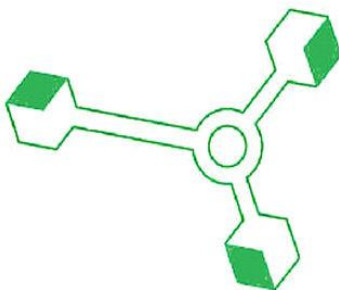


Lõhnaaine heitkoguse arvutamise metoodika koostamine

Tallinn 2016





Töö nimetus: Lõhnaaine heitkoguse arvutamise meetodika koostamine

Töö autorid

Marek Maasikmets

Tarvo Arumäe

Keio Vainumäe

Aivo Heinsoo

Töö tellija:

Keskkonnaministeerium

Töö teostaja:

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ

Marja 4D

Tallinn, 10617

Tel. 6112 900

Fax. 6112 901

info@klab.ee

www.klab.ee

Lepingu nr: nr 4-1.1/15/64

Töö valmimisaeg: 30.04.2016

Töö rahastaja:

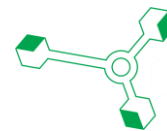


Käesolev töö on koostatud ja esitatud kasutamiseks tervikuna. Töös ja selle lisades esitatud kaardid, joonised, arvutused on autoriõiguse objekt ning selle kasutamisel tuleb järgida autoriõiguse seaduses sätestatud korda. Töö omandamine, trükkimine ja/või levitamine ärilistel eesmärkidel on ilma Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ kirjaliku nõusolekuta keelatud. Töös toodud info kasutamine õppe- ja mitteärilistel eesmärkidel on lubatud, kui viidatakse algallikale. Andmete kasutamisel tuleb viidata nende loojale.



Sisukord

1	Sissejuhatus	6
2	Mõisted ja lühendid.....	7
3	Mõõteseadmed ja meetodika	8
4	Eriheidete arvutus	13
5	Lõhnaainete eriheidet	16
6	Kasutatud kirjandus.....	20
7	Lisa	22



Joonised

Joonis 1	SKC vaakumkohver	10
Joonis 2	Dekati DI-1000 lahjendussüsteem.....	10
Joonis 3	EPD lahjendussüsteem	11
Joonis 4	Olfaktomeeter TO-8	11
Joonis 5	Lõhnaainete proovivõtt tuuletunneliga hoidla pinnalt	12
Joonis 6	Loomakasvatushoonetele iseloomulikud ventilatsioonitüübid (A – sundventilatsioon, B ja C loomulik ventilatsioon) (Teye, 2008).....	14
Joonis 7	Loomakasvatuse lõhnaainete kontsentratsioonid	22
Joonis 8	Hoidlate lõhnaainete kontsentratsioonid	22
Joonis 9	Põlevkiviõli tootmise lõhnaainete kontsentratsioonid	23
Joonis 10	Jäätmekäitluse lõhnaainete kontsentratsioonid	23
Joonis 11	Klaasplasti tootmise lõhnaainete kontsentratsioonid.....	24
Joonis 12	Loomsete jäätmete käitlemise lõhnaainete kontsentratsioonid	24
Joonis 13	Malmivalu lõhnaainete kontsentratsioonid	25
Joonis 14	Haavapuitmassi ja tselluloosi tootmise lõhnaainete kontsentratsioonid	25
Joonis 15	Reoveepuhastuse lõhnaainete kontsentratsioonid	26
Joonis 16	VGO mahutite lõhnaainete kontsentratsioonid	26

Tabelid

Tabel 1	Loomakasvatuse eriheid (esialgsed)	16
Tabel 2	Loomakasvatuse eriheid (täiendatud varasemate mõõtetulemustega).....	16
Tabel 3	Loomsete jäätmete töötlemise eriheid.....	17
Tabel 4	Jäätmekäitluse eriheid	17
Tabel 5	Reoveepuhastuse eriheid.....	18



Tabel 6	Haavapuitmassi ja tselluloosi tootmise lõhnaühikud.....	18
Tabel 7	Malmivalu eriheidet	18
Tabel 8	Kütuste mahutite eriheidet	18
Tabel 9	Klaasplasti kasutamise eriheidet	19
Tabel 10	Põlevkiviõli tootmise eriheidet.....	19



1 Sissejuhatus

Töö raames kaardistati lõhnahäiringu seisukohast olulised tegevusalad ja enim Eestis kasutusel olevad tehnoloogiad ning eraldi käsitlust vajavad tootmisprotsessid. Töö käigus töötati läbi vastavaid sektoreid, tehnoloogiaid ja protsesse käsitlevad rahvusvaheliselt kättesaadavad lõhnaaine arvutamise meetodikad, teostati lõhnaehte mõõtmised Eesti käitistes ning arvutati vastavad eriheited või on esitletud lõhnaainete kontsentratsioonid koos eriheite arvutamise valemiga. Antud andmete põhjal töötati välja Eesti oludega sobiv meetodika lõhnaehte (OU/s, OU/LÜ/s või OU/m²/s) arvutamiseks.

Kokku võeti lõhnaainete proove 26 käitises (kokku 260 proovi), mille hulgas olid esindatud järgmised valdkonnad:

1. Põllumajandus
 - a. Veisekasvatus
 - b. Linnukasvatus
2. Klaasfiibermaterjalidest detailide tootmine
3. Loomsete jäätmete käitlus
4. Reoveepuhastus
5. Jäätmekäitlus, sh jäätmepõletus
6. Paberitööstus
 - a. Estonian Cell
 - b. Horizon Pulp & Paper
7. Põlevkivitööstus
 - a. Eesti Energia Õlitööstus
 - b. VKG Õlitööstus
 - c. Kiviõli Keemiatööstus
8. Malmivalu
 - a. „Inglise“ malmivalu
 - b. „Vene“ malmivalu
9. Kütusemahutid

Proove ei saanud võtta sigalatest, seoses sigade Aafrika katku levikuga ning seetõttu esitatakse antud valdkonna kohta kirjandusandmed.



2 Mõisted ja lühendid

Hajusallikad - enamjaolt maapinnal asetsevad kindlapiirilised allikad (nt prügimäed, biotiigid, põllud pärast sõnniku laotamist, õhutamata kompostihunnikud), mille heitgaasi voog ei ole määratletud.

Punktsaasteallikas - teadaoleva läbimõõdu ja heitgaaside voolukiirusega statsionaarne saasteallikas (nt korstnad, ventilatsiooniavad)

Dünaamiline olfaktomeeter - dünaamiline olfaktomeeter edastab lõhnava ja neutraalse gaasi segu voolu koos teada-olevate lahjendusteguritega ühisest väljavooluavast.

Euroopa lõhnaühik - lõhnaaine(te) hulk, mis, aurustudes 1 m³ neutraalsesse gaasi standardtingimustel, kut-sub esile ekspertrühma liikmete füsioloogilise reageeringu (tuvastuslävi) ja on võrdne Euroopa etalonlõhnamassi (EROM – European Reference Odour Mass) poolt esile kutsutuga, mis on aurustunud 1 m³ neutraalsesse gaasi standardtingimustel.

Lõhnaaine kontsentratsioon - Euroopa lõhnaühikute arv kuupmeetris gaasis standardtingimustel.

Expertrühma liige - kvalifitseeritud ekspert, kes kasutab standardi EVS-EN 13725 kohaselt dünaamilist olfaktomeetriat lõhnava gaasi proovide hindamiseks.

Proov - käesoleva töö kontekstis tähendab proov lõhnava gaasi proovi. Gaasikogus, mida uuritakse lõhnasisalduse suhtes ja mis on uuritava gaasikoguse või gaasivoo tüü-piliseks näidiseks emplariks.

Jah/ei meetod - olfaktomeetiline meetod, milles hindajaid palutakse määrata, kas lõhn on tajutav või mitte.



3 Mõõteseadmed ja meetodika

Lõhnaainete eriheidete määramiseks teostati emissioonimõõtmisi otsesest saasteallikast proovivõtuseadmetega. Lõhnaainete proovivõtul lähtuti standardist EVS-EN 13725 „Õhukvaliteet. Lõhnaainete kontsentratsiooni määramine dünaamilise olfaktomeetria abil“ (EVS-EN 13725, 2005). Antud standard kehtestab meetodi lõhnaaine kontsentratsiooni objektiivseks määramiseks gaasilises proovis dünaamilise olfaktomeetria abil, kus lõhnaaine proovi hindajateks on eelnevalt n-butanooliga testitud ekspertrühma liikmed. Antud meetod võimaldab hinnata lõhnaainete kontsentratsioone nii punktsaaste- kui ka hajusallikatest (sh aktiivne ja passiivne allikas). Antud standardit võib kasutada puhaste ainete, määratletud ja määratlemata gaasiliste lõhnaainete segude õhu või lämmastikuga lõhnakontsentratsioonide mõõtmisel dünaamilise olfaktomeetria abil, kus hindajaks on ekspertrühm. Mõõtühikuks on Euroopa lõhnaühik kuupmeetri kohta – ouE/m³. Lõhnaaine kontsentratsiooni mõõtmiseks tehakse kindlaks lahjendustegur, mis on vajalik tuvastusläve saavutamiseks.

Lõhnaainete proovid koguti Nalophan™ proovivõtu kotti, kasutades SKC vaakumkohvrit (Joonis 1). Vajadusel (kõrged kontsentratsioonid, suur niiskus, kõrge temperatuur) kasutati proovi eellahjendust. Proovide eellahjendamisel kasutati lahjendusgaasina lämmastikku (N₂) ning oli kasutusel 2 süsteemi:

1. Dekati® DI-1000 (Dekati Ltd) 8-64 kordne eellahjendus objektile (Joonis 2);
2. EPD (Olfasense GmbH) 10-100 kordne eellahjendus proovi hindamisel (Joonis 3).

Punktsaasteallikatest (korstnad, ventilatsioonivad, hooned) võeti lõhnaainete proovid otse emissioonigaasidest. Lisaks määrati punktallikatest emissioonigaaside joonkiirus, temperatuur ja dünaamiline rõhk.

Hajusallikatest (hoidlad, prügilad, kompostiaunad, aeratsioonibasseinid) kasutati lõhnaainete proovivõtul tuuletunnelit (Joonis 5, h 0,15 m x l 0,5 m x p 1,0 m, S = 0,5 m²), millesse juhiti välisõhku läbi aktiivsöefiltri kiirusel 0,34 m/s (0,03 m³/s). Tuuletunnel on konstrueeritud vastavalt standardi EVS-EN 13725 (2005) soovitustele ning on kooskõlas Frechen et al. (2004), Jiang et al. (1995) ja Bliss et al. (1995) uuringute tulemustega.

Lõhnaainete proovid analüüsiti 24 h jooksul dünaamilise olfaktomeetriga TO-8 (Olfasense GmbH, Joonis 4) kasutades selleks n-butanooliga testitud Eesti Keskkonnauuringute Keskuse ekspertrühma.



Kõik mõõtmised teostati vastavalt EVS, CEN, ISO või nende puudumisel samaväärsete standardite nõuete kohaselt. Eesti Keskkonnauuringute Keskuse labori kvaliteedisüsteem on akrediteeritud vastavalt standardile EVS-EN ISO/IEC 17025 (2006).

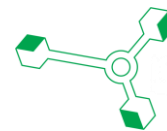
Proovivõtul lähtuti järgmistest standarditest:

- EVS-EN 15259:2007 „Air quality - Measurement of stationary source emissions - Requirements for measurement sections and sites and for the measurement objective, plan and report“ (EVS-EN 15259, 2007)
- EN ISO 11771:2010 „Air quality - Determination of time-averaged mass emissions and emission factors - General approach“ (EN ISO 11771, 2010)
- EVS-EN 13725 „Õhukvaliteet. Lõhnaainete kontsentratsiooni määramine dünaamilise olfaktomeetria abil“ (EVS-EN 13725, 2005)
- Eesti Keskkonnauuringute Keskuse akrediteeritud standardtööjuhendid.

Temperatuuri mõõtmiseks kasutati Testo 350, mis on varustatud termopaariga ning mille mõõtevahemik on -40 °C – 1200 °C.

Gaasi kiirus määrati dünaamilise rõhu kaudu. Dünaamiline rõhk määrati kuumades, niisketes ja tahkeid osakesi sisaldavates gaasides Pitot-toruga, mis on ühendatud lateksvoolikute abil mõõteseadmega Testo 521. Dünaamiline rõhk määratakse täpsusega +/- 5 Pa. Kasutati järgmisi standardeid:

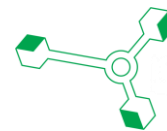
- EN ISO 16911-1:2013 „Stationary source emissions - Manual and automatic determination of velocity and volume flow rate in ducts - Part 1: Manual reference method“ (EN ISO 16911-1, 2013)
- EN ISO 16911-2:2013 „Stationary source emissions - Manual and automatic determination of velocity and volume flow rate in ducts - Part 2: Automated measuring systems“ (EN ISO 16911-2, 2013).



Joonis 1 SKC vaakumkohver



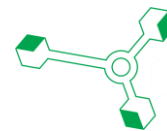
Joonis 2 Dekati DI-1000 lahjendussüsteem



Joonis 3 EPD lahendussüsteem



Joonis 4 Olfaktomeeter TO-8



Joonis 5 Lõhnaainete proovivõtt tuuletunneliga hoidla pinnalt



4 Eriheidete arvutus

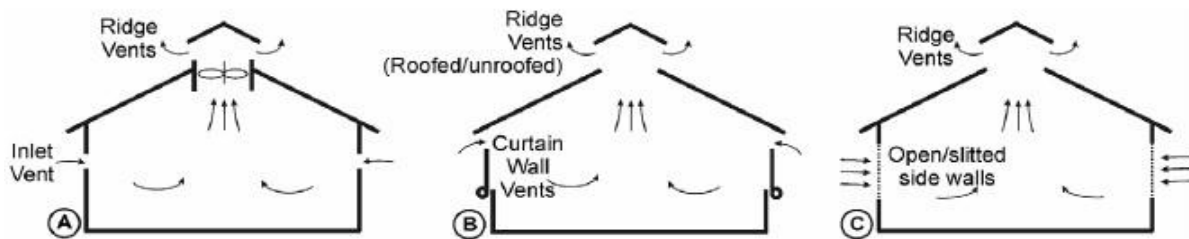
Loomakasvatussektoris (veised, lindlad) võeti lõhnaainete proovid hoonete siseõhust ja hoidlate pinnalt. Antud sektori puhul arvutati lõhnaainete eriheidete loomühiku (OU/LÜ/s, loomühikud määrati vastavalt Põllumajandusministri määrus nr 71 (2014) ja hoidlate puhul pinnaühiku (OU/m²/s) kohta. Hoonete puhul võeti lõhnaainete proovid siseõhust. Lisaks lõhnaaine kontsentratsioonile on oluline teada õhu mahtkulu (m³/s), mille juures on oluline eristada hoone ventilatsioonitüüpi (Joonis 6). Sundventilatsiooniga hoonete puhul võeti aluseks hoone ventilatsiooni mahtkulu mõõtmiste hetkel. Sea- ja linnukasvatuses on enamasti levinud sundventilatsioon – ventilatsiooni mahtkulu (m³/s) leitakse ventilaatorite tootlikkuse kaudu ning jookkiiruse (m/s), mis on hiljem oluline modelleerimise sisendparameeter, saab leida mahtkulu (m³/s) ja ava pindala (m²) jagatise kaudu.

Veisekasvatuses on laialt levinud loomuliku ventilatsiooniga hooned, mis omakorda jagunevad soojustatud ja soojustamata lautadeks. Soojustatud lautades kasutatakse enamasti loomulikku šahtventilatsiooni. Soojustamata lautades (nn vabapidamisega külmlaudad) toimub õhuvahetus hoone katuseharjal oleva õhutuspiilu ja vajadusel kardinatega suletavate avatud külkseinte kaudu. Väljuvate gaaside voog on loomuliku ventilatsiooni korral otseselt sõltuv välistest meteotingimustest, seega on taolise saasteallika heitkogus ajas muutuv ja täpne määramine raskendatud. Ventilatsiooni mahtkulu määramine kaudsete meetoditega nagu soojuse ja CO₂ bilansi, rõhkude erinevuse ja määrgistusgaaside kasutamise kaudu. Loomuliku ventilatsiooni puhul toimub õhuvahetus rõhuerinevuste tõttu, mis omakorda on põhjustatud hoone siseõhu ja hoonet ümbritseva välisõhu temperatuurierinevustest (Brose, 2000). Loomuliku ventilatsiooni korral on mahtkiiruse leidmine komplitseeritud, kuna puudub kontrollitav ja juhitav õhuvoog (Brose, 2000; Demmers et al., 2001; Seedorf et al., 1998; Snell et al., 2003). Enamasti esitatakse mahtkulu loomühiku kohta (m³/h LÜ), kirjanduses on leitavad järgmised väärtused:

- 372,5 m³/h LÜ (Seedorf et al., 1998);
- 129 m³/h LÜ (Kaasik et al., 2002);
- 230 m³/h LÜ (Demmers et al., 2001);
- 170 kuni 227 m³/h LÜ, maksimaalselt 340 m³/h LU (Brose, 2000);
- 50 m³/h LÜ (talvel) ja maksimaalselt 320 m³/h LÜ (suvel) (Luts, 2000);
- 97,5 - 227,5 m³/h LÜ (Pajumägi, 2007);
- 110 – 392 m³/h LÜ (Ruus, 2013).



Ruus (2013) mõõtmistulemused põhinevad pikaajalistel mõõtmistel Eesti vabapidamisel ja loomuliku ventilatsiooniga veiselauda põhjal, siis võeti veisekasvatusest mahtkulu leidmisel arvesse antud uuringu tulemused. Antud uuringus leiti, et talvisel perioodil oli LÜ keskmiseks mahtkuluks 110 m³/h ning suvisel perioodil oli vastav näitaja 392 m³/h.



Joonis 6 Loomakasvatushoonetele iseloomulikud ventilatsioonitüübid (A – sundventilatsioon, B ja C loomulik ventilatsioon) (Teye, 2008)

Teades perioodi õhu mahtkulu (m³/s), lõhnaainete kontsentratsiooni (OU/m³) ning loomühikute arvu (LÜ) hoones on võimalik arvutada lõhnaainete hetkeline heitkogus loomühiku kohta (OU/LÜ/s) järgmise valemi abil:

$$Q = c \times V_m, \text{ kus}$$

Valem 1

Q on lõhnaaine hetkeline heitkogus LÜ kohta (OU/LÜ/s)

c on lõhnaaine kontsentratsioon väljuvates gaasides (OU/m³)

V_m on õhu mahtkulu loomühiku kohta (m³/s LÜ)

Pindallikate (hoidlad, prügilad, aeratsioonibasseinid, setitid) lõhnaainete mõõtmistel kasutati tuuletunnelit. Mõõtmistel tuuletunneliga on võimalik arvutada välja lõhnaainete hetkelised heitkogused uuritava pinnaühiku kohta. Lõhna hetkeline heitkogus (OU/m²xs) arvutatakse järgmise valemi põhjal:

$$Q = \frac{c \times V_m}{S}, \text{ kus}$$

Valem 2

Q on lõhnaaine hetkeline heitkogus m² kohta (OU/m²/s)

c on lõhnaaine kontsentratsioon väljuvates gaasides (OU/m³)

V_m on tuuletunnelit läbiva õhuvoo mahtkiirus (m³/s) = 0,03 m³/s

S on tuuletunneli alune pindala (m²) = 0,5 m²



Teistes sektorites on toodud lõhnaainete keskmised kontsentratsioonid ning vastava käitise spetsiifilise lõhnaainete hetkelise heitkoguse (OU/s) saab leida kui kasutada valemit:

$$Q = c \times V_{R,20}, \text{ kus}$$

Valem 3

Q on lõhnaaine hetkeline heitkogus (OU/s)

c on lõhnaaine kontsentratsioon väljuvates gaasides (OU/m³)

V_{R,20} on ventilatsiooni või emissioonigaaside mahtkulu kohta (m³/s)

Ventilatsiooni või emissioonigaaside mahtkulu saab leida ventilaatorite tootlikkuse või punktallikate (korsten, ventilatsioonišaht) puhul otseste mõõtmistega, kus määratakse ära niiske emissioonigaaside liikumiskiirus (m/s), temperatuur (°C) ja absoluutne rõhk (kPa) korstnas. Taoline lähenemine võimaldab arvestada käitise tegelike mahtkuludega ning on hetkelise heitkoguse arvestamisel seetõttu oluliselt täpsem kui keskmistatud hetkeline heitkogus. EVS-EN 13725 (2005) kohaselt arvutatakse mahtkiirus standardtingimustel (20 °C ja 101,3 kPa) niiske gaasi jaoks vastavalt standardile ISO 10780:

$$V_{r,20} = \dot{V}_s \times \frac{(273+20)}{(273+t)} \times \frac{p_s}{101,3}, \text{ kus}$$

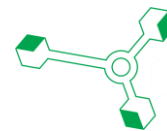
Valem 4

V_s on gaaside joonkiirus m/s

p_s on absoluutne rõhk korstnas

V_{r,20} on mahtkiirus standardtingimustel

t on gaaside temperatuur °C



5 Lõhnaainete eriheid

Alljärgnevalt on toodud mõõtetulemuste põhjal valdkondlikud lõhnaainete eriheid, mis olid aluseks keskkonnaministri määruses nr 81 „Lõhnaaine esinemise hindamise kord, hindamisele esitatavad nõuded ja lõhnaaine esinemise häiringutasemed“ lisa toodud lõhnaainete eriheidete väljatöötamisel.

Tabel 1 Loomakasvatuse eriheid (esialgsed)

Valdkond	Alamvaldkond	OU/LÜ/s_talv	OU/LÜ/s_suvi	OU/LÜ/s_avg	OU/m ² /s
Veisekasvatus	Piimalehmad	11.98	42.68	27.33	
Veisekasvatus	Kinnislehmad	47.59	169.59	108.59	
Veisekasvatus	Mullikad	5.39	19.21	12.30	
Veisekasvatus	Vasikad	8.91	31.75	20.33	
Veisekasvatus	Tahesõnnikuhoidla				15.723
Veisekasvatus	Vedelsõnnikuhoidla				89.898
Linnukasvatus	Broilerid			41.99	
Linnukasvatus	Munakanad			10.79	
Linnukasvatus	Tibud			63.38	
Linnukasvatus	Tahesõnnikuhoidla				26.078
Linnukasvatus	Vedelsõnnikuhoidla				244.634
Seakasvatus	Nuumsiga			40 ¹	
Seakasvatus	Nuumikud			25 ¹	
Seakasvatus	Vedelsõnnik, katmata				6.8 ¹
Seakasvatus	Vedelsõnnik, ujuvkate				1.4 ¹

Tabel 2 Loomakasvatuse eriheid (täiendatud varasemate mõõtetulemustega)

Valdkond	Alamvaldkond	OU/LÜ/s	OU/m ² /s
Veisekasvatus	Piimalehmad	29	
Veisekasvatus	Kinnislehmad	78	
Veisekasvatus	Mullikad	11	

¹ Heidenreich, T., 2008. GV- Schlüssel und Emissionsfaktoren Tierhaltung. Ermittlung der Emissionsfaktoren. <http://www.forsten.sachsen.de/umwelt/luft/15220.htm>.



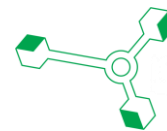
Valdkond	Alamvaldkond	OU/LÜ/s	OU/m ² /s
Veisekasvatus	Vasikad	10	
Veisekasvatus	Tahesõnnikuhoidla		5.9
Veisekasvatus	Vedelsõnnikuhoidla		26.3
Linnukasvatus	Broilerid	42	
Linnukasvatus	Munakanad	11	
Linnukasvatus	Noorlinnud (kana vanuses kuni 140 päeva)	63	
Linnukasvatus	Tahesõnnikuhoidla		26.1
Linnukasvatus	Vedelsõnnikuhoidla		244.6
Seakasvatus	Nuumikud	40	
Seakasvatus	Põhikarja emis (koos pörsastega)	25	
Seakasvatus	Vedelsõnnik, katmata		6.8
Seakasvatus	Vedelsõnnik, ujuvkate		1.4

Tabel 3 Loomsete jäätmete töötlemise eriheid

Valdkond	Protsess	OU/m ³	OU/m ² /s
Loomsete jäätmete töötlemine	Termooksüdeerija	1128.71	
Loomsete jäätmete töötlemine	Aeratsioon		39.68
Loomsete jäätmete töötlemine	Setiti		35.73

Tabel 4 Jäätmekäitluse eriheid

Valdkond	Protsess	OU/m ³	OU/m ² /s
Jäätmekäitlus	Biofilter	1032.00	
Jäätmekäitlus	Laadimisruum	312.33	
Jäätmekäitlus	Sorteerimisruum	26.00	
Jäätmekäitlus	Biojätmed		3.21
Jäätmekäitlus	Segajätmed		5.39
Jäätmekäitlus	Kompost		1.17
Jäätmekäitlus	Ehituspraht		1.30



Valdkond	Protsess	OU/m ³	OU/m ² /s
Jäätmekäitlus	Jäätmepõletus	484.50	

Tabel 5 Reoveepuhastuse eriheid

Valdkond	Koht	Tulemus OU/m ³	OU/m ² /s
Reoveepuhastus	Mehhaaniline puhasti	5466.25	
Reoveepuhastus	Aereeritud bassein		1616.24
Reoveepuhastus	Aereerimata bassein		21.39
Reoveepuhastus	Setiti		45.67
Reoveepuhastus	Mudatahestus	1092.50	
Reoveepuhastus	Komposteerimine		66.94

Tabel 6 Haavapuitmassi ja tselluloosi tootmise lõhnaühikud

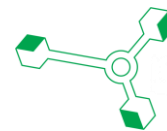
Objekt	Valdkond	Koht	Tulemus OU/m ³	OU/m ² /s
Estonian Cell	Paberitööstus	Aeratsioonibassein		2.19
Estonian Cell	Paberitööstus	Radiaalsetiti		1.81
Estonian Cell	Paberitööstus	Kompostiväljak		8.21
Estonian Cell	Paberitööstus	Skrubber	10596.67	
Estonian Cell	Paberitööstus	Protsessiventilatsioon	7456.5	
Horizon	Paberitööstus	Eelsetiti		469.74
Horizon	Paberitööstus	Aeratsioonibassein		1198.88
Horizon	Paberitööstus	Mudaväljak		11.68
Horizon	Paberitööstus	Lubjaahi	10587.25	
Horizon	Paberitööstus	Tallõli keedukatel	816684.67	
Horizon	Paberitööstus	Regenereerimiskalta elektrifilter	5697.00	
Horizon	Paberitööstus	Regenereerimiskalta sulapaak	20826.00	

Tabel 7 Malmivalu eriheid

Valdkond	Protsess	OU/m ³
Malmivalu	Inglise valu	2777.00
Malmivalu	Vene valu	382.25
Malmivalu	Siseõhk	273.60

Tabel 8 Kütuste mahutite eriheid

Valdkond	Produkt	OU/m ³
Mahutid	Vaakumgaasõli (VGO)	19267.97
Mahutid	Põlevkiviõli	450194.33



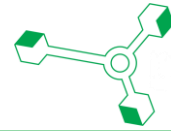
Valdkond	Produkt	OU/m ³
Mahutid	Põlevkiviõli keskmine fraktsioon	1376574.67
Mahutid	Masuut	467.33

Tabel 9 Klaasplasti kasutamise eriheid

Valdkond	Protsess	OU/m ³
Klaasplasti kasutamine	Detailide tootmine	864

Tabel 10 Põlevkiviõli tootmise eriheid

Käitis	Protsess	OU/m ³
VKG GGJ	Siseõhk	970.78
Kiviõli GGJ	Siseõhk	813.50
Kiviõli TSK	TSK korsten	207017
EE Enefit	Enefit 280 korsten	390.75
VKG Petroter	Petroter korsten	6268
EE mahutipark	Põlevkiviõli	33855
EE mahutipark	Gaasbensiin	6468
VKG mahutipark	Põlevkiviõli, absorber 40 ja 500	1077460



6 Kasutatud kirjandus

Bliss, P.J., Jiang, K., Schulz, T.J., 1995. The Development of a Sampling System for the Determination of Odor Emission Rates from Areal Surfaces: Part II. Mathematical Model. Journal of the Air & Waste Management Association 45, 989-994.

Brose, G., 2000. Emission von klimarelevanten Gasen, Ammoniak und Geruch aus einem Milchviehstall mit Schwerkraftlüftung. Universität Hohenheim.

Demmers, T.G.M., Phillips, V.R., Short, L.S., Burgess, L.R., Hoxey, R.P., Wathes, C.M., 2001. SE--Structure and Environment: Validation of Ventilation Rate Measurement Methods and the Ammonia Emission from Naturally Ventilated Dairy and Beef Buildings in the United Kingdom. Journal of Agricultural Engineering Research 79, 107-116.

EN ISO 11771, 2010. Air quality - Determination of time-averaged mass emissions and emission factors - General approach. Eesti Standardikeskus, Tallinn.

EN ISO 16911-1, 2013. Stationary source emissions - Manual and automatic determination of velocity and volume flow rate in ducts - Part 1: Manual reference method. Eesti Standardikeskus, Tallinn.

EN ISO 16911-2, 2013. Stationary source emissions - Manual and automatic determination of velocity and volume flow rate in ducts - Part 2: Automated measuring systems. Eesti Standardikeskus, Tallinn.

EVS-EN 13725, 2005. EVS-EN 13725:2005. Õhukvaliteet. Lõhnaainete kontsentratsiooni määramine dünaamilise olfaktomeetria abil. Eesti Standardikeskus, Tallinn.

EVS-EN 15259, 2007. Air quality - Measurement of stationary source emissions - Requirements for measurement sections and sites and for the measurement objective, plan and report. Eesti Standardikeskus, Tallinn.

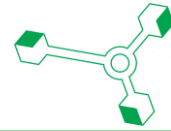
EVS-EN ISO/IEC 17025, 2006. Katse- ja kalibreerimislaborite kompetentsuse üldnõuded. Eesti Standardikeskus, Tallinn.

Frechen, F.-B., Frey, M., Wett, M., Löser, C., 2004. Aerodynamic performance of a low-speed wind tunnel. Water Science and Technology 57-64.

Jiang, K., Bliss, P.J., Schulz, T.J., 1995. The Development of a Sampling System for Determining Odor Emission Rates from Areal Surfaces: Part I. Aerodynamic Performance. Journal of the Air & Waste Management Association 45, 917-922.

Kaasik, A., Lemming, R., Rimmel, T., 2002. Nutrient losses (N, P, K) in dairy- and pig production (English summary). Agraarteadus 2002-XIII, 201-211.

Luts, V., 2000. Handbook of dairy buildings (Veisekasvatushoonete käsiraamat). AS Rebellis.



Pajumägi, A., 2007. Uninsulated cowsheds: ventilation and aspects of building physics, Institute of Forestry and Rural Engineering. Estonian University of Life Sciences, Tartu, p. 161.

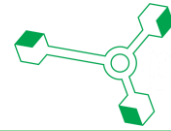
Põllumajandusministri määrus nr 71, 2014. Eri tüüpi sõnniku toitainete sisalduse arvestuslikud väärtused, sõnnikuhoidlate mahu arvutamise meetodika ja põllumajandusloomade loomühikuteks ümberarvutamise koefitsiendid, Riigiteataja, RT I, 16.07.2014, 8. Riigi Teataja, Estonia.

Ruus, A., 2013. Ventilatsiooni mahtkiiruse määramine loomuliku ventilatsiooniga vabapidamisega veiselautades. Tallinna Tehnikaülikool, Tartu Kolledž, Säätva tehnoloogia õppetool; Eesti Maaülikool, Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse Instituut, Tartu.

Seedorf, J., Hartung, J., Schröder, M., Linkert, K.H., Pedersen, S., Takai, H., Johnsen, J.O., Metz, J.H.M., Groot Koerkamp, P.W.G., Uenk, G.H., Phillips, V.R., Holden, M.R., Sneath, R.W., L., S.J., White, R.P., Wathes, C.M., 1998. A Survey of Ventilation Rates in Livestock Buildings in Northern Europe. Journal of Agricultural Engineering Research 70, 39-47.

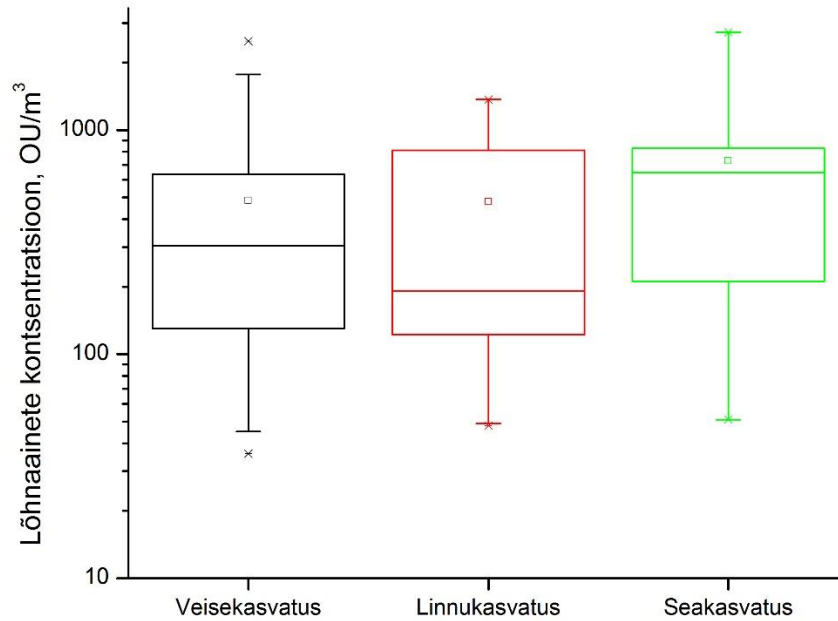
Snell, H.G.J., Seipelt, F., Weghe, H.F.A.V.d., 2003. Ventilation Rates and Gaseous Emissions from Naturally Ventilated Dairy Houses. Biosystems Engineering 86, 67-73.

Teye, F.K., 2008. Microclimate and gas emissions in dairy buildings: Instrumentation, theory and measurements, Department of Agrotechnology. University of Helsinki, Helsinki, p. 65.

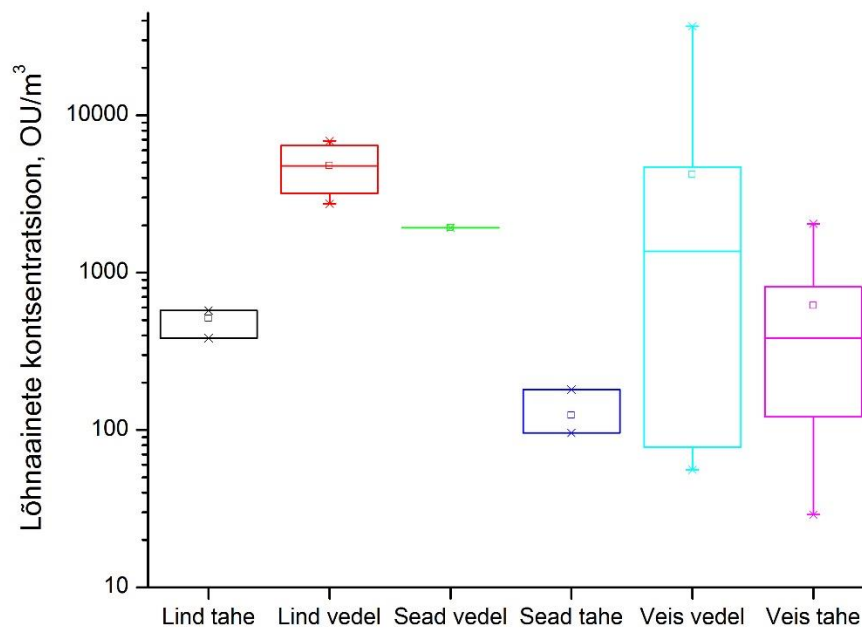


7 Lisa

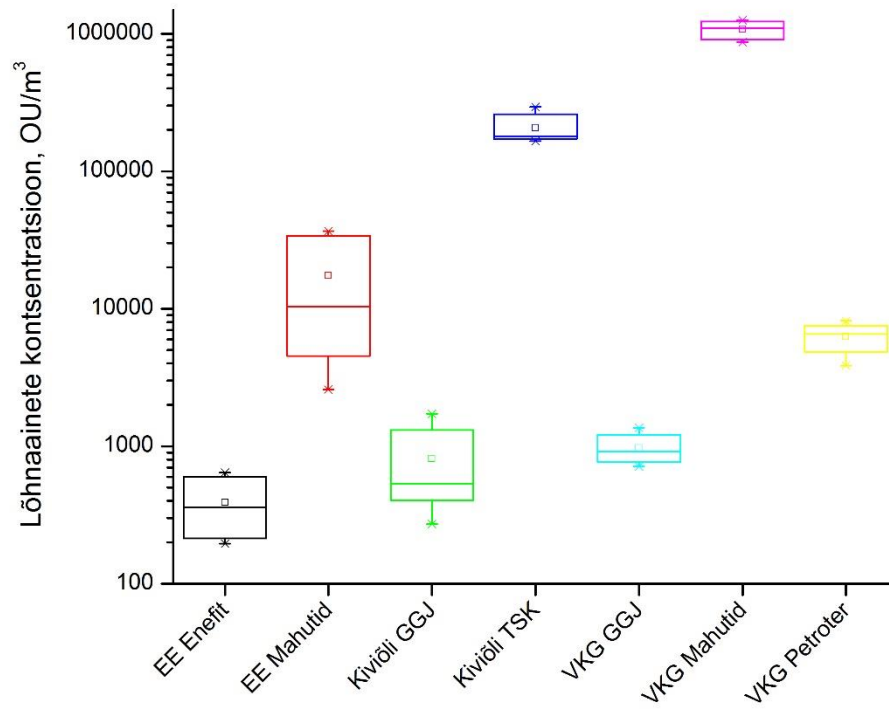
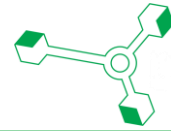
Antud lisa on esitatud lõhnaainete keskmised kontsentratsioonid (märgitud joonisel box-i sees oleva ruuduna) ning mõõtetulemuste varieeruvus 95% usaldusvahemiku piires.



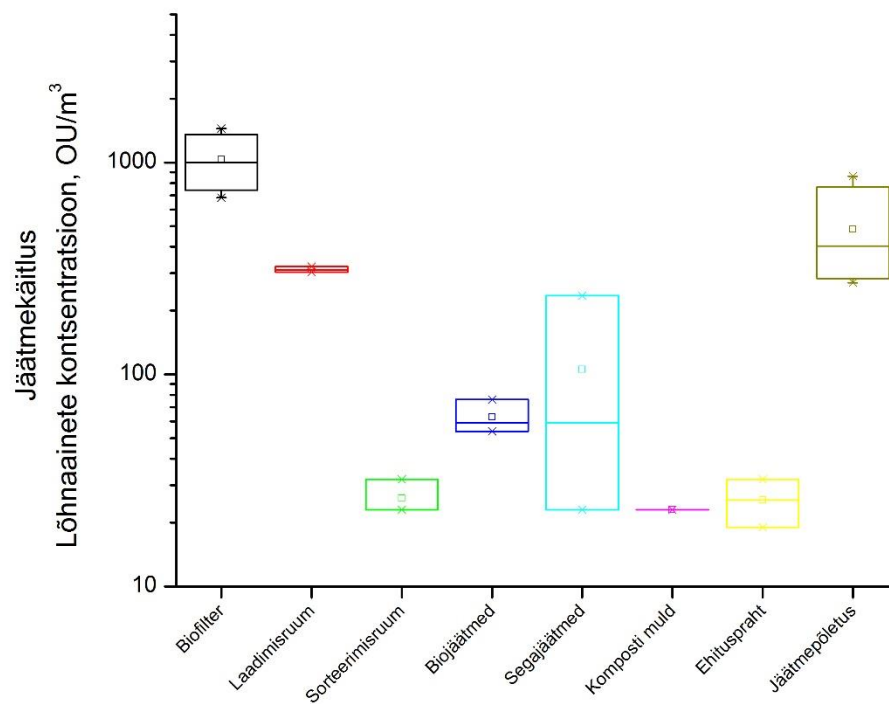
Joonis 7 Loomakasvatuse lõhnaainete kontsentratsioonid



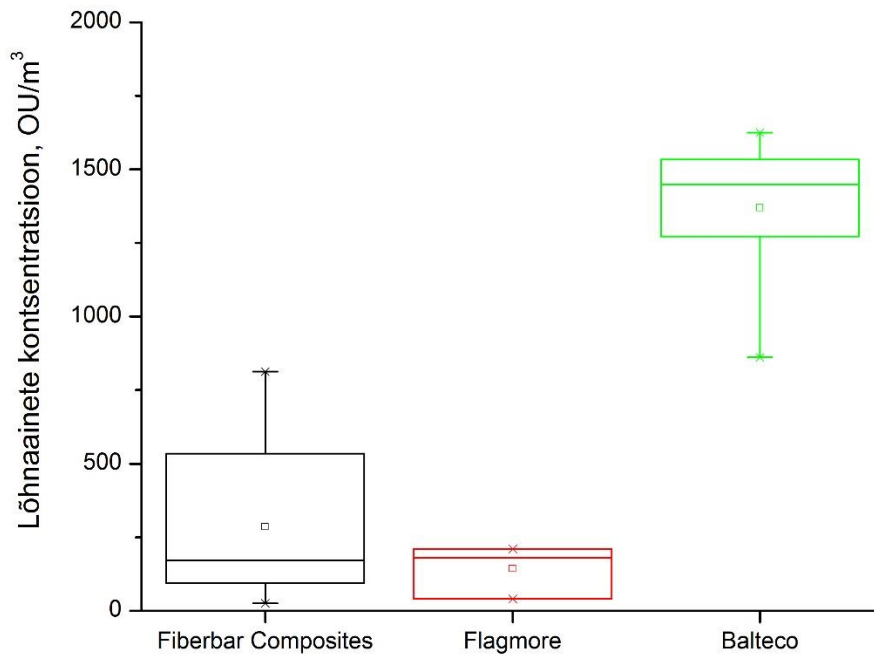
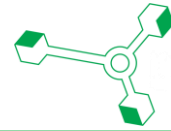
Joonis 8 Hoidlate lõhnaainete kontsentratsioonid



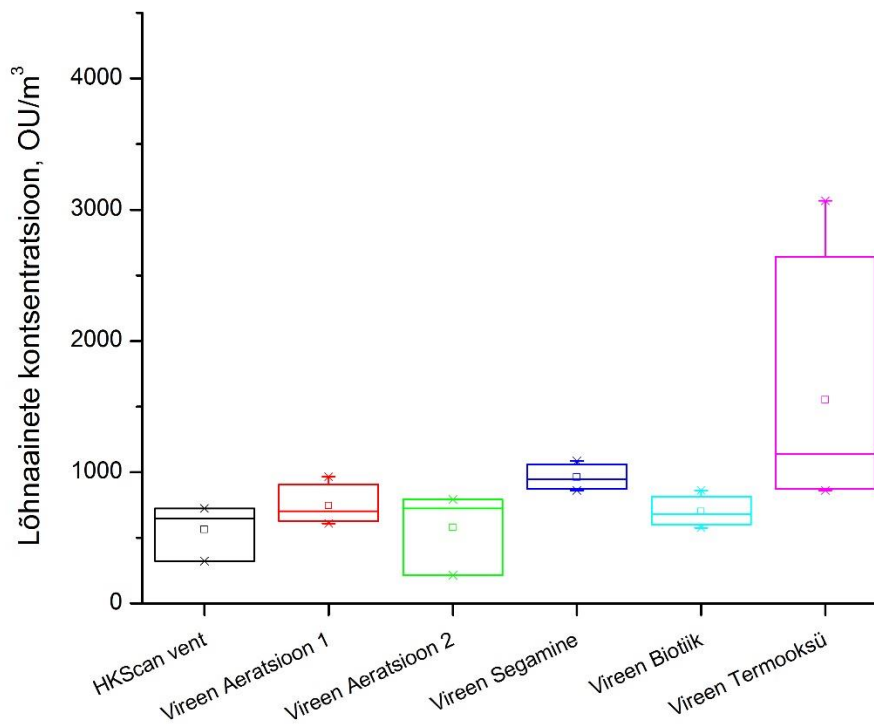
Joonis 9 Põlevkiviõli tootmise lõhnaainete kontsentratsioonid



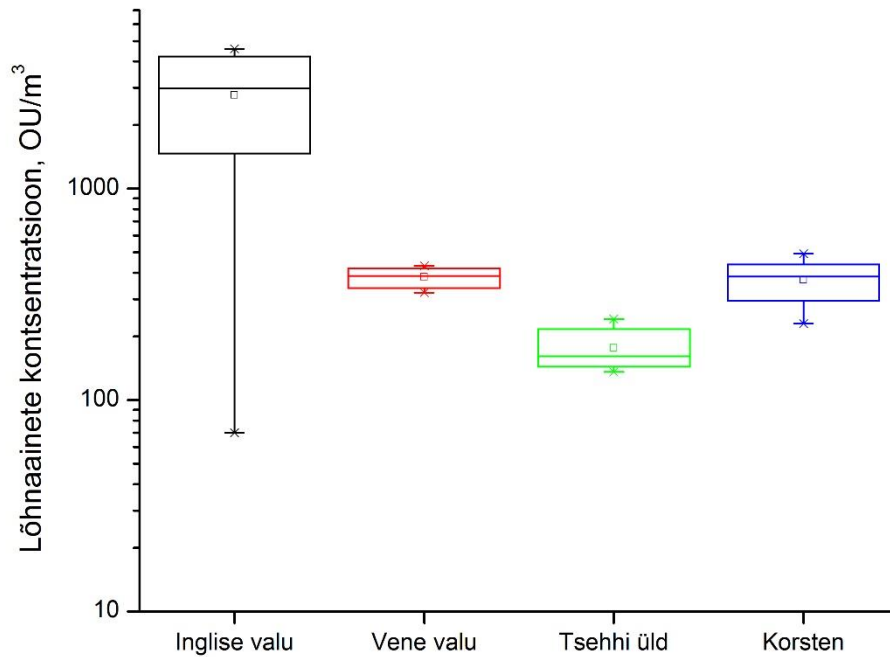
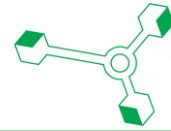
Joonis 10 Jättekäitluse lõhnaainete kontsentratsioonid



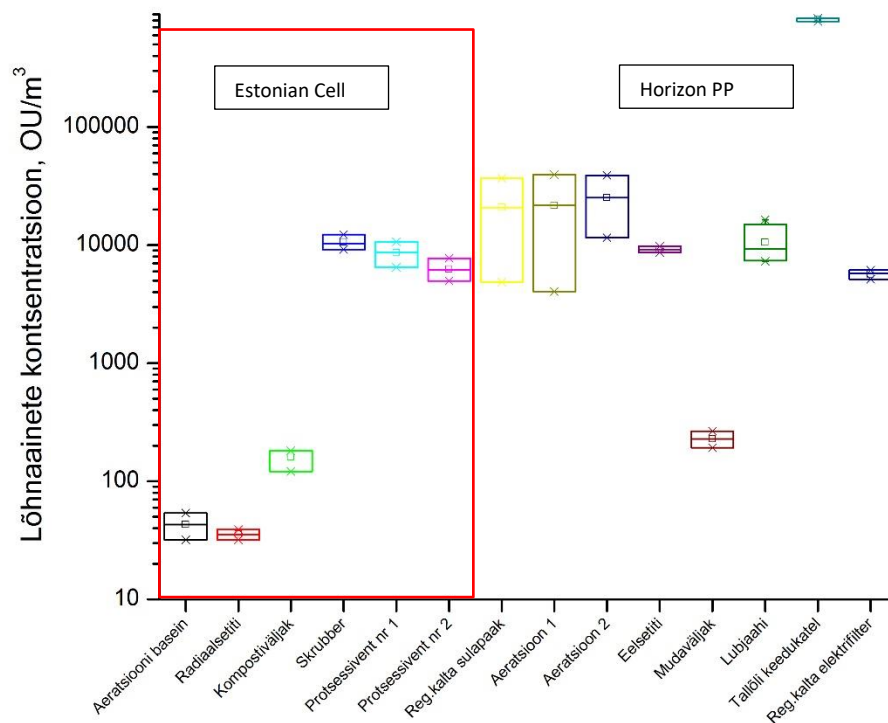
Joonis 11 Klaasplasti tootmise lõhnaainete kontsentratsioonid



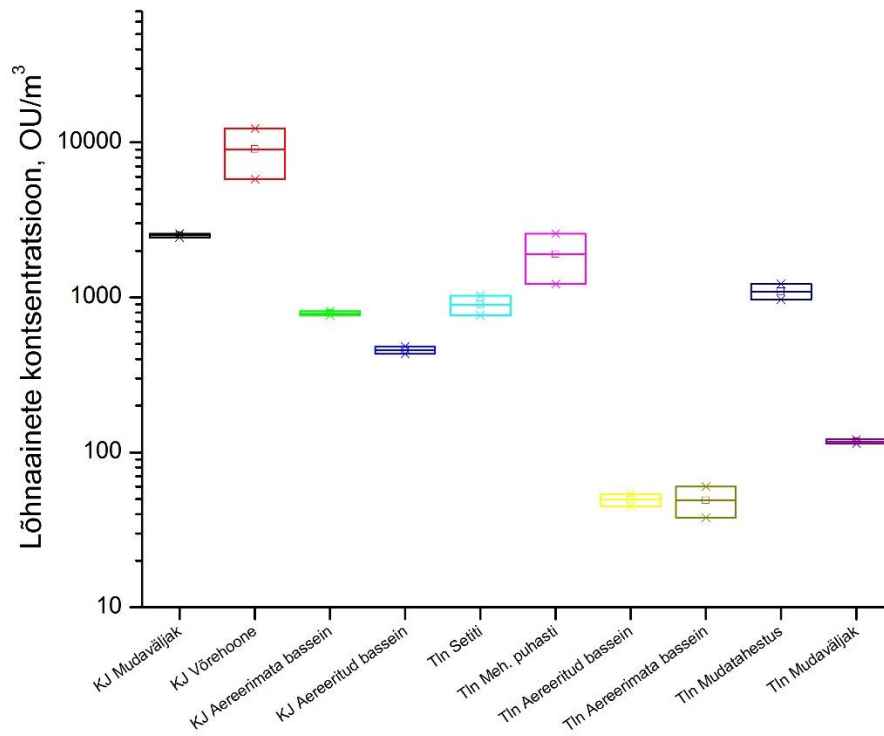
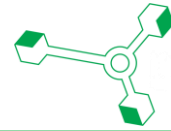
Joonis 12 Loomsete jäätmete käitlemise lõhnaainete kontsentratsioonid



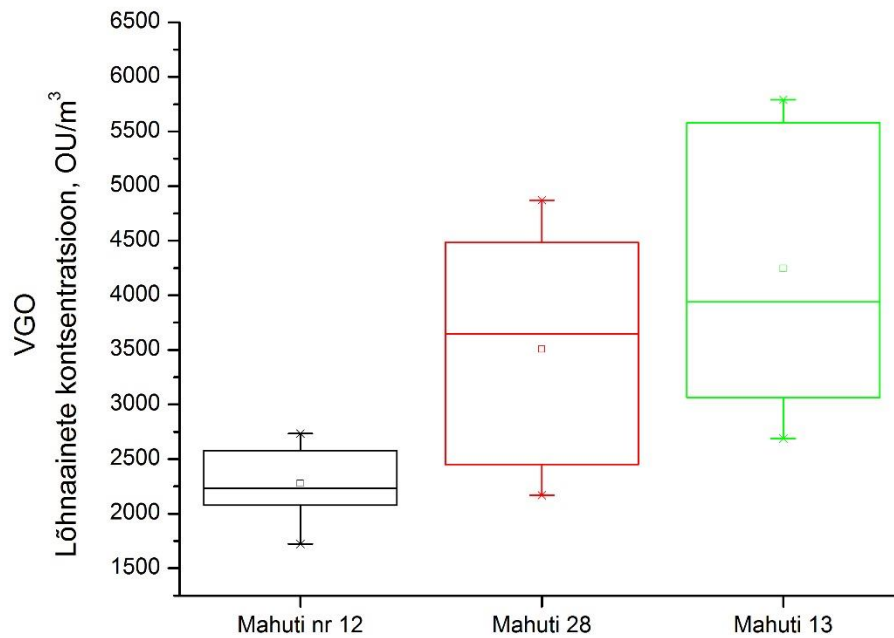
Joonis 13 Malmivalu lõhnaainete kontsentratsioonid



Joonis 14 Haavapuitmassi ja tselluloosi tootmise lõhnaainete kontsentratsioonid



Joonis 15 Reoveepuhastuse lõhnaainete kontsentratsioonid



Joonis 16 VGO mahutite lõhnaainete kontsentratsioonid