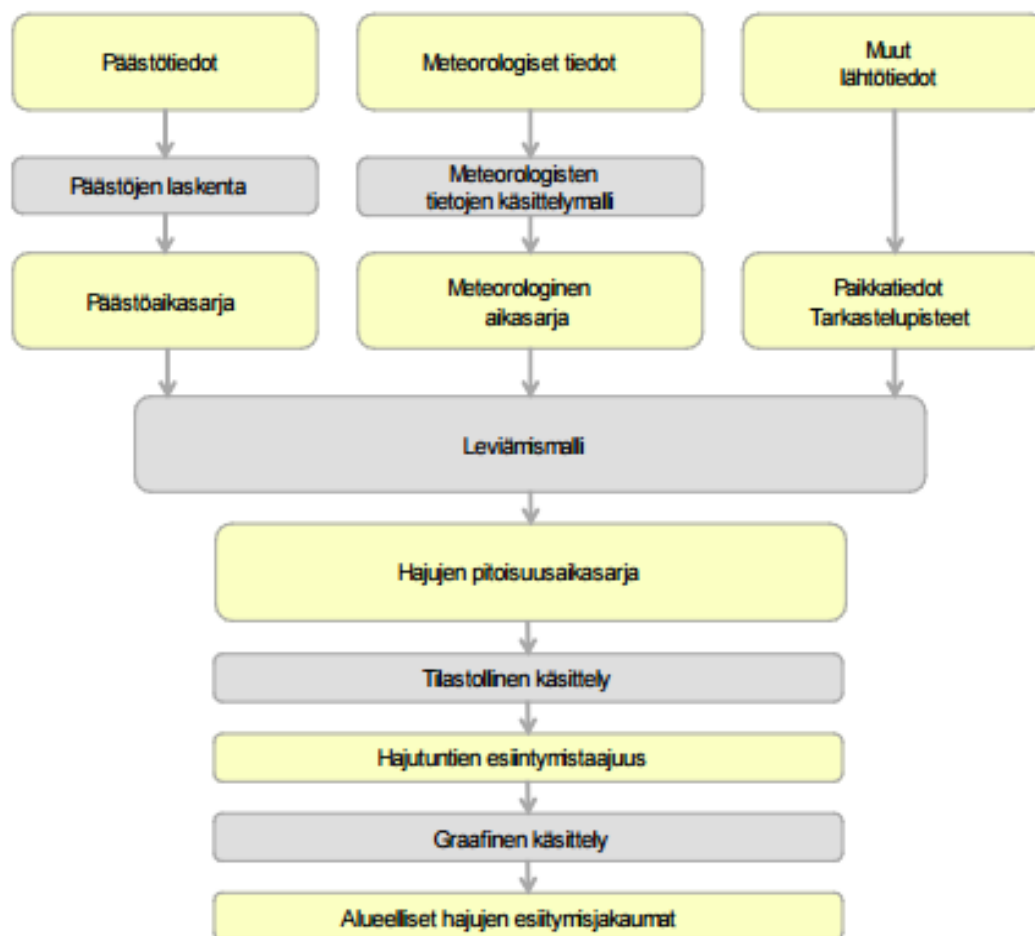


Kuva 3. Digitaalinen olfaktometri. /5/

3.1.2 Leviämismallinnus

Hajuyhdisteiden kulkeutumista ilmakehässä sekä hajun määrää hajulähteen ympäristössä voidaan tutkia hajuyhdisteiden leviämismalleilla /22, s. 42/. Leviämismalleilla lasketaan hajukaasujen leviämistä hajulähteestä tuulen alapuolelle, jolloin voidaan selvittää vaikutus alueen väestöön /35, s. 195/. Ilmatieteen laitoksella on kehitetty leviämismalli hajuyhdisteille. Mallilla pystytään kuvaamaan tarkastelualueen sääolosuhtetietoja hyväksi käyttäen hajupäästöjä ilmakehässä, kuten niiden laimenemista sekä leviämistä. Tavallisesti päästökohteista tehdään olfaktometrillä hajuyksikkömääritys. Tietoa hajuyksikkömäärityksestä käytetään laskelmissa muiden tarvittavien tietojen lisäksi. /22, s. 43/

Tuloksena hajumallilaskelmista saadaan prosentit vuoden tunneista, joina hajua esiintyy. Laskelmat voidaan tehdä eri voimakkaille hajuille. Ilmatieteen laitoksen kehittämä hajuyhdisteiden leviämismalli on nimeltään ODO-FMI. /22, s. 43/ ODO-FMI:n toiminnasta kaavio kuvassa 4.



Kuva 4. Hajuyhdisteiden leviämismalli ODO-FMI:n toimintakaavio. /30, s. 7/

3.1.3 Kenttähavainnointi

Kenttähavainnointi on suora hajun esiintymisen määrittäminen, joka perustuu ihmisen hajuaistin toimintaan. Mittaus tehdään kenttähavainnoitsijoiden hajuaistimusten kautta, kun koulutettu ryhmä määrittää ulkoilmasta hajun voimakkuutta tai havaittavuutta. Kenttähavainnointimenetelmät voidaan jakaa kahteen ryhmään, vaikka suoritustavoissa on vaihtelevuuksia. Toisessa menetelmässä on tavoitteena selvittää hajupäästöjen leviäminen, toisessa suoritustavassa päämääränä on saada selville alueen väestön altistumisen taso hajuille. /3, s. 17/

Kenttähavainnoinnilla saadaan objektiivista, luotettavaa tietoa todellisesta hajutilanteesta, eikä välillisiä apuparametreja tarvita. Kenttähavainnointimenetelmä vaatii kuitenkin suurta työpanosta. Mikäli tutkittavalla alueella on vain yksi hajuyhdiste,

lähde ja hajutilanteeseen vaikuttaa meteorologiset olot, on tilastollisesti luotettavien tulosten saamiseksi tärkeää, että havaintoja on riittävän suuri määrä. /3, s. 17/

3.1.4 Asukaspaneelitutkimus

Asukaspaneelitutkimuksessa asukkaat kirjaavat ylös hajuhavainnot, joita ovat tehneet kotiympäristössään. Luonteeltaan tutkimus on pitkäkestoinen, esimerkiksi noin 4–12 kuukautta. Tilastollisella käsittelyllä saaduista havainnoista saadaan selville hajun esiintymistiheys, hajun luonne sekä myös hajulähteen vaikutusalue. Lisäksi saadaan selville, kuinka suuresta hajuhaitasta on kyse. /3, s. 14/

Tavallisesti panelistit valitaan satunnaisesti. Usein panelistin oma arvio hajuaististaan riittää, mutta hajuaisti voidaan myös testata. Riippuen hajulähteiden lukumäärästä sekä tutkimusalueen suuruudesta, valitaan paneeliin yleensä 25–50 henkilöä. Asukaspaneelin kouluttamisesta on eri näkemyksiä. Koulutettu ryhmä aistii hajuja kouluttamatonta ryhmää herkemmin. Huomattavan tärkeää asukaspaneelitutkimuksessa on panelistien motivointi, erityisesti silloin, kun tutkimus on pitkäkestoinen. /3, s. 14–15/

3.1.5 Kertakysely

Väestökyselyn avulla selvitetään laitoksen aiheuttama hajuhaitta asukkaiden kotiympäristössä. Kyselyn kautta voidaan selvittää, kuinka haitallisena haju koetaan alueen viihtyisyydelle ja kuinka usein hajua esiintyy. Periaatteeltaan kertakysely on samanlainen kuin asukaspaneelitutkimus, mutta kestoltaan lyhyempi ja havainnoitsijoita on kertakyselyssä huomattavasti enemmän. Tulokset eivät ole yhtä luotettavia kertaluontoisuuden takia kuin asukaspaneelissa. Kyselyssä tulee olla riittävä määrä osanottajia ja osallistujien oltava tasaisesti tutkimusalueelta sekä kysymyksien hyvin tehtyjä. Mikäli ympäristön asukkailta on tullut valituksia tai halutaan selvittää hajupäästöjen rajoittamisen tehokkuus tai tarpeellisuus, on kertakyselymenetelmä hyvin soveltuva. /3, s. 18/

3.2 Määrittämenetelmien vertailu

Mikäli halutaan selvittää hajuhaittojen nykytilanne, ovat asukaspaneelitutkimus, kenttähavainnointi sekä mittaukset hyvin soveltuvia. Jos kuitenkin halutaan arvioida esimerkiksi suunniteltuja päästövähennystoimia, uuden laitoksen toimintaa tai tuuletusratkaisujen vaikutusta, on laskennallinen mallintaminen käytännöllisesti katsoen ainoa luotettava keino hajuhaittojen ehkäisemisessä. /30, s. 5/

Hajupäästön seuranta sekä tarkkailu eivät ole helppoa. Hajuhaitan kestosta ja vaikutusalueesta parhaan kuvan antaa hajumallinnus, mutta lähtötietojen täytyy mallinnukseen olla luotettavia. Haastavaa mallinnuksessa on, että normaalipäästötilanteiden lisäksi myös häiriötilanteiden aiheuttamat päästöt on huomioitava. Lähtötietojen selvityksessä käytettävän olfaktometrisen mittauksen epävarmuus tuo lisähaasteita mallinnukseen. Rinnakkaisia näytteitä on suositeltavaa ottaa olfaktometrimittauksen epävarmuuden takia, mikä nostaa kustannuksia. Mallinnuksien ajallinen edustavuus kuin myös eri prosessiolosuhteiden huomiointi on usein heikkoa. Jos mallinnus perustuu puhdistuslaitteiden takuuarvoihin sekä mitoitus-tietoihin, eikä häiriötilanteita ja hajapäästöjä huomioida, voidaan tuloksesta saada liian optimistinen. /36, s. 68/ Huomattavaa on, että leviämislaskelmien tulos on vain arvio altistumistasosta ja laskelmilla ei saada tietoa viihtyisyshaitasta, jota väestö kokee /3, s. 72/.

Asukkailta saatujen hajua koskevien palautteiden määrä kertoo hajuhaitan vakavuudesta. Usein ihmisillä on tietty kynnyks koetun haitan sekä valittamisen välillä, kun toiset puolestaan valittavat ilman syytä. Tästä syystä valitusten määrä ei ole kovinkaan tarkka keino määrittää hajuhaittaa, jota väestö kokee. Kuitenkin hajuvalitusten määrää voidaan pitää indikoivana mittana hajuongelmalle, ja valitusten lukumäärästä voidaan päätellä tarve tilanteen tarkemmalle selvittämiselle. /3, s. 10/

Pitkäaikaisempaa tietoa hajun kokemisesta antavat asukaspaneelin avulla saatavat tiedot. Haastavuutta menetelmään tuo panelistien aktivoiminen ja usein vain muutamien panelistien mukana havainnoinnissa. Luotettavin menetelmä hajun tunnistamiseen ovat koulutetut hajuraadit, mutta ongelmana on havaintojen rajoit-

tuminen tarkasteluajankohtaan. Jotta saataisiin paras kuva haitan merkittävyydestä sekä tilanteen kehittymisestä, voidaan eri menetelmiä yhdistellä. /36, s. 68/ Taulukossa 2 verrataan tavallisimpia määrittämenetelmiä.

Taulukko 2. Hajun esiintymisen määrittämenetelmät. /3, s. 32/

	Leviämislaskelmat	Asukaspaneelitutkimus	Kenttähavainnointi	Kertakysely
Erittelee eri hajulähteet	Hyvin	Kohtalaisesti	Melko hyvin	Rajallisesti
Taustassa esiintyvä haju vaikuttaa tulokseen	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Tarvittava työpanos	Pieni	Kohtalainen	Melko suuri	Pieni
Menetelmän herkkyys	Hyvä	Kohtalainen	Hyvä	Melko huono
Toistettavuus	Riippuu lähtötietojen määrittämenetelmästä ja mallin pätevyydestä	Kohtalainen	Kohtalainen	Melko huono

3.3 Valmisteilla oleva EN-standardi ulkoilman hajun määrittämisestä

CEN:ssä (European Committee for Standardization) on meneillään kahden ulkoilman hajun määrittämenetelmän standardisoiminen. Ne ovat niin kutsuttuja proposaleita, mikä tarkoittaa niillä olevan prEN -status. Valmisteilla olevat standardit ovat EN 16841-1 Grid method ja 16841-2 Plume method. Hajun esiintymistiheys selvitetään Grid method -menetelmässä kenttähavainnoinnilla. Plume method -menetelmällä selvitetään hajuviuhkan rajat. Mittausepävarmuudelle on pyritty uusissa teksteissä saamaan laskentamalli. Tekeillä olevat tekstit ovat saaneet eri maiden tahoilta paljon kommentteja, eivätkä ne todennäköisesti valmistu vielä lähiaikoina. /15/

4 HAJUSELVITYKSIÄ SUOMESSA

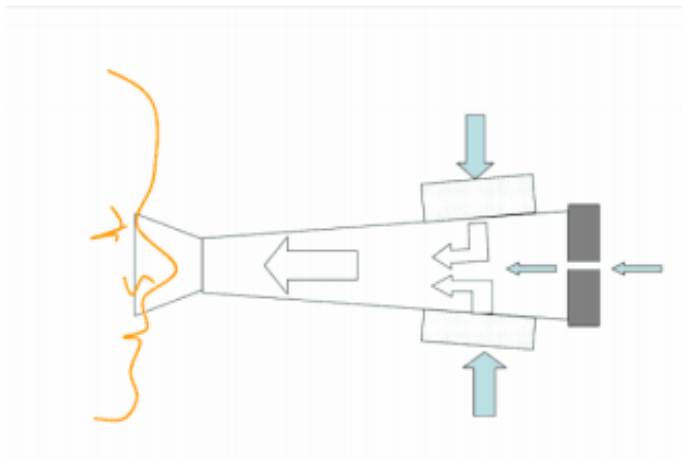
Hajun esiintymistä voidaan selvittää monin eri tavoin. Tähän kappaleeseen on koottu katsaus muutamista Suomessa tehdyistä hajuselvityksistä, joissa on käytetty erilaisia menetelmiä. Lisäksi kappaleen lopussa on katsaus viimeisen viiden vuoden aikana tehtyihin hajuselvityksiin.

4.1 Eri menetelmillä tehtyjä hajuselvityksiä

4.1.1 Jyväskylän Nenäinniemen jätevedenpuhdistamon hajuselvitys

Ramboll Finland Oy on tehnyt Jyväskylässä hajuselvityksen Nenäinniemen jätevedenpuhdistamolle vuonna 2015. Tavoitteena oli selvittää lähialueella esiintyviä hajuvaikutuksia Nenäinniemen jätevedenpuhdistamosta. Työssä selvitettiin hajupäästöjen suuruuden lisäksi hajujen lähteitä. Tutkimuksessa käytettiin kahta menetelmää hajupäästön vaikutuksien arviointiin. /13/

Selvityksessä otettiin biosuodattimen poistohormista hajunäyte, joka analysoitiin dynaamisen olfaktometrin avulla laboratoriossa. Päästöjen leviämisen tarkasteluun käytettiin leviämismallinnusta, jonka tuloksena saatiin päästölähteen läheisyydessä vuoden aikana esiintyvistä hajutunneista tasa-arvokäyrästä. Toinen tutkimuksen menetelmä oli kenttäolfaktometri (kuva 5 ja 6), jolla mitattiin ulkoilman hajupitoisuuksia. Kenttäolfaktometriset mittaukset tehtiin tuulen alapuolella useissa pisteissä ajankohtana, jolloin haju ei voimakkaasti levinnyt tai laimentunut. Olfaktometrisissä mittauksissa niin laboratoriossa kuin kentälläkin arvioitiin hajun luonnetta. Hajun häiritsevyyden arvioinnissa hajun luonteella on merkitystä. /13/



Kuva 5. Kenttäolfaktometri ja sen toimintaperiaate. /13, s. 2/

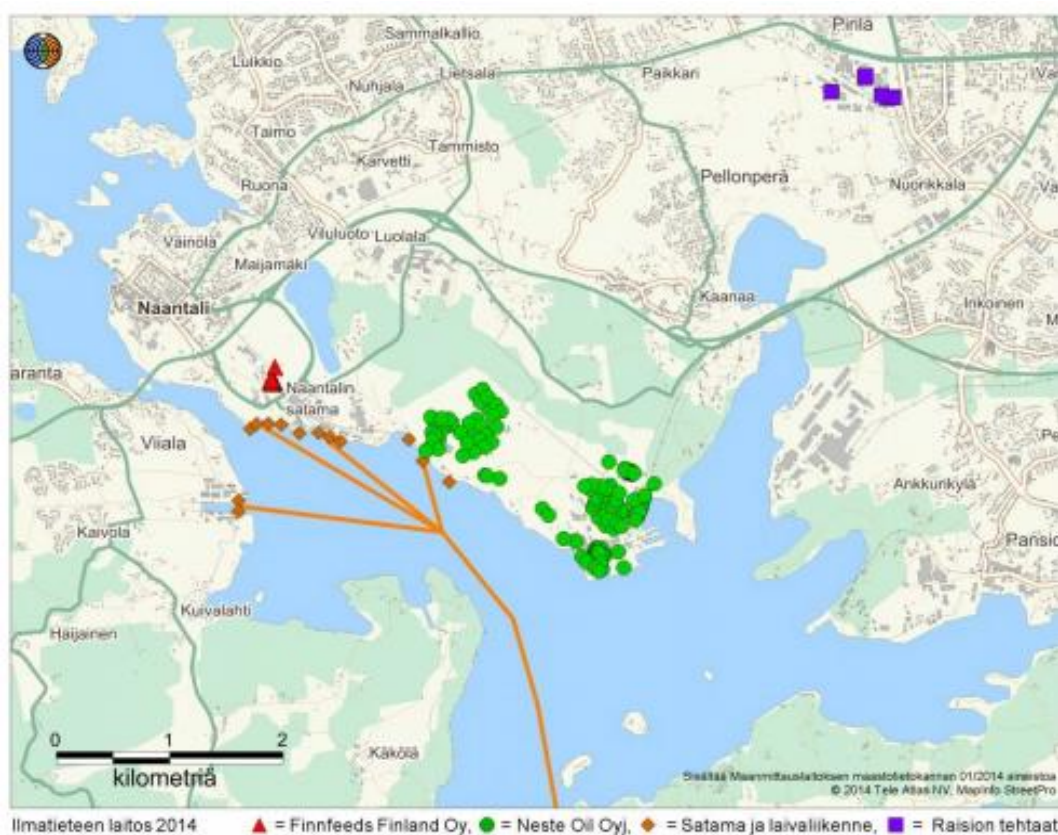


Kuva 6. Kenttäolfaktometri. /26/

4.1.2 Hajupäästöjen leviämismallilaskelmat Naantalien ja Raision seudulla

Naantalien ja Raision seudulla on tehty tutkimus alueen hajupäästöjen leviämisestä. Ilmatieteen laitoksen tekemä tutkimus valmistui vuonna 2014 ja sen tarkoituksena oli selvittää hajuvaikutukset merkittävimmistä päästölähteistä Naantalien ja Raision seudulla (kuva 7). Leviämislaskelmien tulokset olivat tueksi Naantalien ja Raision alueen kaavoitukselle osana yhteistarkkailua päästöjen hajuvaikutuksista. /30, s. 1–3/

Leviämislaskelmat tehtiin leviämismalli ODO-FMI:llä. Hajuyksikkölaskelmien ja hajupäästömittausten avulla tarkasteltiin laskelmissa sekä lyhyt- että pitkäaikaisen hajun esiintymistä. Tuloksena saatiin vuoden aikana esiintyvien hajutuntien määrä. Hajun voimakkuutta kuvattiin kolmen eri hajukynnyksen arvoilla. Laskelmat tehtiin vuosien 2013 ja 2014 päästötilanteille erikseen. Lähtötietoina laskelmissa käytettiin päästölähteiden teknisiä tietoja laitoksilta, insinööritoimiston tekemiä hajuyksikkölaskelmia sekä lisäksi hajumittauksia ja laivakäyntitietoja. /30, s. 3/



Kuva 7. Hajupäästölähteiden sijainti Naantalin ja Raision seudulla. /30, s. 9/

4.1.3 Hajun määrittäminen kenttähavainnoinnilla Ämmäsuon jätteenkäsittelykeskuksen ympäristössä

VTT Expert Services Oy on kartoittanut HSY:n (Helsingin seudun ympäristöpalvelut) jätteenkäsittelykeskuksesta peräisin olevia hajuja vuonna 2012–2013 Äm-

mässuon ympäristössä, Kirkkonummella sekä Espoossa. Alueella on tehty säännöllistä hajun kartoittamista vuodesta 2000 alkaen. Vuosina 2012–2013 tehty tutkimus suoritettiin aistinvaraisesti kenttähavainnoinnilla, jossa 3–4 henkilön ryhmä liikkui maastossa havainnoiden ilmanlaatua. Lyhyen esikartoituksen perusteella valittiin havaintokerroittain havaintopisteet. Tutkimuksessa arvioitiin hajun voimakkuutta nelijakoisella asteikolla. /9, s. 1–2/

Tutkimuksen tuloksena saatiin tietoa hajun eri voimakkuuksien esiintymistiheyksistä tutkittavilla alueilla ja eri etäisyyksillä HSY:n jätteenkäsittelykeskuksesta. Tulokset laskettiin suhteuttaen aiempien vuosien keskimääräiseen tuuliruuuun. Tutkimuksessa vertailtiin saatuja tuloksia alueella aiemmin tehtyihin kenttähavainnointituloksiin. /9/

4.1.4 Turun seudun jätevedenpuhdistamon hajutarkkailututkimus

Turussa on tehty hajutarkkailututkimus vuosina 2008–2009, jossa tavoitteena oli selvittää Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon ympäristössä mahdolliset hajuhaitat sekä ennen että jälkeen puhdistamon käyttöönoton. Tutkimus suoritettiin hajupaneelilla, joka koostui vapaaehtoisista ja tehtävään koulutetuista henkilöistä. Tutkimuksessa tarkkailtiin hajujen voimakkuutta, esiintymistä sekä hajujen alkuperää. Hajupanelisteilla oli käytössä hajupäiväkirja, johon he merkitsivät hajun laadun, voimakkuuden sekä keston (kuva 8 ja 9). Lisäksi hajun häiritsevyyttä ja laatua arvioitiin. Tutkimus tehtiin Kakolanmäen puhdistamon ympäristössä rajatulla alueella ja myös jätevedenpuhdistamon henkilökunta tarkkaili hajutilannetta puhdistamon kiinteistöllä. Lisäksi puhdistamon Internet-sivujen kautta lähialueen asukkaat saivat tehdä ilmoituksia puhdistamolta peräisin olevista havaitsemistaan hajuista. Tuloksissa hajun häiritsevyys arvioitiin hajuhaittaindeksillä ja hajujen keston avulla laskettiin esiintymisfrekvenssit. Tutkimusjaksoilla huomioitiin vallinneet sää- ja tuuliolosuhteet. /37/

4.1.5 Domargårdin jätekeskuksen ympäristöpaneeli

Porvoossa perustettiin ympäristöpaneeli Domargårdin jäteaseman toiminnan ympäristövaikutuksien seurantaan vuonna 2008. Paneeli koottiin lähiympäristön asukkaista ja sen tehtävänä oli seurata jäteaseman mahdollisia vaikutuksia lähiympäristössä kuten esimerkiksi hajun, melun ja haittaeläinten kuin myös roskaantumisen sekä pölyn esiintymistä. Paneelin toiminta alkoi lokakuussa 2008. /23/

Mukana oleville panelisteille toimitettiin seurantamateriaali. Seurantalomakkeeseen merkittiin muiden ympäristöhavaintojen lisäksi mahdollisen hajun kesto, laatu, voimakkuus sekä hajun häiritsevyyssaste. Myös muut havainnot hajusta kirjattiin ylös. Tuloksista selvitettiin hajun osalta hajupäivien lukumäärä kuukaudessa, ja merkittävät hajutapahtumat sekä laskettiin hajuindeksi. Lisäksi sääolojen, lähinnä tuulen suunnan vaikutusta hajuhavaintoihin tutkittiin. Domargårdin paneelin tulosten raportointi tehtiin kolmen kuukauden välein ja yhteenvetoraportti aina vuoden lopussa. Tulokset olivat osa vaikutusten hallintatoimenpiteiden ohjaamista. /23/

Lähiasukkaista kootun ympäristöpaneelin toimintaa kevennettiin vuoden 2013 lokakuusta alkaen. Havainnot ilmoitetaan Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy:n Internet-sivujen palautekyselyn kautta silloin, kun havaintoja tehdään. Lisäksi muutkin kuin ympäristöpaneelin jäsenet voivat tehdä ilmoituksia. Vuosittain havainnoista tehdään julkaistava yhteenveto. /11/

4.1.6 Hajun määrittäminen Helsinki-Vantaan lentoaseman läheisten laskuojien varsilla kenttähavainnointi -menetelmällä

VTT on tutkinut hajuja Finavian Helsinki-Vantaan lentoaseman lähellä sijaitsevien laskuojien varsilla keväällä ja kesällä 2008. Tarkoituksena oli selvittää propyleeniglykolin sekä sen hajoamistuotteista peräisin olevien hajujen esiintymistä. Tutkimus suoritettiin aistinvaraisesti kenttähavainnoinnilla. Kenttähavainnointiryhmä koostui 3–4 henkilöstä. Havaintopisteet valittiin esikartoituksen avulla eri etäisyyksille hajun lähteestä. /8, s. 2/

Tutkimuksessa arvioitiin hajun voimakkuus ja lisäksi hajun miellyttävyyssaste. Jokaisesta mittauspäivästä tehtiin hajun miellyttävyyssarvio, arvioiden epämiellyttävintä ja miellyttävintä esiintynyttä hajua. Lisäksi arvioitiin millaista hajua oli mitauspäivänä keskimäärin ollut. Tutkimuksia tehtiin 1–2 kertaa viikossa ja yhteensä hajukartoitusta tehtiin 26 päivänä. /8, s. 2/

Kenttähavainnointien avulla tutkimuksessa selvitettiin hajuviuhka ja laskettiin hajun esiintyminen prosentteina kokonaisajasta. Voimakkuudeltaan vähintään selväksi luokitellulle hajulle laskettiin erikseen esiintymistiheys. Tuloksissa huomioidiin eri etäisyydet hajulähteeseen. Havaintoalueesta eroteltiin tulosten laskennassa osat, joissa hajua oli esiintynyt ja näille osa-alueille laskettiin keskimääräinen hajun esiintyminen prosentteina kokonaisajasta. Tutkimuksessa on liitteenä saatuja hajuun liittyviä kommentteja yksittäisiltä asukkailta. /8/

4.1.7 Hajukartoitus Vaasan Pättin puhdistamon ympäristössä

VTT on kartoittanut hajua sekä hajuhahtaa Vaasan Pättin puhdistamon ympäristössä vuosina 2002–2003. Tutkimus aloitettiin syksyllä 15.10.2002 ja päätettiin kesällä 2.6.2003. Havainnointiryhmässä oli 4–6 henkilöä, jotka liikkuvat määrítettävällä alueella maastossa ja kirjasivat aistimansa ilmanlaadun. Havaintopisteet olivat havainnointikertakohtaiset ja ne sijaitsivat tuulen alapuolella Pättin puhdistamosta. Ilmanlaatua arvioitiin nelijakoisen asteikon mukaisesti ja vain puhdistamon hajuja arvioitiin. Jokaisella havaintopisteellä oltiin viisi minuuttia ja kymmenen sekunnin välein kirjattiin aistittu hajutilanne havainnointilomakkeeseen. Määrittelyksiä tehtiin 26 päivänä. /7, s. 1–2/

Tuloksena laskettiin kokonaishajun esiintyminen prosentteina kokonaisajasta sekä esiintymistiheys vähintään selväksi (hajuasteikolla 0–3 haju 2 tai 3) luokitellulle hajulle. Tulokset laskettiin erikseen Pättin puhdistamon ympäristössä sijaitseville alueille. Myös hajuviuhka arvioitiin. Alueille, joissa hajua oli tutkimuksessa havaittu, laskettiin keskimääräiset esiintymistiheydet. Tulokset suhteutettiin aiempien vuosien keskimääräisiin tuulensuuntiin. /7, s. 2/ VTT:n kartoituksessa saatuja tuloksia verrattiin VTT:n raportin hajuohjearvokatsauksessa esitettyihin ohjearvoihin /7, s. 5–6/.

4.2 Hajuselvitysten vertailu

Taulukkoon 3 on koottu esiteltyjen Suomessa tehtyjen hajukartoitusten tiedot vertailua varten. Suurimmassa osassa taulukon selvityksistä selvitetään yhdyskuntien toiminnasta aiheutuvaa hajuhaittaa: Nenäinniemen hajuselvityksessä, Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen ympäristön hajuselvitys, Turun seudun jätevedenpuhdistamon hajutarkkailututkimuksessa sekä Domargårdin ympäristöpaneelissa kuin myös Vaasan jäteveden puhdistamon hajuselvityksessä. Pääosin tutkimusmenetelminä hajuselvityksissä ovat aistinvaraiset menetelmät. Nenäinniemen jätevedenpuhdistamon hajuselvityksessä on kuitenkin käytetty leviämismallinnusta sekä kenttäolfaktometrisiä mittauksia, Naantalin ja Raision seudun leviämismallilaskelmissa on käytetty ODO-FMI -leviämismallia. Hajuselvitykset eroavat toisistaan myös niiden ajallisessa kestossa, esimerkiksi Domargårdin ympäristöpaneeli on jatkuvatoiminen.

Taulukko 3. Hajuselvitysten vertailu.

Tutkimus	Vuosi	Tutkimuksen tarkoitus	Menetelmä
Jyväskylän Nenäinniemen jätevedenpuhdistamon hajuselvitys	2015	Nenäinniemen jätevedenpuhdistamosta aiheutuvien hajuvaikutusten selvitys puhdistamon lähialueella	Leviämismallinnus ja kenttäolfaktometriset mittaukset
Hajupäästöjen leviämismallilaskelmat Naantalin ja Raision seudulla	2014	Hajuvaikutukset merkittävimmistä päästölähteistä Naantalin ja Raision seudulla (kaavoituksen tueksi)	Hajuyhdisteiden leviämismalli (ODO-FMI)
Hajun määrittäminen Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen ympäristössä	2012–2013	HSY:n jätteenkäsittelykeskuksen hajujen esiintymisen selvittäminen Espoossa, Kirkkonummella sekä Ämmässuon ympäristössä	Aistinvarainen kenttähavainnointi
Turun seudun jätevedenpuhdistamon hajutarkkailututkimus	2008–2009	Hajuselvitys Turun Kakkolanmäen jätevedenpuhdistamon ympäristössä sekä ennen että jälkeen puhdistamon käyttöönoton	Hajupaneeli
Domargårdin jätekeskuksen ympäristöpaneeli	2008 alkaen	Domargårdin jäteaseman vaikutusten seuranta jatkuvatoimisen ympäristöpaneelin avulla	Ympäristöpaneeli
Hajuselvitys Helsinki-Vantaan lentoaseman läheisien laskuojien varsilla	2008	Helsinki-Vantaan lentokentältä peräisin olevan propyleeniglykolin sekä sen hajoamistuotteiden hajun esiintyminen lentokentän lähellä sijaitsevien laskuojien varsilla	Aistinvarainen kenttähavainnointi
Hajun sekä hajuhaitan kartoitus Vaasan jätevedenpuhdistamon ympäristössä	2002–2003	Jätevedenpuhdistamon hajujen esiintymisen selvittäminen tutkittavilla alueilla	Aistinvarainen kenttähavainnointi

4.3 Hajuselvityksiä vuosilta 2011–2016

Taulukossa 3 esitettyjen hajuselvitysten lisäksi taulukossa 4 on katsaus muutamiin muihin Suomessa tehtyihin hajuselvityksiin viimeisen viiden vuoden ajalta. On huomattavaa, miten erilaisia hajun kartoitusmenetelmiä on sovellettu riippuen aina selvityksen kohteesta. Uudempaa hajutarkkailua edustaa Napapiirin Energia ja Vesi Oy:n hajupäästötarkkailu, jossa tutkimismenetelmänä on karttapalautepalvelu.

Taulukko 4. Suomessa tehtyjä hajuselvityksiä viimeisten viiden vuoden aikana.

Selvitys	Menetelmä	Tekijä
2016 Napapiirin Energia ja Vesi Oy:n Alakorkalon alueella Rovaniemellä sijaitsevan tunnelikompostointilaitoksen hajupäästö-tarkkailu, karttapalaute 2016 /2/	Paikannettu karttapalaute	Ramboll Finland Oy
2015 Jyväskylän seudun puhdistamo Oy, Korpilahden jätevedenpuhdistamon hajuvaikutukset lähialueella 2015 /12/	Poistoilmakanavan hajuksikköpitoisuuden määrittäminen olfaktometrilä sekä kenttäolfaktometriset mittaukset	Ramboll Finland Oy
2015 Kekkilä Oy ja Nurmijärven kunta, Metsä-Tuomelan ympäristöpaneeli elokuu 2015 /16/	Ympäristöpaneeli (haju, melu, roskaantuminen, pölyhaitta sekä muut)	Ramboll Finland Oy
2014 Jätevedenpuhdistus pääkaupunkiseudulla 2014, Viikinkaivon ja Suomenojan puhdistamoiden yhteisraportti (Kappale 5.3 Haju) /14/	Maastohajupaneeli sekä hajuvalitukset	Jyväskylän yliopisto Ympäristöntutkimuskeskus Ambientica
2014 Kemin No _x -, SO ₂ -, PM ₁₀ ja TRS-päästöjen leviämiselvitys, (Kappale 5.2 Tehtaiden aiheuttamat hajupitoisuudet ympäristössä ja hajuhaitan arviointi) /17/	Leviämismallinnus	Enwin Oy
2014 Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n vuosi- ja ympäristökatsaus 2014 /28/	Lähiseudun asukkaiden tekemä hajuseuranta	Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy
2013 Naantalien kaupunki: Kaavamuutokseen liittyvä hajuselvitys /34/	Hajulaskelmat	FCG Suunnittelu ja Tekniikka
2013 Korvenmäen jätekeskuksen hajupaneeli /31/	Hajupaneeli	Opinnäytetyönä Katja Salmi (MAMK)
2013 Kanax Oy:n kanalan hajupitoisuus ja hajupäästömittaukset /18/	Olfaktometriset määrittäykset	Jyväskylän yliopisto Ympäristöntutkimuskeskus Ambientica
2011 Hajun leviäminen ympäristöön Biovakka Suomi Oy:n Hyvinkään biokaasulaitoshankkeessa /10/	Leviämismallinnus	Jyväskylän yliopisto Ympäristöntutkimuskeskus Ambientica

5 PÄTTIN PUHDISTAMO JA HAJUKARTOITUS

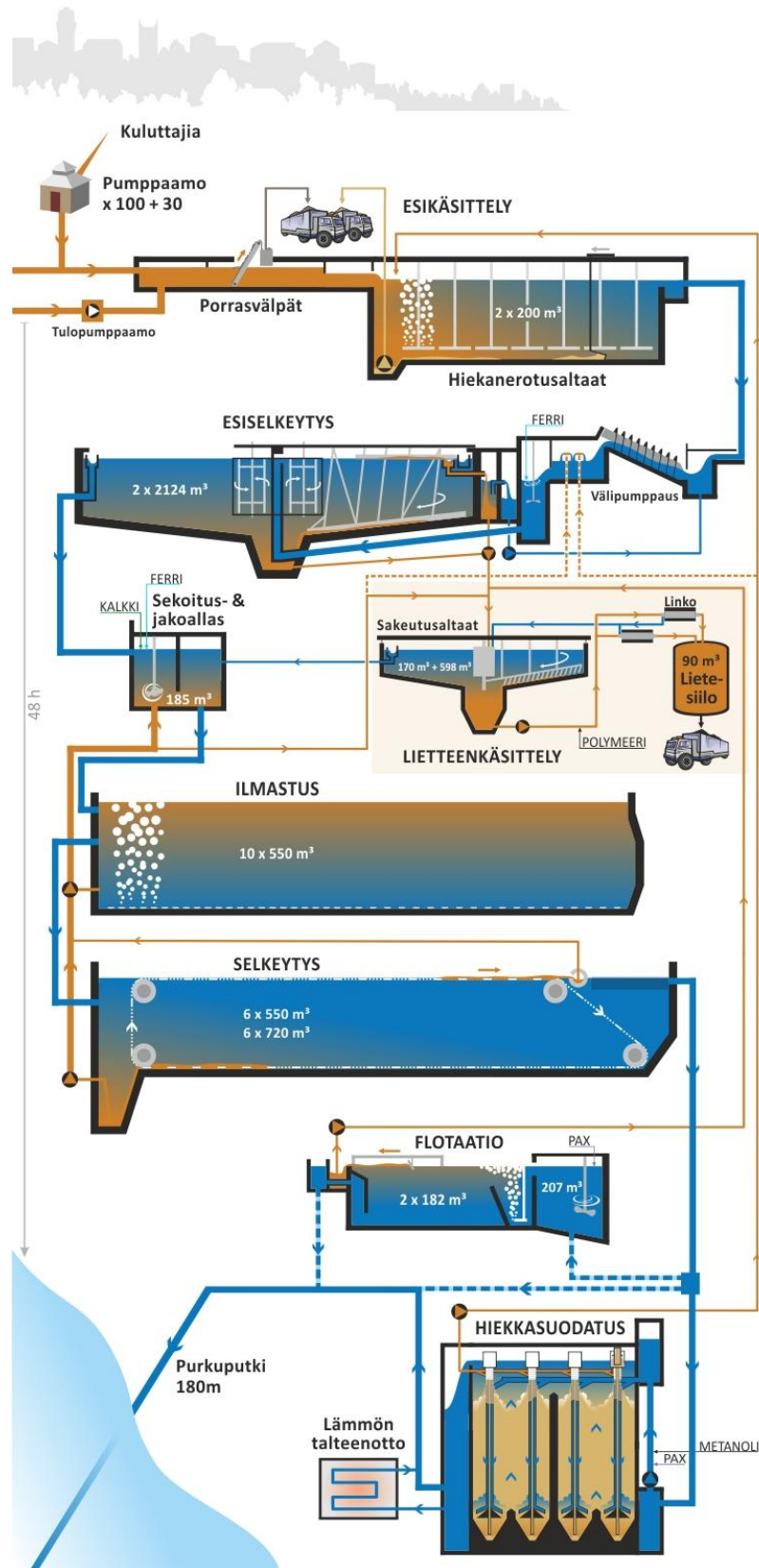
5.1 Vaasan veden Pättin jätevedenpuhdistamo

Vesihuoltopalveluja tuottavan Vaasan Veden keskeisimpiin palveluihin kuuluvat talousveden ja sen jakelun lisäksi jätevesien viemärointi sekä puhdistus. Jätevesien puhdistuksen hoitaa Pättin jätevedenpuhdistamo, joka sijaitsee meren rannalla Vaasan Palosaarella (kuva 10). /40/



Kuva 10. Pättin puhdistamo. /40/

Vaasan kaupungin jätevesien lisäksi puhdistamolla puhdistetaan osa naapurikunnista Mustasaaresta ja Maalahdesta tulevista jätevesistä. Riippuen sade- ja sulamisvesien määrästä, puhdistettavaa jätevettä tulee Pättin jätevedenpuhdistamolle noin 6–7 miljoonaa kuutiota vuodessa. Pättin jätevedenpuhdistamolla on käytössä aktiivilieteprosessi, jossa tertiäärikäsittelynä on Dynasand-hiekkasuodatus ja tarvittaessa flotaatio (kuva 11). /40/



Kuva 11. Pättin puhdistamon virtauskaavio. /40/

5.2 Jätevedenpuhdistamon hajut

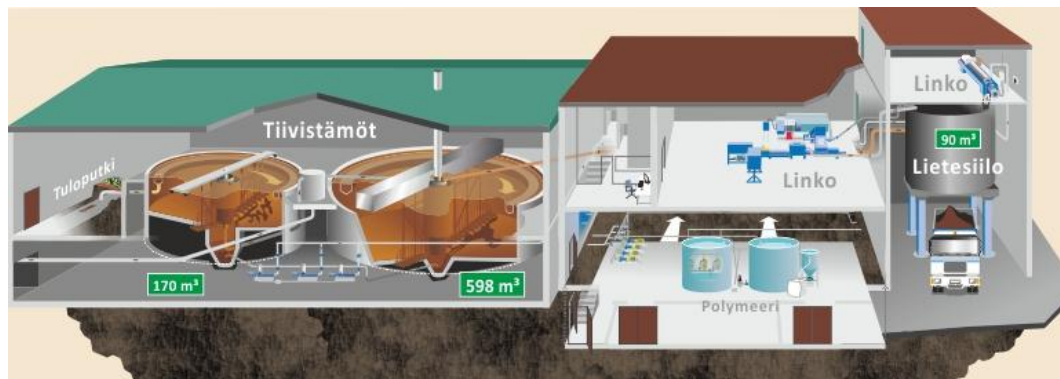
Jätevedenpuhdistamot ovat aina olleet epämiellyttävien hajujen lähde. Jätevedenpuhdistamon tyypilliset hajut ovat peräisin lukuisista yhdisteistä, joita syntyy mikrobien hengityksestä orgaanisen aineen hapettuessa ja/tai mikrobien aineenvaihdunnasta orgaanisen aineen käymisessä. Syntyvät haisevat yhdisteet voivat olla erilaisia rikkiyhdisteitä tai muita yhdisteitä kuten esimerkiksi ketoneita, alkoholeja, rasvahappoja sekä typpiyhdisteitä. Useimmiten anaerobisissa oloissa muodostuvalla rikkivedyllä H_2S on osuutta hajuun vaikka se ei olisi vallitsevana yhdisteenä. Rikkivety, joka on syövyttävä ja myrkyllinen kaasu, on anaerobisissa oloissa syntyvistä rikkiyhdisteistä tavallisin. Jätevedenkäsittelyssä hajua aiheuttavat myös teollisuuden ajoittain jätevesiviemäriin päästämät liuottimet, bensiinijohdannaiset sekä muut haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC), jotka saattavat rikkivedyn kanssa reagoidessaan muodostaa erittäin epämiellyttäviä hajuja. /35, s. 189–190/

Tavallisia hajulähteitä jätevedenkäsittelyssä ovat esimerkiksi pumppaamot sekä myös lietesäiliöt, jotka tavallisesti ovat kattamattomia. Lisäksi välppäyksestä ja selkeytyksestä (sedimentation) voi päästä hajuja. Esimerkiksi biologisesta käsittelyprosessista kuten aktiivilietteestä voi päästä hajuja ympäristöön. Käsittelymenetelmästä riippuen, lietteenkäsittelystäkin vapautuu hajuja. /35, s. 190/

5.3 Pättin puhdistamon hajut

Pättin puhdistamon prosesseista erityisesti lietteenkäsittelystä (kuva 12) vapautuu hajuja. Puhdistamolla kuivatettava liete viedään autolla jätehuolto-yhtiö Stormosenille. Lietteiden lastaus tehdään sisätiloissa, mutta hajuja karkaa silti ulos. /27/ Keväällä 2015 asennettiin Pättin puhdistamolle hajunpoistojärjestelmä lietteenkäsittelyrakennukseen, tavoitteena poistaa haiseva ilma niin polymeerin käsittelytilasta kuin lietesiihon ja linkojen sekä huoltotilan läheisyydestä. Hajunpoistojärjestelmän kautta johdetaan puhdistettava ilma ulos. Aktiivihiielijärjestelmä toimii hajunpoistajana ja se on entisessä kalkkisiilossa lieterakennuksen katolla. Hajunpoistoa tehostamassa on lisäksi UV-yksikkö. Syksyllä 2015 tiivistämöön lietera-

kennukseen tehtiin laajennus hajunpoistoon. Tiivistämötilan kahden altaan päältä imetään haju ja johdetaan ulos aktiivihiilijärjestelmän kautta. /45/



Kuva 12. Lietteenkäsittely Pättin puhdistamolla. /40/

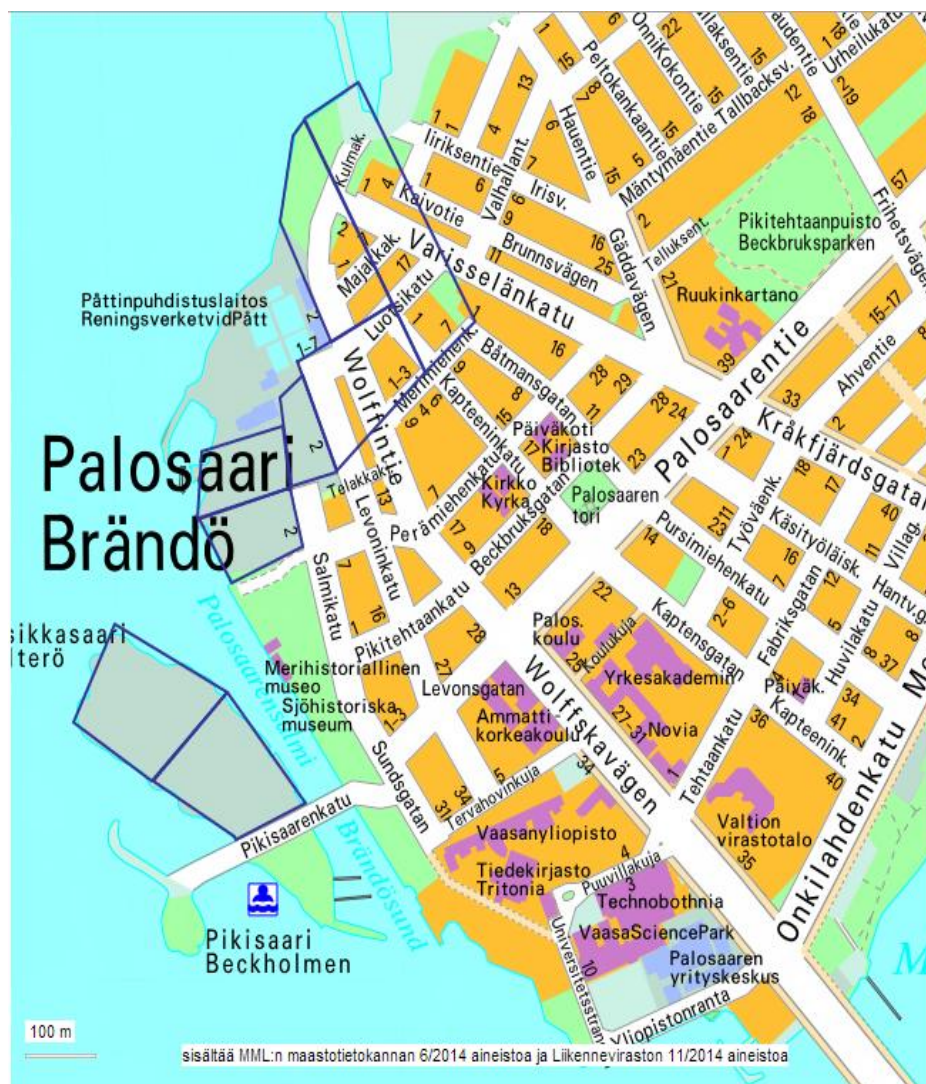
Lietteenkäsittelyn lisäksi merkittävää hajua Pättin puhdistamolla vapautuu ilmas-
tusaltaista (kuva 13). Muun muassa saapuvan jäteveden laatu sekä esimerkiksi
tuulen suunta vaikuttavat ilmastusaltaista vapautuvan hajun esiintymiseen. Altai-
den tyhjäyksessä vapautuu tavallista enemmän hajua ympäristöön. Selkeytysaltaat
eivät juuri haise, mutta hajua vapautuu jonkin verran niidenkin tyhjäyksen yhtey-
dessä. Pättin puhdistamolle on hajunpoiston edistämiseksi parhaillaan suunnitteil-
la altaiden kattaminen sekä lisäksi Stormossenille johdettava lieteputki. /45/



Kuva 13. Ilmastusaltaat. /40/

5.4 Hajukartoitus Pättin puhdistamon ympäristössä 2015

Vaasan Veden Pättin jätevedenpuhdistamon ympäristössä Palosaarella ja Mansikkasaarella on Vaasan kaupungin kaavoitettavia alueita (kuva 14), joille on suunnitteilla rakentamista. Jätevedenpuhdistamolta vapautuu hajupäästöjä ja siksi haluttiin kartoittaa kuinka paljon hajuja kaavoitettavilla alueilla esiintyy. Kartoitus voitiin aloittaa syyskuussa 2015, kun Pättin puhdistamolla lieterakennuksen tiivistämötilan hajunpoistolajennus oli tehty. Loppuraportti hajukartoituksesta on tämän opinnäytetyön liitteenä 1.

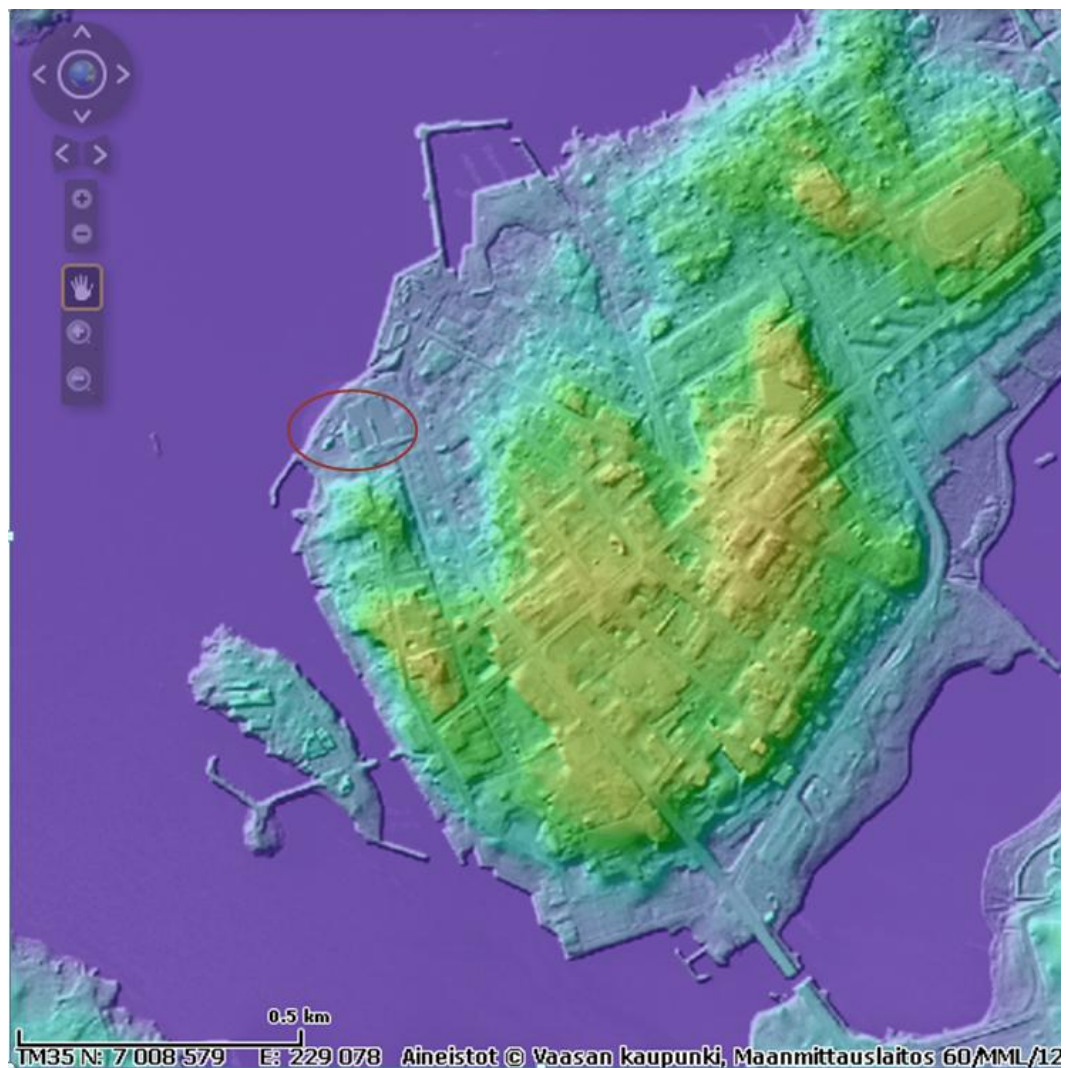


Kuva 14. Hajukartoitusalueet. (Karttapohja: /38/)

Pättin puhdistamon ympäristössä tehtävässä hajukartoituksessa käytettiin kenttähavainnointimenetelmää, kuten aiemmin VTT:n vuosina 2002–2003 tekemässä hajukartoituksessa (katso kohta 4.1.7). VTT:n tekemään kartoitukseen haluttiin vertailtavuutta, jolloin oli luonnollista valita sama hajun kartoitusmenetelmä.

Apuna hajukartoitustutkimuksen suunnittelussa ja toteutuksessa käytettiin VTT:n hajukartoituksen /7/ sekä Mona Arnoldin Hajuohjeiden perusteet -tutkimuksen /3/ lisäksi saksalaisen insinöörijärjestö VDI:n (Verein Deutscher Ingenieure) ulkoilman hajun määrittämiseen tarkoitettuja ohjeita VDI 3940 Part 1: Grid measurement /43/ ja Part 2: Plume measurement /44/. Grid measurement -menetelmällä määritetään hajun esiintymistiheyttä ja Plume measurement -menetelmällä hajupluumin rajoja. Pättin puhdistamon hajukartoituksessa käytettiin soveltaen molempia menetelmiä apuna, mutta pääasiassa Grid measurement -menetelmää, sillä tavoitteena oli saada selville hajun esiintymistiheys tutkittavilla alueilla.

Alueet, joilla hajuselvitystä tehtiin, sijaitsevat Palosaarella sekä Mansikkasaarensa. Palosaaren sekä Mansikkasaaren korkeusmallista (kuva 15) on havaittavissa, että maasto Pättin puhdistamon eteläpuolella kohoaa ympäristöään korkeammalle. Myös itäpuolella maasto alkaa kohota ja idän sekä etelän väliin jää tasaisempi alue, jonka ympärillä maasto kohoaa. Kuten sääoloilla, myös Palosaaren sekä Mansikkasaaren pinnanmuodoilla on vaikutusta hajujen leviämiseen Pättin puhdistamolta. Maa- ja vesialueiden lämpötilaeroilla voi myös olla voimakasta vaikutusta Palosaaren sekä Mansikkasaaren paikallisiin sääoloihin ja näin hajujen leviämiseenkin.



Kuva 15. Korkeusmalli, Pättin puhdistamo ympyröity punaisella. (Karttapohja: /39/)

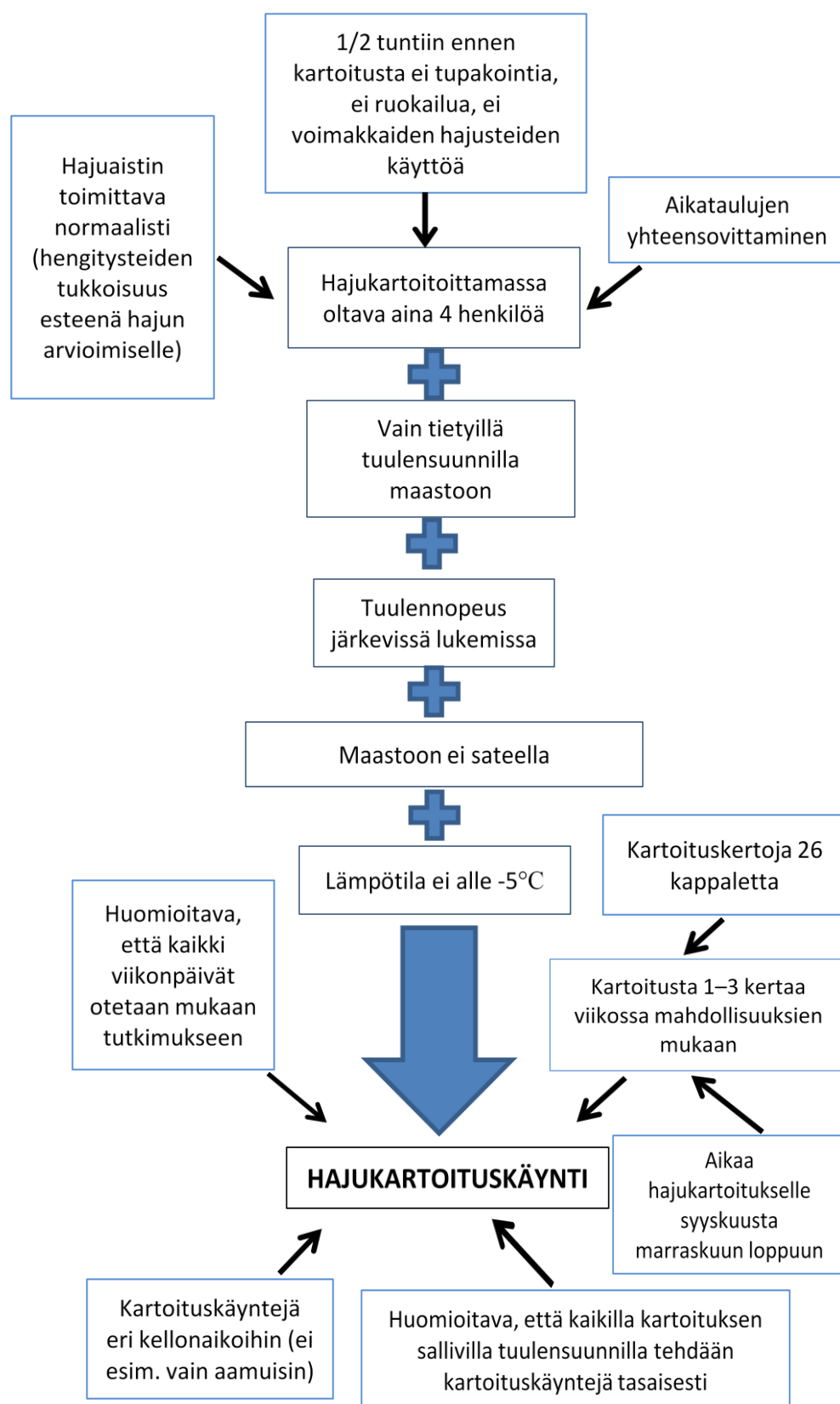
5.4.1 Maastokäynnit

Maastokäyntejä varten perustettiin hajukartoitusryhmä, joka teki kenttähavainnoinnit. Hajukartoitusryhmäläisten hajuaistia ei erikseen testattu. Mukaan hajukartoitukseen ei kuitenkaan valittu henkilöitä, joilla oli todettu hajuaistissa poikkeavuutta. Hajukartoittajat arvioivat hajuja omien aistimustensa mukaisesti. Näin menetellen pyrittiin saamaan tutkimukseen asukaslähtöinen lähestymistapa. Hajukartoittajat opetettiin tunnistamaan jätevedenpuhdistamon hajut.

Hajukartoitusryhmän viidestä henkilöstä neljä henkilöä oli kerrallaan maastossa. Tehtävänä oli arvioida aistittu ilmanlaadun tilanne havainnointilomakkeelle (liite 2) ryhmänjohtajan kertomina hetkinä kymmenen sekunnin välein, viiden minuutin ajan kussakin havaintopisteessä. Havaintopisteet määräytyivät kartoituskerroittain tuulen alapuolelle Pättin puhdistamosta. Havaintopisteillä arvioitiin hajun voimakkuutta.

Maastokartoitukseen lähtiessä pätevät tietyt säännöt, joita noudatettiin tarkasti. Myös sääolosuhteet asettivat omat rajoituksensa maastokäyntien tekemiselle, sillä kartoitukseen lähdettiin vain tuulensuunnilla, jotka eivät vieneet hajuja Pättin puhdistamolta meren suuntaan. Lisäksi täysin tyynellä säällä kartoitusta ei ollut järkevää tehdä, kuin ei myöskään liian voimakkaalla tuulella. Hajukartoitusta tehtiin tuulen alapuolella, sillä haju leviää tuulen alapuolelle. Lämpötila ei saanut olla alle -5°C , eikä maastoon lähdetty sateella. Hajukartoituksessa noudatettiin samoja ohjeita, kuin VTT:n vuosina 2002–2003 tekemässä hajukartoituksessa. Myös saksalaisia VDI-ohjeistuksia mukailtiin.

Tutkimukseen haluttiin mukaan kaikki viikonpäivät ja maastokäyntejä pyrittiin tekemään eri aikoihin päivästä, eikä esimerkiksi vain aamuisin. Hajukartoitusryhmän, sääolojen ja muiden vaatimusten yhteensovittaminen muodostivat monitahoisen yhtälön (kuva 16.)



Kuva 16. Hajukartoituskäynnin koostuminen.

5.4.2 Aineiston käsittely

Ennen hajukartoitukseen lähtöä tarkistettiin Ilmatieteen laitoksen säätiedot, jotka tallennettiin. Myös jokaisen kartoituskerran jälkeen tallennettiin säätiedot, jotta nähtiin, mikä säätilanne oli ollut kartoituksen aikana. Tallennettavia tietoja olivat tuulensuunta, lämpötila ja ilmankosteus.

Jokaiselle havaintopisteelle oli oma lomakkeensa, johon hajukartoittajat merkitsivät hajuhavaintonsa. Nämä lomakkeet tallennettiin Excel-taulukkolaskentaan tulosten laskentaa varten. Taulukoinnit tehtiin kartoituskerroittain ja niihin liitettiin myös tuulitiedot tulosten jatkokäsittelyä varten. Varsinainen tulosten laskenta oli monivaiheinen ja lopulliset tulokset suhteutettiin Ilmatieteen laitokselta tilattuun tuuliruusuun (katso liite 1). Tuuliruususta selviävät vallinneet keskimääräiset tuulensuunnat Vaasan Klemetilän mittausasemalla.

6 HAJUKARTOITUSPROSESSI

Hajukartoitusprosessi oli luonteeltaan kolmivaiheinen: suunnittelu, toteutus sekä raportointi. Hajukartoitusprosessin etenemisestä ja koostumisesta on koonti taulukon muodossa liitteenä 3.

6.1 Hajukartoituksen suunnittelu

Hajukartoitusprosessi alkoi toukokuussa 2015 tutustumalla VTT:n vuosina 2002–2003 tekemään hajukartoitukseen kuin myös muihin Suomessa tehtyihin hajukartoituksiin. Tutustumalla muihin hajukartoituksiin oli tarkoitus saada kuvaa siitä, miten hajuhaittaa voidaan selvittää ja näin saada vaihtoehtoisia menetelmiä myös suoritettavaan hajukartoitustutkimukseen.

Kesäkuussa 2015 pidettiin kokous Vaasan kaupungin teknisellä virastolla BotniaLabin sekä kaavoituksen kanssa. Kokouksessa oli mukana myös henkilökuntaa ympäristöosastolta. Kokouksessa keskusteltiin aikataulusta, etenemistavoitteista, hajututkimuksen luonteesta sekä toimintatavoista. Heinäkuussa 2015 BotniaLab ja Pättin puhdistamo pitivät yhteisen kokouksen, jossa saatiin lisätietoa Pättin puhdistamon hajuista sekä päätettiin muun muassa hajukartoituksen aloituksesta ja heinäkuussa ennen hajunpoiston uudistuksen valmistumista.

6.2 Hajukartoituksen toteutus

Ensimmäinen hajukartoitus tehtiin 24.7.2015. Elokuussa 2015 tehtiin toinen maastokäynti, jonka tulokset edustivat heinäkuun käynnin kanssa uutta hajunpoistotekniikkaa edeltävää aikaa. Ensimmäiset kartoituskäynnit tehtiin BotniaLabin henkilökunnan kanssa. Elokuussa koottiin uusi hajukartoitusryhmä varsinaisia hajukartoituksia varten, kun hajunpoistotekniikka olisi valmis.

Pättin puhdistamon hajunpoistotekniikan uudistus saatiin valmiiksi syyskuussa 2015 ja näin hajukartoituksetkin voitiin aloittaa. Ensimmäinen hajunpoistotekniikan valmistumisen jälkeinen kartoitus tehtiin 10.9.2015. Syyskuussa kartoituskäyntejä tehtiin viisi kertaa. Aikataulu varmistui ja tulokset hajukartoituksesta ha-

luttiin jo marraskuun ja joulukuun vaihteessa, oli maastokäyntejä tehtävä mahdollisuuksien mukaan 1–3 kertaa viikossa.

Lokakuussa 2015 kartoituksia tehtiin 12 kappaletta. Vaasan kaupungin kaavoitukselle tehtiin kesäkuun kokouksessa sovitun mukaan väliraportointi lokakuun loppussa. Väliraportoinnin tarkoituksena oli selvittää missä vaiheessa hajukartoitus on ja minkälaisia tuloksia oli saatu. Väliraportin tuloksista ei kuitenkaan voitu tehdä johtopäätöksiä, sillä kartoituksia oli tehty tuohon mennessä vasta 16 kertaa, eikä tuloksia vielä suhteutettu alueella vallinneisiin keskimääräisiin tuulensuuntiin. Lokakuussa alkoi myös varsinaisen loppuraportin valmistelu teoriataustan osalta. Hajukartoituksia tehtiin marraskuussa 2015 vielä seitsemän kertaa.

6.3 Loppuraportointi

Viimeisen kartoituskerran jälkeen tarkistettiin Excel-taulukkolaskentaohjelmaan taulukoidut ja tallennetut tulokset ja aloitettiin tulosten monivaiheinen laskenta. Keskimääräiset tuuliruusut tilattiin Ilmatieteen laitokselta tulosten suhteutusta varten.

Joulukuussa 2015 pidettiin BotniaLabilla hajukartoituspalaveri, jossa hiottiin loppuraportin sisältöä ja muotoa. Lisäksi pidettiin kokous Vaasan teknisellä virastolla, jossa mukana oli BotniaLabin lisäksi osallistujia Pättin puhdistamolta sekä Vaasan kaavoituksesta. Kokouksessa tutkailtiin hajukartoituksesta saatuja tuloksia. Loppuraportti valmistui 8.12.2015 ja se lähetettiin tilaajan lisäksi asianosaisille henkilöille. Helmikuussa 2016 hajun kartoittaminen ja Pättin puhdistamon hajukartoituksen tulokset esiteltiin BotniaLabin henkilökunnalle.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINNAT

Hajun kokeminen ei ole yksiselitteistä, sillä siihen vaikuttavat monet eri tekijät aina hajuyhdisteen kemiallisista ominaisuuksista hajun kulttuurisidonnaiseen kokemiseen. Näin ollen myöskään hajuhaitan määrittäminen ei ole helppoa. Hajuhaittaa aiheuttavat monet eri toiminnot ja ennakointi kannattaa hajupäästöjenkin tapauksessa, kun kohteen suunnitteluvaiheessa huomioidaan hajuriskit.

Hajuhaitan ongelmallisuutta ei helpota se, että Suomen laista puuttuu selkeät ohjeja raja-arvot häiritsevälle ulkoilman hajulle. Vaikka esimerkiksi Laissa eräistä naapurussuhteista (26/1920) mainitaan, että hajusta ei saisi aiheutua kohtuuttoman suurta räsytystä ympäristön asukkaille, on epäselvää mitä on kohtuuton haju ja miten se määritetään käytännössä. Mona Arnoldin tutkimuksessa hajuohjeiden perusteista esitetään hajuohjeet Suomelle. Tavallisesti Suomen hajututkimusten tuloksia verrataan kuitenkin Arnoldin esittämien ohjeiden lisäksi ulkomaisiin hajuohjeisiin, vaikka vertaus ulkomaisiin ohjeisiin ei ole yksiselitteistä.

Ulkoilman hajun määrittämiselle on monia eri keinoja, joita voidaan soveltaen käyttää aina tutkimuskohteen mukaisesti. Luonteeltaan hajun määrittäminen on kuitenkin eriäviä, esimerkiksi hajumallinnuksella pystytään ennustamaan hajun esiintymistä, mutta toisaalta sillä ei saada selville todellista koettua hajuhaittaa kuten esimerkiksi asukaspaneelitutkimuksella. On tärkeää tietää, mitä hajututkimuksella halutaan selvittää ja tämän perusteella valitaan hajuhaitan tutkimistapa. Yhdenmukaisempaa ulkoilman hajun määrittästä ovat edistämässä valmisteilla olevat EN-standardit. On toivottavaa, että standardien valmistuessa ulkoilman hajuhaittaa lähdetään tulevaisuudessa selvittämään yhdenmukaisemmin keinoin myös Suomessa.

Suomessa tehdyissä hajututkimuksissa on huomattavaa, miten eri menetelmiä on sovellettu eri tutkimustilanteisiin. Viimeisimpien hajututkimusten perusteella on havaittavissa hieman modernimmat hajuselvitystyylit, kuten verkossa toimiva paikannettu karttapalaute. Aktiivinen Internetin käyttö luo uusia mahdollisuuksia myös hajuselvityksille. Lisäksi rinnakkaisia menetelmiä voidaan käyttää hajusel-

vityksissä, kuten tuoreessa hajututkimuksessa Jyväskylän Nenäinniemen jätevedenpuhdistamolla, jossa hajun leviämismallinnusta sekä kenttäolfaktometrisiä mittauksia oli käytetty rinnakkaisina menetelminä.

Tämän työn tavoitteena oli avata hajun sekä hajuhaitan moninaisuutta ja myös tarvetta hajuohjearvoille Suomen lainsäädännössä. Työn keskiössä oli Vaasan Veden Pättin puhdistamon ympäristöön tehty hajukartoitus. Tutkimus tehtiin Vaasan kaupungin kaavoitukselle kaavoituksen tilauksesta ympäristölaboratorio BotniaLab Oy:lle. Hajukartoitus toteutettiin kenttähavainnoinnilla Palosaarella sekä Mansikkasaareissa kaavoitettavilla alueilla selvittäen näin hajun esiintyminen. Hajukartoituksen lopputuloksena (liite 1) saatiin hajun esiintymistiheydet tutkittavilla alueilla. Tulokset ovat Vaasan kaupungin kaavoitukselle.

Pättin hajukartoituksen kenttähavainnoinnin tueksi olisi voitu ottaa myös toinen rinnakkainen menetelmä. Esimerkiksi Vaasan Veden Internet-sivuille tai muulle sivustolle perustettavan hajupalautteen kautta olisi saatu kerättyä lisää tietoa hajun esiintymisestä. Toisaalta ongelmallista tässä olisi ollut se, että vain osalla tutkittavilla alueilla on asutusta ja toimintaa, jolloin hajupalautteet olisivat kohdistuneet lähinnä vain tietyille alueille. Lisäksi ongelmallista on myös hajupalautteen väärinkäyttö, kuten vääristetyn palautteen. Samat ongelmat tulivat esiin asukaskyselyä pohdittaessa. Tutkimuksen tavoitteena oli kuitenkin selvittää tutkimusalueiden haju, ei vain asuttujen tutkimusalueiden haju, jolloin päädyttiin kenttähavainnointiin.

Pättin puhdistamon ympäristön hajukartoituksessa oli aikaraja marraskuun loppuun. Hajun kartoittamiselle jäi aikaa noin kolme kuukautta, sillä vasta hajunpoistotekniikan uudistuksen jälkeen syyskuussa voitiin aloittaa kartoituskäynnit. Marraskuun loppua pidettiin tavoitteena läpi kartoituksen ja tavoitteessa pysyttiin. Vuodenajoista mukaan kartoitukseen mahtuivat alku- sekä loppusyksy. Kartoituskäynnejä tehtiin 26 kertaa, joista 24 laskettiin mukaan tuloksiin, sillä kaksi ensimmäistä kertaa tehtiin ennen Pättin puhdistamon uudistunutta hajunpoistotekniikkaa. Kattavamman kuvan hajutilanteesta saisi, kun kartoitusjakso olisi sijoitunut useammalle kuukaudelle ja vuodenaajalle.

Jatkotoimenpiteenä Vaasan Veden Internet-sivuille voitaisiin perustaa hajupalaute, jossa olisi mahdollisuus kertoa hajuhavainnoista puhdistamon ympäristössä. Näin saataisiin tietoa Palosaarella ja Mansikkasaarella esiintyvistä jätevedenpuhdistamon hajuista. Hajupalautelomakkeen voisi täyttää Internetissä niin alueen ohikulkenut henkilö kuin alueen asukaskin. Satunnaisillakin palautteilla voisi saada tietoa esimerkiksi Pättin puhdistamolla tapahtuneiden poikkeustilanteiden aiheuttamista mahdollisista hajuongelmista puhdistamon ympäristössä. Myös hajumallinnuksen avulla saataisiin mielenkiintoista tietoa siitä, miten haju ympäristöön leviää.

Pättin puhdistamolle on suunnitteilla altaiden kattaminen sekä mahdollisesti myös lieteputki jäteyhtiö Stormossenille. Hajutilanne tulee todennäköisesti muuttumaan, jos nämä suunnitelmat tai vain toinenkin niistä toteutuu. Mikäli suunnitelmat toteutuvat kokonaan tai osittain, antaisi uusi hajun kartoittaminen Pättin puhdistamon ympäristössä mielenkiintoista tietoa siitä, kuinka paljon puhdistamon hajut ympäristössä ovat vähentyneet.

Opinnäytetyön tekeminen on korostanut yhteistyön merkitystä eri tahojen välillä sekä huolellisen perehtymisen tärkeyttä. Hajukartoituksen ryhmänjohtajana toimiminen kehitti organisointikykyäni, kun aikatauluja täytyi sovittaa yhteen sopivien sääolojen kanssa. Koko hajukartoitusprosessi on vaatinut vankkaa sitoutumista ja huolellisuutta. Haju on viihtyisyyshaitta, josta erityisen mielenkiintoista tekee sen haasteellisuus.

LÄHTEET

- /1/ Air Quality Guidelines for Europe, Second Edition. 2000. Copenhagen. WHO. Viitattu 14.1.2016.
http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf?ua=1
- /2/ Alakorkalon tunnelikompostointilaitoksen hajutarkkailu-karttapalaute 2016. Ramboll. Viitattu 16.3.2016.
http://maps.ramboll.fi/palaute/kyselyt/neve_alakorkalo/
- /3/ Arnold, M. 1995. Hajuohjearvojen perusteet. VTT Tiedotteita 1711. Espoo. VTT.
- /4/ Arnold, M. 2002. Eläinsuojien hajuhaitat – ohjeistusmallit, arviointi ja vähentäminen sekä käytäntö eri maissa. Vaasa. Alueelliset ympäristöjulkaisut 264.
- /5/ Environodour Australia Pty Ltd. 2016. Viitattu 5.2.2016.
<http://www.environodour.com.au/dynascent.htm>
- /6/ GOAA Guideline on Odour in Ambient Air. 2008. Detection and Assessment of Odour in Ambient air, dated 29 February 2008 with supplement of 10 September 2008, including grounds and advice on interpretation as of 29 February 2008. Viitattu 18.11.2015.
<http://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/luft/gerueche/pdf/GOAA10Sept08.pdf>
- /7/ Hajun ja hajuhaitan kartoittaminen Vaasan jätevedenpuhdistamon ympäristössä 2002–2003. Tutkimusselostus nro PRO3/595/03. 2003. Espoo. VTT.
- /8/ Hajun määrittäminen kenttähavainnoinnilla Helsinki-Vantaan lentoaseman läheisyydessä laskuojien varsilla. 2008. Espoo. VTT. Viitattu 2.3.2016.
http://archive.finavia.fi/files/finavia2/ymparistoraportit_pdf/Finaviarap08.pdf
- /9/ Hajun määrittäminen Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen ympäristössä kenttähavainnoinnilla 2012–2013 -loppuraportti. 2013. Espoo. VTT Expert Services Oy. Viitattu 2.3.2016.
https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/jatehuolto/Documents/Hajukartoitus_Ammassuon_jatteenkasittelykeskuksen_ymparistossa_2012_2013.pdf
- /10/ Huuskonen, I., Keskitalo, T. 2011. Hajun leviäminen ympäristöön Biovakka Suomi Oy:n Hyvinkään biokaasulaitoshankkeessa. Erillisselvitys ympäristövaikutusten arviointia varten. Tutkimusraportti 114/2011. Jyväskylä. Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskus Ambiotica. Viitattu 5.2.2016.
<http://biovakka.fi.test.mediatraffic.fi/files/uploaded/original/Liite%202.%20Hajuraportti08.pdf>
- /11/ Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy. 2016. Viitattu 29.1.2016.
<http://www.iuj.fi/tietoa-yhtiosta/ymparisto.aspx>

- /12/ Jyväskylän seudun puhdistamo Oy, Korpilahden jätevedenpuhdistamon hajuvaikutukset lähialueella 2015. 2015. Lahti. Ramboll Finland. Viitattu 5.2.2016. http://www.js-puhdistamo.fi/wp-content/uploads/2016/02/1510022129_Korpilahden_j%C3%A4tevedenpuhdistamon_hajumittaukset.pdf
- /13/ Jyväskylän seudun puhdistamo Oy, Nenäinniemen jätevedenpuhdistamon hajuselvitys. 2015. Lahti. Ramboll Finland. Viitattu 4.1.2016. http://www.js-puhdistamo.fi/wp-content/uploads/2015/08/1510016609_Nenainniemen_hajuselvitysID12.pdf
- /14/ Jätevedenpuhdistus pääkaupunkiseudulla 2014, Viikinmäen ja Suomenojan puhdistamot. 2015. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä. Helsinki. Edita Prima Oy. Viitattu 5.2.2016. https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Julkaisusarja/3_2015_jatevedenpuhdistus_paakaupunkiseudulla_2014.pdf
- /15/ Kajolinna, T. Tutkija, VTT Teknologian tutkimuskeskus. Email. tuula.kajolinna@vtt.fi 19.12.2015.
- /16/ Kekkilä Oy ja Nurmijärven kunta, Metsä-Tuomelan ympäristöpaneeli elokuu 2015. 2015. Lahti. Ramboll. Viitattu 5.2.2016. http://www.nurmijarvi.fi/filebank/13666-ymparistopaneeli_elokuu_2015.pdf
- /17/ Kemin NO_x-, SO₂-, PM₁₀ ja TRS -päästöjen leviämiselvitys. 2014. Pirkkala. Enwin Oy. Viitattu 5.2.2016. <http://keminwww.kemi.fi/d5web/kokous/20152853-3-1.PDF>
- /18/ Keskitalo, T. 2013. Kanax Oy:n kanalan hajupitoisuus- ja hajupäästömittaukset, Tutkimusraportti 1/2013. Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskus Ambiotica. Jyväskylä.
- /19/ L 26/1920. Laki eräistä naapurussuhteista. 13.2.1920/26 muutoksineen.
- /20/ L 132/1999. Maankäyttö- ja rakennuslaki. 5.2.1999/132 muutoksineen.
- /21/ L 527/2014. Ympäristönsuojelulaki. 27.6.2014/527 muutoksineen.
- /22/ Lappi, S. 2010. Hajujen leviäminen ja hajuyhdisteiden leviämismallit. Ympäristö ja Terveys. 41, 4, 42–47.
- /23/ Lossi, K. 2014. Domargårdin Jätekeskuksen ympäristöpaneelin vuosiyhteenveto 2013. Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy. Viitattu 4.1.2016. <http://www.iuj.fi/Upload/hajupaneeli/Ymp%C3%A4rist%C3%B6paneelin%20Vuosisiraportti%202013.pdf>
- /24/ Lyytimäki, J. 2006. Unohdetut ympäristöongelmat. Helsinki. Gaudeamus.

- /25/ Miljøstyrelsen. 1985. Begrænsning af lugtgener fra virksomheder. Vejledning fra Miljøstyrelsen Nr. 4/1985. København, Danmark. Miljøstyrelsen.
- /26/ Nasal Ranger. 2012. Viitattu 5.2.2016. <http://nasalranger.com/>
- /27/ Pihlajasaari, J. 2015. Katse pysyy tiukasti Kurikassa. Vaasan Veden toimittusjohtajan haastattelu. Pohjalainen. 18.10.2015, 4.
- /28/ Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n vuosi- ja ympäristökatsaus 2014. Viitattu 5.2.2016. <http://www.phj.fi/vuosikatsaus-2014/414-vastuullinen-ymparistotoimija>
- /29/ Rantakrans, E., Savunen, T. 1995. Hajuyhdisteiden leviämisen arviointi. Ilmansuojelun julkaisuja No. 21. Helsinki. Ilmatieteen laitos.
- /30/ Salmi, J., Laukkanen, E., Lovén, K. 2014. Naantalin ja Raision seudun hajupäästöjen leviämismallilaskelmat. Ilmatieteen laitos -asiantuntijapalvelut. Ilmanlaatu ja energia. Helsinki. Ilmatieteen laitos. Viitattu 3.11.2015. http://expo.fmi.fi/aqes/public/Raportti_Naantalin_ja_Raision_hajumallinnus_2014_1215_www.pdf
- /31/ Salmi, K. 2013. Korvenmäen jätekeskuksen hajupaneeli. Opinnäytetyö ympäristötekniikan koulutusohjelma. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Viitattu 5.2.2016. http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/65094/Salmi_Katja.pdf?sequence=1
- /32/ Schauburger, G., Piringer, M., Petz, E. 2001. Separation distance to avoid odour nuisance due to livestock calculated by the Austrian odour dispersion model (AODM). Article in Agriculture, Ecosystems & Environment 87. Austria, Vienna. University of Veterinary Medicine in Vienna. Viitattu 29.11.2015. [http://www.researchgate.net/publication/221962156_Separation_distance_to_avoid_odour_nuisance_due_to_livestock_calculated_by_the_Austrian_odour_dispersion_model_\(AODM\)](http://www.researchgate.net/publication/221962156_Separation_distance_to_avoid_odour_nuisance_due_to_livestock_calculated_by_the_Austrian_odour_dispersion_model_(AODM))
- /33/ SFS-EN 13725. Air quality. Determination of odour concentration by dynamic olfactometry. 2003.
- /34/ Sippola, H. 2013. Naantalin kaupunki: Kaavamuutokseen liittyvä hajuselvitys -raportti. Helsinki. FCG Suunnittelu ja Tekniikka Oy.
- /35/ Stuetz, R. 2009. Principles of Water and Wastewater Treatment Processes. Water and Wastewater Process Technologies Series. London, UK. IWA Publishing.
- /36/ Tammivuori, R. 2012. Hajujen hallinta ja vähentämisen haasteet. Ympäristö ja Terveys. 43, 3, 66–69.

- /37/ Turun seudun puhdistamo Oy:n Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon hajutarkkailujen yhteenvetoraportti. 2009. Turku. Viitattu 2.3.2016.
http://www.turunseudunpuhdistamo.fi/docs/TSP_Hajutarkkailujen_yhteenvetoraportti.pdf
- /38/ Vaasan karttapalvelu. Viitattu 6.3.2016. <http://kartta.vaasa.fi/IMS/fi>
- /39/ Vaasan seudun karttapalvelu. Viitattu 6.3.2016.
http://kartta.vaasa.fi/flex/index.html?config=config_vaasa.xml
- /40/ Vaasan Vesi. 2016. Viitattu 19.1.2016. <http://www.vaasanvesi.fi/>
- /41/ Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvosta 480/1996. Annettu 19.6.1996.
- /42/ VDI – The Association of German Engineers. 2016. Viitattu 18.1.2016.
<http://www.vdi.eu/>
- /43/ VDI 3940 Part 1. 2006. Measurement of odour impact by field inspection – Measurement of the impact frequency of recognizable odours, Grid measurement + Corrigendum concerning guideline VDI3940 Part 1: 2006 – 2. Düsseldorf. Verein Deutscher Ingenieure.
- /44/ VDI 3940 Part 2. 2006. Measurement of odour impact by field inspection – Measurement of the impact frequency of recognizable odours, Plume measurement. Düsseldorf. Verein Deutscher Ingenieure.
- /45/ Vesala, M. Vaasan Veden Pättin puhdistamon käyttöpäällikkö. Email. mil-la.vesala@vaasa.fi 5.1.2016.



HAJUKARTOITUKSEN LOPPURAPORTOINTI

8.12.2015

Kohde: Pätt jätevedenpuhdistamo, Vaasa

Tilaja: Vaasan kaupunki, keskushallinto, kaavoitus

HAJUKARTOITUS PÄTTIN JÄTEVEDENPUHDISTAMON YMPÄRISTÖSSÄ

Ympäristölaboratorio BotniaLab tutki Vaasan veden Pättin jätevedenpuhdistamon hajujen esiintymistä Palosaarella sekä Mansikkasaassa kenttähavainnoinnilla Vaasan kaupungin kaavoitettavilla alueilla (*Liite 1*). Tutkimusaineisto kerättiin 24.7.2015 - 19.11.2015. Pättin jätevedenpuhdistamolle valmistui syyskuussa 2015 uusi hajunpoistotekniikka, jonka jälkeen varsinainen kartoitus aloitettiin 10.9.2015. Tuloksiin laskettuja maastokäyntejä kertyi 24 kappaletta.

Hajukartoituksen tavoitteena oli selvittää kuinka paljon tutkittavilla alueilla esiintyy jätevedenpuhdistamolta peräisin olevia hajuja. Vuonna 2002 - 2003 VTT on tehnyt vastaavanlaisen hajukartoituksen (VTT 2003) samoille alueille Pättin puhdistamon ympäristössä. Tämän kartoituksen tuloksia verrataan aiemmin tehdyn hajukartoituksen tuloksiin.

Hajukartoituksessa on käytetty pohjana VTT:n vuoden 2002 - 2003 hajukartoituksen (VTT 2003) lisäksi saksalaisen insinöörijärjestö VDI:n ohjeita (Verein Deutscher Ingenieure 2006: Part 1 ja 2) sekä Mona Arnoldin (Arnold 1995) tutkimusta hajuohjearvojen perusteista.

HAJUN MITTAUSMENETELMÄ

Perehdytetty hajukartoitusryhmä teki maastokäyntejä *Liitteen 1* mukaisilla tutkimusalueilla. Maastossa oli kerrallaan aina neljä henkilöä. Jokaisen käynnin havaintopisteet määräytyivät tuulioloista. Tavoitteena oli tehdä kartoitukset tuulen alapuolella Pättin puhdistamosta.

Jokaisella havaintopisteellä havainnoitiin ilmanlaatua viisi minuuttia, kirjatun aistittu hajutilanne kymmenen sekunnin välein. Ainoastaan Pättin puhdistamolta peräisin olevia hajuja arvioitiin. Lietteen ja altaiden hajuja ei eritelty toisistaan. Käytössä oli seuraava asteikko, jota käytettiin aistimusten kirjaamisessa:

0 = Ei hajua
1 = Lievä haju
2 = Selvä haju
3 = Voimakas haju

Sääoloista riippuen kartoitusta tehtiin tutkimusalueilla 1-3 kertaa viikossa. Maastokäyntejä oli 26 kertaa, joista 24 laskettiin mukaan tuloksiin. Kaksi ensimmäistä havaintokertaa jätettiin pois tutkimuksesta, koska Pättin puhdistamon uusi hajunpoistotekniikka ei ollut silloin vielä käytössä. Päivät, joina maastokäyntejä tehtiin, valittiin niin, että saatiin mahdollisimman monipuoliset sääolot mukaan tutkimukseen. Hajukartoitukseen otettiin mukaan kaikki viikonpäivät, maastokäyntien kellonaikaa vaihdellen. Kartoitusta ei tehty, jos ulkoilman lämpötila oli alle -5 °C -astetta. Mikäli tuuli voimakkaasti idästä, kaakosta tai etelästä, ei maastokäyntiä tehty, sillä kyseiset tuulensuunnat vievät mahdolliset hajut Pättin puhdistuslaitokselta merelle.

Säättiedot saatiin Ilmatieteen laitoksen mittausasemalta Vaasan Klemetilästä. Kartoitukseen lähettäessä myös Ilmatieteen laitoksen merisiä huomioitiin kartoitettavien alueiden merenläheisten sijaintien takia. Lisäksi Vaasan yliopiston Tervahovin sääaseman tiedoilla pyrittiin varmistamaan Palosaaren sääolojen yhteneväisyys Ilmatieteen laitoksen tietojen kanssa.

TULOSTEN KÄSITTELY

Tulosten käsittelyssä käytettiin apuna saksalaisen insinöörijärjestö VDI:n (Verein Deutscher Ingenieure 2006: Part 1 ja 2) ohjeita. Jokaiselle yksittäiselle mittaukselle laskettiin hajun esiintyminen %:na kokonaisajasta. Näistä laskettiin edelleen hajutunnit erikseen kokonaishajun (asteikolla 0-3, vähintään 1) sekä vähintään selvän hajun (asteikolla 0-3, vähintään 2) esiintymiselle. Hajutunniksi määriteltiin mittaukset, joissa hajua oli esiintynyt vähintään 20 % kokonaisajasta. VDI -ohjeiden mukaan yksittäinen mittaustulos on positiivinen, mikäli haju aika kokonaisajasta on vähintään 10 %, kun havainnointiaikana on 10 minuuttia. Näin ollen sovellettiin 20 %:n haju aikkaa, sillä tässä tutkimuksessa havainnointiaika oli 5 minuuttia. Tulokset suhteutettiin keskimääräisiin tuulensuuntiin käyttäen Ilmatieteen laitoksen ilmastopalvelusta saatuja aiempien vuosien tuulitietoja (*Liite 6*). Tuulensuunnat jaoteltiin keskimääräisistä tuulensuuntatiedoista pohjois-, koillis-, itä-, kaakkois-, etelä-, lounais-, länsi- ja luoteistuuliksi. Tutkimusajanjaksolla vallinneista tuulista on tuuliruusu *Liitteessä 7*.

Tulokset laskettiin erikseen

- a.) Asteikolla 0-3, vähintään lieväksi (1) arvioidun hajun keskimääräinen esiintymistiheys eli kokonaishajun esiintyminen tutkimusalueilla.
- b.) Asteikolla 0-3, vähintään selväksi (2) arvioidun hajun keskimääräinen esiintymistiheys tutkimusalueilla.

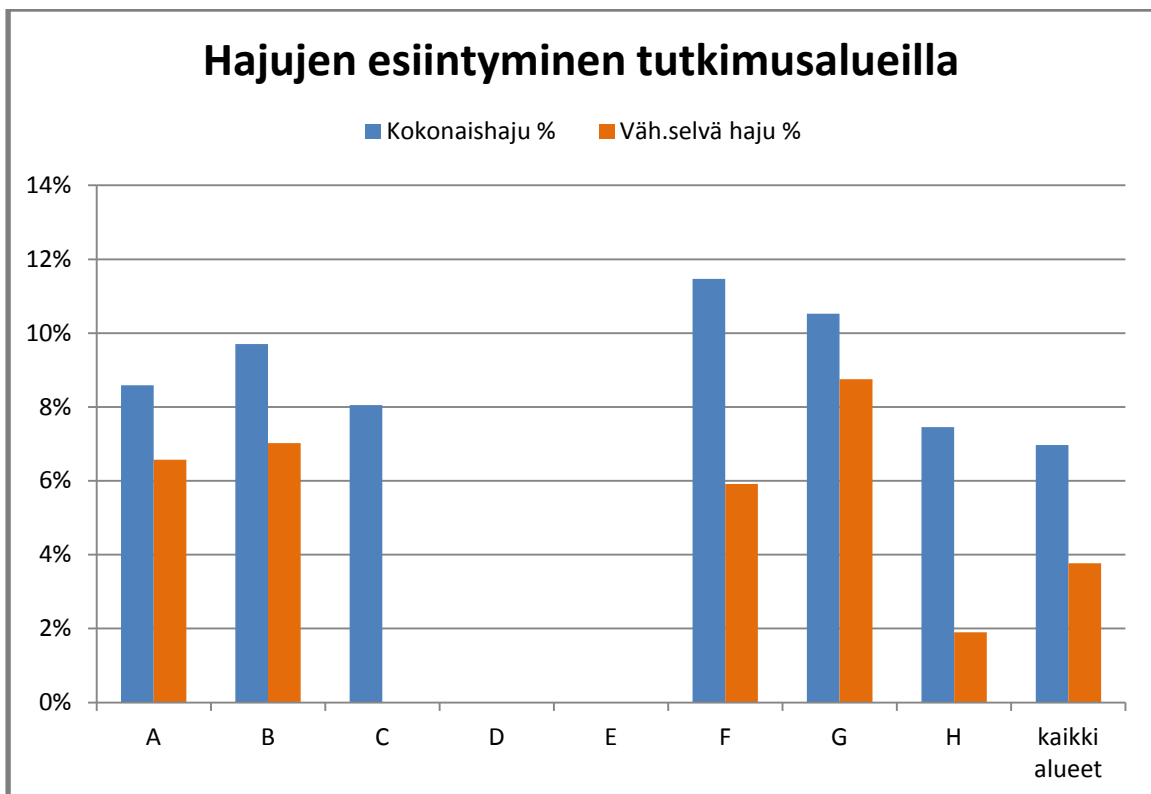
Lisäksi laskettiin keskiarvo koko tutkimusalueen kokonaishajun esiintymistiheydestä sekä keskiarvo vähintään selvän hajun esiintymistiheydestä. Vastaavasti laskettiin myös keskiarvo kokonaishajun sekä vähintään selvän hajun esiintymiselle Pättin puhdistamon välittömässä läheisyydessä sijaitsevilla alueilla A, B, F ja G.

TULOKSET

Kokonaishajun (asteikolla 0-3, vähintään 1) esiintymistiheys %:na sekä vähintään selvän hajun (asteikolla 0-3, vähintään 2) esiintymistiheys %:na ovat **Taulukossa 1** ja havainnollistettuna **Kuvassa 1**.

Taulukko 1. Kokonaishajun ja vähintään selvän hajun esiintymistiheydet (%) tutkimusalueittain.

ALUE	Kokonaishaju %	Väh. selvä haju %
A	9 %	7 %
B	10 %	7 %
C	8 %	0 %
D	0 %	0 %
E	0 %	0 %
F	11 %	6 %
G	11 %	9 %
H	7 %	2 %
kaikki alueet	7 %	4 %



Kuva 1. Kokonaishajun ja vähintään selvän hajun esiintyminen tutkimusalueilla.

Taulukossa 2 on esitetty Pättin jätevedenpuhdistamon välittömässä läheisyydessä sijaitsevien alueiden (A, B, F, G) keskiarvoinen hajun esiintymistiheys niin kokonaishajuna kuin myös vähintään selvänä hajuna.

Taulukko 2. Kokonais- ja vähintään selvän hajun keskimääräiset esiintymistiheydet Pättin jätevedenpuhdistamon välittömässä läheisyydessä sijaitsevilla tutkimusalueilla.

Alueet	Kokonaishaju	Väh. Selvä haju
ka A, B, F, G	10 %	7 %

Kokonaishajun yksittäistulokset sekä vallinneet sääolot hajukartoituskerroittain ovat koottuna **Liitteessä 2**. Kokonaishajun tulokset ovat kartalla **Liitteessä 3**. Vähintään selvän hajun yksittäistulokset sekä sääolot hajukartoituskerroittain ovat **Liitteessä 4** ja vähintään selvän hajun tulokset ovat esitettynä kartalla **Liitteessä 5**.

HAJUKARTOITUKSEN TULOSTEN TARKASTELU

Hajun esiintymiseen vaikuttavia seikkoja

Hajut erottuivat kenttähavainnointien aikana hyvin, mutta ajoittain savun sekä ohikulkevien autojen pakokaasun haju häiritsivät havainnointia. Hajua havaittiin pääosin vain tuulen alapuolella. Heikkotuulisella säällä haju levisi laajemmin ympäristöön, kun taas tuulisella säällä hajuvuuhka oli kapeampi. Hajun esiintyminen saattoi välillä olla hyvinkin paikallista erityisesti heikkotuulisella säällä. Hajujen leviämiseen vaikuttavia seikkoja ovat alueen topografian sekä sääolojen lisäksi fyysiset esteet, jotka hankaloittivat havainnointipaikkojen valintaa, erityisesti havaintoalueilla A, B, C, F ja H.

Pättin puhdistamolta saatujen tietojen mukaan kuudennella hajukartoituskerralla 21.9.2015 on ollut yksi ilmastusallas tyhjäyksessä. Tällä huoltotoimenpiteellä on saattanut olla jossain määrin vaikutusta saatuihin tuloksiin kyseisenä päivänä. On kuitenkin huomioitava, että huoltotoimenpiteet kuuluvat puhdistamon normaaliin toimintaan ja myös poikkeukset jätevedenpuhdistamon toiminnassa ovat aina mahdollisia. Näistä voi syntyä tavanomaisesta poikkeavia hajupäästöjä.

Erityistä huomiota vaativa seikka on myös lietteen kuljetus puhdistamolta. Kuorma-auton lastauksessa vapautuu hajuja ympäristöön, millä voi olla merkittävä osuus hajujen esiintymisessä. Pättin puhdistamon tietojen mukaan hajukartoitusjakson aikana lieteauto on kulkenut lähes päivittäin, mutta alkuviikkoisin kuljetettavaa lietettä on ollut enemmän. Enimmillään lietettä kuljetettiin päivän aikana noin 4-5 kuorma-autollista. Pättin mukaan käyttöön on marraskuun 2015 alussa otettu uusi lietteenkuljetusauto. Uuteen lietteenkuljetusautoon mahtuu enemmän lietettä ja näin ollen sitä kuljetetaan enää noin kolme kuormallista päivittäin. Työpäivän aikana lietteenkuljetus tapahtuu klo 7 - 15.30 välillä.

Hajukartoituksen tulokset ja ohjearvoja

Suomen laissa ei ole ulkoilman hajupitoisuuksille ohje- tai raja-arvoja. Viihtyisyyshaitallekaan ei ole olemassa tiukkaa rajausta. Hajuyhdisteiden päästöjä tai hajua ulkoilmassa ei lainsäädännössä kielletä, kuitenkin ympäristölle pilaantumisen vaaraa aiheuttava toiminta vaatii luvan (Ilmatieteen laitos 2014).

Suomessa on tehty tutkimus hajuohjearvojen perusteista (Arnold 1995). Tutkimuksessa esitettyihin hajuhaitta-arvoihin verrattuna Pättin välittömässä läheisyydessä sijaitsevat alueet A, B, F ja G ylittävät tutkimuksessa esitetyn epämiellyttävälle sekä selville hajuille tarkoitetun 3 %:n ohjearvon. Myös näiden neljän alueen yhteisen keskiarvon osalta kyseinen ohjearvo ylittyy. Lisäksi koko tutkimusalue yhdessä (A-H) ylittää keskiarvollisesti 3 %:n selvän hajun ohjearvon.

Selvän hajun osuudet eivät ylitä saksalaisen Guideline on Odour in Ambient Air (German GOAA 2008) esittämää 10 %:n asutusalueille tarkoitettua selvän hajun ohjearvoa, eikä näin ollen myöskään 15 %:n teollisuusalueiden ohjearvo ylity. Iso-Britannian selvän hajun 2 %:n ohjearvon (Schauberger et al. 2001) ylittävät alueet A, B, F, G ja lisäksi näiden Pättin välittömässä läheisyydessä sijaitsevien alueiden keskiarvo ylittää ohjearvon. Alueella H vähintään selvän hajun osuus on samalla tasolla Iso-Britannian ohjearvon kanssa. Koko tutkimusalueen (A-H) keskiarvo ylittää ohjearvon.

Tanskassa vuonna 1985 julkaistussa ympäristöministeriön oppaassa (Miljøstyrelsen 1985) on häiritsevälle hajulle laitoksen ympäristössä annettu ohjearvo 1 % kokonaisajasta. Yleisesti häiritseväksi hajuksi määritellään haju, joka on erittäin selkeää (Arnold 1995). Edellä mainitun Tanskan ympäristöministeriön oppaan ohjearvon ylittävät selvän hajun esiintymistiheydet alueilla A, B, F, G ja H. Myös Pättin puhdistamon välittömässä läheisyydessä sijaitsevien alueiden A, B, F ja G yhteinen keskiarvo ylittää Tanskan ympäristöministeriön oppaan ohjearvon kuin myös koko tutkimusalueen (A-H) selvän hajun keskiarvo.

Huomattavaa kuitenkin on, että tulosten vertaaminen tutkimuksiin ja ohjearvoihin ei ole yksiselitteistä, johtuen erilaisista hajun määrittämenetelmistä.

Taulukko 3. Ohjearvot ja hajukartoituksesta saadut tulokset.

Maa	%	Ohjearvon haju	Raja-arvon ylittävät alueet		
Suomi: Hajuohjearvojen perusteet (Arnold 1995)	3 % - 9 %	Selvä haju	A, B, F, G	Alueiden A, B, F, G yhteinen keskiarvo	Koko tutkimusalueen (A-H) keskiarvo
Saksa (German GOAA 2008)	10 % asutusalueet 15%teol.alueet	Selvä haju	-		
Iso-Britannia (Schauberger et al. 2001)	2 %	Selvä haju	-A, B, F, G, -H samalla tasolla ohjearvon kanssa	Alueiden A, B, F, G yhteinen keskiarvo	Koko tutkimusalueen (A-H) keskiarvo
Tanska (Miljøstyrelsen 1985)	1 %	Häiritsevä haju vrt. (erittäin) selvä haju	A, B, F, G, H	Alueiden A, B, F, G yhteinen keskiarvo	Koko tutkimusalueen (A-H) keskiarvo

VERTAILU VTT:N VUONNA 2002 - 2003 TEKEMÄÄN HAJUKARTOITUKSEEN

Verrattuna VTT:n vuoden 2003 hajukartoitukseen, saadut hajun esiintymistiheydet ovat pääosin pienempiä niin kokonaishajun kuin vähintään selväksi -luokitellunkin hajun osalta. Alueella C ja H esiintyi enemmän kokonaishajua kuin VTT:n tutkimuksessa. Alueella H esiintyi hiukan enemmän vähintään selväksi -luokiteltua hajua kuin VTT:n tutkimuksessa. Alueen F selvän hajun esiintymistiheys oli sama kuin VTT:n tutkimuksessa. Koko tutkimusalueen (A-H) kokonaishajun ja vähintään selvän hajun keskiarvot ovat pienemmät, kuin VTT:n tutkimuksessa.

Tulokset eivät kuitenkaan ole täysin vertailukelpoisia, sillä VTT:n tekemän tutkimuksen laskentamallia ei ole saatavilla. Lisäksi molemmissa hajukartoituksissa tulokset on suhteutettu menneiden vuosien tuulensuuntiin. VTT teki suhteutuksen vuosien 1997 - 2002 keskimääräisiin tuulensuuntiin, kun tässä tutkimuksessa käytössä olivat keskimääräiset tuulensuunnat ajalta 1.10.2010 - 31.10.2015. Näin ollen suhteutuksella eri vuosien keskimääräisiin tuulensuuntiin on myös vaikutusta saatuihin tuloksiin.

Käyntikertoja tehtiin tässä kartoituksessa huomattavasti tiheämmin kuin VTT:n kartoituksessa, alkaen syyskuussa ja päättyen marraskuussa. VTT:n kartoitus aloitettiin lokakuussa 2002 ja päätettiin kesäkuun alussa 2003, mutta kartoituksia ei tehty joului- eikä tammikuussa lainkaan.

YHTEENVETO

Jo ennen Pättin puhdistamolla syksyllä 2015 valmistunutta hajunpoistotekniikkaa, mainitaan Vaasan veden vuosikertomuksessa (Vaasan veden vuosikertomus 2014) hajuhaittojen olevan vähäisiä, sekä valituksien harvinaisia huolimatta asutuksesta puhdistamon välittömässä läheisyydessä. Tutkimusten mukaan hetkellistä voimakasta hajua siedetään paremmin kuin hajukuormaa, joka on jatkuvaa ja tasaista (Tammivuori 2012).

Hajua esiintyi lähinnä Pättin välittömässä läheisyydessä sijaitsevilla alueilla A, B, F, G ja näiden alueiden vähintään selväksi -luokitellun hajun esiintymistiheydet ylittivät pääosin esitettyjen hajuohjearvojen rajat. Mansikkasaaren alueilla D ja E ei havaittu hajuja. Alueella C suuret rakennukset saattoivat estää hajujen leviämistä.

Tiukan aikataulun vuoksi tähän hajukartoitukseen ei pystytty ottamaan mukaan kaikkia vuodenaikoja. Objektivisempien tulosten saamiseksi olisi hajukartoituksen kestoa pidennettävä, kartoituskertoja oltava enemmän ja mukaan otettava kaikki vuodenaikat.

Maiju Koukkunen

Ossi Käkränen

Lisätiedot:

Ossi Käkränen
Biologi
BotniaLab Oy
Kruunantie 36
Vaasa
Puh 040 661 9683

LÄHTEET

Arnold, M. 1995. Hajuohejearvojen perusteet. Espoo. VTT Tiedotteita.

German GOAA (Guideline on Odour in Ambient Air). 2008. Detection and Assessment of Odour in Ambient Air including grounds and advice on interpretation. Dated 29 February 2008 with supplement of 10 September 2008. [Saatavilla: <http://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/luft/gerueche/pdf/GOAA10Sept08.pdf>]

Ilmatieteen laitoksen ilmastopalvelu. [<http://ilmatieteenlaitos.fi/mennyt-saa-ja-ilmastotilastot>]

Ilmatieteen laitos. 2014. Naantalin ja Raision seudun hajupäästöjen leviämismallilaskelmat. Helsinki. Asiantuntijapalvelut ilmanlaatu ja energia. [Saatavilla: http://expo.fmi.fi/aqes/public/Raportti_Naantalin_ja_Raision_hajumallinnus_20141215_www.pdf]

Miljøstyrelsen. 1985. Begrænsning af lugtgener fra virksomheder. Vejledning fra Miljøstyrelsen Nr. 4/1985. Copenhagen. Miljøstyrelsen. [Saatavilla: <http://mst.dk/media/mst/Attachments/Lugtvejledningen.pdf>]

Pättin jätevedenpuhdistamon henkilökunta.

Schauberger, G., Piringer, M., Petz, E. 2001. Separation distance to avoid odour nuisance due to livestock calculated by the Austrian odour dispersion model (AODM). Agriculture, Ecosystems & Environment 87. [Saatavilla: [http://www.researchgate.net/publication/221962156_Separation_distance_to_avoid_odour_nuisance_due_to_livestock_calculated_by_the_Austrian_odour_dispersion_model_\(AODM\)](http://www.researchgate.net/publication/221962156_Separation_distance_to_avoid_odour_nuisance_due_to_livestock_calculated_by_the_Austrian_odour_dispersion_model_(AODM))]

Tammivuori, R. 2012. Hajujen hallinta ja vähentämisen haasteet. Ympäristö ja Terveys -lehti. Numero 3:2012, 43. vuosikerta. Pori. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy.

Vaasan karttapalvelu. [<http://kartta.vaasa.fi/IMS/fi>]

Vaasan Veden vuosikertomus. 2014. Vaasan Vesi. [Saatavilla: <http://www.vaasanvesi.fi/Suomeksi/Esittely/Vuosikertomukset>]

Verein Deutscher Ingenieure. 2006. VDI 3940 Part 1: Measurement of odour impact by field inspection- measurement of the impact frequency of recognizable odours, Grid measurement (+ Corrigendum concerning guideline VDI 3940 Part 1:2006-2). Düsseldorf. Verein Deutscher Ingenieure.

Verein Deutscher Ingenieure. 2006. VDI 3940 Part 2: Measurement of odour impact by field inspection- measurement of the impact frequency of recognizable odours, Plume measurement. Düsseldorf. Verein Deutscher Ingenieure.

VTT. 2003. Hajun ja hajuhaitan kartoittaminen Vaasan jätevedenpuhdistamon ympäristössä 2002 - 2003. Tutkimusselostus nro PRO3/595/03. Espoo. VTT Prosessit.

LIITTEET

LIITE 1. Tutkimusalueet A-H

LIITE 2. Kokonaishajun (asteikolla 0-3, vähintään 1) yksittäistulokset

LIITE 3. Kokonaishajun esiintyminen tutkimusalueilla

LIITE 4. Vähintään selvän hajun (asteikolla 0-3, vähintään 2) yksittäistulokset

LIITE 5. Vähintään selvän hajun esiintyminen tutkimusalueilla

LIITE 6. Tuuliruusu ajalta 1.10.2010 - 31.10.2015

LIITE 7. Tuuliruusu ajalta 10.9.2015 - 19.11.2015

LIITE 1. Tutkimusalueet A-H (Karttapohja: Vaasan karttapalvelu)



LIITE 2. Kokonaishajun (asteikolla 0-3, vähintään 1) yksittäistulokset

	Vkon- pvä	pvm	klo, alku	Tuulen- suunta	Nopeus m/s	T°C	Koste- us %	A	B	C	D	E	F	G	H
1	pe	24.7.15	10:30	LUODE	3	15,5	91	x	x					x	
2	ma	10.8.15	9:00	KAAKKO	tyyni	13,5	89						x		x
3	to	10.9.15	12:50	POHJOIS	3	17,5	69	x	x		x			x	
4	la	12.9.15	15:15	LUODE	3	18	68		x					x	
5	la	19.9.15	10:00	LÄNSI	9	13,5	74		x				x	x	x
6	ma	21.9.15	17:00	KOILLIS	3	14,6	77	x			x				
7	su	27.9.15	13:00	POHJOIS	4	11,6	80	x	x	x				x	
8	pe	2.10.15	10:45	LÄNSI	10	13,3	76		x				x	x	
9	su	4.10.15	15:20	LÄNSI	7	12,7	65		x					x	x
10	ti	6.10.15	11:00	ITÄ	1	3,2	72								
11	pe	9.10.15	11:30	KOILLIS	1	0,1	69	x							
12	ke	14.10.15	15:30	LÄNSI	4	9,4	81		x				x	x	x
13	pe	16.10.15	16:00	LÄNSI	5	11,8	70		x				x	x	x
14	la	17.10.15	12:00	LÄNSI	6	10,2	79		x				x	x	x
15	ti	20.10.15	12:20	ETELÄ	4	7,9	94						x		
16	pe	23.10.15	11:30	LUODE	4	9,0	96		x					x	
17	ma	26.10.15	16:40	LOUNAIS	3	6,1	76						x		x
18	ti	27.10.15	13:00	POHJOIS	6	3,2	55	x	x	x				x	
19	to	29.10.15	16:00	KOILLIS	3	5,2	72								
20	ma	2.11.15	16:00	LOUNAIS	10	12,1	68						x	x	x
21	ke	4.11.15	14:45	LUODE	5	8,8	77		x					x	
22	to	5.11.15	10:15	LOUNAIS	3	0,0	99						x		x
23	ti	10.11.15	16:00	LUODE	2	4,3	88		x					x	
24	to	12.11.15	16:30	KOILLIS	2	1,5	97	x			x				
25	la	14.11.15	10:00	LOUNAIS	5	5,2	98						x	x	x
26	to	19.11.15	16:15	POHJOIS	2	2,8	94	x	x	x				x	
Kokonaishajun esiintymistiheys (%)								9	10	8	0	0	11	11	7
								Keskiarvo 7 %							

*Kahta ensimmäistä kartoituskertaa ei laskettu mukaan tuloksiin, sillä ne edustivat Pättin puhdistuslaitoksen uutta hajunpoistotekniikkaa edeltävää aikaa.

*Säätiedot Ilmatieteen laitoksen Vaasan Klemetilän sääasemalta. Maastoon lähdettäessä on huomioitu myös Ilmatieteen laitoksen merisää sekä Vaasan yliopiston Tervahovin sääaseman tietoja.

*Tässä taulukossa yksittäistulokset on laskettu hajun esiintymisprosentteina havaintoajasta havaintopistettä kohden, eikä hajutunteja ole vielä eroteltu.

LIITE 3. Kokonaishajun esiintyminen tutkimusalueilla (Karttapohja: Vaasan karttapalvelu)



LIITE 4. Vähintään selvän hajun (asteikolla 0-3, vähintään 2) yksittäistulokset

	Vkon- pvä	pvm	klo, alku	Tuulen- suunta	Nopeus m/s	T°C	Koste- us %	A	B	C	D	E	F	G	H
1	pe	24.7.15	10:30	LUODE	3	15,5	91	x	x					x	
2	ma	10.8.15	9:00	KAAKKO	tyyni	13,5	89						x		
3	to	10.9.15	12:50	POHJOIS	3	17,5	69	x	x					x	
4	la	12.9.15	15:15	LUODE	3	18	68		x					x	
5	la	19.9.15	10:00	LÄNSI	9	13,5	74		x				x	x	
6	ma	21.9.15	17:00	KOILLIS	3	14,6	77	x							
7	su	27.9.15	13:00	POHJOIS	4	11,6	80	x	x	x				x	
8	pe	2.10.15	10:45	LÄNSI	10	13,3	76		x				x	x	
9	su	4.10.15	15:20	LÄNSI	7	12,7	65		x					x	
10	ti	6.10.15	11:00	ITÄ	1	3,2	72								
11	pe	9.10.15	11:30	KOILLIS	1	0,1	69	x							
12	ke	14.10.15	15:30	LÄNSI	4	9,4	81						x	x	
13	pe	16.10.15	16:00	LÄNSI	5	11,8	70						x	x	x
14	la	17.10.15	12:00	LÄNSI	6	10,2	79		x				x	x	
15	ti	20.10.15	12:20	ETELÄ	4	7,9	94								
16	pe	23.10.15	11:30	LUODE	4	9,0	96		x					x	
17	ma	26.10.15	16:40	LOUNAIS	3	6,1	76						x		x
18	ti	27.10.15	13:00	POHJOIS	6	3,2	55	x	x					x	
19	to	29.10.15	16:00	KOILLIS	3	5,2	72								
20	ma	2.11.15	16:00	LOUNAIS	10	12,1	68						x	x	x
21	ke	4.11.15	14:45	LUODE	5	8,8	77		x					x	
22	to	5.11.15	10:15	LOUNAIS	3	0,0	99						x		x
23	ti	10.11.15	16:00	LUODE	2	4,3	88		x					x	
24	to	12.11.15	16:30	KOILLIS	2	1,5	97	x							
25	la	14.11.15	10:00	LOUNAIS	5	5,2	98						x	x	
26	to	19.11.15	16:15	POHJOIS	2	2,8	94	x	x	x				x	
Selvän hajun esiintymistiheys (%)								7	7	0	0	0	6	9	2
								Keskiarvo 4 %							

*Kahta ensimmäistä kartoituskertaa ei laskettu mukaan tuloksiin, sillä ne edustivat Pättin puhdistuslaitoksen uutta hajunpoistotekniikkaa edeltävää aikaa.

*Sää tiedot Ilmatieteen laitoksen Vaasan Klemettilän sääasemalta. Maastoon lähdettäessä on huomioitu myös Ilmatieteen laitoksen merisää sekä Vaasan yliopiston Tervahovin sääaseman tietoja.

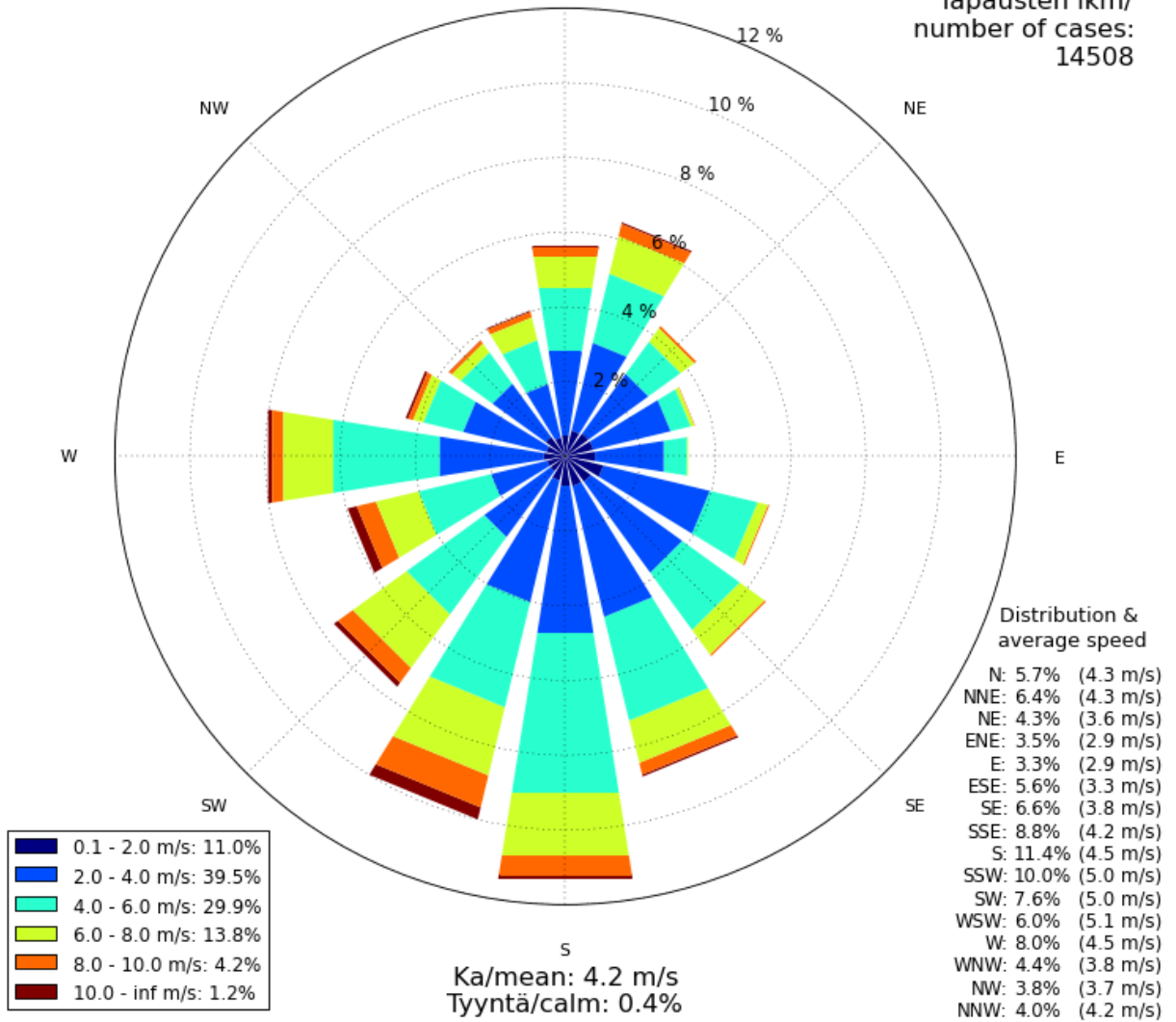
*Tässä taulukossa yksittäistulokset on laskettu hajun esiintymisprosentteina havaintoajasta havaintopistettä kohden.

LIITE 6. Tuuliruusu ajalta 1.10.2010 - 31.10.2015 (Ilmatieteen laitoksen ilmastopalvelu)



VAASA KLEMETTILÄ
01.10.2010 00:00 - 31.10.2015 23:59

Tapausten lkm/
number of cases:
14508

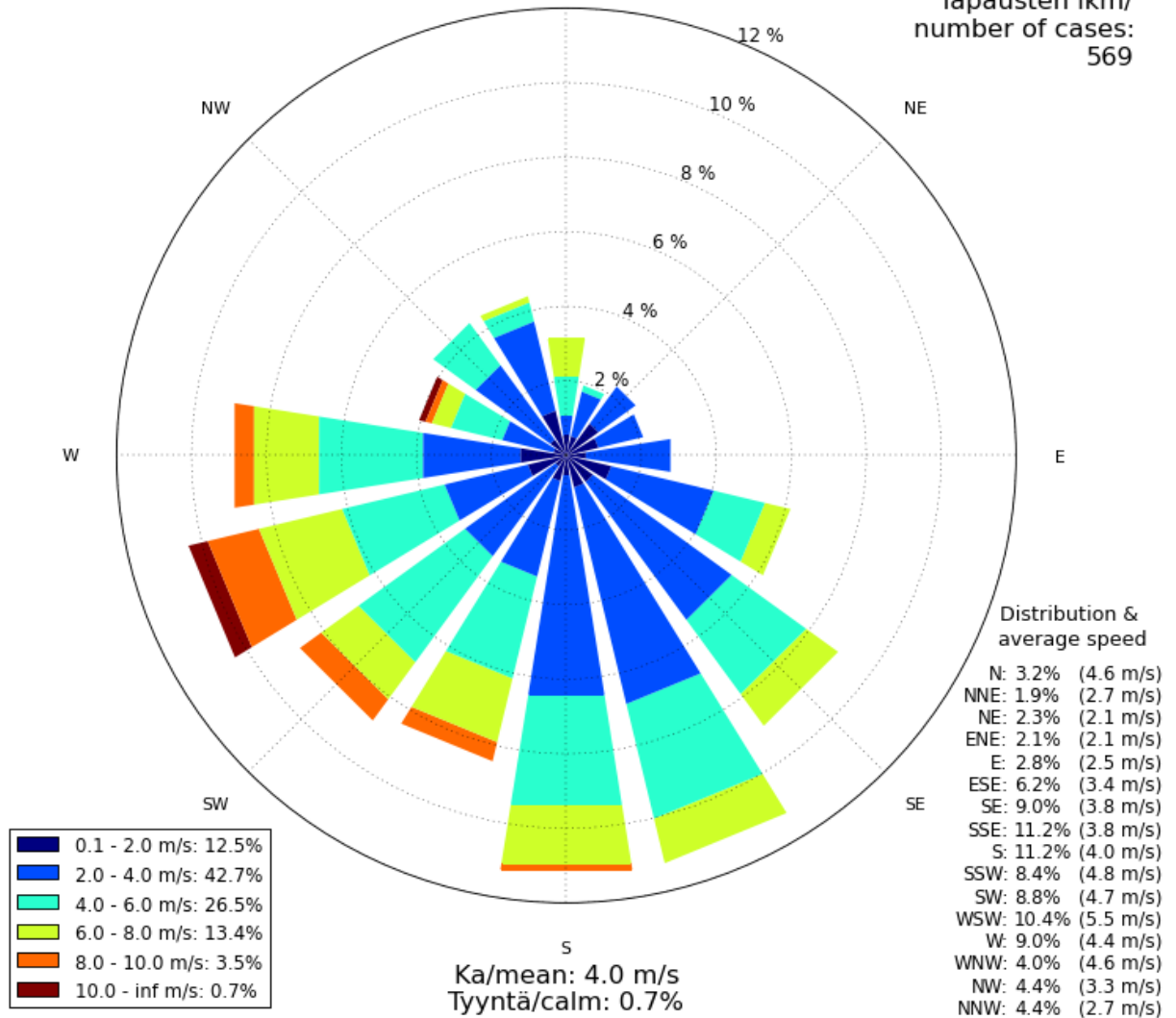


LIITE 7. Tuuliruusu ajalta 10.9.2015 – 19.11.2015 (Ilmatieteen laitoksen ilmastopalvelu)



VAASA KLEMETTILÄ
10.09.2015 00:00 - 19.11.2015 23:59

Tapausten lkm/
number of cases:
569



HAJUKARTOITUSLOMAKE

Havainnoitsija: _____

Viikonpäivä & päivämäärä: _____

Mittauspaikka (nro): _____

Kellonaika (alkamisaika): _____

Hajun voimakkuusasteikko:

0= Ei hajua
1= Lievä hajua
2= Selvä hajua
3= Voimakas

1	2	3	4	5	6

7	8	9	10	11	12

13	14	15	16	17	18

19	20	21	22	23	24

25	26	27	28	29	30

Muuta huomioitavaa:

Taulukko 5. Hajukartoitusprosessi

Toukokuu 2015
<ul style="list-style-type: none">•Hajukartoitus opinnäytetyön aiheeksi•Ensimmäinen opinnäytetyöpalaveri BotniaLabin ja opinnäytetyöohjaajan kanssa•Tutustuminen VTT:n vuoden 2002–2003 hajukartoitukseen•Suomessa tehtyihin hajukartoituksiin tutustuminen
Kesäkuu 2015
<ul style="list-style-type: none">•Kokous Vaasan kaavoituksen kanssa•Hajukartoituksen suunnittelua
Heinäkuu 2015
<ul style="list-style-type: none">•Hajukartoituksen suunnittelua•Kokous Pättin puhdistamolla•Ensimmäinen hajukartoitus 24.7 BotniaLabin kanssa
Elokuu 2015
<ul style="list-style-type: none">•Toinen maastokäynti 10.8 BotniaLabin kanssa•Uusien hajukartoitusryhmäläisten kokoaminen
Syyskuu 2015
<ul style="list-style-type: none">•Toinen opinnäytetyöpalaveri BotniaLabin ja opinnäytetyöohjaajan kanssa•Uusi hajupoistotekniikka valmistuu Pättin puhdistamolla•Hajukartoitukset aloitetaan tiheämmin 10.9 lähtien•Kartoituksia syyskuussa 5 kertaa
Lokakuu 2015
<ul style="list-style-type: none">•Kartoituksia lokakuussa 12 kertaa•Hajukartoituksen väliraportointi Vaasan kaavoitukselle•Loppuraportin valmistelua
Marraskuu 2015
<ul style="list-style-type: none">•Kolmas opinnäytetyöpalaveri BotniaLabin ja opinnäytetyöohjaajan kanssa•Kartoituksia marraskuussa 7 kertaa•Lopullisten tulosten laskeminen•Loppuraportin valmistaminen
Joulukuu 2015
<ul style="list-style-type: none">•Raporttipalaveri BotniaLabin kanssa•Loppuraportin valmistaminen•Kokous Vaasan kaupungin Teknisellä virastolla, mukana BotniaLabin lisäksi henkilökuntaa Pättin puhdistamolta sekä Vaasan kaavoituksesta•Lopullinen raportti valmis ja lähetetty osallisille 8.12.2015
Opinnäytetyö
<ul style="list-style-type: none">•Hajukartoituksen esittely BotniaLab Oy:lle helmikuussa 2016