

**TURUN YLIOPISTON
MERENKULKUALAN KOULUTUS- JA TUTKIMUSKESKUKSEN
JULKAISUJA**

**PUBLICATIONS FROM THE CENTRE FOR MARITIME STUDIES
UNIVERSITY OF TURKU**

**B 156
2008**

Biovakka Oy:n biokaasulaitoksen hajujen leviämisselvitys hajupaneelin avulla



Teemu Makkonen



TURUN YLIOPISTON
MERENKULKUALAN KOULUTUS- JA TUTKIMUSKESKUKSEN JULKAISUJA

PUBLIKATIONER AV SJÖFARTSBRANSCHENS UTBILDNINGS- OCH
FORSKNINGSCENTRAL VID ÅBO UNIVERSITET

PUBLICATIONS FROM THE CENTRE FOR MARITIME STUDIES
UNIVERSITY OF TURKU

B 156

Biovakka Oy:n biokaasulaitoksen hajujen leviämiselvitys hajupaneelin avulla

Turku 2008

SARJAN PÄÄTOIMITTAJA / EDITOR-IN-CHIEF
JUHANI VAINIO

JULKAISIJA:

TURUN YLIOPISTO
MERENKULKUALAN KOULUTUS-
JA TUTKIMUSKESKUS

Veistämönaukio 1-3
20100 TURKU
Puhelin: 02 - 281 3300
Fax: 02 - 281 3311
Internet: <http://mkk.utu.fi>

PUBLISHER:

UNIVERSITY OF TURKU
CENTRE FOR MARITIME
STUDIES

Veistämönaukio 1-3
FI- 20100 TURKU, FINLAND
Telephone: + 358 - 2 - 281 3300
Telefax: + 358 - 2 - 281 3311
Internet: <http://mkk.utu.fi>

TURUN YLIOPISTO
Turku 2008
ISBN 978-951-29-3600-7
ISSN 1456-1824

ESIPUHE

Biovakka Oy:n biokaasulaitoksen hajujen leviämisseelvitys hajupaneelin avulla - tutkimuksen tarkoituksena on selvittää Biovakka Oy:n aiheuttamien hajujen esiintymistä ja voimakkuutta sekä hajujen alkuperää rajatulla selvitysalueella alueen asukkaista kootun koulutetun hajupaneelin avulla. Tarkoituksena on selvittää aiheuttaako Biovakka Oy:n biokaasulaitos todellisia aistittuja hajuhaittoja, jotka vähentävät alueen asumisviihtyvyyttä.

Tutkimus on suoritettu Biovakka Oy:n toimeksiannosta, ja sen toteutuksesta vastasi Turun yliopiston Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskus, jossa työstä on vastannut FM Teemu Makkonen.

Tutkimusta ovat ohjanneet: ylitarkastajat Pirjo Gyllenberg ja Kristiina Rainio Lounais-Suomen ympäristökeskuksesta, ympäristösihteeri Riitta Laaksonen Vehmassalon kuntayhtymästä sekä professori Pentti Yli-Jokipii Turun yliopiston maantieteen laitokselta.

Turussa toukokuussa 2008

Juhani Vainio

1. JOHDANTO	5
2. HAJUJEN LEVIÄMINEN	5
3. HAJUJEN HAVAITSEMINEN JA VAIKUTUKSET.....	6
4. TUTKIMUSALUEEN HAJULÄHTEET JA HAJUJEN SYNTYTAVAT	9
4.1 BIOVAKKA OY	9
4.2 TUTKIMUSALUEEN MUUT HAJUT JA NIIDEN LÄHTEET	10
5. AINEISTO JA MENETELMÄT	11
5.1 HAJUPANEELI.....	11
5.1.1 Yleistä.....	11
5.1.2 Paneelin kokoaminen, koostumus ja tehtävät.....	12
5.1.3 Havainnoijien perehdyttäminen	13
5.1.4 Havainnoijien sijainti.....	13
5.2 SÄÄTIEDOT	14
5.3 TUTKIMUSALUEEN TOPOGRAFINEN LUONNE	14
5.4 AINEISTON KÄSITTELY	15
6. TULOKSET.....	15
6.1 HAVAINTOJEN MÄÄRÄ	15
6.2 HAJUJEN VOIMAKKUUS	17
6.3 HAVAINTOJEN KESTOAJAT JA AJALLINEN JAKAUTUMINEN	19
6.4 HAJUFREKVENSSIT	23
6.5 HAJULÄHTEIDEN ARVIOINTI.....	27
6.6 HAJUN VAIKUTUKSET HAVAINNOIJAAN	28
6.7 HAVAINNOT JA ETÄISYYS LÄHTEELLE.....	29
6.8 HAVAINNOT JA SÄÄTILA	29
6.9 HAVAINNOT JA TOPOGRAFIA.....	30
6.10 HAVAINNOT JA BIOKAASULAITOKSEN TOIMINTA	30
7. TULOSTEN TARKASTELU JA YHTEENVETO.....	31
8. LÄHDELUETTELO.....	32
LIITE 1. SEURANTAJAKSOJEN SÄÄTILAT.	34
LIITE 2. HAJUPÄIVÄKIRJALOMAKE JA TÄYTTÖOHJEET.....	39
LIITE 3. BIOKAASULAITOKSEN KIRJATUT TOIMINTAHÄIRIÖT.	42

1. JOHDANTO

Vehmaan kunnassa sijaitseva Biovakka Oy:n biokaasulaitos otettiin käyttöön keväällä 2005. Laitoksessa käsitellään sian liettelantaa, kuivalantaa sekä elintarviketeollisuuden ja entsyymiteollisuuden lietteitä. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen 28.8.2003 antaman ympäristölupapäätöksen mukaan laitoksen aiheuttamat hajupäästöt saavat olla enintään 3 000 HY/m³¹. Biokaasulaitoksen aiheuttamia hajuhaittoja on esiintynyt toiminnan alusta alkaen. Ulkopuolisten asiantuntijalaitosten tekemissä hajumittauksissa lupamääräysten mukaiset hajupäästörajat ovat ylittyneet miltei poikkeuksetta. Hajuista on tullut jatkuvasti ja useilta eri tahoilta valituksia ympäristökeskukselle ja Vehmaan kunnan ympäristölupaviranomaisille. (Ympäristökeskus 2007.) Biovakka Oy on tehnyt toimia hajuhaittojen vähentämiseksi, ja viimeisimmissä hajupäästömittauksissa on saavutettu ympäristöluvan mukainen raja-arvo (Biovakka Oy 2007).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää Biovakka Oy:n aiheuttamien hajujen esiintymistä ja voimakkuutta sekä hajujen alkuperää rajatulla selvitysalueella alueen asukkaista kootun koulutetun hajupaneelin avulla eli selvittää aiheuttaako biokaasulaitos vielä todellisia aistittuja hajuhaittoja, jotka vähentävät alueen asumisviihtyvyyttä. Hajupaneeli koottiin noin kolmen kilometrin säteellä Biovakka Oy:n biokaasulaitoksen ympärillä asuvista vapaaehtoisista henkilöistä. Seurantajaksoja oli kaksi. Ensimmäisen seurantajakson pituus oli kuukausi 1.11.–30.11.2007 ja toisen puolitoista kuukautta 15.3.–30.4.2008.

2. HAJUJEN LEVIÄMINEN

Hajuyhdisteet ovat kaasumaisia ja leviävät ilmavirtausten ja turbulenssin mukana. Tuulet, ilmanpaine ja maaston esteet sekä hajukaasuun ja hajulähteeseen liittyvät

¹ HY/m³= hajuyksikköä kuutiometriä kohti, mikä kertoo suoraan, montako kertaa haiseva ilma on laimennettava, jotta se tulisi hajuttomaksi (Arnold 2002: 12).

muuttujat ohjaavat hajuyhdisteiden leviämistä. (Sipilä et al. 1997: 12.) Erkki Rantakrans ja Tarja Savunen (1995) ovat tehneet hajuyhdisteiden leviämisestä malleja, joiden avulla voidaan ennustaa hajun esiintymistä hajulähteen ympäristössä eri etäisyyksillä. Watrec Oy on mallintanut Biovakka Oy:n biokaasulaitoksen hajupäästöjen leviämistä. Watrec Oy:n (2007: 10) hajunleviämismalleissa eri vaihtoehtoilla todetaan, että erittäin epäsuotuisissa tuuliolosuhteissa biokaasulaitoksen hajut saattavat levitä jopa yli puolentoista kilometrin päähän laitoksesta.

Hajun leviäminen riippuu voimakkaasti paikallisista sääolosuhteista (liite 1). Empiirisen tiedon mukaan eniten hajuhavaintoja tehdään stabiilissa ilmakehässä, jolloin ilman sekoittuminen on vaikeaa. Stabiileja olosuhteita esiintyy tyypillisesti aamuisin ja iltaisin. Eniten hajua esiintyy silloin kun tuulen nopeus on 1–1,5 m/s. (Arnold 2002: 18.) Myös maastonpinnanmuodot ja kasvillisuus vaikuttavat hajujen leviämiseen. Hajut saattavat kanavoitua kulkemaan laaksomuodostumissa. Avoimessa maastossa hajuja havaitaan metsäpeitteistä maastoa useammin. (Kekki 1992.)

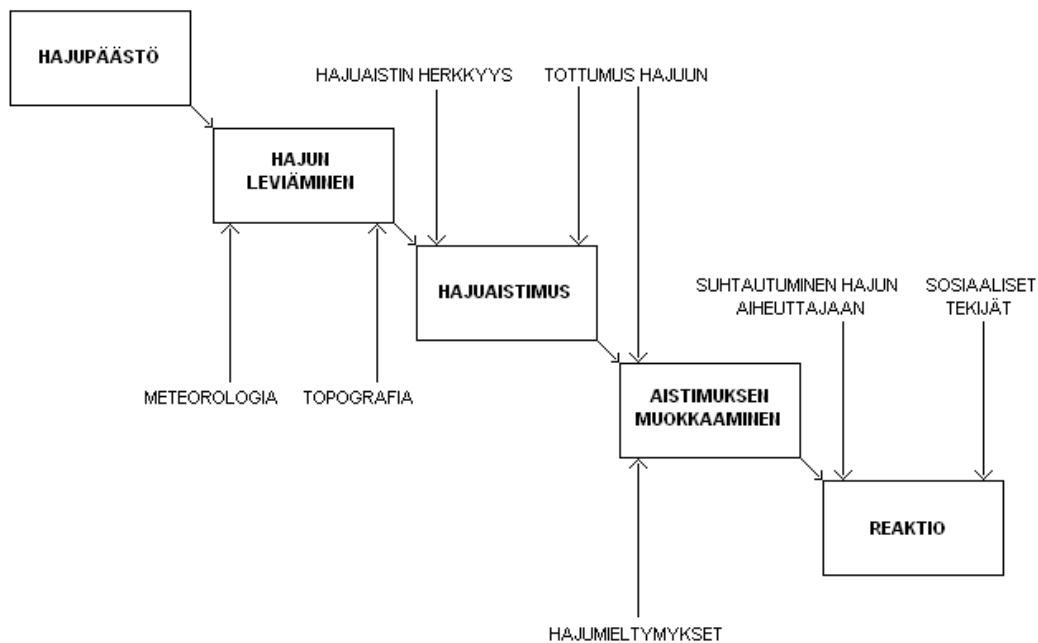
3. HAJUJEN HAVAITSEMINEN JA VAIKUTUKSET

Ihmisten hajuaistit poikkeavat toisistaan, ja toisaalta sama henkilö voi haistaa eri tavalla eri tilanteissa ja eri päivinä. Hajuaisti väsyä eli adaptoituu, mikä ilmenee aistimuksen heikkenemisenä jonkin ajan kuluttua haisteltaessa vakiopitoisia aineita. Vaihteleva pitoisuus ainetta aistitaan useampina havaintoina. (Sipilä et al. 1997: 11.) Hajuaistin tehokkuus vaihtelee ihmisten vireystilan ja elintapojen mukaan. Esim. tupakointi ja flunssa heikentävät hajuaistia, ja se heikkenee myös iän karttuessa (Lyytimäki 2006: 32–33).

Hajuaistin herkkyys vähenee lämpötilan kasvaessa, mutta toisaalta samalla myös hajukaasujen haihtuminen ilmaan lisääntyy. Havaittu hajun voimakkuus vähenee ilman suhteellisen kosteuden kasvaessa. (Sipilä et al. 1997: 11.) Todennäköistä on, että haju koetaan keskimäärin vähemmän häiritsevänä talvella kuin kesällä.

Kesällä ihmiset viettävät enemmän aikaa ulkona, jolloin he havaitsevat ulkoilman laadun muutoksia helpommin kuin talvella. (Arnold 2002: 19.)

Haistaminen on subjektiivinen tapahtuma, johon liittyy myös psykologisia tekijöitä. Hajun hyväksyttävyyteen voivat vaikuttaa hajuun liitetyt mielikuvat. Paikkakunnan asukkaiden toimeentulo voi liittyä kiinteästi hajuhaittoja aiheuttavaan toimintaan, jolloin haitta ehkä siedetään paremmin. (Sipilä et al. 1997: 11–12.) Maatalousalueilla siedetään eläintuotantoon liittyviä hajupäästöjä paremmin kuin alueilla, jotka ovat pääasiassa asuinalueita tai virkistyskäyttöön tarkoitettua aluetta. Lisäksi tutkimuksissa on todettu, että naiset ja korkeasti koulutetut asukkaat kokevat ympäristöhajut hieman häiritsevämmiksi kuin muu väestö. Sen sijaan iäkkäät ihmiset kokevat usein ympäristöhajun vähemmän häiritseväksi, koska iän karttuessa yleinen tyytyväisyys elinympäristöön liittyviin tekijöihin yleensä kasvaa. (Arnold 2002: 22.) Em. monimutkaisten syy-seurausyhteyksien vuoksi, jotka on esitelty yhteenvetona kuvassa 1, teollisuuslaitoksen tai muun hajulähteen aiheuttamaa hajuhaittaa ei voi suoraan määrittää mittaamalla yksistään päästön hajupitoisuutta tai hajun esiintymistiheyttä, vaan hajuhaitta voidaan selvittää varmasti ainoastaan vaikutusalueen asukkaiden avulla (Arnold 1995: 10).



Kuva 1. Hajupäästöstä aiheutuva hajuhaitta (Arnold 1995: 10).

Lannasta haihtuvat kaasut eivät ulkoilmaan sekoituessaan muodosta terveydellistä riskiä, mutta pitoisuudesta riippuen ne voivat aiheuttaa silmien ja limakalvojen ärsytystä tai päänsärkyä (Sipilä et al. 1997: 11). Ongelmaksi koettu haju on kuitenkin selvä stressitekijä, mikä voi altistaa ihmisen erilaisille sairauksille, vaikka haju ei suoranaisesti aiheutakaan sairautta. Vaikka hajuista ei olisi terveydellistä haittaa, muu haitta voidaan kokea hyvinkin häiritsevänä. Haju voi vähentää asumisviihtyisyyttä, laskea asuntoalueen rahallista arvoa tai muuttaa alueesta syntyvää mielikuvaa. Ulkoilu ja ihmisten väliset kontaktit voivat hajuhaittojen vuoksi vähentyä. (Arnold 2002: 23–24.)

Laki naapuruussuhteista sanoo, että naapurille ei saa aiheuttaa *kohtuutonta rasitusta muun muassa hajun takia* ja, että *talli, navetta, lantäsäiliö, käymälä tai muu sellainen laitos on niin tehtävä, että naapuri ei kärsi siitä ilmeistä haittaa* (Finlex 2007). Ongelmalliseksi asian tekee se, että hyväksyttävää hajutasoa ei ole tarkkaan määritelty (Sipilä et al. 1997: 12).

Aikaisempien tutkimusten mukaan selvä haitta koetaan silloin, kun haju esiintyy yli 3–5 % kokonaisajasta. Myös hajun voimakkuus on asukkaiden kokeman haitan tärkeä tekijä. Lievän hajun esiintymistä ei vielä välttämättä pidetä häiritsevänä. Valitustaso ylittyy yleensä vasta kun haju on melko voimakas. (Arnold 2002: 21 & 50.) Hajuhaittatutkimuksissa on toisaalta todettu tietyn ”perushajuhaittatason” olemassaolo, eli tietty osuus (noin 5–10 %) väestöstä kokee hajuhaittaa alueilla, joissa ei ole hajuyhdisteitä päästävää teollisuutta tms. (Arnold 1995: 10). Mona Arnold (2002: 54) tekee edellä mainittujen tulosten synteessinä suosituksen hajun ohjeistusmallin kehittämiseksi eläintuotantoyksiköille. Mallissa selvästi häiritsevän hajun rajana pidetään 3–5 HY/m³:n tasoisen hajun esiintymistä 3–5 % kokonaisajasta. Kolmen HY/m³:n tasoista hajua voidaan pitää selvästi havaittavana ja viiden HY/m³ tasoista hajua voimakkaana (Arnold 2002: 21). Arnold (1995: 51–58) päätyi samansuuntaisiin tuloksiin myös väestökyselyn perusteella tehdyssä tutkimuksessaan. Em. tapaisia ohjeistusmalleja on esitetty myös muissa maissa kuten esim. Saksassa (taulukko 1).

Taulukko 1. Eläintuotantoyksiköiden hajun esiintymistiheyden raja-arvot Saksassa (Arnold 2002: 29).

	Asutus- ja seka- alue	Kylä, jossa on kotieläintuotantoa	Asutuksen laitamat ja maaseutu
Esiintymistiheys, % kokonaisajasta	10	15	15-20

4. TUTKIMUSALUEEN HAJULÄHTEET JA HAJUJEN SYNTYTAVAT

4.1 Biovakka Oy

Biovakka Oy:n biokaasulaitoksen toiminnan eri vaiheista ja lähteistä aiheutuu erinäisiä hajuja, joita esitellään lyhyesti seuraavassa.

1. Raaka-allaskaasu:

- Sian liettelanta, kuivalanta ja biojätteet siirretään vastaanottohallissa vastaanottoaltaaseen eli raaka-altaaseen. Raaka-altaan kaasu haisee lähinnä lietelannalle.

2. Aktiivihiilen jälkeen puhdistettu ilma:

- Raaka-altaasta hajukaasut johdetaan puhdistettavaksi pesurin ja kahden biosuodattimen kautta aktiivihiilisuodattimeen. Puhdistuksen jälkeen kaasun hajua voisi kuvailla termeillä imelä, mädäntynyt liete tai mädäntynyt kaali.

3. Sekoitusaltaan kaasut:

- Sekoitusaltaissa, joista kaasu johdetaan poltettavaksi, muodostuvat kaasut haisevat lähinnä rikinyhdisteille (mätä kananmuna).

4. Kiintoainevarasto:

- Kiintoainevarastoon säilötään prosessin erottama kiinteä materiaali, joka haisee lievästi lannalle (siis lähinnä sikalalle tai navetalle).

5. Jätevesien varastointi:

- Biokaasulaitoksen yhteydessä on jätevesien varasto, johon säilötään prosessista poistettu rejektivesi ennen sen edelleen toimittamista. Tästä voi levitä ympäristöön viemärin tai likakaivon hajua.

6. Soihtu:

- Soihdulla poltetaan ylimääräinen kaasu, jota ei erilaisista syistä sillä hetkellä pystytä käyttämään sähköntuotantoon. Soihtu on tarkoitettu käytettäväksi tai sitä käytetään vain tilapäisesti. Soihdun aiheuttamaa hajua voisi verrata palaneen kaasun hajuun.

4.2 Tutkimusalueen muut hajut ja niiden lähteet

Tutkimusalueella sijaitsee myös useita sikaloita ja navettoja, joista voi levitä mm. sikalan, navetan tai lietteen hajua. Lietettä levitetään myös pelloille, mikä voi huomattavasti vaikeuttaa hajulähteen tunnistamista. Em. häiriötekijä on pyritty eliminoimaan valitsemalla seuranta-ajanjaksoit sellaiseksi, että lietteenlevitystä pelloille ei tapahdu. Alueella sijaitsee myös hakelämpölaitos, josta aiheutuu palaneen puun tai savun hajua. Muita huomionarvoisia mahdollisia hajulähteitä ovat paikallinen leipomo ja Vinkkilässä sijaitseva jätevedenpuhdistamo.

5. AINEISTO JA MENETELMÄT

5.1 Hajupaneeli

5.1.1 Yleistä

Hajupaneeli on suhteellisen harvoin käytetty tutkimusaineiston keruumenetelmä, mutta sitä on hyödynnetty Suomessakin hajujen esiintymisen tutkimisessa esim. VTT:n toteuttamassa esimerkkitutkimuksessa (Arnold 1995: 19–21), Tritonet Oy:n Honkajoki Oy:lle tekemässä selvityksessä (Tritonet Oy 2004), Viikinmansi-ossa sijaitsevan lantalan hajuhaittoja käsittelevässä tutkimuksessa (Sipilä et al. 1997) ja Ilpo Kekkin tutkielmassa ”Yhdyskuntailman hajujen esiintyminen Naantalissa, Raisiossa ja läntisessä Turussa” (Kekki 1992).

Hajun aistinvarainen mittaaminen on ongelmallista. Subjektiivisuuden johdosta aistinvaraista mittaamista ei voida pitää ehdottoman luotettavana. Kuten edellä on esitetty, vastaajien havainnointiin vaikuttavat mm. vastaajan vireystila, fysiologinen tila ja mielialat. Lisäksi ihmisnäkömittalaitteena väsy ja adaptoituu.

Hajun aistinvaraisessa mittaamisessa voidaan käyttää seuraavia menetelmiä: hajulähteen ympäristössä asuville tehtävä kysely, kenttähavainnointi ja hajulähteen ympäristössä asuvien, eli hajupaneelin tai asukaspaneelin, kirjanpito havainnoistaan. Koulutetun asukaspaneelin käyttäminen hajun arvioinnissa on kehittynyt hajuhavainnoinnin menetelmä. Hajupaneelin koulutuksella vältetään osa mieltymysten tai mielialan aiheuttamista vaihteluista mittaustuloksissa. Ongelmana hajupaneelin käytössä on vastaajien motivoiminen säännölliseen arviointiin. Hajua voidaan mitata myös erilaisilla mittalaitteilla. (Sipilä et al. 1997: 14–19.) Riittävä nä hajupaneelin jäsenten määränä on alan kirjallisuudessa pidetty kahdeksaa havainnoijaa (Sipilä et al. 1997: 47).

Havainnoitsijoina toimii hajulähteen ympäristössä asuvista asukkaista koostuva paneeli. Asukkaiden tehtävänä on kirjata kotiympäristön ulkoilmassa esiintyviä hajuja. Paneeliin osallistuvan tehtävänä on seurata, kuinka usein elinympäristön ulkoilmassa esiintyy hajua ja merkitä yksinkertaiseen lomakkeeseen hajun kesto, laatu ja se miten häiritsevänä hän hajun kokee. (Arnold 2002: 15.) Puutteistaan huolimatta hajupaneeli on sopiva keino ajallisesti kattavan käsityksen saamiseen hajujen esiintymisestä laajalla alueella (Kekki 1992).

5.1.2 Paneelin kokoaminen, koostumus ja tehtävät

Hajupaneelin toimintaan etsittiin Biovakka Oy:n tapauksessa vapaaehtoisia jäseniä ilmoittamalla asiasta paikallislehdessä (Vakka-Suomen Sanomat: artikkeli 28.9.2007 ja maksettu ilmoitus 2.10.2007), kunnan ilmoitustaululla ja jakamalla tiedote alueella asuvien postilaatikkoihin sekä ottamalla yhteyttä henkilökohtaisesti sellaisiin ihmisiin, joiden uskottiin olevan kiinnostuneita asiasta. Hajupaneelin toimintaan ilmoittautui lopulta 12 henkilöä, joista yksi joutui jättämään seurannan kesken. Näin ollen hajupaneelin lopullinen koostumus marraskuun seurantajaksoilla oli 11 henkilöä. Yksi marraskuussa mukana olleista panelisteista muutti seurantajaksojen välillä pois paikkakunnalta, minkä johdosta toisella maaliskuun puolesta välistä huhtikuun loppuun kestäneellä seurantajaksoilla hajupaneelin koostumus oli 10 henkilöä. Tutkimukseen osallistuneiden henkilöiden ikäjakauma on laaja: 33–75 vuotta. Tutkimukseen osallistui henkilöitä yhteiskunnan eri sektoreilta, esim. eläkeläisiä jne. Myös yksi Biovakka Oy:n työntekijä osallistui hajupaneelin toimintaan. Tämän lisäksi Biovakka Oy piti päiväkirjaa, johon merkittiin laitoksen toiminta: mahdolliset häiriöt ja vahinkotilanteet (liite 3).

Panelistit seurasivat kuinka usein elinympäristön ilmassa esiintyi hajua ja merkitsivät päiväkirjaan hajun keston, laadun ja voimakkuuden sekä kuvasivat hajun vaikutuksia ajanjaksoilla 1.11.–30.11.2007 ja 15.3.–30.4.2008. Hajupäiväkirjaan kirjattiin myös ne ajat, jolloin ei haissut. Panelistin poissaolopäivät huomioitiin

hajupäiväkirjassa. Ennen varsinaista hajujen seuranta paneelin jäsenet koulutettiin tunnistamaan ja arvioimaan alueella esiintyviä eri hajuja.

5.1.3 Havainnoijien perehdyttäminen

Havainnoijat perehdytettiin hajupaneelin toimintaan 24.10.2007 Biovakka Oy:n biokaasulaitoksella järjestetyssä koulutustilaisuudessa. Koulutustilaisuudessa tutustuttiin laitoksen toimintaan ja sen eri hajuihin sekä hajulähteisiin ynnä käytiin läpi kuinka hajupäiväkirjaa tulisi täyttää. Hajupaneelin osallistuvia koulutettiin muidenkin lähteiden kuin Biovakka Oy:n biokaasulaitoksen hajujen tunnistamiseen siksi, että he tietäisivät mitkä alueella esiintyvät hajut voivat sekoittaa heidän kokemuksiinsa. Näin pyrittiin eliminoimaan väärän hajulähteen tunnistamisen mahdollisuus. Niille henkilöille, jotka eivät päässeet paikalle koulutukseen, postitettiin hajupäiväkirjat ohjeineen (liite 2).

5.1.4 Havainnoijien sijainti

Hajupaneeliin osallistuvat havainnoijat sijoittuvat eri puolille ja eri etäisyyksien (n. 650–2750 m) päähän biokaasulaitoksesta. Neljä panelistia asuu laitoksen pohjoispuolella ja loput seitsemän eteläpuolella (kuva 2). Tutkimusalueelta seuranta-jaksojen välillä poismuuttanut henkilö asui Vinkkilän keskustassa. Tarkkoja osoitetietoja ei vapaaehtoisten hajupaneeliin osallistuneiden yksityisyyden turvaamiseksi tässä ilmoiteta.



Kuva 2. Havainnoitsijoiden sijoittuminen tutkimusalueelle.

5.2 Sää tiedot

Tutkimuksen meteorologiset tiedot on saatu ilmatieteen laitoksen Turun lentoasemalla sijaitsevan (lämpötila ja tuuli) ja Turun Artukaisessa (sademäärät) sijaitsevan havaintoasemien aineistosta. Lämpötila ja tuulitiedot on ilmoitettu kolmen tunnin välein eli kahdeksan kertaa vuorokaudessa koko havaintokaudelta. Sademäärät on ilmoitettu päivän kokonaissadantana. Sää tiedot on esitetty liitteessä 1.

5.3 Tutkimusalueen topografinen luonne

Tutkimusalue on kauttaaltaan suhteellisen alava ja tasainen. Pieniä mäkiä alueella kuitenkin on, ja itse biokaasulaitos on sijoittunut niin, että mäet voivat omalta osaltaan vähentää hajujen leviämistä. Kuitenkin biokaasulaitokselta lounaaseen

päin kohti Vinkkilää ja pohjois-koillis-suunnassa on ”laaksomaisia” painanteita, joita pitkin hajut voivat levitä varsin esteettömästi.

5.4 Aineiston käsittely

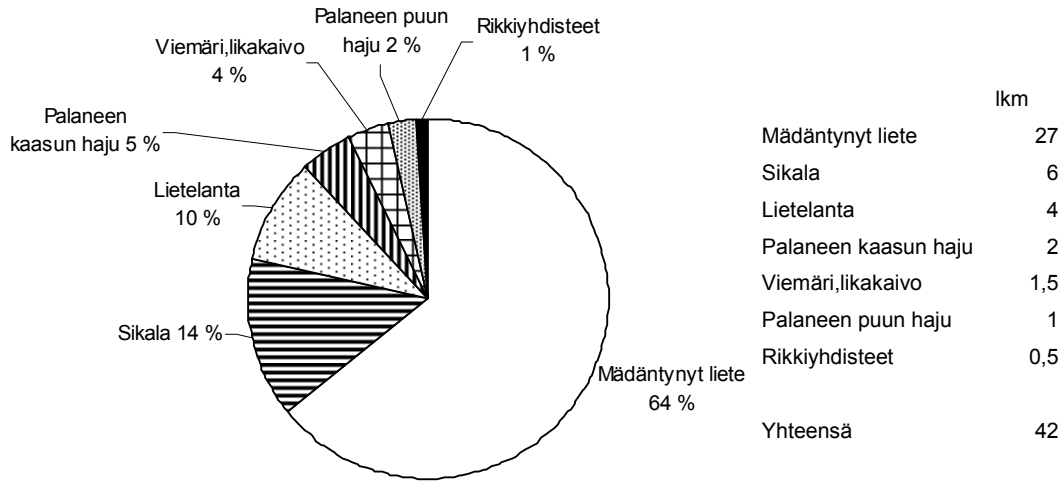
Aineiston peruskäsittely tehtiin Excel-ohjelmistolla ja tilastolliset analyysit SPSS-ohjelmalla. Aineistoon liitettiin havainnon yhteys tuulensuuntaan. Tuulisektorina käytettiin 90 astetta, joka avautuu lähteeltä, tässä tapauksessa siis biokaasulaitoksesta, tuulen etenemissuuntaan. Tuulensuuntana käytettiin havainnon alkuaikaa lähinnä mitattua tuulitietoa. Jos havainnolla ei ollut merkitty päättymisaikaa, arvioitiin havainnon kesto kaikkien havaintojen keskimääräisestä kestoajasta. Toisen tarkkailuajanjakson osalta osasta havaintoja puuttui arvio hajun voimakkuudesta. Hajun voimakkuutena käytettiin tällöin kaikkien havaintojen keskimääräistä ja yleisimmin esiintyvää voimakkuutta.

6. TULOKSET

6.1 Havaintojen määrä

Marraskuussa 2007 hajupaneeli merkitsi yhteensä 42 hajuhavaintoa tutkimusjakson aikana eli keskimäärin n. 3,8 havaintoa panelistia kohden. Havaintojen lukumäärä vaihteli havaintopisteittäin 0–17 havainnon välillä. Kokonaislukumäärät olivat lähekkäisten pisteiden välillä yleensä melko yhdensuuntaisia. Eniten hajuhavaintoja kirjattiin biokaasulaitoksen pohjoispuolella olevissa havaintopisteissä. Laitoksen eteläpuolella hajuhavaintoja oli huomattavasti vähemmän, ja esim. Vinkkilän taajamassa hajuhavaintoja ei tehty, yhtä panelistia lukuun ottamatta, juuri lainkaan. Havaintojen jakaantuminen eri hajutyyppeihin on esitetty kuvassa 3. Siitä voidaan havaita, että mädäntynyt liete on ylivoimaisesti yleisin alueella

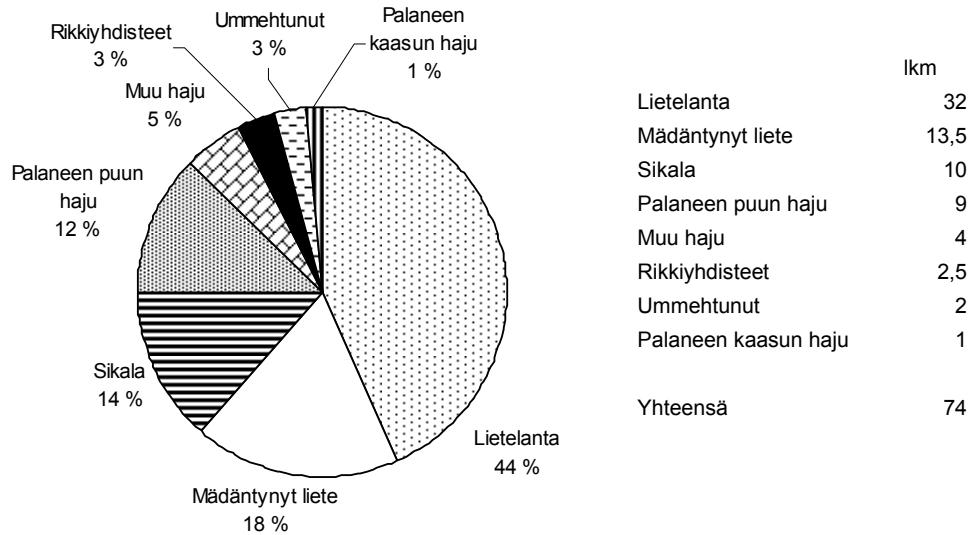
havaittu hajutyyppejä. Muita useammin havaittuja hajutyyppejä olivat sikala ja liete-
lanta.



Kuva 3. Hajutyypien osuudet koko aineistossa havaintojen lukumäärän perusteella mar-
raskuussa 2007 (yksi havainto oli jaettu sekä luokkaan viemäri, likakaivo että luokkaan
rikkiyhdisteet).

Maalis-huhtikuussa hajupaneeli merkitsi yhteensä 74 hajuhavaintoa tutkimusajan-
jakson (15.3–30.4.2008) aikana eli keskimäärin 7,4 havaintoa panelistia kohden.
Hajuhavaintoja tehtiin siis keskimäärin huomattavasti enemmän kuin ensimmäi-
sellä tarkasteluajanjaksolla, vaikka huomioon otetaan se, että ensimmäinen tarkas-
teluajanjakso oli puoli kuukautta lyhyempi. Havaintojen lukumäärä vaihteli ha-
vaintopisteittäin 0–26 havainnon välillä. Suuria eroja kokonaislukumäärissä lä-
hekkäisten pisteiden välillä ei ollut toisellakaan havaintoajanjaksolla havaittavis-
sa. Eniten hajuhavaintoja kirjattiin toisellakin tarkkailuajanjaksolla biokaasulai-
toksen pohjoispuolella olevissa havaintopisteissä. Havaintojen jakaantuminen eri
hajutyyppeihin on esitetty kuvassa 4. Siitä voidaan havaita, että liete-
lanta on tällä
jaksolla ylivoimaisesti yleisin alueella havaittu hajutyyppi. Muita useammin ha-
vaittuja hajutyyppejä olivat mädäntynyt liete ja sikala. Yleisimmät hajutyypit ovat

amat, mutta niiden keskinäinen järjestys on eri kuin ensimmäisellä seurantajak-solla. Ryhmään muu haju kuuluvat kemikaalin haju sekä tunnistamattomia haju-tyyppejä.



Kuva 4. Hajutyyppeiden osuudet koko aineistossa havaintojen lukumäärän perusteella ajan-jaksolta 15.3.–30.4.2008 (yksi havainto oli jaettu sekä luokkaan mädäntynyt liete että luokkaan rikkiyhdisteet).

6.2 Hajujen voimakkuus

Paneeli arvioi hajujen voimakkuutta nelijakoisella luokituksella 1 = heikko, 2 = selvästi havaittavissa, 3 = voimakas ja 4 = hyvin voimakas. Hajuhavaintojen ilmoitettujen voimakkuuksien keskiarvo oli marraskuussa 2007 2,06². Kaikista ha-juista noin 29 % ilmoitettiin heikoksi, 43 % selvästi havaittavaksi, 26 % voimak-kaaksi ja vain yksi havainto eli n. 2 % erittäin voimakkaaksi (ks. taulukko 2). Eri hajutyyppeiden välillä ei ole havaittavissa merkittäviä eroja, vaikka mädäntyneen

² Jos havainnon yhteydessä ei ole ilmoitettu hajun voimakkuutta, käytetään tätä keskimääräistä voimakkuutta (2) arviona korvaamaan puuttuva tieto.

lietteen haju on koettu poikkeuksellisesti useammin joko heikkona tai voimakkaana ja sikala vain heikkona tai selvästi havaittavana.

Taulukko 2. Havaintojen lukumäärät eri voimakkuusluokissa hajutyypeittäin ja niiden prosenttiosuudet marraskuussa 2007 (1 = heikko, 2 = selvästi havaittava, 3 = voimakas ja 4 = hyvin voimakas).

	Voimakkuus lkm					Voimakkuus %			
	1	2	3	4	Yht.	1	2	3	4
Mädäntynyt liete	9	8	9	1	27	33	30	33	4
Sikala	1	5			6	17	83	0	0
Lietelanta	1	2	1		4	25	60	20	0
Muut *	1	3	1		5	20	60	20	0
Yhteensä	12	18	11	1	42	29	43	26	2

* palaneen kaasun haju, viemäri/liikakaivo, palaneen puun haju ja rikkiyhdisteet

Hajuhavaintojen ilmoitettujen voimakkuuksien keskiarvo oli toisella tarkkailuajanjaksoilla 2,22 eli hieman ensimmäistä tarkkailuajanjaksoa korkeampi. Kaikista hajuista noin 18 % ilmoitettiin heikoksi, 50 % selvästi havaittavaksi, 26 % voimakkaaksi ja viisi havaintoa eli n. 7 % erittäin voimakkaaksi (ks. taulukko 3). Lietelannan haju on toisen tarkkailuajanjakson aikana tuntunut huomattavasti ensimmäisestä jaksosta voimakkaampana. Mädäntyneen lietteen haju on aistittu ensimmäisestä jaksosta heikompana.

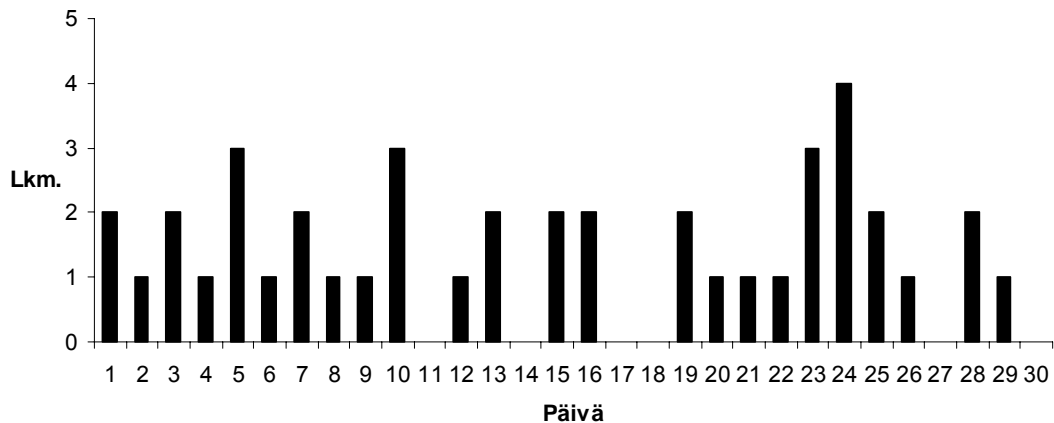
Taulukko 3. Havaintojen lukumäärät eri voimakkuusluokissa hajutyypeittäin ja niiden prosenttiosuudet tarkkailuajanjaksolta 15.3.–30.4.2008. (1 = heikko, 2 = selvästi havaittava, 3 = voimakas ja 4 = hyvin voimakas).

	Voimaakkuus lkm					Voimaakkuus %			
	1	2	3	4	Yht.	1	2	3	4
Mädäntynyt liete	5	6	1,5		12,5	40	48	12	0
Sikala	4	4	2		10	40	40	20	0
Lietelanta	1	14	13	5	33	3	42	39	15
Muut *	3	13	2,5		18,5	16	70	14	0
Yhteensä	13	37	19	5	74	18	50	26	7

* palaneen kaasun haju, palaneen puun haju, rikkiyhdisteet, ummehtunut ja muut hajut (kemikaali/tunnistamaton)

6.3 Havaintojen kestoajat ja ajallinen jakautuminen

Hajuhavainnon kestoajaksi oli ilmoitettu marraskuun osalta 37 havainnossa. Havainnon keskimääräinen kesto oli noin 4 h 30 min³. Ilmoitettujen kestoajien havainnoitsijakohtaiset keskiarvot vaihtelivat noin kahdesta tunnista yli 15 tuntiin. Lyhimmillään yksittäiset havainnot olivat vain puolen tunnin mittaisia, mutta pisimmillään koko päivän kestäviä. Kuten kuvasta 4 voi havaita, niin kuukauden havaintojakson aikana havainnot jakautuivat suhteellisen tasaisesti. Havaintojaksossa oli kuusi sellaista päivää jolloin ei kirjattu yhtään hajuhavaintoa.

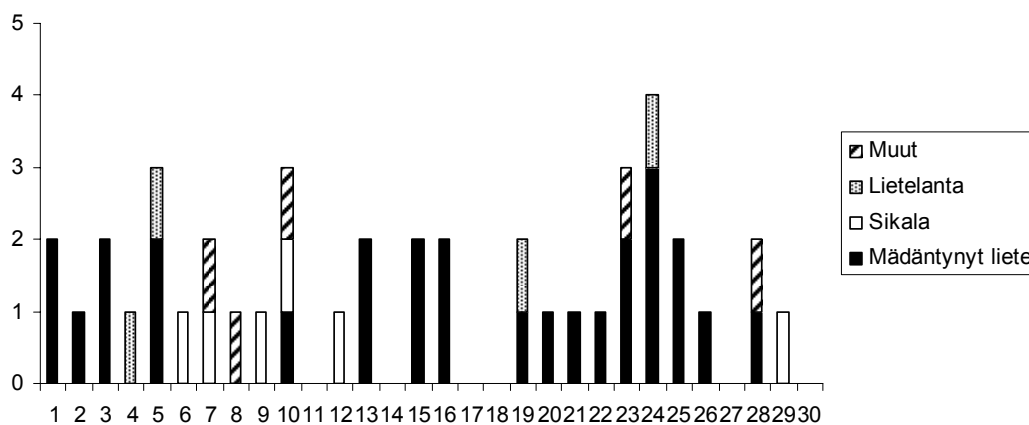


Kuva 4. Marraskuun kaikki havainnot päivittäin.

Kuvassa 5 esitetään kuinka eri hajutyypin havainnot ovat jakautuneet marraskuun tarkkailuajanjaksolle. Yli puolet niistä päivistä, jolloin on havaittu mädäntyneen lietteen hajua, on sellaisia, että hajun on havainnut useampi kuin yksi panelisti. Muut hajutyypit esiintyvät aina yksittäisinä havaintoina. Havaintopisteissä voidaan huomata hajontaa havaintojen suhteen: toisen panelistin havaitsemaa hajua ei välttämättä huomioitu viereisellä havaintopisteellä. Em. hajonta vahvistaa

³ Jos havainnon yhteydessä ei ole ilmoitettu hajunkestoa, käytetään tätä keskimääräistä kestoajaa arviona korvaamaan puuttuva tieto kello 24:ään saakka.

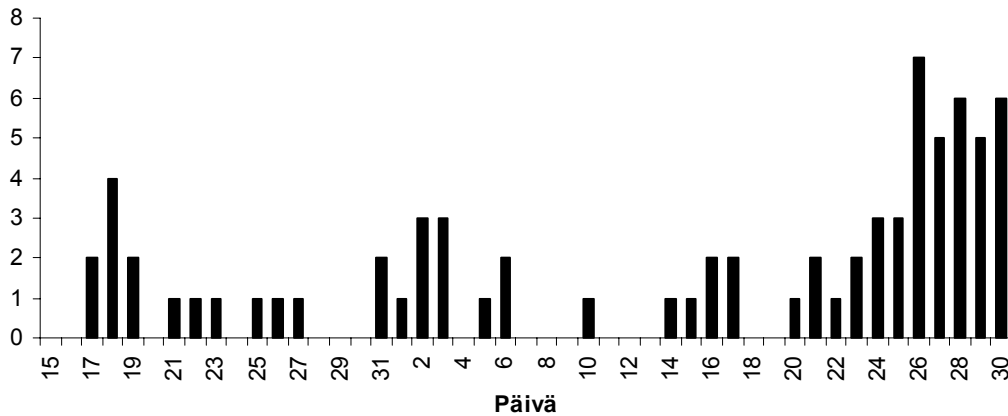
kuvaa hajupaneelitutkimuksen subjektiivisuudesta ja/tai osoittaa, että hajut eivät välttämättä leviä kovinkaan laajalle alueelle.



Kuva 5. Marraskuun havainnot hajutyypeittäin ja päivittäin.

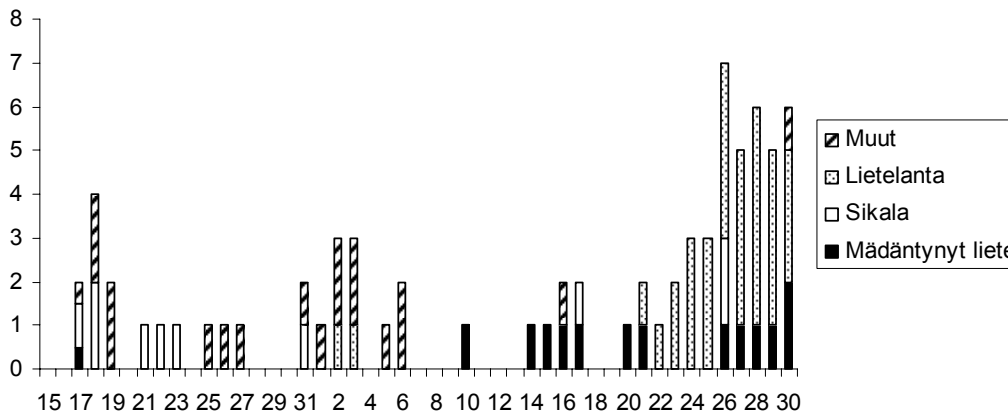
Hajuhavainnon kesto aika oli ilmoitettu toisen havaintoajanjakson osalta 51 havainnossa. Havainnon keskimääräinen kesto oli noin 14 h⁴. Ilmoitettujen kestojen havainnoitsijakohtaiset keskiarvot vaihtelivat noin kahdesta tunnista yli 20 tuntiin. Lyhimmillään yksittäiset havainnot olivat toisellakin tarkkailuajanjaksolla vain puolen tunnin mittaisia mutta pisimmillään koko päivän kestäviä. Kuten kuvasta 6 voi havaita, niin puolentoista kuukauden tarkkailuajanjakson aikana havainnot jakautuivat suhteellisen tasaisesti suurimman ajan jaksosta. Seurantajakson loppupuolella on kuitenkin havaittavissa selvä hajuhavaintojen lisääntyminen, mikä johtuu siitä, että lietteenlevitys pelloille aloitettiin tutkimusalueella samoihin aikoihin. Havaintoajanjaksossa oli kuusitoista sellaista päivää jolloin ei kirjattu yhtään hajuhavaintoa.

⁴ Jos havainnon yhteydessä ei ole ilmoitettu hajunkestoa, käytetään tätä keskimääräistä kesto-aikaa arviona korvaamaan puuttuva tieto kello 24:ään saakka.



Kuva 6. Toisen tarkkailuajanjakson (15.3.–30.4.2008) kaikki havainnot päivittäin.

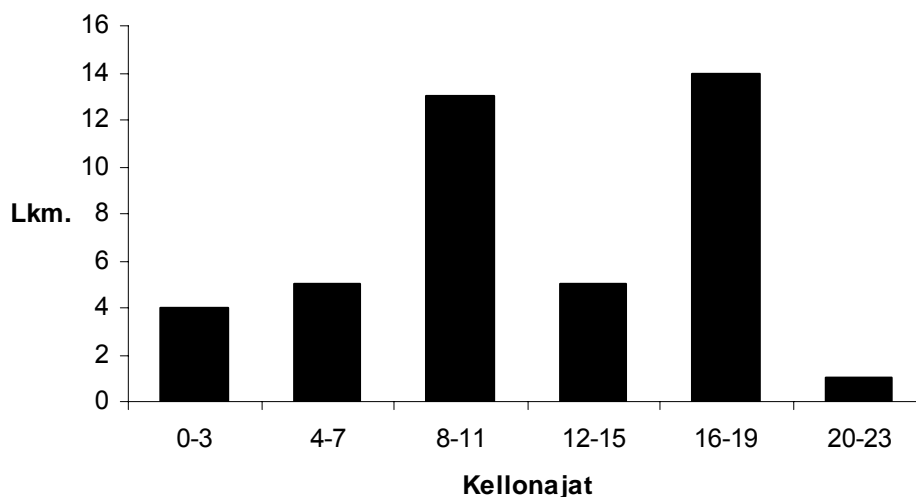
Kuvassa 7 esitetään kuinka eri hajutyyppeiden havainnot ovat jakautuneet toisen tarkkailuajanjakson aikana. Toisella seurantajaksolla mädäntyneen lietteen haju ovat jääneet yksittäisten havaintopisteiden varaan. Sen sijaan lietteen haju on havaittu lähes poikkeuksetta useamman havainnoitsijan toimesta.



Kuva 7. Toisen tarkkailuajanjakson (15.3.–30.4.2008) havainnot hajutyypeittäin ja päivittäin.

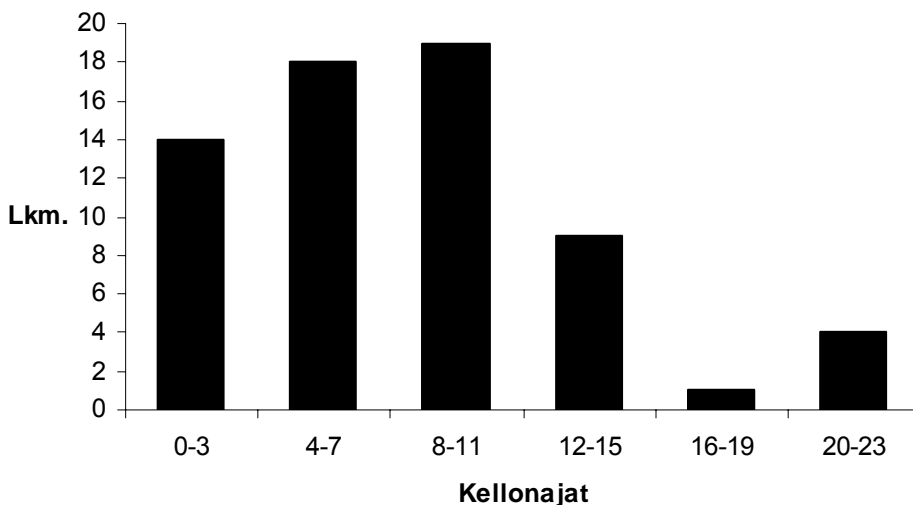
Marraskuussa hajujen alkamisaikojen huiput ajoittuvat aamupäivään ja alkuiltaan (kuva 8). Suuri osa havainnoista on siis tehty suurin piirtein aikoina jolloin ihmisillä yleensä on tapana mennä töihin ja toisaalta silloin kuin tullaan töistä kotiin. Hajuja on siis voinut esiintyä enemmän myös iltapäivisin, mutta niitä ei ole ha-

vainnoitu, koska osa panelisteista käy töissä tutkimusalueen ulkopuolella. Toisaalta, koska eläkeläisten osuus hajupanelisteista oli suhteellisen suuri, voidaan tuloksia pitää melko luotettavina. Yöllä havaintojen määrä on jäänyt vähäisemmäksi ymmärrettävistä syistä.



Kuva 8. Havaintojen jakautuminen havainnon ilmoitetun alkamisajan suhteen marraskuussa.

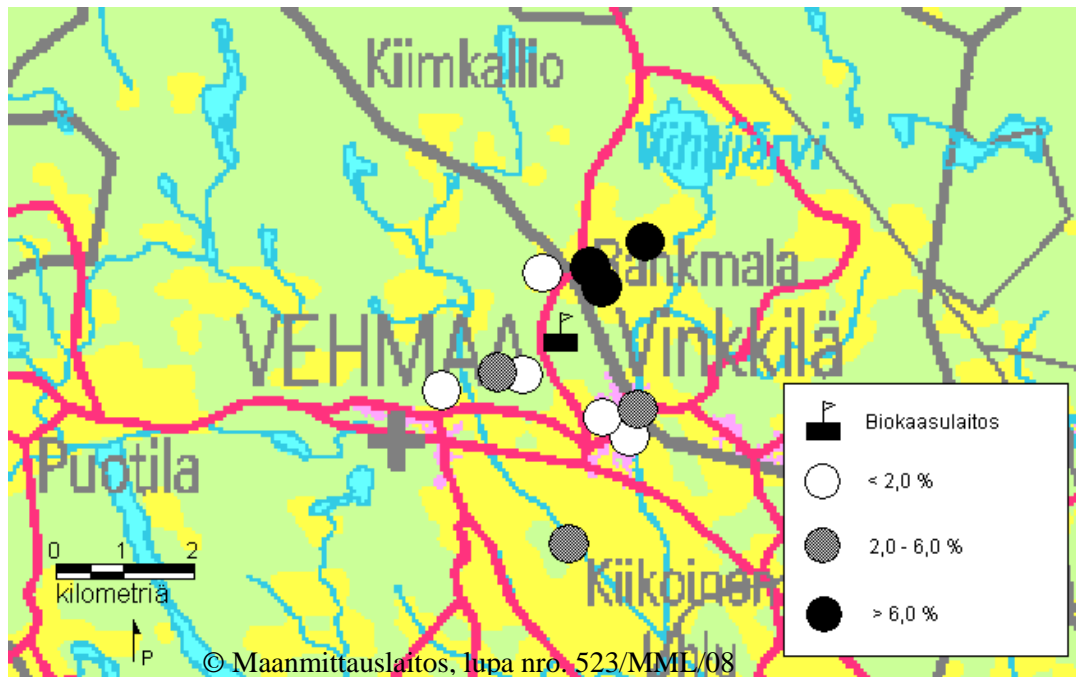
Maalis-huhtikuussa hajujen alkamisaikojen huiput ajoittuvat aamuyöhön, aamuun ja aamupäivään (kuva 9). Suuren aamuyöllä alkaneiden hajuhavaintojen määrän selittää se, että moni näistä havainnoista on kirjattu kestoaltaan koko päivän mittaisiksi. Hajuja on siis havaittu myös muina kellon aikoina, mutta ne ovat alkaneet jo aamuyöllä tai aikaisin aamulla.



Kuva 9. Havaintojen jakautuminen havainnon ilmoitetun alkamisajan suhteen ajanjaksolta 15.3–30.4.2008.

6.4 Hajufrekvenssit

Hajujen kestoajoista on laskettu hajufrekvenssi eli hajujen kestoajan osuus koko kuukaudesta. Havaintokuukaudesta on vähennetty havainnoijan ilmoittama poisoloaika. Koko aineistossa hajuajan keskiarvo koko marraskuun havainnointijaksun aikana havaintopistettä kohden on noin 17 h 10 min, mikä vastaa vain noin vajaata 40 minuuttia vuorokautta kohden. Edellisten tietojen perusteella laskettu hajufrekvenssi koko tutkimusalueella on 2,7 %. Hajufrekvenssit vaihtelivat havaintopisteittäin 0–6,8 prosentin välillä (taulukko 4). Kolme panelistia ei tehnyt yhtään hajuhavaintoa tarkastelujakson aikana. On myös mielenkiintoista havaita, että biokaasulaitoksen pohjoispuolella sijaitsevien havaintopisteiden hajufrekvenssien keskiarvo on 5,0 %, kun se laitoksen eteläpuoleisilla havaintopisteillä on vain 1,1 % (ks. kuva 10). Biokaasulaitoksen koko tutkimusalueelle aiheuttamien hajujen hajufrekvenssi on 1,8 % eli huomattavasti kaikista hajulähteistä laskettua hajufrekvenssiä alhaisempi. Kun otetaan huomioon vain hajut joiden voimakkuus on ollut vähintään 2 eli selvästi havaittavissa, pienenee hajufrekvenssi edelleen 1,1 %:iin.



Kuva 10. Havaintopisteiden hajufrekvenssit marraskuun tarkasteluajanjakson osalta.

Taulukko 4. Hajufrekvenssit (% kokonaisajasta marraskuussa) kaikille hajulähteille ja vain biokaasulaitoksen aiheuttamille hajuille.

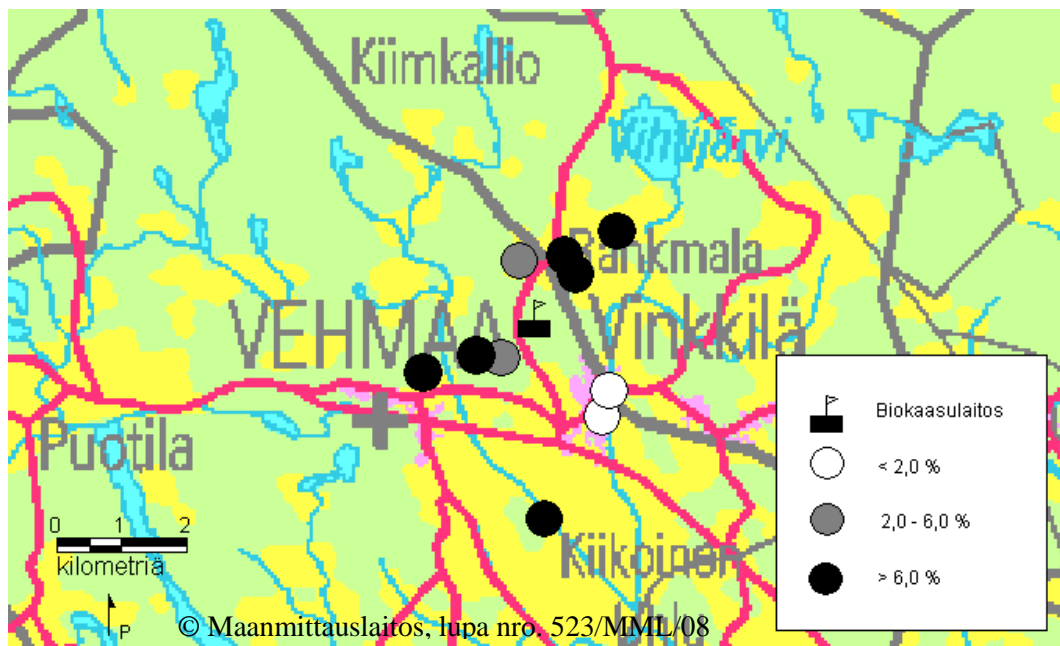
Havaintopiste	Hajufrekvenssi kaikki lähteet	Hajufrekvenssi biokaasulaitos	Hajufrekvenssi biokaasulaitos (hajun voimakkuus väh. 2*)
1	2,8	2,8	2,8
2	2,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0
4	6,8	3,4	0,0
5	6,3	4,3	2,9
6	6,3	6,3	4,1
7	2,0	1,4	0,8
8	0,0	0,0	0,0
9	1,2	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0
11	0,6	0,6	0,6
Yht.	2,7	1,8	1,1

* Eli haju vähintään selvästi havaittavissa.

Koko aineistossa hajuajan keskiarvo toisen havainnointijakson (15.3–30.4.2008) aikana havaintopistettä kohden on noin 96 h 50 min, mikä vastaa noin 2 h 10 minuuttia vuorokautta kohden. Edellisten tietojen perusteella laskettu hajufrekvenssi

koko tutkimusalueella on 10,5 %. Hajuja havaittiin siis huomattavasti enemmän kuin ensimmäisellä seurantajaksolla. Hajufrekvenssit vaihtelivat havaintopisteittäin 0–36,4 prosentin välillä (taulukko 5). Yksi panelisti ei tehnyt yhtään hajuhavaintoa tarkastelujakson aikana. Toisella seurantajaksolla vähiten hajuja havaittiin Vinkkilän keskustassa. Muualla hajufrekvenssit ovat huomattavasti edellistä seurantajaksoa korkeammat. Suurin syy korkeampiin hajufrekvensseihin on seurantajakson loppupuolella alkanut lietteenlevitys tutkimusalueella sijaitseville pelloille.

Biokaasulaitoksen koko tutkimusalueelle aiheuttamien hajujen hajufrekvenssi on 2,4 % eli huomattavasti kaikista hajulähteistä laskettua hajufrekvenssiä alhaisempi. Kun otetaan huomioon vain hajut joiden voimakkuus on ollut vähintään 2 eli selvästi havaittavissa, pienenee hajufrekvenssi edelleen 1,9 %:iin. Panelistin numero neljä tekemät biokaasulaitosta koskevat havainnot oli tehty maantiellä biokaasulaitoksen kohdalla eikä havainnoijan kotipaikalla. Lisäksi puuttuvien kesto-aikojen korvaamiseen käytetty kaikkien hajujen keskimääräinen kesto-aika on biokaasulaitoksen aiheuttaman hajun kesto-aikaa pidempi (biokaasulaitoksen aiheuttamien hajujen keskimääräinen kesto, niiden havaintojen osalta joissa oli ilmoitettu sekä hajun alku että päättymisaika, oli toisella seurantajaksolla n. 9 h 10 min). Kuitenkin biokaasulaitoksen aiheuttamien hajujen osuus kokonaisajasta on korkeampi kuin ensimmäisellä seurantajaksolla.



Kuva 11. Havaintopisteiden hajufrekvenssit toisen tarkasteluajanjakson (15.3.–30.4.2008) osalta.

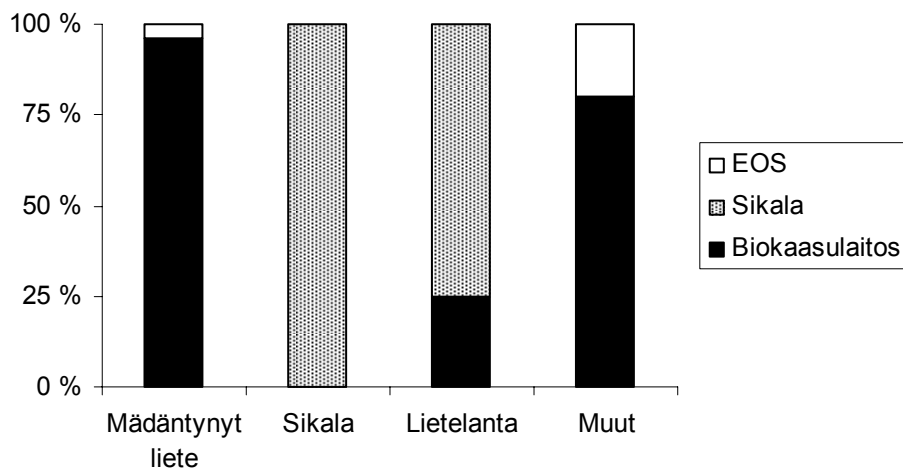
Taulukko 5. Hajufrekvenssit (% kokonaisajasta ajanjaksolla 15.3.–30.4.2008) kaikille hajulähteille ja vain biokaasulaitoksen aiheuttamille hajuille.

Havaintopiste	Hajufrekvenssi kaikki lähteet	Hajufrekvenssi biokaasulaitos	Hajufrekvenssi biokaasulaitos (hajun voimakkuus väh. 2*)
1	10,7	10,7	10,7
2	11,2	0,0	0,0
3	-	-	-
4	36,4	7,9	6,6
5	19,5	0,8	0,8
6	6,7	4,5	1,1
7	0,0	0,0	0,0
8	1,3	0,0	0,0
9	8,9	0,0	0,0
10	2,1	0,0	0,0
11	5,1	3,9	3,9
Yht.	10,5	2,4	1,9

* Eli haju vähintään selvästi havaittavissa.

6.5 Hajulähteiden arviointi

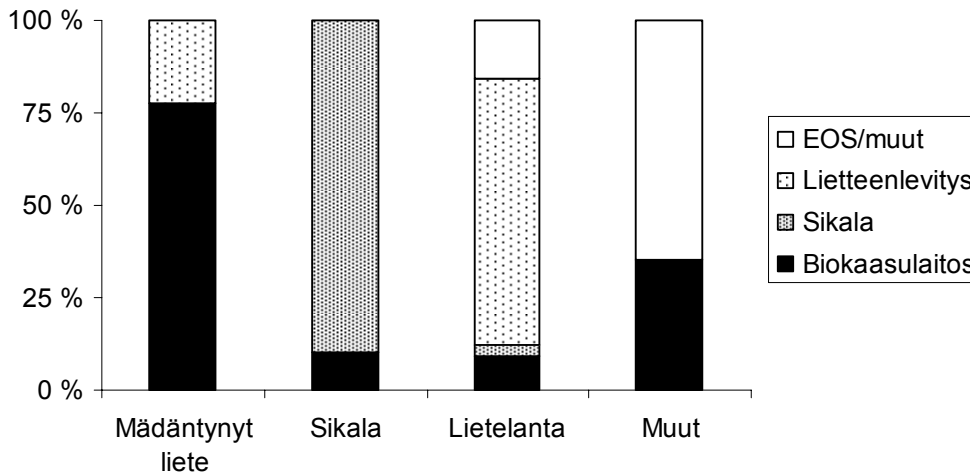
Marraskuussa hajulähteeksi oli arvioitu tai nimetty biokaasulaitos 31:ssä tapauksessa 42:sta eli n. 74 % kaikista havainnoista (ajallisesti n. 63 %). Muissa tapauksissa hajulähteeksi oli merkitty lähellä sijaitseva sikala, tai sitten hajulähdettä ei osattu nimetä. Mädäntyneen lietteen hajun kohdalla 26 havaintoa 27:stä, eli noin 96 %, on merkattu biokaasulaitoksen aiheuttamiksi. Marraskuun aikana aktiivihii- len jälkeinen puhdistettu kaasu oli siis yleisin alueella esiintyvä biokaasulaitoksen tai muun hajulähteen aiheuttama haju. Biokaasulaitoksen aiheuttamiksi hajuiksi ilmoitettiin myös seuraavat hajutyypit: lietelanta (1/4 tapauksista), viemäri tai likakaivo (2/2 tapauksista), palaneen kaasun haju (2/2 tapauksista) ja rikkiyhdis- teet (1/1 tapauksista) (ks. kuva 12).



Kuva 12. Eri hajulähteiden osuus hajutyypeittäin marraskuussa.

Toisella seurantajaksolla hajulähteeksi oli arvioitu tai nimetty biokaasulaitos 21:ssä tapauksessa 74:sta eli 28 % kaikista havainnoista (ajallisesti n. 23 %). Bio- kaasulaitoksen osuus kaikista alueella esiintyvistä hajuista on siis huomattavasti alhaisempi kuin ensimmäisellä seurantajaksolla. Muissa tapauksissa hajulähteeksi oli merkitty lähellä sijaitseva sikala, lietteenlevitys, metsäpalo tai muu lähde. Osassa havaintoja hajulähdettä ei osattu nimetä. Mädäntyneen lietteen hajun koh-

dalla 10,5 havaintoa 13,5:stä, eli noin 78 %, on merkattu biokaasulaitoksen aiheuttamiksi. Yleisin alueella toisen tarkasteluajanjakson aikana havaittu haju oli kuitenkin lietelanta, joka ei suurimmassa osassa tapauksista ole biokaasulaitoksen vaan pelloille levitettävän lietteiden aiheuttama (32 havainnosta biokaasulaitoksen aiheuttamia tapauksia oli vain kolme). Biokaasulaitoksen aiheuttamiksi hajuuksi ilmoitettiin myös seuraavat hajutyypit: sikala (1/10 tapauksista), palaneen kaasun haju (1/1 tapauksista), muut hajut (3/4 tapauksista) ja rikkiyhdisteet (2,5/2,5 tapauksista) (ks. kuva 13).



Kuva 13. Eri hajulähteiden osuus hajutyypeittäin toisella seurantajaksoilla (15.3.–30.4.2008).

6.6 Hajun vaikutukset havainnoijaan

Suurimmassa osassa havainnoista esiintyneistä hajuista ei ollut erityistä haittaa havainnoitsijoille. Lisäksi suurin osa alueen hajujen aiheuttamista suoranaisista vaikutuksista havainnoijiin johtui muista hajulähteistä kuin biokaasulaitoksesta. Biokaasulaitoksen synnyttämiksi arvioidut hajut aiheuttivat lähinnä korkeintaan viihtyvyshaittoja. Erityisesti mädäntyneen lietteiden ja lietelannan hajuja kuvattiin kuitenkin mm. sanoilla vastenmielinen ja kuvottava. Marraskuussa yhdessä tapauksessa hyvin voimakas (hajun voimakkuus = 4) biokaasulaitokselta levinnyt mä-

däntyneen lietteen haju aiheutti pahoinvointia. Huhtikuun lopulla pellolle levitetyn lannan haju aiheutti yhdelle havainnoitsijalle useampana päivänä pahoinvointia ja silmien kirvelyä ja toiselle astman oireita. Palaneen puun haju maaliskuuhuhtikuun vaihteessa aiheutti yhdelle havainnoitsijalle astman oireita ja toiselle migreeniä.

6.7 Havainnot ja etäisyys lähteelle

Kun huomioidaan vain havainnot, jossa lähteeksi on merkitty biokaasulaitos, ei etäisyydellä⁵ lähteestä näyttäisi olevan tutkimusalueen sisällä suurtakaan merkitystä (etäisyys ei korreloi hajuhavaintojen määrien kanssa). Tietenkin haju leviää vain tietyn matkan päähän, mutta tämän tutkimuksen aineistolla ei voida päätellä, mihin asti biokaasulaitoksen hajut tosiasiallisesti matkaavat ja miten pelkkä etäisyys tekijänä vaikuttaa hajuhaittojen määrään. Se voidaan kuitenkin tämänkin aineiston perusteella todeta, että hajujen voimakkuus ja kestoaika alenee etäisyyden kasvaessa biokaasulaitokseen.

6.8 Havainnot ja säätila

Tuulensuunta ja -voimakkuus näyttävät olevan tärkeässä asemassa hajujen leviämisessä biokaasulaitokselta. Tuulensuuntatiedot käyvät hyvin yksiin hajuhavaintojen kanssa. Yhdeksänkymmenen asteen tuulisektorilla marraskuun hajuhavainnot osuvat tuulensuunnan kanssa yksiin 87 prosenttisesti, eli vain neljä havaintoa on tehty niin, että tuulen suunta on ollut jostakin aivan muualta kuin biokaasulaitokselta päin. Toisen seurantajakson biokaasulaitoksen aiheuttamat hajuhavainnot osuvat tuulensuunnan kanssa yksiin 75 prosenttisesti.

⁵ Muutama hajuhavainnoista on tehty muualla kuin kotiosoitteessa, mutta nekin yleensä joko lähellä kotia tai lähellä biokaasulaitosta, ja koska havaintopisteiden osoitetiedot oli merkitty ylös, pystyttiin näidenkin havaintojen etäisyys biokaasulaitokseen arvioimaan suhteellisen tarkasti.

Tuulenvoimakkuuden vaikutuksesta hajuhavaintoihin ja hajun voimakkuuteen ei voi tämän aineiston avulla tehdä kovin pitkälle meneviä johtopäätöksiä. Kuitenkin kolme viidesosaa hajuhavainnoista tehtiin oloissa, joissa tuuli ei ollut kovinkaan voimakas (0–3 m/s). Tulos on yhteneväinen hajujen leviämiseen ja sääoloihin liittyvään teoriapohjaan.

Aineistossa ei todettu yhteyttä havaintojen määrän ja lämpötilan suhteen eikä sademäärien suhteen. Hajuhavaintoja tehtiin sekä silloin, kun lämpötila oli reilusti pakkasen puolella, että silloin, kun lämpötila oli korkeimmillaan. Samoin hajuhavaintoja oli tehty sekä runsassateisina päivinä että sateettomina päivinä.

6.9 Havainnot ja topografia

Hajuhavaintoja tehtiin molempien seurantajaksojen aikana eniten biokaasulaitoksen koillispuolella. Havaintopisteiden ja biokaasulaitoksen välinen maasto on juuri tällä välillä suhteellisen tasaista ja avointa. Vinkkilän keskustaan biokaasulaitokselta suuntautuva ”laaksomainen” painanne ei näytä vaikuttavan hajuhavaintojen määrää kasvattavasti. Vinkkilässä tehtyjen hajuhavaintojen määrään vaikuttavatkin todennäköisesti enemmän etäisyys hajunlähteelle ja vallitsevat tuuliolot. Muualla tutkimusalueella biokaasulaitoksen aiheuttamien hajuhavaintojen määrä on vähäinen, mihin voivat omalta osaltaan vaikuttaa alueella sijaitsevat mäet.

6.10 Havainnot ja biokaasulaitoksen toiminta

Marraskuun aikana biokaasulaitoksella kirjattiin kolme toimintahäiriötä (liite3). Voimakas kaasun muodostuminen sekoitussäiliössä voi olla syynä kolmannen päivän kahteen hajuhavaintoon. Sähkökatkos 16. päivänä ei aiheuttanut hajuha-

vaintoja. Sen sijaan vuotava varoventtiili on voinut aiheuttaa 24. päivän havaintopiikin (neljä merkintää) ja kahden seuraavan päivän hajuhavainnot.

Toisen seurantajakson aikana kirjattiin vain yksi toimintahäiriö (liite 3). Laitoksen toimintahäiriöt ovat tämän perusteella vähentyneet tarkastelujaksojen välillä. Soihdun magneettiventtiilin palautusjousen katkeaminen 19. päivänä maaliskuuta on voinut aiheuttaa päivän kaksi hajuhavaintoa.

7. TULOSTEN TARKASTELU JA YHTEENVETO

Menetelmällisenä johtopäätöksenä voidaan todeta, että hajupaneeli toimii hyvin todellisten hajuhaittojen laajuutta kartoittavan tutkimuksen välineenä. Ennen toisen seurantajakson alkua olisi panelistien mieliin tullut teroittaa pontevammin, kuinka hajupäiväkirjaa tulee käyttää, ja kuinka tärkeää mahdollisimman kattavien merkintöjen tekeminen on. Ensimmäisen seurantajakson hajupäiväkirjat olivat suurimmaksi osaksi huomattavasti huolellisemmin täytettyjä kuin toisen jakson.

Tulosten pohjalta voidaan todeta, että Biovakka Oy:n biokaasulaitoksen aiheuttamat hajuhaitat ovat koko tutkimusalueella vähäiset. Kuitenkin etenkin biokaasulaitoksen koillispuolella asuville biokaasulaitoksesta aiheutuu haittaa varsinkin silloin, kun biokaasulaitoksen toiminnassa ilmenee häiriöitä. Biokaasulaitoksen toimintavarmuus on kuitenkin parantunut, koska toisen pidemmän seurantajakson aikana ilmeni vähemmän toimintahäiriöitä kuin ensimmäisen jakson aikana.

Tämän tutkimuksen tulosten nojalla biokaasulaitos on alueen yleisin yksittäinen hajuhaittojen lähde, mutta useimmat havainnoitsijat ovat kuitenkin arvioineet hajujen vaikutukset vähäisiksi. Lisäksi toisella seurantajaksolla yleisin hajujen lähde oli eri puolilla Vehmaata sijaitseville pelloille levitetty liete. Biokaasulaitoksen hyötynä on, että laitoksen käsittelyn läpikäymä liete haisee vähemmän kuin käsittelemätön raakaliete. Biokaasulaitoksen aiheuttamien hajuhaittojen määrä väheni

seurantajaksojen välillä. Ajallisesti hajuhaitat kuitenkin kestivät toisella seurantajaksoilla ensimmäistä jaksoa kauemmin.

Hajuhavaintojen erilaisuutta tutkimusalueella voidaan selittää ainakin seuraavilla tekijöillä: 1.) ihmisten hajuaistin herkkyys on erilainen, 2.) alue, jolla hajujen esiintymistä arvioitiin, oli melko laaja, 3.) tuulenvoimakkuus ja erityisesti tuulensuunta sekä 4.) tutkimusalueen pinnanmuodot vaikuttavat merkittävästi hajun leviämiseen tutkimusalueella.

Hajut leviävät biokaasulaitokselta tuulensuunnan mukaisesti. Eniten hajua esiintyy oloissa, joissa tuuli ei ole kovinkaan voimakas. Hajuhavaintoja tehtiin eniten siellä, missä havaintopisteiden ja biokaasulaitoksen välinen maasto on suhteellisen tasaista.

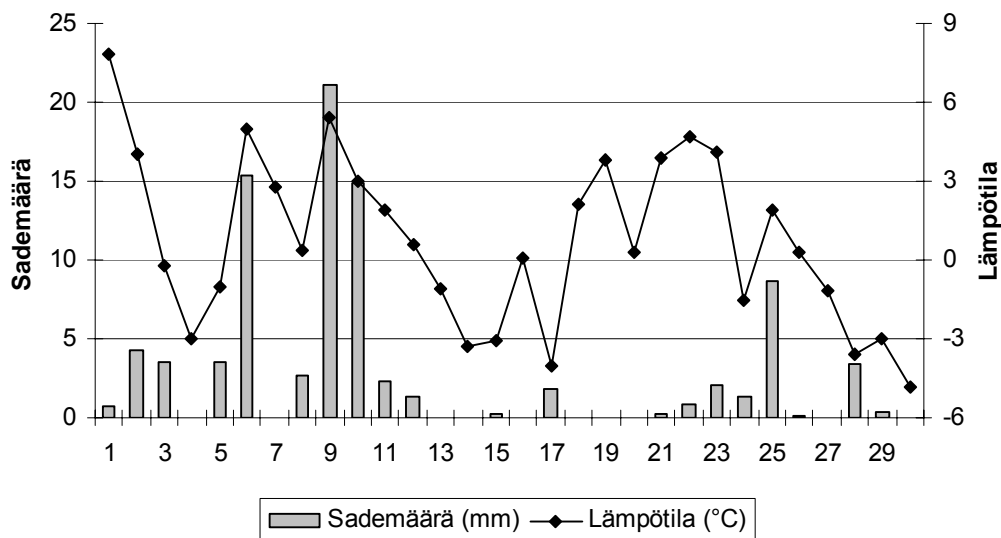
Kun pidetään mielessä Mona Arnoldin (2002) esittämä hajuarvojen ohjeistus (hajun voimakkuus vähintään 2 ja hajufrekvenssi 3–5 % kokonaisajasta), ylittyy biokaasulaitoksen aiheuttaman hajuhaitan raja yhden havaintopisteen osalta ensimmäisellä seurantajaksoilla. Toisella seurantajaksoilla raja ylittyy kolmen havaintopisteen kohdalla. Kun tarkastellaan koko tutkimusaluetta kokonaisuutena, ei tämä em. hajuhaitan raja ylity kummallakaan seurantajaksoilla.

8. LÄHDELUETTELO

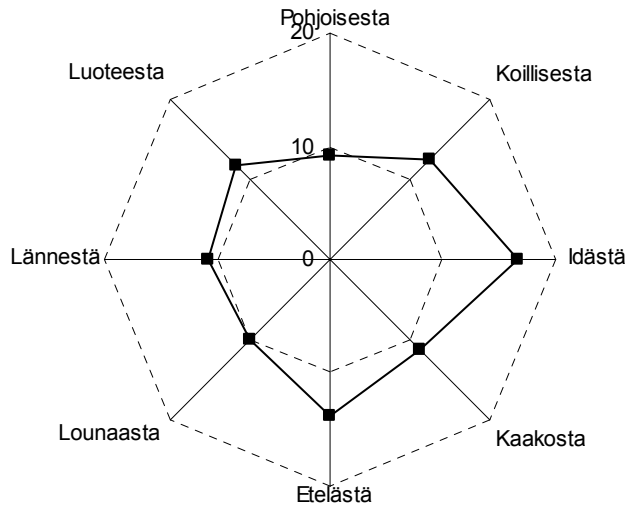
- Arnold, M. (1995). Hajuarvojen perusteet. *VTT tiedotteita* 1711.
- Arnold, M. (2002). Eläinsuojien hajuhaita - ohjeistusmallit, arviointi ja vähentäminen sekä käytäntö eri maissa. *Alueelliset ympäristöjulkaisut* 264.
- Biovakka Oy (2007). *Vastine: Kuulemiskirje 24.5.2007 (LOS-2002-Y-230-111)*. 11.7. 2007. Vinkkilä.
- Finlex (2007). <<http://www.finlex.fi/fi/>> 12.10.2007.
- Kekki, I. (1992). *Yhdyskuntailman hajujen esiintyminen Naantalissa, Raisiossa ja Läntisessä Turussa*. Turun yliopisto, Turku.

- Lounais-Suomen ympäristökeskus (2007). *Kuuleminen ympäristönsuojelulain 84 §:n mukaisessa asiassa (LOS-2002-Y-230-111)*. 24.5.2007. Turku.
- Lyytimäki, J. (2006). *Unohdetut ympäristöongelmat*. Gaudeamus, Helsinki.
- Rantakrans, E. & T. Savunen (1995). Hajuyhdisteiden leviämisen arviointi. *Ilmansuojelun julkaisuja* 21.
- Sipilä, I., K. Heliövaara, H-R. Kymäläinen, M. Peltonen & K. Väisänen (1997). Lantalan aiheuttamat hajuhaitat Viikinmansiossa. *Helsingin yliopisto. Maa- ja kotitalousteknologian laitoksen julkaisuja* 2.
- Tritonet Oy (2004). *Honkajoki Oy. Hajuselvitys*. Tampere.
- Watrec Oy (2007). *Biovakka Oy. Biokaasulaitoksen hajupäästöjen mallintaminen*. Forssa.

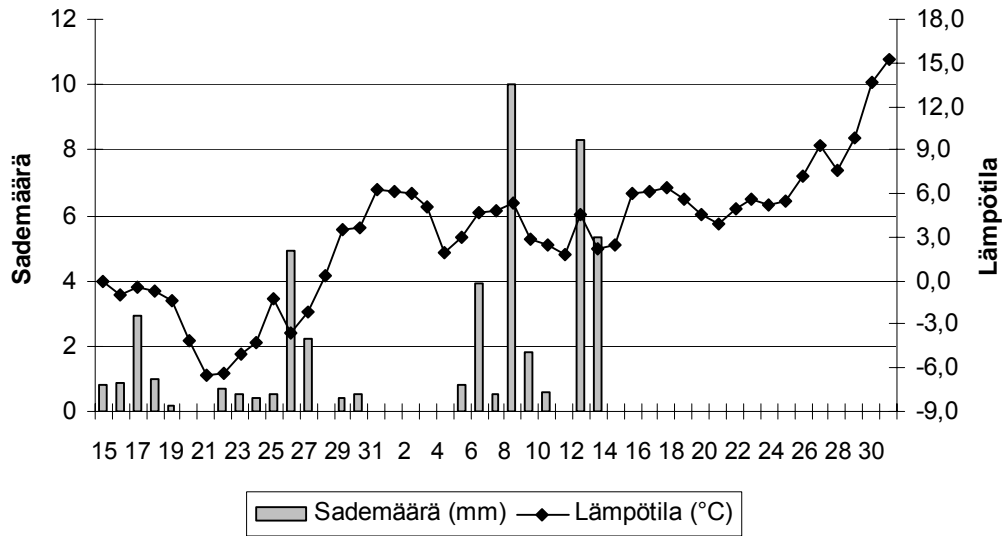
LIITE 1. SEURANTAJAKSOJEN SÄÄTILAT.



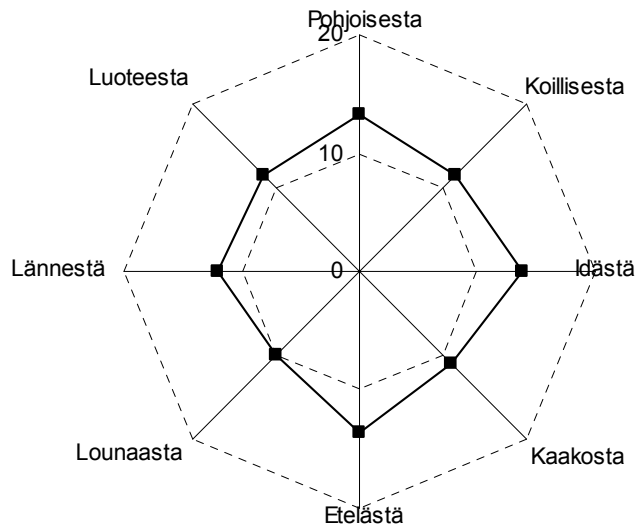
Kuva 1. Vuorokauden keskilämpötila Turun lentokentällä ja vuorokauden sademäärä Turun Artukaisessa marraskuussa 2007.



Kuva 2. Eri tuulensuuntien osuus (%) marraskuun 2007 tuulista Turun lentokentällä



Kuva 3. Vuorokauden keskilämpötila Turun lentokentällä ja vuorokauden sademäärä Turun Artukaisessa 15.3.–30.4.2008.



Kuva 4. Eri tuulensuuntien osuus (%) tuulista ajalta 15.3.–30.4.2008 Turun lentokentällä.

Taulukko 1. Tuulensuunta (astetta*) ja voimakkuus (m/s) marraskuussa 2007 Turun lentokentällä.

Päivä	Klo 0		Klo 3		Klo 6		Klo 9		Klo 12		Klo 15		Klo 18		Klo 21	
	Suunta	Voimak.	Suunta	Voimak.	Suunta	Voimak.	Suunta	Voimak.	Suunta	Voimak.	Suunta	Voimak.	Suunta	Voimak.	Suunta	Voimak.
1	210	7	240	8	240	5	270	5	290	6	290	7	280	8	300	8
2	300	8	300	7	310	7	320	7	310	6	310	4	310	2	270	2
3	0	0	140	1	130	3	110	3	80	4	60	3	60	4	50	2
4	30	3	350	2	20	2	360	1	360	2	0	0	320	1	280	1
5	80	1	100	1	130	2	140	3	140	3	180	2	170	3	170	4
6	180	5	180	5	180	6	170	6	170	6	170	7	180	5	180	5
7	200	3	310	1	330	1	360	1	340	2	340	1	360	1	0	0
8	350	1	140	1	90	2	110	1	100	1	140	2	180	2	130	3
9	140	3	140	6	140	7	150	7	160	5	150	4	140	2	130	3
10	110	3	100	3	80	4	70	4	100	4	90	6	90	6	90	5
11	100	6	100	6	110	7	110	6	110	6	100	4	110	3	100	4
12	100	3	60	3	50	4			50	5	40	5			60	7
13	60	6	60	7	60	7	50	6	50	6	50	3	50	5	50	4
14	50	5	50	4	30	2	10	3	350	2	360	3	320	3	300	2
15	340	2	320	2	0	0	200	1	240	4	230	4	240	3	260	2
16	250	3	250	3	250	4	270	4	300	2	330	2	10	1	360	4
17	300	1	270	2	70	1	100	3	100	3	110	2	120	2	120	3
18	130	2	120	1	110	1	160	1	90	1	140	1	200	3	230	3
19	220	3	250	6	260	5	290	4	290	3	300	3	280	3	280	1
20	40	2	0	0	50	2	130	2	70	1	150	2	170	1	160	1
21	230	2	250	4	240	2	200	2	190	2	190	4	190	5	190	5
22	190	4	180	6	170	4	180	6	210	6	210	4	210	4	220	4
23	210	4	200	3	210	6	210	7	230	5	320	4	340	4	310	2
24	290	2	230	1	240	1	200	1	190	2	170	2	150	2	150	3
25	150	4	130	5	150	5			190	5	220	2	240	3	210	1
26	260	1	220	2	270	2	280	3	290	2	290	2	330	3	330	4
27	350	6	340	6	340	6	340	5	340	5	330	5	330	5	330	5
28	320	4	330	4	340	4	310	2	290	1	0	0	0	0	80	2
29	90	4	80	5	60	6	70	5	70	4	80	4	70	4	70	4
30	60	4	60	4	60	5	50	4	70	4	60	2	60	3	60	2

*) Tuulensuuntien asteluvut: 0 = tyytä, 340-20 = pohjoistuulta, 30-60 = koillistuulta, 70-110 = itätuulta, 120-150 = kaakkoistuulta, 160-200 = etelätuulta, 210-240 = lounaistuulta, 250-290 = länsituulta, 300-330 = luoteistuulta.

Taulukko 2. Tuulensuunta (astetta*) ja voimakkuus (m/s) maaliskuun lopussa 2008 Turun lentokentällä.

Päivä	Klo 0		Klo 3		Klo 6		Klo 9		Klo 12		Klo 15		Klo 18		Klo 21	
	Suunta	Voimak.	Suunta	Voimak.	Suunta	Voimak.	Suunta	Voimak.	Suunta	Voimak.	Suunta	Voimak.	Suunta	Voimak.	Suunta	Voimak.
15	350	1	340	2	320	1	300	2	310	4	300	6	300	3	350	2
16	340	2	310	3	310	3	310	3	290	3	70	1	320	1	350	1
17	110	1	80	1	90	2	100	3	120	3	90	2	100	2	60	1
18	60	2	50	1	60	1	90	3	10	2	50	3	30	3	40	3
19	20	3	360	2	360	3	30	3	350	3	10	2	320	2	320	1
20	330	2	340	2	340	3	330	3	330	4	340	3	280	2	320	1
21	0	0	0	0	20	1	30	2	320	2	320	3	360	1	20	2
22	40	1	50	1	30	2	60	5	50	4			30	4	20	4
23	20	4	360	3	330	4	330	5	320	4	280	5	300	3	250	4
24	260	3	230	2	230	3	210	3	230	5	160	3	120	2	100	2
25	130	2	100	3	90	3	100	5	70	6	60	7	30	5	20	4
26	10	5	360	7	350	8	340	8	330	7	330	8	320	6	310	6
27	310	5	280	4	280	4	260	7	260	8	260	8	250	5	230	3
28	240	5	260	2	260	4	270	5	220	4	220	6	170	3	170	3
29	140	3	130	3	160	4	160	7	140	6	120	5	120	4	120	4
30	140	5	150	3	170	5	170	4	200	4	180	5	160	5	160	3
31	130	3	120	4	140	5	170	5	190	8	180	6	170	4	160	3

*) Tuulensuuntien asteluvut: 0 = tyynä, 340-20 = pohjoistuulta, 30-60 = koillistuulta, 70-110 = itätuulta, 120-150 = kaakkoistuulta, 160-200 = etelä-
 tuulta, 210-240 = lounaistuulta, 250-290 = länsituulta, 300-330 = luoteistuulta.

Taulukko 1. Tuulensuunta (astetta*) ja voimakkuus (m/s) huhtikuussa 2008 Turun lentokentällä.

Päivä	Klo 0		Klo 3		Klo 6		Klo 9		Klo 12		Klo 15		Klo 18		Klo 21	
	Suunta	Voimak.	Suunta	Voimak.	Suunta	Voimak.	Suunta	Voimak.	Suunta	Voimak.	Suunta	Voimak.	Suunta	Voimak.	Suunta	Voimak.
1			180	5	170	3			180	3	140	3	170	2	120	1
2	90	2	110	2	110	2	130	3	130	4	130	3	70	1	70	2
3	60	3	40	2	60	2	20	1	70	1	230	1	240	2	260	2
4	260	3	280	4	320	2	290	2	270	3	210	3	190	3	160	4
5	170	4	170	6	180	4	180	4	180	3	180	5	170	3	170	2
6	160	1	130	3	120	3	100	3	70	5	30	3	50	5	60	5
7	70	5	80	5	80	5	130	3	180	5	140	2	120	1	280	2
8	360	2	350	2	20	4	30	4	10	5	20	5	20	4	20	3
9	20	2	30	2	0	0	220	4	220	6	220	5	210	5	140	2
10	180	3	200	2	180	4	220	4	220	3	210	2	310	3	340	2
11	320	2	290	1	320	2	340	3	310	2			320	2	320	2
12	350	2	50	1	70	4	90	5	90	6	80	7	90	8	80	6
13	60	6	60	5	60	5	70	6	50	3	20	3	340	2	290	4
14	290	5	290	5	300	4	320	5	280	4	280	2	200	2	140	1
15	150	2	0	0	130	2	190	3	230	1	210	3	140	1	90	2
16	80	2	40	2			30	4	40	4	330	1	90	3	50	3
17	40	2	10	2	40	4	40	6	40	7	30	6	20	3	360	2
18	10	3	20	3	20	3	30	5	360	4	350	4	310	3	300	2
19	280	2	250	1	270	2	320	5	10	5	350	4	360	2	0	0
20	60	1	60	1	130	2	290	2	260	3	260	4	250	3	290	1
21			340	1	300	2	320	3			320	3	320	3	310	1
22	30	2	70	2	130	3	90	2	210	3	270	6	280	3	280	1
23	260	1	240	1	250	3	240	5	250	5	240	6	240	4	270	1
24	300	1	0	0	160	1	240	4	290	6	280	6	280	4	270	1
25	80	1	80	2	90	2	140	2	240	4	230	4	210	3	210	1
26	190	1	110	1	200	1	200	3	230	5	230	5	210	3	170	1
27	140	1	160	1	220	4	220	3	180	4	180	5	150	3	180	4
28	180	2	150	2	160	2	200	3	210	4	220	4	180	2	150	1
29	120	1	90	1	100	3	120	3	150	3	120	2	0	0	100	3
30	70	3	70	4	90	5	90	4	80	6	110	6	100	5	220	2

*) Tuulensuuntien asteluvut: 0 = tyyntä, 340-20 = pohjoistuulta, 30-60 = koillistuulta, 70-110 = itätuulta, 120-150 = kaakkoistuulta, 160-200 = etelä-
tuulta, 210-240 = lounaistuulta, 250-290 = länsituulta, 300-330 = luoteistuulta.

LIITE 2. HAJUPÄIVÄKIRJALOMAKE JA TÄYTTÖOHJEET.

HAJUJEN ARVIOINTI

Havaintopaikan sijainti

Tähän merkitään pääasiallisen havaintopaikan, eli kodin tai työpaikan, osoite. Muual-
lakin kuin kotonaan tai työpaikallaan voi tehdä havaintoja, kunhan merkitsee selkeästi
ylös, missä havainto on tehty. Biokaasulaitoksen työntekijät täyttävät kaksi hajupäivä-
kirjaa, joista toista täytetään työpaikalla (erityisesti häiriötilanteet) ja toista kotona.

Päivämäärä

Päivämäärä kohtaan merkitään päivä, jolloin hajuhavainto on tehty. Jokaisen päivän
kohdalle tulee tehdä jokin merkintä: jos hajua ei ole havaittavissa, merkataan vain
päivämäärä ja rasti lomakkeen kohtaan *hajuton päivä* ja, jos hajupaneelin jäsen on
poissa paikkakunnalta, esim. lomamatkalla, merkataan päivämäärä ja rasti kohtaan
poissa paikkakunnalta.

Hajun kesto

Hajun kesto kohtaan merkataan kellonaika, jolloin haju havaittiin ensimmäisen kerran
ja kellonaika jolloin haju loppui. Jos hajuhavaintoja tulee saman päivän aikana use-
ampia, voi myös merkintöjä tehdä saman päivän aikana useampia.

Hajun luonteen kuvaus

Kohtaan hajun luonteen kuvaus merkitään ”mille haisee” alla olevaa asteikkoa käyttä-
en (kyseistä hajua vastaava numero). Tarvittaessa voidaan lisätä omia kuvauksia ku-
vailemalla sanallisesti kohtaan, mille haju haisi.

1	Lietelanta	9	Mätänevä, laho
2	Sikala	10	Komposti
3	Navetta	11	Roska-astia
4	Viemäri, likakaivo	12	Palaneen puun, savun haju
5	Uloste	13	Ummehtunut
6	Kuollut eläin	14	Palaneen kaasun, kaasun haju
7	Rikkiyhdisteet (mätä kananmu- na)	15	Mädäntynyt liete (mädäntynyt kaali)
8	Leipomo (tuore leipä, pulla)	16	Muu haju

Hajun voimakkuuden arviointiasteikko

Kohtaan hajun voimakkuus merkitään hajun voimakkuustasoa kuvaava numero alla
olevaa asteikkoa käyttäen.

Hajun voimakkuus:	Voimakkuustaso:
Heikko	1
Selvästi havaittavissa	2
Voimakas	3
Hyvin voimakas	4

Todennäköinen hajun lähde

Tähän kohtaan merkitään hajun todennäköinen syntypiste, jos havainnoin tekijä pystyy sen suhteellisen luotettavasti arvioimaan.

Hajun vaikutukset havainnoijaan

Tähän kohtaan kirjataan, oliko hajulla jotain vaikutusta tai haittaa havainnoijaan. Esimerkiksi oliko hajulla jotain fyysisiä vaikutuksia havainnoijaan (päänsärkyä, pahoinvointia tms.) tai oliko sillä lähinnä esteettisiä vaikutuksia (ei haluttu mennä ulos, kuivamassa olleet pyykkit haisivat tms.). Ruudun tyhjäksi jättäminen tarkoittaa, että hajusta ei ollut erityisesti haittaa.

Tuulen suunta ja voimakkuus

Mikäli havainnoija pystyy arvioimaan, niin tuulen suunta ja voimakkuus kohtaan merkitään tuulen suunta ja voimakkuus hajuhavainnon tekohetkenä alla olevan tauluko lyhenteitä ja asteikkoa käyttäen (esim. yhdistelmä Ko/2 tarkoittaa heikkoa koillistuulta). Jos sää oli tyyni, eli tuuleton, merkataan kohtaan pelkkä numero 0:lla.

Lyhenne:	Tuulen suunta:	Numero:	Tuulen voimakkuus:
P	Pohjoisesta	0	Tyyni
Ko	Koillisesta	1	Heikko
I	Idästä	2	Kohtalainen
Ka	Kaakosta	3	Voimakas
E	Etelästä		
Lo	Lounaasta		
L	Lännestä		
Lu	Luoteesta		

Lisätietoja antaa

Teemu Makkonen
Tutkimusassistentti, Fil. yo
Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskus
Turun yliopisto
Veistämönaukio 1 - 3
20100 TURKU

Puh: 02-281 3324
Fax: 02-281 3311

LIITE 3. BIOKAASULAITOKSEN KIRJATUT TOIMINTAHÄIRIÖT.

Kaavake 3: Korjaustoimet

Kaavakkeeseen kirjataan kriittisten valvontapisteiden poikkeamat ja korjaustoimet.

Prosessin vaihe	Ongelma	Korjaustoimi/ kuvaus	Vastuhenkilö	Pvm
Sekoitussäiliö	Vaahtoa ja voimakas kaasun muodostus	Sammutettiin sekoittimet ja annettiin rauhoittua	Esa Läpikivi	3.11.2007
Sähkösyöttö	Kytkin, jolla laitos erotetaan valtakunnan verkosta, ei virittäytynyt uudelleen sähkökatkoksen jälkeen. Laitos ilman sähköä n. 1 h klo 05:00-06:00	Viritettiin kytkin mekaanisesti ja tilattiin kytkimeen huolto Elkamo Oy:ltä	Janne Lehtonen	16.11.2007
Hygienisointi	Hygienisointi 3:sen varoventtiili oli jäänyt vuotamaan	Pestiin ja puhdistettiin ja tarkastettiin avautumispaine	Esa Läpikivi	24-26.11.2007
Soihtu	Soihdun magneettiventtiilin palautusjousi poikki (1:00-14:00)	Uusi jousi	Janne Lehtonen	19.3.2008



MERENKULKUALAN KOULUTUS- JA
TUTKIMUSKESKUS
WTC-Building, Veistämönaukio 1-3
20100 TURKU

<http://mkk.utu.fi>



TURUN YLIOPISTO
UNIVERSITY OF TURKU