

KESKLAVOR

Eesti Keskkonnauuringute Keskus

CENTRAL LAB

Estonian Environmental Research Centre

**Välisõhu kvaliteedi,
lõhnahäiringu ja
saasteainete
heitkoguste
hindamine Ida-
Virumaal Sillamäe
linnas ja Vaivara
piirkonnas**

Tallinn 2014



Töö nimetus: Välisõhu kvaliteedi, lõhnahäiringu ja saasteainete heitkoguste hindamine Ida-Virumaal Sillamäe linnas ja Vaivara piirkonnas

Töö autorid

Marek Maasikmets, Erik Teinemaa, Katri Saare, Keio Vainumäe, Tarvo Arumäe, Mihkel Palu



Käesoleva töö valmimist toetas SA Keskkonnainvesteeringute Keskus

Töö tellija:

Keskkonnainspeksioon

Töö teostaja:

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ

Marja 4D

Tallinn, 10617

Tel. 6112 900

Fax. 6112 901

info@klab.ee

www.klab.ee

Lepingu nr: 2-4/10

Töö valmimisaeg: 19.11.2014

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.....	9
2	Mõisted ja lühendid.....	11
3	Mõõteseadmed ja meetodika	13
3.1	Välisõhu kvaliteedi mõõtmised passiivproovlitega	13
3.2	Välisõhu kvaliteedi mõõtmised automaatanalüsaatoritega	13
3.3	Saasteainete heitkoguste mõõtmised adsorbenttorudega.....	14
3.4	Lõhnaainete olfaktomeetriline analüüs	15
3.5	Lõhnaainete esinemise hindamine välisõhus rastermeetodiga	15
4	Piirväärtused.....	16
5	Välisõhu kvaliteedi mõõtmine.....	17
5.1	Välisõhu kvaliteedi mõõtmised passiivproovlitega	17
5.2	Välisõhu kvaliteedi mõõtmised automaatanalüsaatoritega	33
5.2.1	Konteinerjaamade ja seirejaama saastetasemete võrdlus	56
5.3	Saasteainete heitkoguste mõõtmised.....	58
5.4	Lõhnaainete heitkoguste mõõtmine	61
5.5	Lõhnaainete esinemise hindamine välisõhus rastermeetodiga	66
6	Lõhnakaebuste analüüs.....	72
7	Saasteainete heitkoguste analüüs.....	78
7.1	Tulemuste võrdlus	80
8	Kokkuvõte.....	88
9	Kasutatud kirjandus.....	91

Joonised

Joonis 1	Passiivproovlitega asukohad	18
Joonis 2	Benseeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 29.04.14.....	20
Joonis 3	Benseeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 06.05.14.....	20
Joonis 4	Benseeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 13.05.14.....	21
Joonis 5	Benseeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 19.05.14.....	21
Joonis 6	Benseeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 22.09.14.....	22
Joonis 7	Benseeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 29.09.14.....	22
Joonis 8	Etüülbenseeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 29.04.14	23
Joonis 9	Etüülbenseeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 06.05.14	24
Joonis 10	Etüülbenseeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 13.05.14	24
Joonis 11	Etüülbenseeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 19.05.14	25
Joonis 12	Etüülbenseeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 22.09.14	25
Joonis 13	Etüülbenseeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 29.09.14	26
Joonis 14	Ksüleeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 29.04.14.....	27
Joonis 15	Ksüleeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 06.05.14.....	27
Joonis 16	Ksüleeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 13.05.14.....	28
Joonis 17	Ksüleeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 19.05.14.....	28
Joonis 18	Ksüleeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 22.09.14.....	29
Joonis 19	Ksüleeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 29.09.14.....	29
Joonis 20	Tolueeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 29.04.14	30
Joonis 21	Tolueeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 06.05.14	31
Joonis 22	Tolueeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 13.05.14	31
Joonis 23	Tolueeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 19.05.14	32
Joonis 24	Tolueeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 22.09.14	32
Joonis 25	Tolueeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 29.09.14	33

Joonis 26	Mõõtepunktide asukoht.....	34
Joonis 27	Konteinerjaama asukoht Vaivara OJK territooriumil.....	35
Joonis 28	Konteinerjaama asukoht Sillamäe Kutsekooli territooriumil	36
Joonis 29	Tuulteroo (legend: tuule kiirus m/s).....	37
Joonis 30	H ₂ S 1h keskmine kontsentratsioon, Vaivara OJK.....	38
Joonis 31	H ₂ S 24h keskmine kontsentratsioon, Vaivara OJK.....	39
Joonis 32	H ₂ S 1h keskmine kontsentratsioon, Sillamäe linn	39
Joonis 33	H ₂ S 24h keskmine kontsentratsioon, Sillamäe linn	40
Joonis 34	NMHC 1h keskmine kontsentratsioon, Vaivara OJK.....	41
Joonis 35	NMHC 24h keskmine kontsentratsioon, Vaivara OJK.....	41
Joonis 36	NMHC 1h keskmine kontsentratsioon, Sillamäe linn	42
Joonis 37	NMHC 24h keskmine kontsentratsioon, Sillamäe linn	42
Joonis 38	H ₂ S kontsentratsiooniroos, Vaivara OJK.....	43
Joonis 39	H ₂ S summaarne saastevoog, Vaivara OJK	44
Joonis 40	NMHC kontsentratsiooniroos, Vaivara OJK.....	44
Joonis 41	NMHC summaarne saastevoog, Vaivara OJK.....	45
Joonis 42	H ₂ S kontsentratsiooniroos, Sillamäe linn	46
Joonis 43	H ₂ S summaarne saastevoog, Sillamäe linn.....	46
Joonis 44	NMHC kontsentratsiooniroos, Sillamäe linn	47
Joonis 45	NMHC summaarne saastevoog, Sillamäe linn.....	47
Joonis 46	Sillamäe seirejaama asukoht	48
Joonis 47	NH ₃ 1h keskmine kontsentratsioon, Sillamäe seirejaam.....	49
Joonis 48	NH ₃ 24h keskmine kontsentratsioon, Sillamäe seirejaam.....	49
Joonis 49	NMHC 1h keskmine kontsentratsioon, Sillamäe seirejaam	50
Joonis 50	NMHC 24h keskmine kontsentratsioon, Sillamäe seirejaam	50
Joonis 51	Osakeste 24h keskmised kontsentratsioonid, Sillamäe seirejaam.....	51

Joonis 52	NH ₃ kontsentratsiooniroos, Sillamäe linn.....	52
Joonis 53	NH ₃ summaarne saastevoog, Sillamäe linn	52
Joonis 54	NMHC kontsentratsiooniroos, Sillamäe linn	53
Joonis 55	NMHC summaarne saastevoog, Sillamäe linn.....	53
Joonis 56	PM ₁₀ kontsentratsiooniroos, Sillamäe linn.....	54
Joonis 57	PM ₁₀ summaarne saastevoog, Sillamäe linn.....	54
Joonis 58	PM _{2,5} kontsentratsiooniroos, Sillamäe linn.....	55
Joonis 59	PM _{2,5} summaarne saastevoog, Sillamäe linn	55
Joonis 60	NMHC 1 h keskmine kontsentratsioon, Konteiner 1.....	56
Joonis 61	NMHC 1 h keskmine kontsentratsioon, Konteiner 2 ja seirejaam	57
Joonis 62	NMHC 24 h keskmiste kontsentratsioonide võrdlus.....	57
Joonis 63	Mõõdetud lõhnaainete ja NMHC kontsentratsioonide vaheline seos.....	64
Joonis 64	Mõõdetud lõhnaainete ja dimetüülsulfiidi kontsentratsioonide vaheline seos	65
Joonis 65	Mõõdetud lõhnaainete ja H ₂ S kontsentratsioonide vaheline seos.....	65
Joonis 66	Mõõdetud lõhnaainete ja metüülmerkaptani kontsentratsioonide vaheline seos	66
Joonis 67	Sillamäe lõhnaainete mõõtepunktid	69
Joonis 68	Sillamäe lõhnaainete mõõtepunktides mõõdetud tulemused.....	70
Joonis 68	Sillamäe lõhnaainete mõõtepunktides mõõtmiste hetkel valitsenud tuule suunad	71
Joonis 69	Lõhnakaebuste arv Sillamäel	72
Joonis 70	Kaebuste jagunemine tuule suuna põhjal 2011 a.	73
Joonis 71	Kaebuste jagunemine tuule suuna põhjal 2012 a.	73
Joonis 72	Kaebuste jagunemine tuule suuna põhjal 2013 a.	74
Joonis 73	Kaebuste jagunemine tuule suuna põhjal 2014 a.	74
Joonis 73	Kaebuste jagunemine tuule suuna põhjal aastate lõikes	75
Joonis 73	Kaebuste esinemine ja põlevkivi kasutamine põlevkiviõli tootmiseks.....	76
Joonis 73	Kaebuste esinemine ja Enefit-280 põlevkiviõli toodang	76

Joonis 73	Kaebuste esinemine ja põlevkivi kasutamine õlitööstuses	77
Joonis 74	OSIS2012 H ₂ S saasteallikate paiknemine ja arvutuslikud H ₂ S maksimaalsed saastetasemed, µg/m ³	78
Joonis 75	OSIS2012 NH ₃ saasteallikate paiknemine ja arvutuslikud NH ₃ maksimaalsed saastetasemed, µg/m ³	79
Joonis 76	OSIS2012 NMHC saasteallikate paiknemine ja arvutuslikud NMHC maksimaalsed saastetasemed, µg/m ³	79
Joonis 77	Konteiner 2 seiretulemused ja OSIS2012 hajumisarvutuse aegrea võrdlus, NMHC	80
Joonis 78	Konteiner 2 seiretulemuste ja OSIS2012 hajumisarvutuse korrelatsioon, NMHC	81
Joonis 79	Sillamäe seirejaama seiretulemused ja OSIS2012 hajumisarvutuse aegrea võrdlus, NMHC	81
Joonis 80	Sillamäe seirejaama seiretulemuste ja OSIS2012 hajumisarvutuse korrelatsioon, NMHC	82
Joonis 81	Sillamäe seirejaama seiretulemused ja OSIS2012 hajumisarvutuse aegrea võrdlus, NH ₃	82
Joonis 82	Sillamäe seirejaama seiretulemuste ja OSIS2012 hajumisarvutuse korrelatsioon, NH ₃ ...	83
Joonis 83	Konteiner 1 seiretulemused ja OSIS2012 hajumisarvutuse aegrea võrdlus, H ₂ S	83
Joonis 84	Konteiner 1 seiretulemuste ja OSIS2012 hajumisarvutuse korrelatsioon, H ₂ S	84
Joonis 85	Konteiner 1 seiretulemused ja OSIS2012 hajumisarvutuse aegrea võrdlus, NMHC	84
Joonis 86	Konteiner 1 seiretulemuste ja OSIS2012 hajumisarvutuse korrelatsioon, NMHC	85
Joonis 1	Eesti Energia Õlitööstuse NMHC 1h keskmine kontsentratsioon	86
Joonis 2	Vaivara OJK konteinerjaama seireandmete ja EE Õlitööstuse AS keskkonnakompleksloa hajumisarvutuse võrdlus, NMHC	87

Tabelid

Tabel 1	Mõõteseadmed konteinerjaamades	14
Tabel 2	Mõõteseadmed Sillamäe seirejaamas	14
Tabel 3	Välisõhu saastetaseme piirväärtused	16
Tabel 4	Vesiniksulfiidi kontsentratsioonid mõõteperioodil	19

Tabel 5	Tuulte esinemissagedus mõõteperioodil	37
Tabel 6	Saasteainete sisaldused emissiooniproovides	58
Tabel 7	Saasteainete hetkelised heitkogused	60
Tabel 8	Lõhnaainete heitkogused	62
Tabel 9	Lõhna intensiivsuskala	67

1 Sissejuhatus

Sillamäe linna elanikud on mitmeid aastaid kaevanud halva õhukvaliteedi ja ebameeldiva lõhnahäiringu üle Sillamäe linnas. Keskkonnainspeksioonile laekunud välisõhu saastamisega seotud kaebuste analüüs on näidanud, et elanike kaebuseid esineb pigem siis kui tuul on Sillamäe sadama ja Vaivara suunast. Töö eesmärgiks on välja selgitada Sillamäel ja selle piirkonnas paiknevate olulisemate saasteallikate heitkoguseid ja nende mõju välisõhu kvaliteedile. Täpsemalt, hinnata Sillamäe Sadamas paiknevate ettevõtete ja Eesti Energia Õlitööstuse saasteainete heitkoguseid, tekkivaid saastetasemeid ja sellest tulenevalt ka lõhnahäiringu esinemissagedust Sillamäel ja Vaivara piirkonnas. Keskkonnainspeksioon ja Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ sõlmisid lepingu, millest tulenevalt teostab EKUK OÜ lepingu lähteülesandes esitatud mõõtmised ja annab hinnangu Sillamäe piirkonna välisõhu kvaliteedile. Töö on jagatud järgmisteks etappideks:

Töö esimeses etapis kaardistatakse passiivproovlitega Sillamäe Sadama territooriumil, Sillamäe linnas, Vaivara piirkonnas ja Eesti Energia Õlitööstuse ümbruses teatud saasteainete tasemeid, et teha kindlaks olulisemate saasteallikate paiknemine. Passiivproovlitega määratakse välisõhus vesiniksulfiidi, üldsüsivesinike ja aromaatsete süsivesinike sisaldust. Samuti mõõdetakse pisteliselt merkaptaanide sisaldust välisõhus.

Töö teises etapis keskendutakse heitkoguste mõõtmistele nendel objektidel, mis leiti esimese etapi kaardistamise tulemusena olevat kõige olulisemad saasteallikate rühmad. Mõõtmised teostatakse erinevate produktide laadimisel mahutitesse, tankeritele ja raudteetsisternide tühjaks pumpamisele. Mõõtmiste käigus kogutakse proovid adsorbenttorudele, millelt määratakse vesiniksulfiidi, merkaptaanide, üldsüsivesinike ja aromaatsete süsivesinike sisaldust. Samuti kogutakse õhuproovi nalofaanist proovivõtukottidesse ja neid analüüsitakse laboris olfaktomeetriliselt lõhnaainete sisalduse suhtes. Samal ajal heitkoguste mõõtmisega paigaldatakse Sillamäe linna mobiilne välisõhu mõõtejaam, mis mõõdab pidevalt vesiniksulfiidi, üldsüsivesinike, aromaatsete süsivesinike ja osakeste sisaldust. Pisteliselt kogutakse väävliühendite suhtes spetsiifilistele adsorbenttorudele õhuproove (automaatne proovivõtuseade, mis kogub automaatselt ööpäeva- või tunnikeskmiseid proove), millest määratakse laboris redutseeritud väävliühendite sisaldust (dimetüülsulfiid, dietüülsulfiid, metüülmerkaptaan, etüülmerkaptaan).

Töö kolmandas etapis hinnatakse välisõhu lõhnaäiringu esinemissagedust kasutades selleks rastermeetodit vastavalt standardile EVS 888 „Lõhnaainete määramine välisõhus välimõõtmiste teel“.

Töö neljandas etapis hinnatakse mõõdetud heitkoguste vastavust väljastatud saastelubadele, kontrollitakse aruannetes esitatud heitkoguste vastavust tegelikule olukorral ja tehakse mõõdetud heitkogustega hajumisarvutused ning hinnatakse lõhnaainete esinemissagedust Sillamäe linnas paiknevates elamupiirkondades.

Kõik käesolevas töös kirjeldatud mõõtmised ja analüüsid on teostatud Eesti Keskkonnauuringute Keskuse poolt, kasutades akrediteeritud määramismeetodeid. Kõiki kasutatud mõõtevahendeid kalibreeriti regulaarselt. Eesti Keskkonnauuringute Keskus on akrediteeritud Eesti Akrediteerimiskeskuse (EAK) poolt ning vastavad akrediteerimistunnistused on leitavad EAK kodulehelt: http://www.eak.ee/dokumendid/pdf/kasitlusala/L008_annex_2.pdf

Eesti Vabariigis kehtivad välisõhus leiduvatele saasteainetele piir- ja sihtväärtused. Mõõtmistulemuste analüüsimisel lähtuti keskkonnaministri 8. juuli 2011. aasta määrusest nr 43 “Välisõhu saastatuse piir- ja sihtväärtused, saasteaine sisalduse muud piirnormid ning nende saavutamise tähtsused”, kus saasteainete sisaldusele kehtestatud piirnormid on aluseks välisõhu kvaliteedile hinnangu andmisel.

2 Mõisted ja lühendid

Saasteaine - keemiline aine või ainete segu, mis eraldub välisõhku tegevuse otsesel või kaudsel tagajärjel ja mis võib mõjuda kahjulikult inimese tervisele või keskkonnale, kahjustada vara või kutsuda esile pikaajalisi kahjulikke tagajärgi.

Välisõhu saastatuse tase - Välisõhu saastatuse tase on saasteaine kogus, mis kindla ajavahemiku jooksul sisaldub välisõhu ruumalaühikus 293 Kelvini juures või sadestub välisõhust pinna ühele ruutmeetrile.

Saastatuse taseme piirväärtus (SPV) - saasteaine lubatav kogus välisõhu ruumalaühikus.

Saastatuse taseme 24 tunni piirväärtus (SPV₂₄) - saasteaine lubatav kogus välisõhu ruumalaühikus ööpäeva keskmisena.

Saastatuse taseme 1 tunni piirväärtus (SPV₁) - saasteaine lubatav kogus välisõhu ruumalaühikus 1 tunni keskmisena.

Sihtväärtus - saasteaine kogus välisõhu ruumalaühikus, milleni tuleb jõuda kas kindlaksmääratud aja jooksul või võimalikult kiiresti ja mille eesmärk on parendada välisõhu kvaliteeti ja vältida kahjulikku mõju inimese tervisel.

Vesiniksulfiid (H₂S) - madala lõhnalävega mädamunalõhnaga mürgine värvuseta keemiline ühend, st ebameeldivat haisu on tunda ka väikeste kontsentratsioonide juures. Tekib looduses orgaanilise aine lagunemisel anaeroobsetes tingimustes. Samuti tekib mitmesugustes tööstuslikes protsessides nagu põlevkivi termiline töötlemine ja heitveepuhastus. Ka naftaproduktid sisaldavad erinevaid redutseeritud väävliühendeid (merkaptaanid, vesiniksulfiid), mis laadimise käigus naftatoodete pinnalt välisõhku lenduvad.

Alifaatsed süsivesinikud – kuuluvad lenduvate orgaaniliste ühendite hulka (LOÜ), mis on suur ainete rühm, kus tehakse vahet metaanil (CH₄) ja mittemetaansetel süsivesinikel (alifaatsed süsivesinikud, ingliskeelne lühend NMHC); halogeen-süsiniühenditel (ingl. *halocarbons*) ja oksügenaatidel (*oxygenates*) nagu alkoholid, aldehüüdid ja ketoonid. Metaani vaadeldakse eraldi seetõttu, et ta toimib põhiliselt kasvuhooneefekti põhjustajana, mitte lokaalse saasteainena. LOÜ inimtekkelised allikad on mootori- ja energeetiliste kütuste mittetäielik põlemine, naftatöötlemine, kütusemahutite (ka sõidukite kütusepaakide) täitmine, värvide ja lakkide tootmine ja kasutamine, alkoholi tootmine,

põllumajandus. Kontsentratsioon antakse ühikutes mgC/m^3 - milligrammi süsinikku ühes kuupmeetril õhus.

Aromaatsed süsivesinikud – süsivesinikud, mis sisaldavad keemilises struktuuris vähemalt ühte benseeni tuuma. On saanud oma nime selle järgi, et paljudel rühma kuuluvatel ühenditel on terav omapärane lõhn (aroom). Eralduvad õhku peamiselt laadimistöde käigus naftasaaduste pinnalt aurustudes. Antud mõõtmiste kontekstis käsitletakse aromaatsed süsivesinikke nagu benseen, toluen, etüülbenseen ja ksüleen.

Merkaptaanid ehk tiolid on orgaanilised ühendid, mille funktsionaalrühm koosneb ühest vesiniku ja ühest väävli aatomist. Redutseeritud väävliühendite näol on tegemist mürgiste ja tugeva iseloomuliku lõhnaga ainetega.

3 Mõõteseadmed ja meetodika

Olemasoleva olukorra võimalikult täpseks hindamiseks ja saasteallikate tuvastamiseks teostati uuringu objektiks olevas Sillamäe linnas ja Vaivara piirkonnas välisõhu kvaliteedi mõõtmisi nii automaatanalüsaatoritega kui ka passiivproovlitega, saasteainete heitkoguste mõõtmisi otsestest saasteallikatest proovivõtuseadmetega. Lõhnaainete esinemise tuvastamiseks õhus koguti lõhnaproovid proovivõtukottidesse ning lõhnahäiringu esinemissageduse välja selgitamiseks teostati välimõõtmisi ekspertrühma kaasamisega. Kasutatud meetodikate ja mõõteseadmete kirjeldus on toodud alljärgnevalt.

3.1 Välisõhu kvaliteedi mõõtmised passiivproovlitega

Benseeni, tolueni ja ksüleenini ning väävelvesiniku sisaldust välisõhus määrati passiivproovlitega, kus saasteaine sidumist adsorbendiga limiteerib saasteaine difusiooniprotsessi kiirus. Passiivproovile seotav proovi kogus sõltub ajast, mil proovel on kokkupuutes uuritava õhuga ja temperatuurist. Laboris määratakse BTX sisaldus vastavalt standardtö juhenditele STJ 147 gaaskromatograaf mass-spektromeetriga ja H₂S sisaldus vastavalt spektrofotomeetriga.

3.2 Välisõhu kvaliteedi mõõtmised automaatanalüsaatoritega

Mõõtmiste läbiviimiseks kasutati teisaldatavaid konteinerjaamu, mis on varustatud täisautomaatsete õhuanalüsaatoritega. Mõõtmised toimusid iga viie minuti järel, mõõtmistulemused salvestati mõõtejaamas paiknevasse salvestusseadmesse ja kanti tunnise intervalliga üle Eesti Keskkonnauuringute Keskuse serverisse. Lisaks saasteainetele määrati automaatanalüsaatoriga mõõtepunktides ka meteoroloogilisi parameetreid nagu tuule suund ja kiirus, suhteline õhuniiskus ja temperatuur (Tabel 1). Paralleelselt konteinerjaamadega mõõtis saastetasemeid Sillamäele paigaldatud statsionaarne seirejaam, mille mõõteseadmed on toodud tabelis 2 (Tabel 2).

Tabel 1 Mõõteseadmed konteinerjaamades

Mõõdetavad parameetrid	Kasutatav seade Konteiner-1	Kasutatav seade Konteiner- 2
Vesiniksulfiid	ultraviolet-fluorestsents HORIBA APSA – 370	ultraviolet-fluorestsents HORIBA APSA – 370
Alifaatsed süsivesinikud	leekionisatsioonidetektor HORIBA APHA - 360	leekionisatsioonidetektor HORIBA APHA - 370
Ammoniaak ja lämmastikoksiidid	HORIBA APNA – 360 Kemoluminestsents	HORIBA APNA – 370 Kemoluminestsents
Vääveldioksiid	HORIBA APSA – 360 UV-fluorestsents	HORIBA APSA – 360 UV-fluorestsents
Tuule suund ja kiirus, õhuniiskus, temperatuur	Thies Clima meteoroloogiline mõõtejaam koos 10 m teleskoopmastiga	Thies Clima meteoroloogiline mõõtejaam koos 10 m teleskoopmastiga

Tabel 2 Mõõteseadmed Sillamäe seirejaamas

Mõõdetavad parameetrid	Kasutatav seade
Alifaatsed süsivesinikud	Leekionisatsioonidetektor HORIBA APHA - 370
Ammoniaak	Kemoluminestsents HORIBA APNA – 370
PM ₁₀ , PM _{2.5}	Optiline Fidas HORIBA APDA 372
Tuule suund ja kiirus, õhuniiskus, temperatuur	Thies Clima meteoroloogiline mõõtejaam koos 10 m teleskoopmastiga

3.3 Saasteainete heitkoguste mõõtmised adsorbenttorudega

Adsorbenttorudega määrati redutseeritud väävliühendite nagu väävelvesinik ja merkaptaanide sisaldust.

3.4 Lõhnaainete olfaktomeetriline analüüs

Õhuproov kogutakse nalofaanist proovivõtukottidesse, mida laboris analüüsitakse olfaktomeetriliselt lõhnaainete suhtes. Lõhnaproovide kogumisel kasutati proovivõtukoti materjalina Nalophan™, mahutavusega ca 8 liitrit, mis paigaldati spetsiaalsetesse vaakumkohvritesse. Lõhnaainete kontsentratsioon määrati dünaamilise olfaktomeetriga TO-8, mille lahjendusvahemik oli 2^2 kuni 2^{16} ning lõhnaühikute määramine toimus organoleptiliselt Jah/Ei meetodil. Lõhnaproove hindasid n-butanolli suhtes testitud isikud ning enne lõhnaproovide hindamist tuvastati ekspertrühma liikmete individuaalsed tuvastuslaved (Z_{ite}) n-butanoliga.

3.5 Lõhnaainete esinemise hindamine välisõhus rastermeetodiga

Keskkonnaministri 2. juuli 2007. a määruses nr 50 „Lõhnaaine esinemise määramise ekspertrühma moodustamise kord, ekspertrühma liikmele esitatavad nõuded, lõhnaaine esinemise määramise kord ja määramiseks kasutatavate meetodite loetelu“ (edaspidi määrus) on kehtestatud välisõhus lõhnaaine esinemise määramise ekspertrühma moodustamise kord, ekspertrühma liikmele esitatavad nõuded, lõhnaaine esinemise määramise kord ja määramiseks kasutatavate meetodite loetelu. Eesti Keskkonnauuringute Keskus kasutab antud uuringu läbiviimiseks määruse § 2 lg 1 punktis 2 nimetatud teadus- ja arendusasutuse ekspertrühma, kuhu kuuluvate liikmete sobivus on testitud vastavalt standardile EVS-EN 13725 „Õhukvaliteet. Lõhnaainete kontsentratsiooni määramine dünaamilise olfaktomeetria abil“ n-butanoliga. Ekspertrühma minimaalne suurus on 4-5 hindajat. Hindajatele tutvustati eelnevalt Sillamäe piirkonnale omaseid (kütuse- ja kemikaaliterminal, õlitööstus) lõhnu, kuna antud töö raames hinnati vaid antud piirkonna olulisemate saasteallikate lõhnu.

Välimõõtmiste teostamisel lähtutakse standardist EVS 888 „Lõhnaainete määramine välisõhus välimõõtmiste teel“ ning kasutatakse antud standardis kirjeldatud rastermeetodit. Antud meetod põhineb lõhnaaine esinemisaja protsendi määramisel mõõtepunktides. Ekspertrühma liikmed mõõdavad mõõtepunktis lõhnaaine esinemist kindla aja jooksul. Mõõteperioodi jooksul viiakse mõõtepunktis läbi 26 üksteisest sõltumatut ühekordset mõõtmist. Ühekordsed mõõtmised on üksteisest sõltumatud ning need viiakse läbi eri päevadel, kokku vähemalt 104 mõõtepäeval (26 x 4 mõõtepunkti iga hindamisruudu kohta). Mõõtepäevad planeeriti selliselt, et nad oleksid

representatiivsed eri aasta-aegade, nädalapäevade ja kellaaegade jaoks, mistõttu hõlmasid mõõtepäevad ka nädalavahetusi ja öiseid mõõtmisi.

Lõhnaaine mõõtmised rastermeetodil viidi läbi 20 mõõtepunktis 120 päeval. Mõõtepäevad planeeriti selliselt, et ühes mõõtepäevas viiakse läbi üksikmõõtmised 5 mõõtepunktis. Mõõtmisteks kasutatakse n-butanoolile testitud hindajaid.

4 Piirväärtused

Piirväärtused on kehtestatud pidades silmas nende ohtlikkust inimestele ning keskkonnale. Vastavad saastatuse taseme piirväärtused on toodud keskkonnaministri 8. juuli 2011. aasta määruses nr 43 "Välisõhu saastatuse taseme piir- ja sihtväärtused, saasteaine sisalduse muud piirnormid ning nende saavutamise tähtsused".¹ Allolevas tabelis on nimetatud käesoleva töö raames mõõdetud saasteainete välisõhu saastetaseme piirväärtused (Tabel 3).

Tabel 3 Välisõhu saastetaseme piirväärtused

Saasteaine	Keskmistamisaeg	Piir- või sihtväärtus (µg/m ³)	Lubatud ületamiste arv aastas
Vesiniksulfiid	1 tund	8	-
	24 tundi	8	18 päeva
Alifaatsed süsivesinikud	1 tund	5000	-
	24 tundi	2000	-
Benseen	1 tund	200	-
Tolueen	1 tund	200	-
Ksüleen	1 tund	200	-
Dimetüüldisulfiid	1 tund	700	-
Dimetüülsulfiid	1 tund	80	-
Metüülmerkaptaan	1 tund	0,2	-

¹ <https://www.riigiteataja.ee/akt/112072011003>

5 Välisõhu kvaliteedi mõõtmine

Töö esimeses etapis kaardistati passiivproovlitega Sillamäe linna ja Vaivara piirkonna peamiste saasteallikate, eelkõige Sillamäe Sadam ja Eesti Energia Õlitööstus, mõjupiirkonnad, hinnates vesiniksulfiidi, aromaatsete süsivesinike ja üldsüsivesike sisaldust.

Töö teises etapis teostati saasteainete (vesiniksulfiidi, merkaptaanide, üldsüsivesinike ja aromaatsete süsivesinike) heitkoguste mõõtmised Sillamäe Sadama ja Eesti Energia Õlitööstuse saasteallikatest, kogudes proovid adsorbenttorudele, lisaks koguti lõhnaainete proovid olfaktomeetrilise analüüsi tarbeks ka proovivõtukottidesse. Samaaegselt paigaldati Sillamäe linna ja Vaivara piirkonda 2 teisaldatavat konteinerjaama, mis mõõtis saasteainete (vesiniksulfiid ja üldsüsivesinikud) sisaldust välisõhus automaatsete analüsaatoritega. Pisteliselt koguti töö teises etapis automaatse proovivõtuseadmega vävliühendite suhtes spetsiifilistele adsorbenttorudele õhuproove.

Töö kolmandas etapis hinnati välisõhu lõhnaäiringu esinemissagedust, kasutades rastermeetodit vastavalt standardile EVS 888 „Lõhnaainete määramine välisõhus välimõõtmiste teel“.

Töö neljandas etapis hinnati mõõdetud heitkoguste vastavust väljastatud saastelubadele, kontrolliti aruannetes esitatud heitkoguste vastavust tegelikule olukorrale ja tehti mõõdetud heitkogustega hajumisarvutused ning hinnati lõhnaainete esinemissagedust Sillamäe linnas paiknevates elamupiirkondades.

5.1 Välisõhu kvaliteedi mõõtmised passiivproovlitega

Töö eesmärgist lähtuvalt kaardistati kuue mõõtettsükli vältel passiivproovlitega Sillamäe linnas ning selle lähiümbruses 15. mõõtepunktis ajavahemikul 21.04 –29.04.2014 vesiniksulfiidi ja 29.04.2014 – 27.05.2014 ning 22.09.2014 – 06.10.2014 vesiniksulfiidi ning süsivesinike saastetasemed. Ühe mõõtettsükli pikkus oli keskmiselt 1 nädal, mõõtekampaniad toimusid vastavalt: 21.04 – 29.04.14, 29.04 – 06.05.14, 06.05 – 13.05.14, 13.05 – 19.05.14, 19.05 – 27.05.14, 22.09 – 29.09.14 ja 29.09 – 06.10.14. Passiivproovlitega koguti välisõhust vesiniksulfiidi, lenduvate orgaaniliste ühendite ja aromaatsete süsivesinike proove. Kuigi ettenähtud mõõtepunktide arv oli 15 (kahe viimase kampania puhul 19), mis viitab ka samale arvule analüüsitulemusele saasteaine kohta, on olenevalt nädalast mõnel juhul analüüsitulemusi vähem, kuna paigaldatud proovlid olid mõnes mõõtepunktis (mõõtmiste vältel) kaduma läinud.



● Mõõtepunktid



Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee



Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)

1:14000

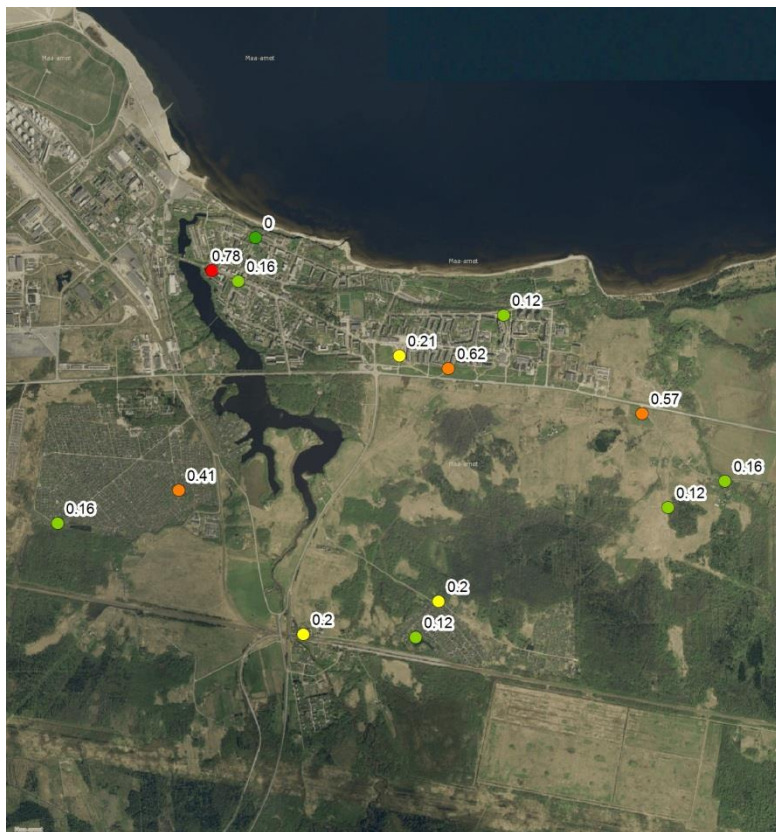
Joonis 1 Passiivproovlitega asukohad

Vesiniksulfiidile kehtib 1 h ja 24 h keskmine piirväärtus $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, millest välisõhu saastetasemed jäid mõõtepunktides enamasti alla labori määramispiiri ($0,5 \mu\text{g}$), mistõttu ei ole vesiniksulfiidi saastekaarte esitatud. Alljärgnevas tabelis on toodud üksikutel mõõtepäeval labori määramispiirist mõõdetud kõrgem tulemus.

Tabel 4 Vesiniksulfiidi kontsentratsioonid mõõteperioodil

Kuupäev	Mõõtepunkt	X	Y	H ₂ S kontsentratsioon, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
21.04.2014	Punkt 15	714817	6587998	0.60
29.04.2014	Punkt 4	713166	6590415	0.91
29.04.2014	Punkt 14	714660	6578634	0.75
13.05.2014	Punkt 11	716488	6588683	0.73
29.09.2014	Punkt 15	714817	6587998	1.05

Benseenile kehtib 1 h keskmine piirväärtus $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Esimese mõõtekampaania raames mõõtepunktides piirväärtuse ületamisi ei esinenud, maksimaalne benseeni kontsentratsioon oli siis $0,78 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ning mõõteperioodi keskmine benseeni sisaldus oli $0,27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 2). Teise mõõtekampaania maksimaalne kontsentratsioon oli $0,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ning mõõteperioodi keskmine benseeni sisaldus $0,24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 3). Ka kolmanda mõõtekampaania raames piirväärtuse ületamisi ei esinenud. Maksimaalne saasteaine sisaldus oli siis $0,19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ning mõõteperioodi keskmine kontsentratsioon $0,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 4). Neljanda mõõtekampaania maksimaalne perioodikeskmine oli $1,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mõõteperioodi keskmine benseeni sisaldus oli $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 5). Viienda mõõtekampaania maksimaalne saasteaine sisaldus oli $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ning mõõteperioodi keskmine benseeni sisaldus oli $0,24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 6). Ka viimase mõõtekampaania raames ei esinenud mõõtepunktides piirväärtuse ületamisi. Maksimaalne benseeni sisaldus oli siis $1,54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ning mõõteperioodi keskmine $0,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 7).



Benseen 29.04

- 0.00
- 0.01 - 0.16
- 0.17 - 0.21
- 0.22 - 0.62
- 0.63 - 0.78



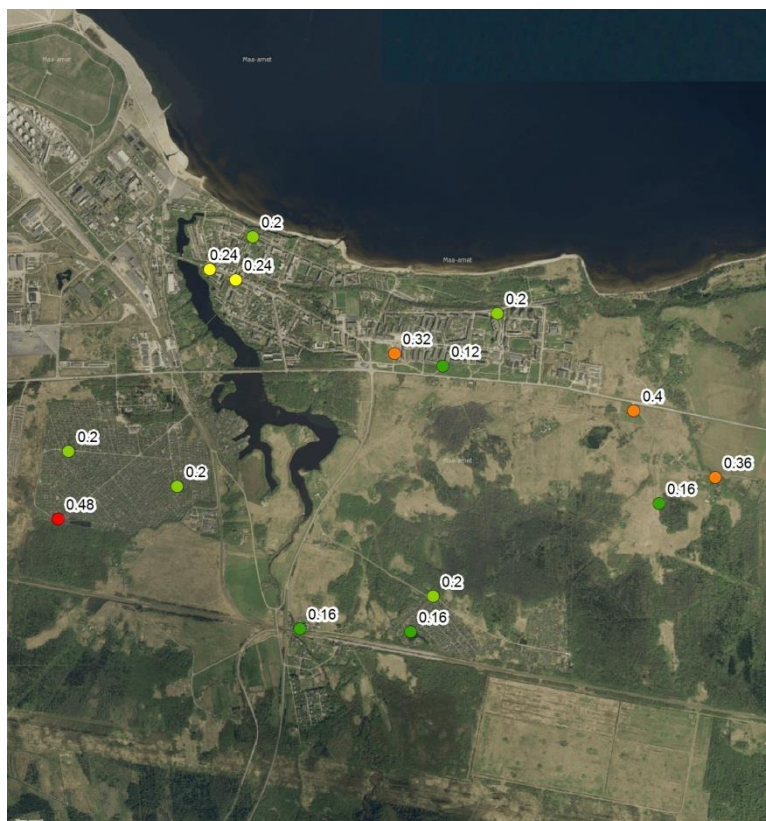
Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee



Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)

1:14000

Joonis 2 Benseeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 29.04.14



Benseen 06.05

- 0.12 - 0.16
- 0.17 - 0.20
- 0.21 - 0.24
- 0.25 - 0.40
- 0.41 - 0.48



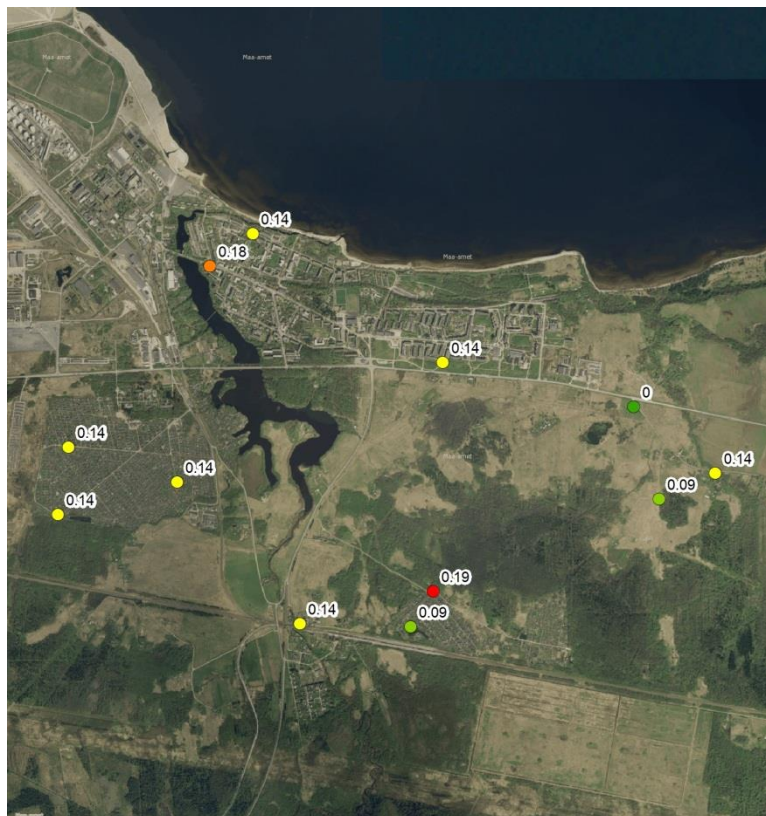
Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee



Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)

1:14000

Joonis 3 Benseeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 06.05.14



Benseen 13.05

- 0.00
- 0.01 - 0.09
- 0.10 - 0.14
- 0.15 - 0.18
- 0.19



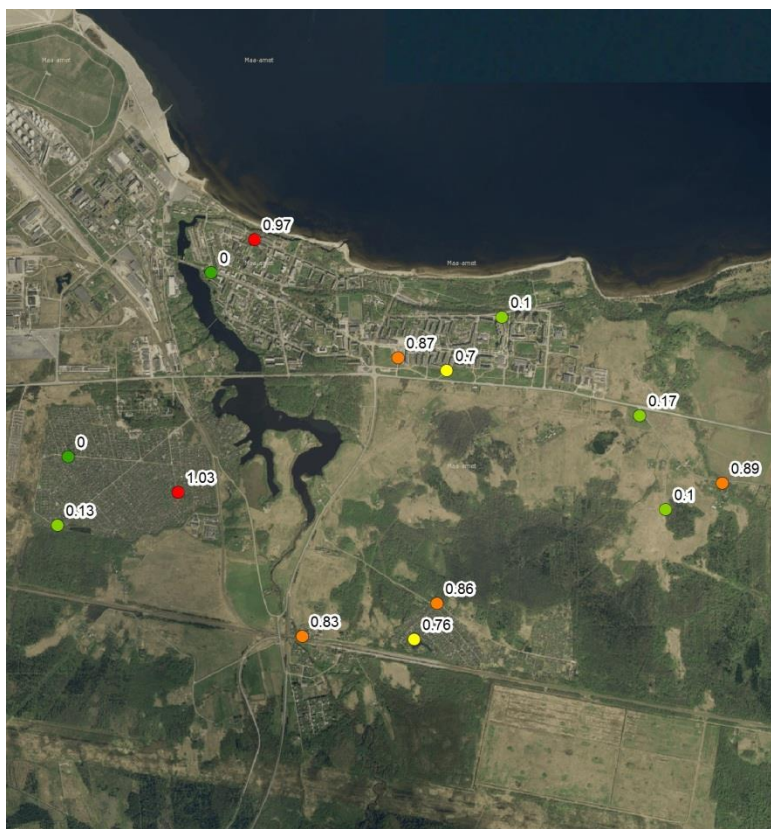
Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:14000

Joonis 4 Benseeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 13.05.14



Benseen 19.05

- 0.00
- 0.01 - 0.17
- 0.18 - 0.76
- 0.77 - 0.89
- 0.90 - 1.03



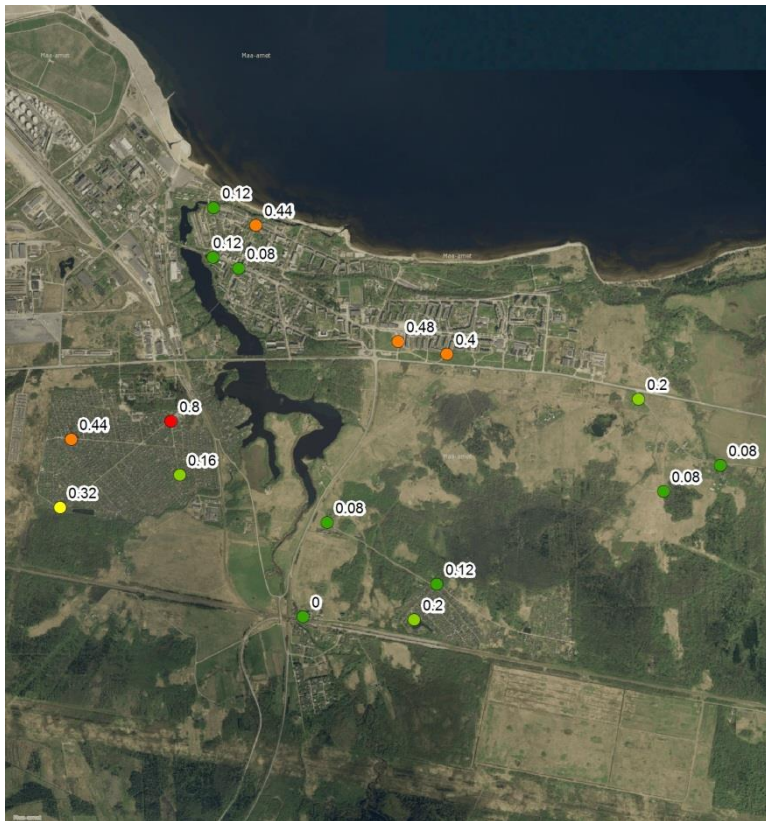
Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:14000

Joonis 5 Benseeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 19.05.14



Benseen 22.09

- 0.00 - 0.12
- 0.13 - 0.20
- 0.21 - 0.32
- 0.33 - 0.48
- 0.49 - 0.80



Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:14000

Joonis 6 Benseeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 22.09.14



Benseen 29.09

- 0.16 - 0.24
- 0.25 - 0.41
- 0.42 - 0.61
- 0.62 - 0.89
- 0.90 - 1.54



Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

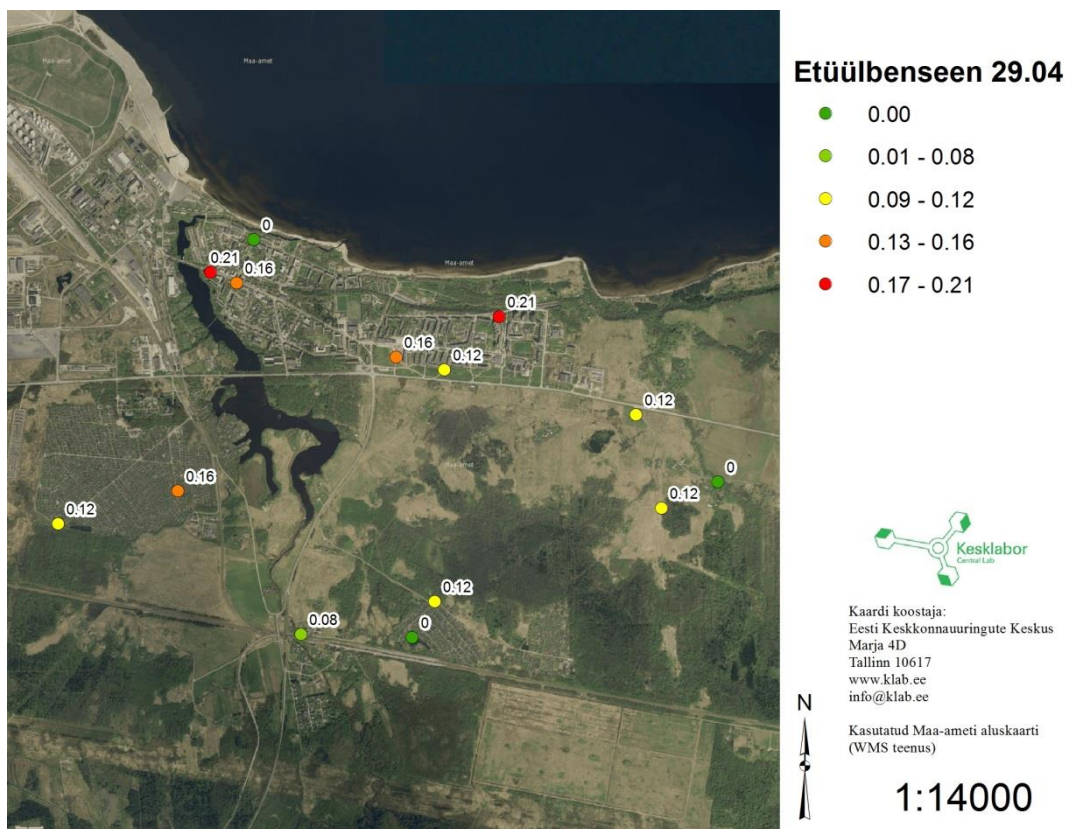
Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:14000

Joonis 7 Benseeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 29.09.14

Etüülbenseenile kehtib 1 h keskmine piirväärtus $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mõõtekampaaniate raames piirväärtuse ületamist ei esinenud. Esimese mõõtekampaania maksimaalne perioodikeskmine kontsentratsioon oli $0,21 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mõõteperioodi keskmine etüülbenseeni sisaldus oli $0,11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 8). Teise mõõtekampaania maksimaalne kontsentratsioon oli $0,20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ning mõõteperioodi keskmine sisaldus $0,10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 9). Kolmanda mõõtekampaania maksimaalne etüülbenseeni kontsentratsioon oli $0,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja mõõteperioodi keskmine sisaldus $0,22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 10). Neljanda mõõtekampaania maksimaalne kontsentratsioon oli $0,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja mõõteperioodi keskmine sisaldus $0,29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 11). Viienda mõõtekampaania maksimaalne kontsentratsioon oli $0,28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja mõõteperioodi keskmine sisaldus $0,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 12). Kuuenda mõõtekampaania maksimaalne kontsentratsioon oli $0,61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja mõõteperioodi keskmine sisaldus $0,28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 13).



Joonis 8 Etüülbenseeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 29.04.14



Etüülbenseen 06.05

- 0.00
- 0.01 - 0.08
- 0.09 - 0.12
- 0.13 - 0.16
- 0.17 - 0.20



Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:14000

Joonis 9 Etüülbenseeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 06.05.14



Etüülbenseen 13.05

- 0.00
- 0.01 - 0.14
- 0.15 - 0.23
- 0.24 - 0.28
- 0.29 - 0.42



Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:14000

Joonis 10 Etüülbenseeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 13.05.14



Etüülbenseen 19.05

- 0.00
- 0.01 - 0.13
- 0.14 - 0.30
- 0.31 - 0.47
- 0.48 - 0.63



Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnanuuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:14000

Joonis 11 Etüülbenseeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 19.05.14



Etüülbenseen 22.09

- 0.00
- 0.01 - 0.08
- 0.09 - 0.16
- 0.17 - 0.24
- 0.25 - 0.28



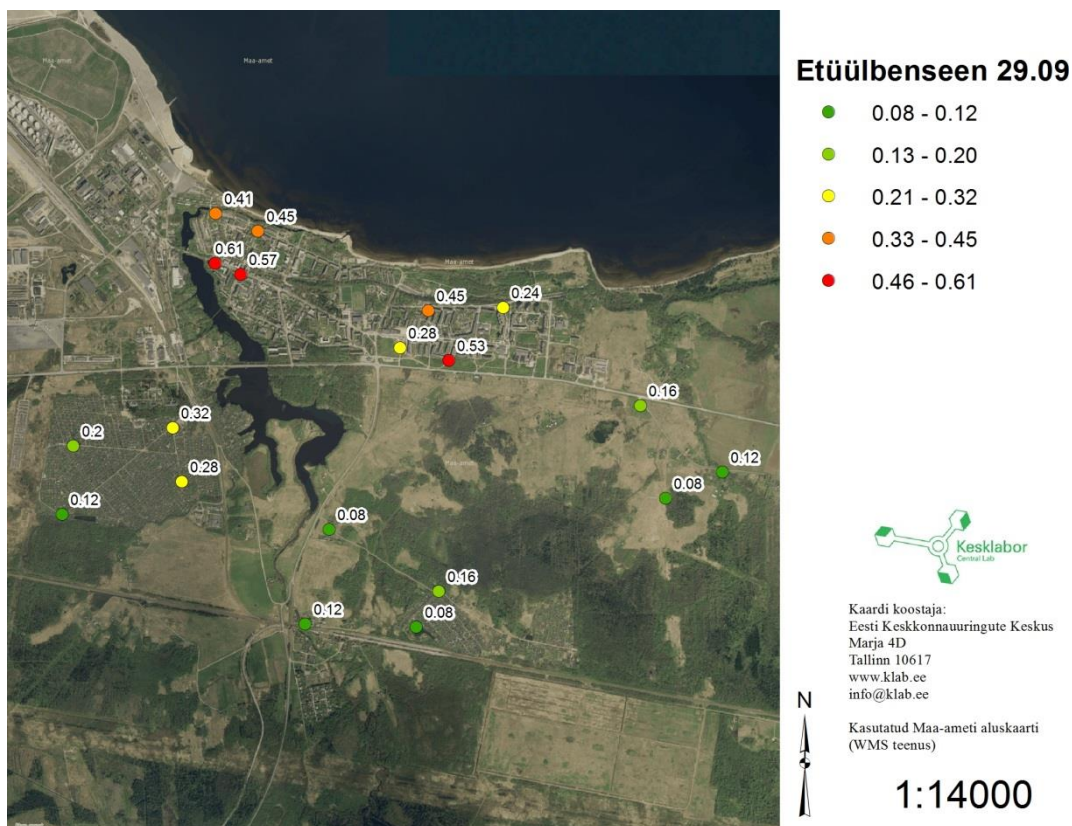
Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnanuuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:14000

Joonis 12 Etüülbenseeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 22.09.14



Joonis 13 Etüülbenseeni kontsentratsioon Sillamäe ja Vaivara piirkonnas 29.09.14

Ksüleenile kehtib 1 h keskmine piirväärtus $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mõõtekampaaniate raames piirväärtuse ületamist ei esinenud. Maksimaalne perioodikeskmine kontsentratsioon esimese mõõtekampaania ajal oli $0,78 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mõõteperioodi keskmine ksüleeni sisaldus oli $0,43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 14). Teise mõõtekampaania raames oli maksimaalne kontsentratsioon $0,72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja mõõteperioodi keskmine ksüleeni sisaldus $0,41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 15). Kolmanda mõõtekampaania raames oli maksimaalne kontsentratsioon $1,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ning mõõteperioodi keskmine ksüleeni sisaldus $0,79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 16). Neljanda mõõtekampaania raames oli maksimaalne kontsentratsioon $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja mõõteperioodi keskmine ksüleeni sisaldus $1,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 17). Viienda mõõtekampaania raames oli maksimaalne kontsentratsioon $1,21 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mõõteperioodi keskmine ksüleeni sisaldus oli $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 18). Kuuenda mõõtekampaania raames oli maksimaalne kontsentratsioon $2,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ning mõõteperioodi keskmine ksüleeni sisaldus $1,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 19).



Ksüleen 29.04

- 0.00 - 0.25
- 0.26 - 0.41
- 0.42 - 0.49
- 0.50 - 0.57
- 0.58 - 0.78



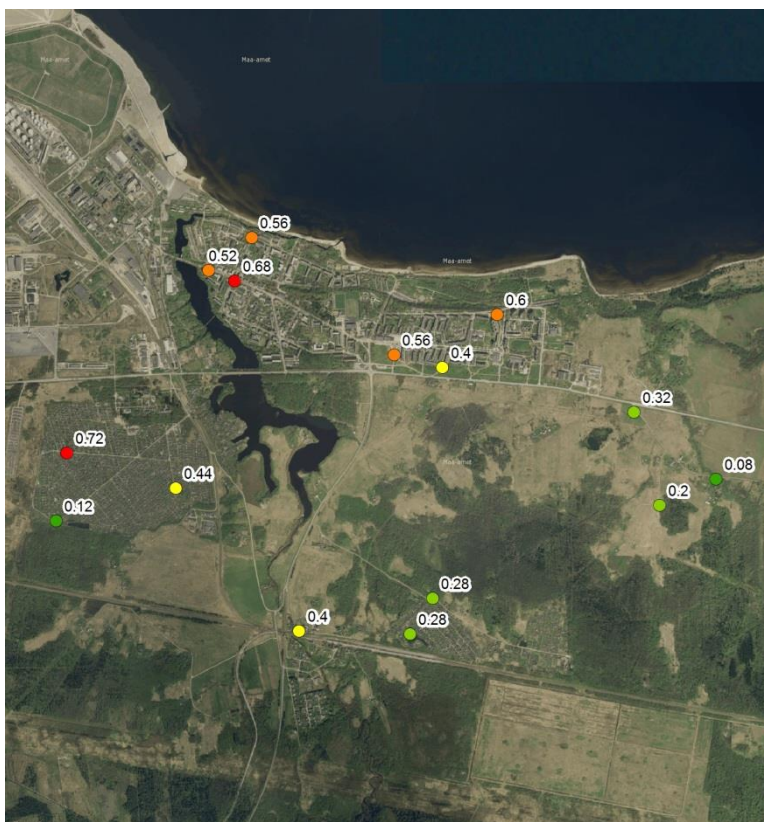
Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee



Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)

1:14000

Joonis 14 Ksüleeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 29.04.14



Ksüleen 06.05

- 0.08 - 0.12
- 0.13 - 0.32
- 0.33 - 0.44
- 0.45 - 0.60
- 0.61 - 0.72



Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee



Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)

1:14000

Joonis 15 Ksüleeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 06.05.14



Ksüleen 13.05

- 0.00
- 0.01 - 0.42
- 0.43 - 0.79
- 0.80 - 1.01
- 1.02 - 1.42



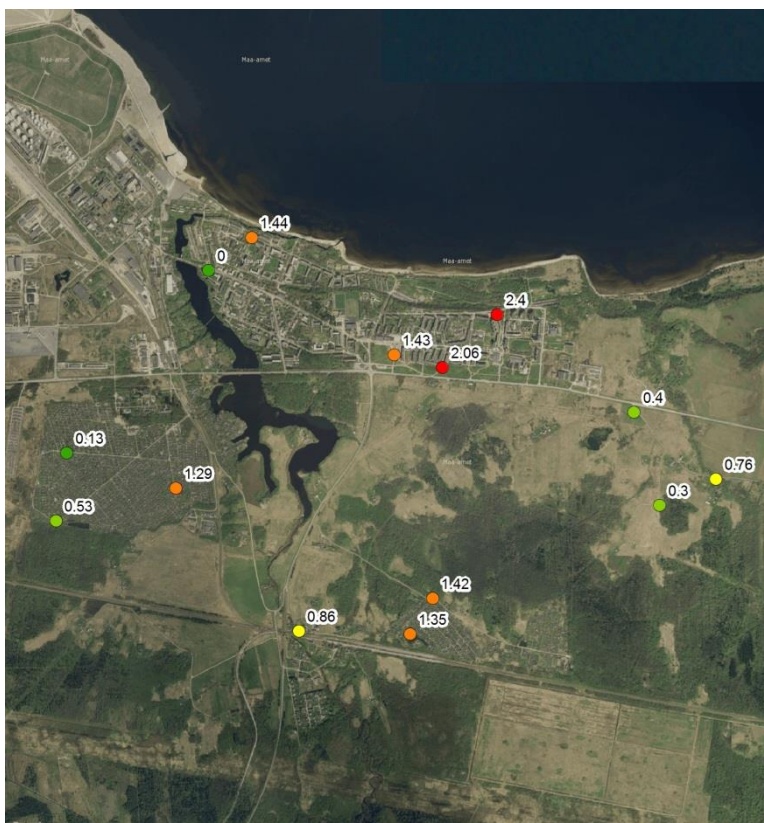
Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:14000

Joonis 16 Ksüleeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 13.05.14



Ksüleen 19.05

- 0.00 - 0.13
- 0.14 - 0.53
- 0.54 - 0.86
- 0.87 - 1.44
- 1.45 - 2.40



Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:14000

Joonis 17 Ksüleeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 19.05.14



Ksüleen 22.09

- 0.00
- 0.01 - 0.44
- 0.45 - 0.68
- 0.69 - 1.00
- 1.01 - 1.21



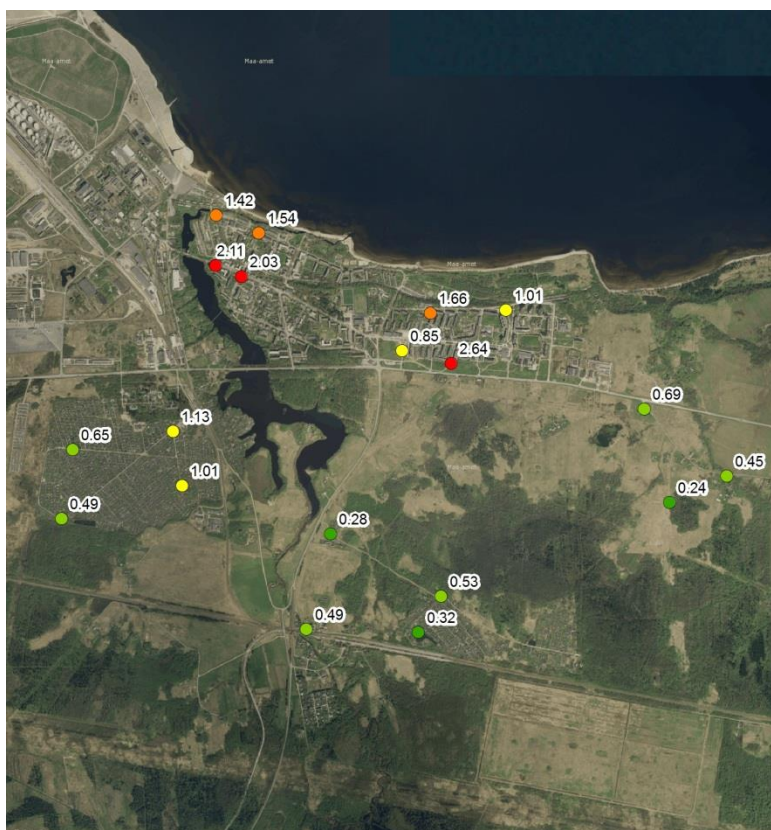
Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:14000

Joonis 18 Ksüleen kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 22.09.14



Ksüleen 29.09

- 0.24 - 0.32
- 0.33 - 0.69
- 0.70 - 1.13
- 1.14 - 1.66
- 1.67 - 2.64



Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

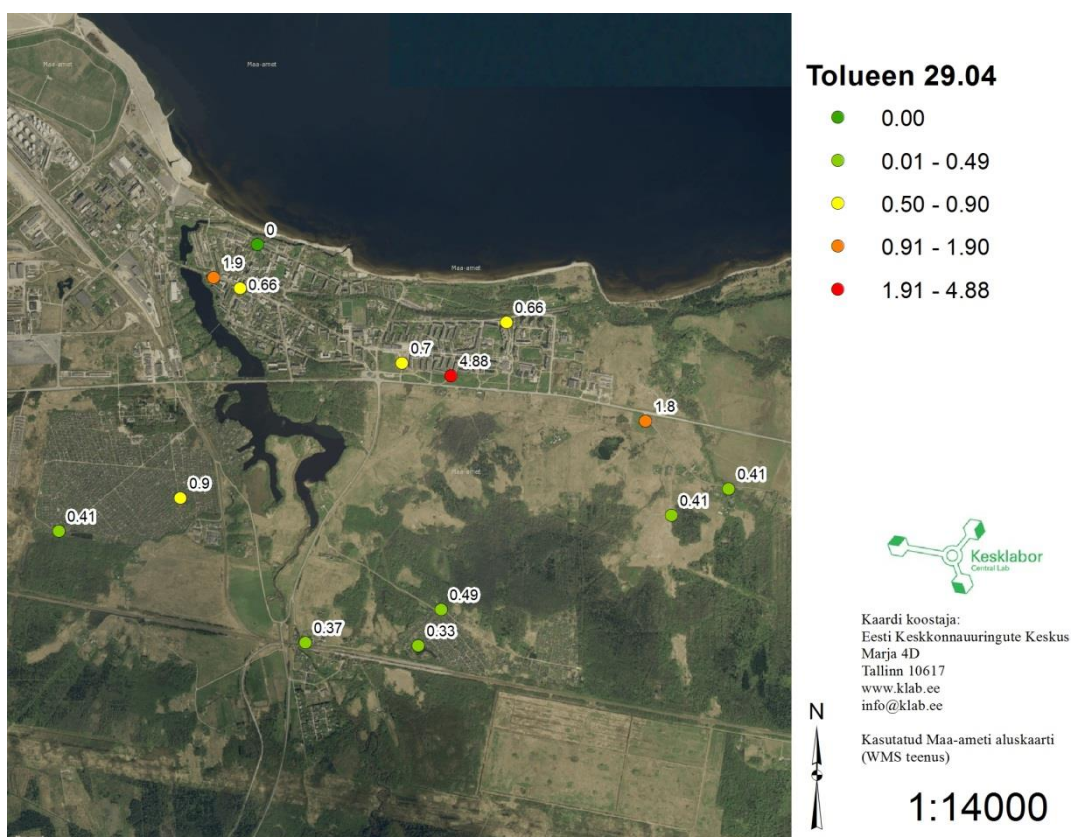
Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



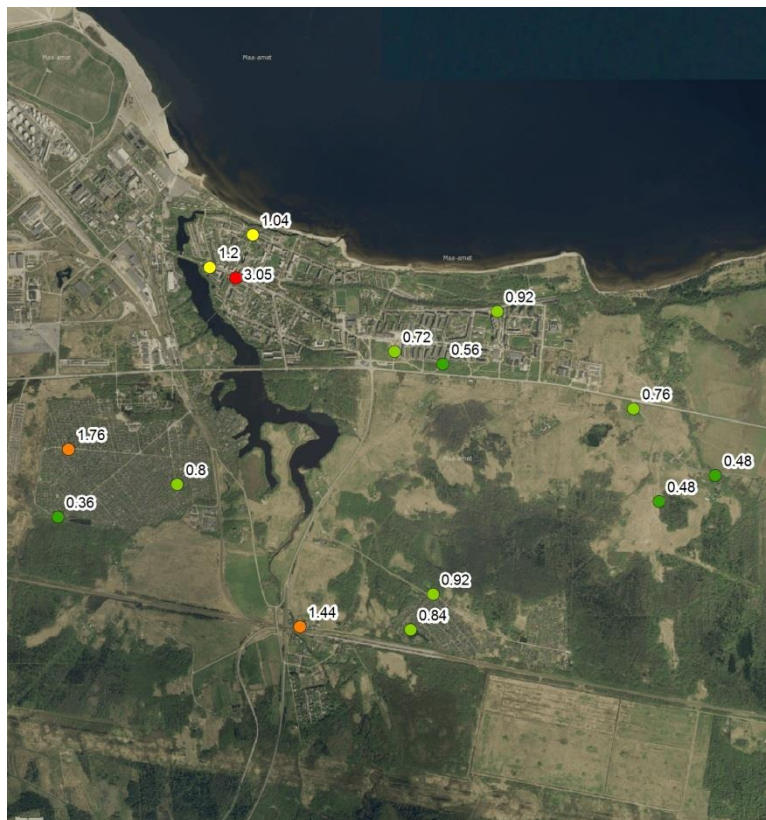
1:14000

Joonis 19 Ksüleen kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 29.09.14

Tolueenile kehtib 1 h keskmine piirväärtus $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mõõtekampaaniate raames piirväärtuse ületamist ei esinenud. Esimese mõõtekampaania maksimaalne kontsentratsioon oli $4,88 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mõõteperioodi keskmine tolueeni sisaldus oli $0,99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 20). Teise mõõtekampaania raames oli maksimaalne kontsentratsioon $3,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mõõteperioodi keskmine tolueeni sisaldus oli $1,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 21). Kolmanda mõõtekampaania raames oli maksimaalne kontsentratsioon $2,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mõõteperioodi keskmine tolueeni sisaldus oli $1,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 22). Neljanda mõõtekampaania raames oli maksimaalne kontsentratsioon $2,52 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mõõteperioodi keskmine tolueeni sisaldus oli $1,44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 23). Viienda mõõtekampaania maksimaalne kontsentratsioon oli $16,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ning mõõteperioodi keskmine tolueeni sisaldus $02,82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 24). Kuuenda mõõtekampaania maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon oli $3,29 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mõõteperioodi keskmine tolueeni sisaldus oli $1,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 25).



Joonis 20 Tolueeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 29.04.14



Tolueen 06.05

- 0.36 - 0.56
- 0.57 - 0.92
- 0.93 - 1.20
- 1.21 - 1.76
- 1.77 - 3.05



Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:14000

Joonis 21 Tolueeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 06.05.14



Tolueen 13.05

- 0.00
- 0.01 - 0.56
- 0.57 - 0.97
- 0.98 - 1.33
- 1.34 - 2.48



Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:14000

Joonis 22 Tolueeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 13.05.14



Tolueen 19.05

- 0.00
- 0.01 - 0.70
- 0.71 - 1.52
- 1.53 - 1.96
- 1.97 - 2.52



Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:14000

Joonis 23 Tolueeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 19.05.14



Tolueen 22.09

- 0.00
- 0.01 - 1.54
- 1.55 - 2.27
- 2.28 - 3.54
- 3.55 - 16.08



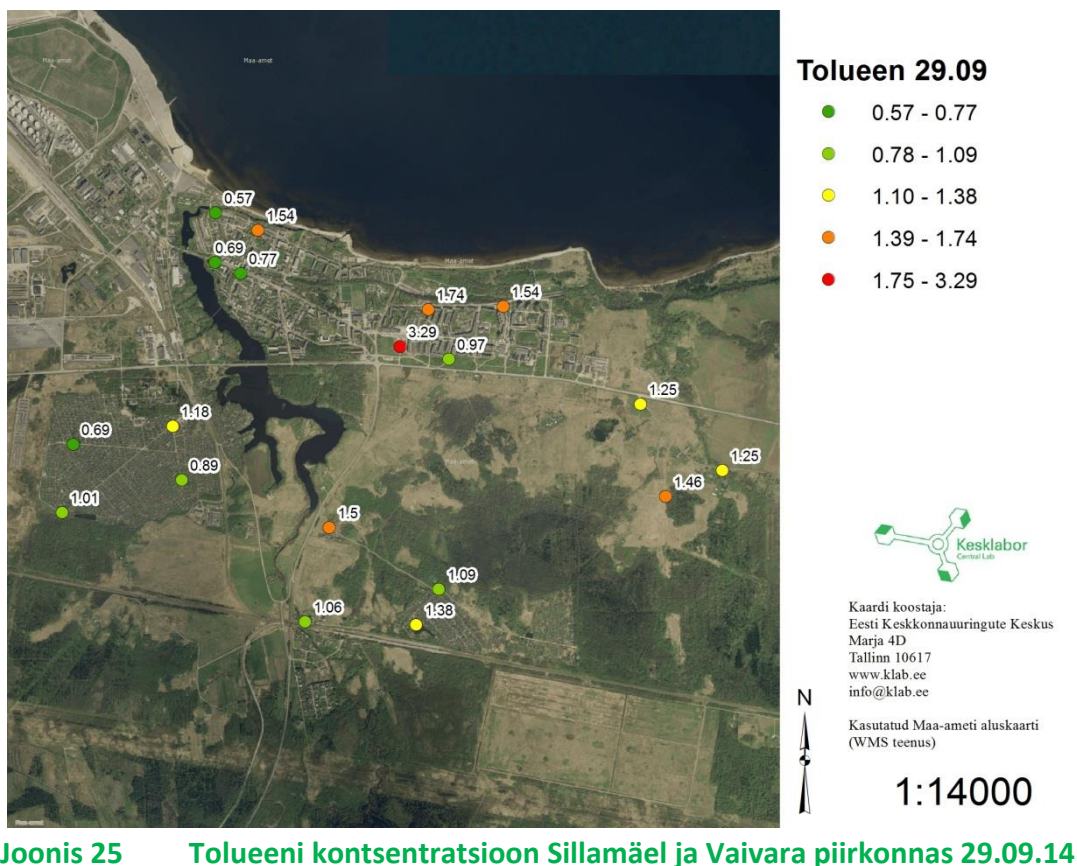
Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:14000

Joonis 24 Tolueeni kontsentratsioon Sillamäel ja Vaivara piirkonnas 22.09.14



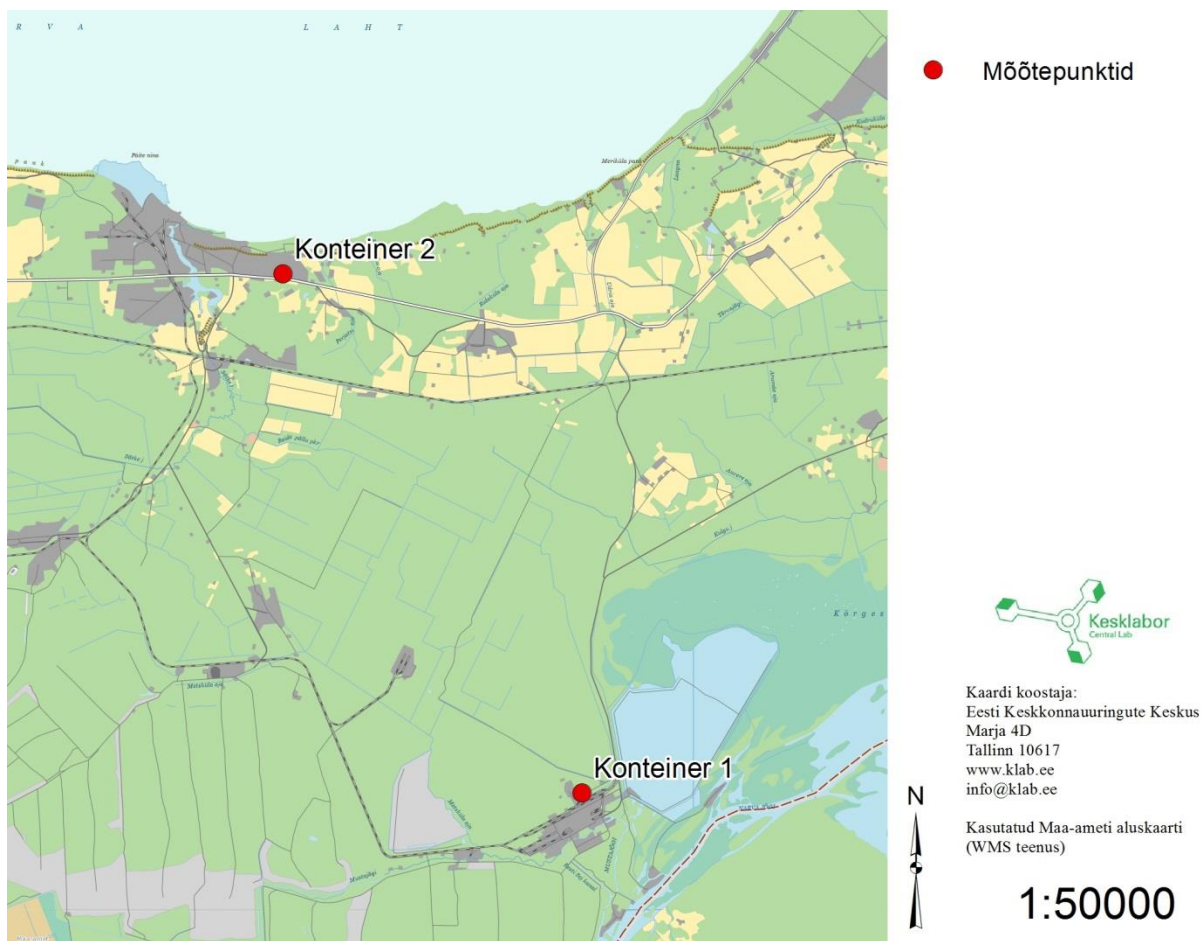
5.2 Välisõhu kvaliteedi mõõtmised automaatanalüsaatoritega

Välisõhu kvaliteedi mõõtmisi teostati Sillamäel ja Vaivara piirkonnas paralleelselt 2 teisaldatava konteinerjaamaga. Konteinerjaamad paigaldati mõõtepunktidesse 2. juulil 2014, esimene mõõtejaam Vaivara valda Auvere külla Vaivara ohtlike jäätmete kogumiskeskuse territooriumile (konteiner 1, X722424 Y6577704) ning teine mõõtejaam Sillamäe linnas Tallinna mnt 13 asuva Sillamäe Kutsekooli territooriumile (konteiner 2, X715517 Y6589695) (Joonis 26). Välisõhust määrati vesiniksulfiidi ja alifaatsete süsivesinike tunni ja ööpäevakeskmisi kontsentratsioone, lisaks mõõdeti meteoroloogilisi parameetreid nagu õhuniiskus, temperatuur, tuule suund ja tuule kiirus. Kuna esimene ja viimane mõõtepäev on õhulabori teisaldamisega seotud ajakaost tingituna poolik, on mõõtmistulemuste ööpäevaste kontsentratsioonide arvutamisel kasutatud täispäevade andmeid.

2014. aasta suvel paigaldati Sillamäe linna Sõtke tänavale välisõhu kvaliteedi mõõtmiseks ka statsionaarne seirejaam (X712943 Y6590952). Alates 01.07.14 teostatakse automaatanalüsaatoritega pidevmõõtmisi ammoniaagi, alifaatsete süsivesinike, peente ja eriti peente osakeste suhtes. Taustinformatsioonina leiavad käesolevas peatükis kajastust ka Sillamäe seirejaama saastetasemete

analüüs, lisaks võrraldakse seirejaamas mõõdetud saastetasemeid konteinerjaamades registreeritud saastetasemetega.

Lisaks saastetasemete analüüsile kajastavad alljärgnevad peatükid ka saasteainete kontsentratsiooniroose ja summaarse saastevoogu graafikuid, mille põhjal on võimalik määrata saasteainete pärinemise suund ja tuvastada võimalikud saasteallikad piirkonnas. Summeeritud saastevoogu arvutamise aluseks on tuule kiiruse ja tunnikeskiste kontsentratsioonide korrutis (saastevoog), mis on summeeritud tuule suundade järgi.



Joonis 26 Mõõtepunktide asukoht

Ajavahemikul 02.07.2014 – 21.10.2014 teostati Vaivara vallas Auvere külas teisaldatava konteinerjaamaga (konteiner 1) välisõhu kvaliteedi mõõtmisi. Mõõtepunkt koordinaatidega X722424, Y6577704 asus Auvere külas asuva Vaivara ohtlike jäätmete kogumiskeskuse (OJK) territooriumil (Joonis 27). Mõõteperioodil määrati välisõhust vesiniksulfiidi ehk väävelvesiniku (H_2S) ja alifaatsete

süsivesinike (NMHC) tunni- ja ööpäevakeskmisi kontsentratsioone ning lisaks meteoroloogilisi parameetreid, nagu tuule suund ja kiirus, välisõhu temperatuur ja suhteline õhuniiskus.

Paralleelselt Vaivara OJK territooriumil teostatavate mõõtmistega, teostati perioodil 02.07.2014 – 21.10.2014 teise konteinerjaamaga välisõhu kvaliteedi mõõtmisi Sillamäe linnas. Mõõtepunkt koordinaatidega X715517 Y6589695 asus Tallinna mnt 13 asuva Sillamäe Kutsekooli territooriumil (Joonis 28). Mõõteperioodil määrati välisõhust vesiniksulfiidi (H₂S) ja alifaatsete süsivesinike (NMHC) tunni- ja ööpäevakeskmisi kontsentratsioone ning lisaks meteoroloogilisi parameetreid, nagu tuule suund ja kiirus, välisõhu temperatuur ja suhteline õhuniiskus.



Joonis 27 Konteinerjaama asukoht Vaivara OJK territooriumil



● Konteineri asukoht



Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:10000

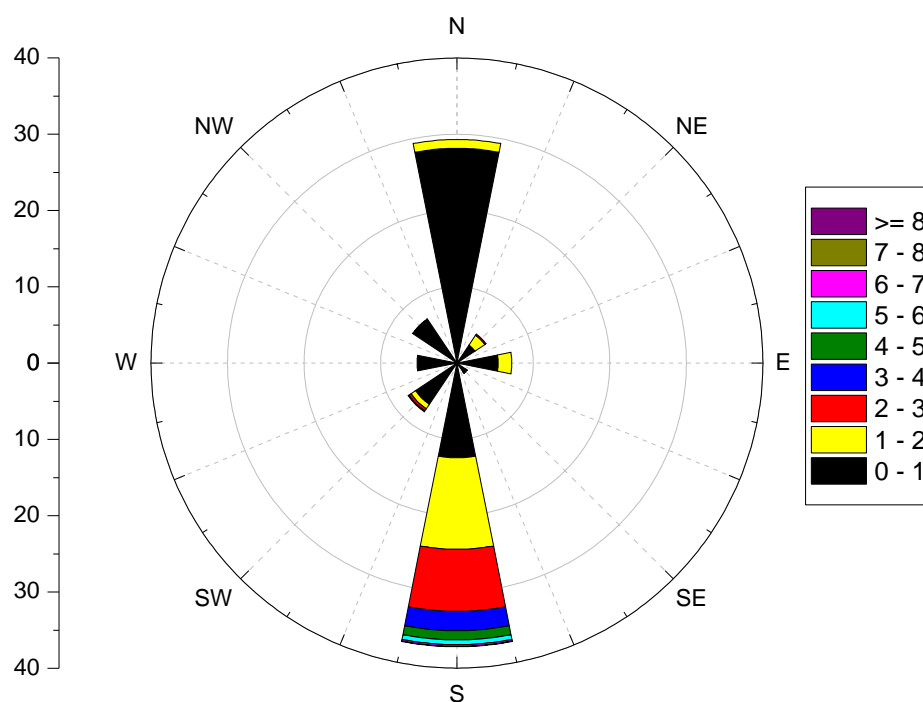
Joonis 28 Konteinerjaama asukoht Sillamäe Kutsekooli territooriumil

Meteoroloogilised tingimused nagu õhutemperatuur, tuule suund ja kiirus määravad ära saasteainete püsimise ja levimise õhus. Tuulise ilmaga on saasteainete kontsentratsioonid reeglina madalamad, mis on tingitud parematest hajumistingimustest. Mida tugevam tuul, seda rohkem on õhus turbulentsid keeriseid ning seda kiiremini õhusaaste hajub. Oluline saaste hajumist soodustav tegur on ka päikesekiirgus, mis tekitab maapinna soojendamise kaudu tõusvaid õhuvoole. Seega tekivad kohalikud õhusaaste probleemid peamiselt ebasoodsatel ilmastikutingimustel. Välisõhukaitse seaduse tähenduses on ebasoodsad ilmastikutingimused maapinnalähedases õhukihis saasteainete akumulereerumist soodustavad tingimused, nagu omavahelises koostoimes temperatuuri inversioon vahetult maapinnalähedases õhukihis, vertikaalse turbulentsi puudumine ja tuulekiirus null kuni kaks meetrit sekundis.

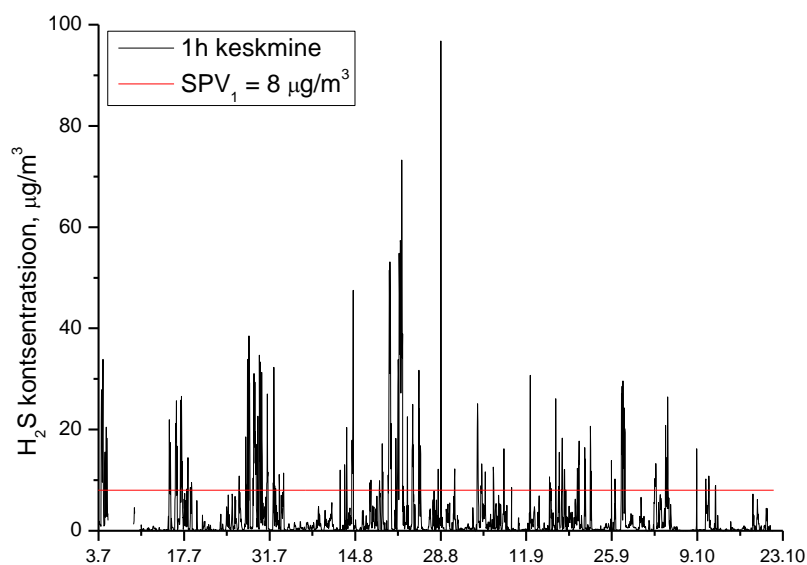
Mõõteperioodil 02.07.2014 – 21.10.2014 puhusid valdavalt lõunakaarte tuuled (37,4 %) keskmise kiirusega 1,0 m/s, suhteline õhuniiskus oli keskmiselt 74 % ning välisõhu temperatuur 15,8 °C.

Tabel 5 Tuulte esinemissagedus mõõteperioodil

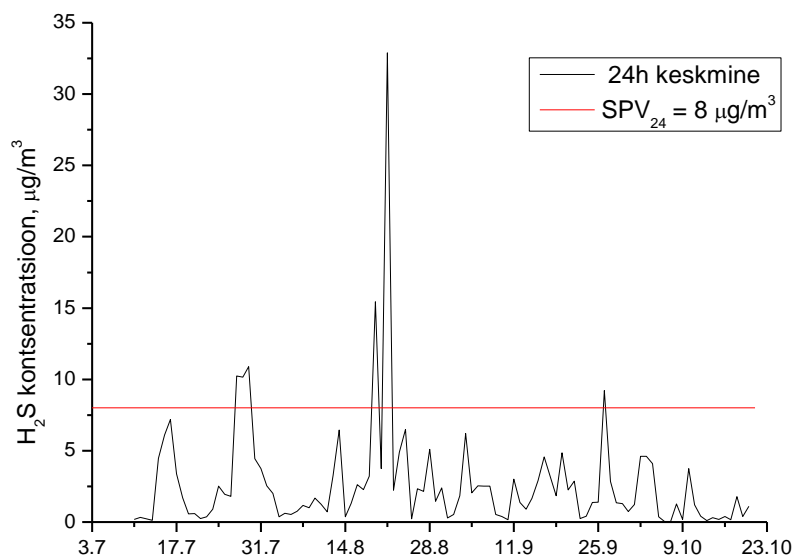
Tuule suund (kraadi)		Esinemissagedus %
Põhi (N)	337.5-22.5 °	29.2
Kirre (NE)	22.5-67.5 °	4.5
Ida (E)	67.5-112.5 °	7.2
Kagu (SE)	112.5-157.5 °	1.7
Lõuna (S)	157.5-202.5 °	37.4
Edel (SW)	202.5-247.5 °	7.7
Lääs (W)	247.5-292.5 °	5.3
Loe (NW)	292.5-337.5 °	7.0

**Joonis 29 Tuulteroos (legend: tuule kiirus m/s)**

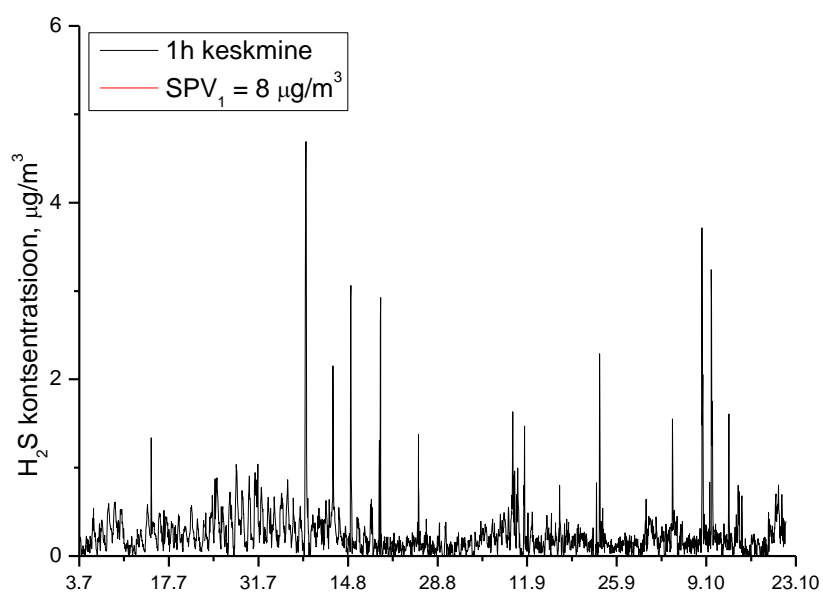
Vesiniksulfiidile (H₂S) kehtib tunni- ja ööpäevakeskmise piirväärtus 8 µg/m³. Mõõteperioodil registreeriti Vaivara mõõtepunktis 233 tunnikeskist piirväärtust ületavalt kontsentratsiooni (Joonis 30), Sillamäe linna mõõtepunktis piirväärtuse ületamisi ei esinenud (Joonis 32). Maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon Vaivaras olid 96,8 µg/m³ (28.08) ning Sillamäel 4,7 µg/m³ (07.08). Ööpäevakeskmised sisaldused ületasid Vaivaras piirväärtust 7 korda, maksimaalne neist 32,9 µg/m³ (21.08) (Joonis 31), Sillamäel jäid vesiniksulfiidi sisaldused piirväärtusest madalamaks (Joonis 33). Mõõteperioodi keskmine H₂S sisaldus Vaivara mõõtepunktis oli 2,8 µg/m³ ja Sillamäel 0,25 µg/m³.



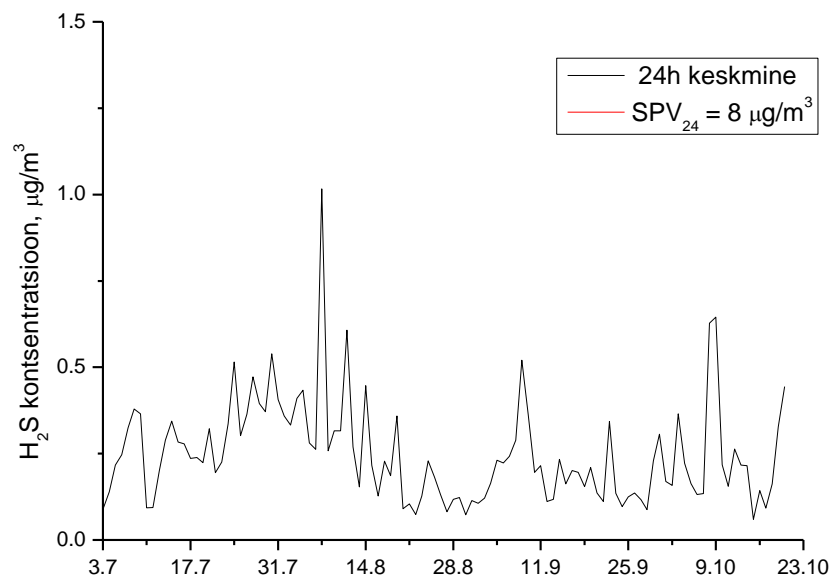
Joonis 30 H₂S 1h keskmine kontsentratsioon, Vaivara OJK



Joonis 31 H₂S 24h keskmine kontsentratsioon, Vaivara OJK

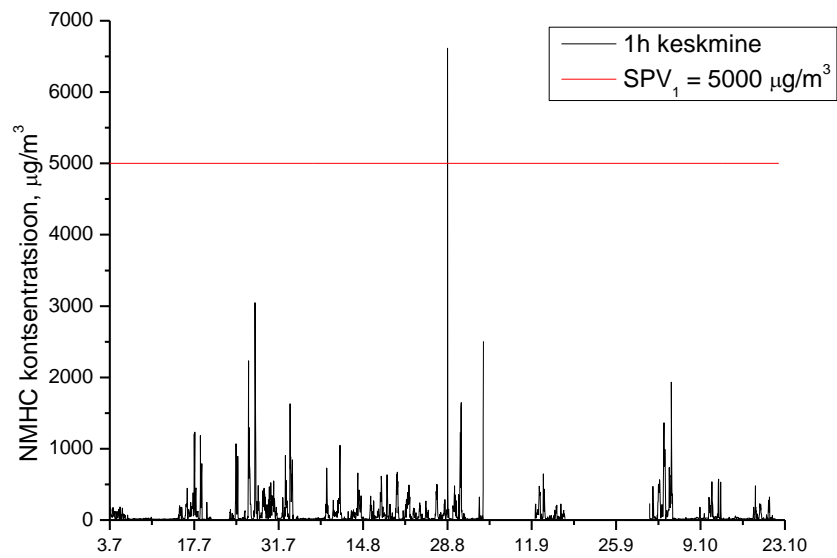
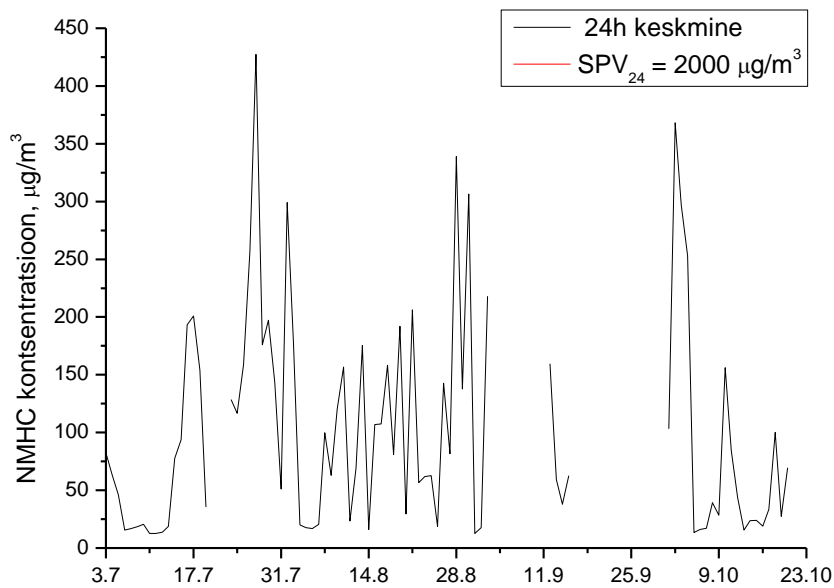


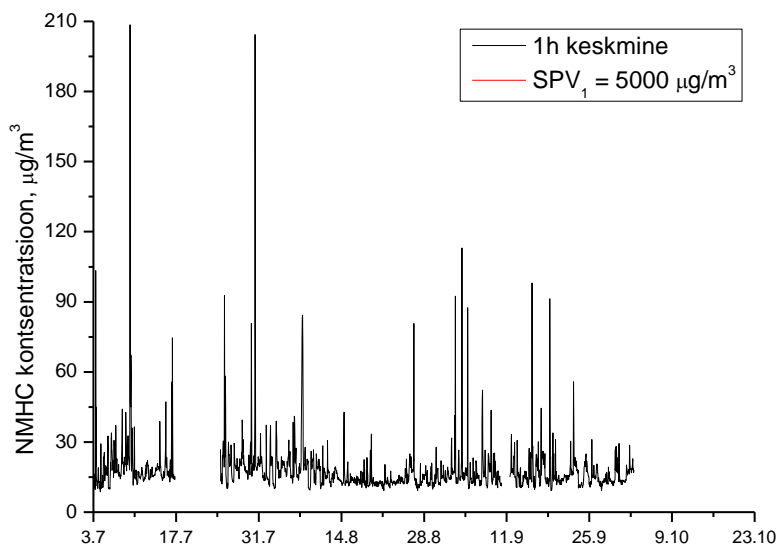
Joonis 32 H₂S 1h keskmine kontsentratsioon, Sillamäe linn



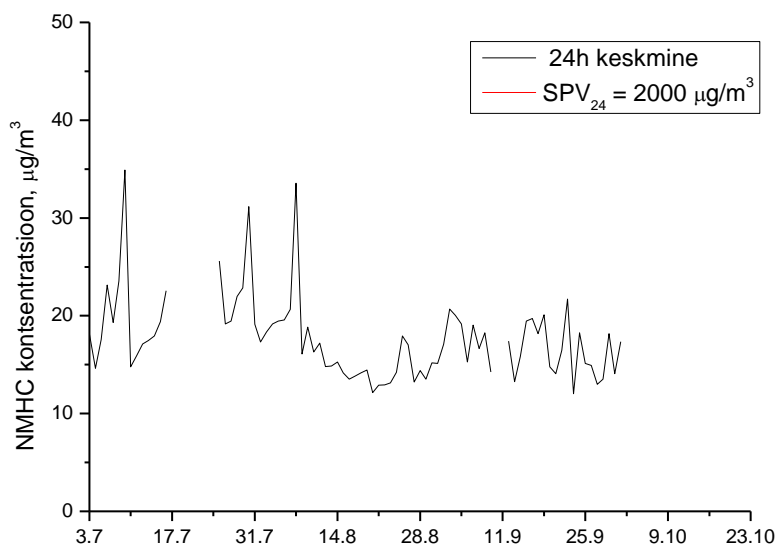
Joonis 33 H₂S 24h keskmine kontsentratsioon, Sillamäe linn

Alifaatsetele süsivesinikele kehtib tunnikeskmine piirväärtus 5000 µg/m³ ja ööpäevakeskmine piirväärtus 2000 µg/m³. Mõõteperioodi vältel registreeriti Vaivara mõõtepunktis 1 tunnikeskmisest piirväärtusest kõrgem kontsentratsioon – 6617 µg/m³ (28.08) (Joonis 34), Sillamäel jäid saastetasemed piirväärtusest madalamaks, maksimaalne 1 h keskmine oli 208,5 µg/m³ (09.07) (Joonis 36). Maksimaalsed ööpäevakeskmised süsivesinike sisaldused püsisid mõlemas mõõtepunktis piirväärtusest madalamal, Vaivaras 427,3 µg/m³ (27.07) ja Sillamäel 34,9 µg/m³ (09.07). Mõõteperioodi keskmine alifaatsete süsivesinike tase Vaivaras oli 100,2 µg/m³ ja Sillamäel 17,6 µg/m³.

**Joonis 34 NMHC 1h keskmine kontsentratsioon, Vaivara OJK****Joonis 35 NMHC 24h keskmine kontsentratsioon, Vaivara OJK**



Joonis 36 NMHC 1h keskmine kontsentratsioon, Sillamäe linn



Joonis 37 NMHC 24h keskmine kontsentratsioon, Sillamäe linn

Nii vesiniksulfiidi kui ka alifaatsete süsivesinike kontsentratsiooniroosid Vaivara OJK territooriumil näitavad, et maksimaalsed H_2S ($96,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja NMHC ($6617 \mu\text{g}/\text{m}^3$) kontsentratsioonid pärinevad lääne suunast (Joonis 38, Joonis 40). Kui analüüsida mõõtmiste hetkel valitsenud meteotingimusi, selgub et maksimaalsed saasteainete sisaldused registreeriti tuulevaikus (tuule kiirus $0,05 \text{ m/s}$), mis vähendab saaste edasikandumise võimalusi saasteallikast, mistõttu tegelik saasteallikas võib olla

lokaalset päritolu, mis omakorda võib viidata Eesti Energia Õlitööstuse mõjule. Summaarse saastevoog graafikutelt (Joonis 39, Joonis 41) ilmnebki, et mõõtmisperioodil seirejaamani kandunud vesiniksulfiidi ja alifaatsete süsivesinike saaste pärineb enim lõuna suunast, kus paiknevad ka mainitud õlitööstuse saasteallikad. Summeeritud saastevoog arvutamise aluseks on tuule kiiruse (m/s) ja tunnikeskiste kontsentratsioonide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) korrutis (saastevoog - $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$), mis on summeeritud tuule suundade järgi.



Joonis 38 H₂S kontsentratsiooniroos, Vaivara OJK



H₂S
summaarne saastevoog
µg/m²*s



Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnuuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:20 000

Joonis 39 H₂S summaarne saastevoog, Vaivara OJK



NMHC kontsentratsioon
µg/m³



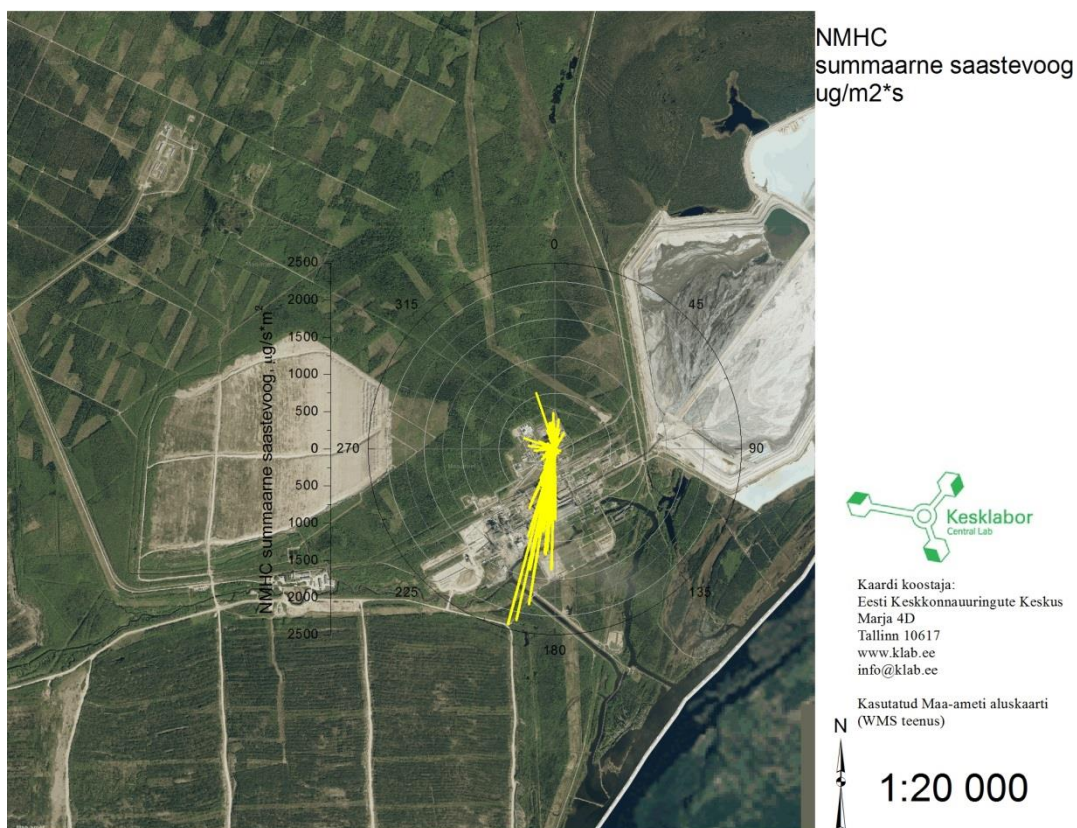
Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnuuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:20 000

Joonis 40 NMHC kontsentratsiooniroos, Vaivara OJK



Joonis 41 NMHC summaarnse saastevoog, Vaivara OJK

Vesiniksulfiidi kontsentratsiooniroosilt Sillamäe linna mõõtepunktis nähtub, et maksimaalsed saasteained sisaldused kandusid mõõtepunktini peamiselt kagutuulte esinemisel. Kõrgeim saasteaine kontsentratsioon $4,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mõõdetigi kagutuulega (153 kraadi, 0,9 m/s) (Joonis 42). Maksimaalne alifaatsete süsivesinike sisaldus $208,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mõõtepunktis registreeriti tuulevaikusega (0,13 m/s) (Joonis 44), mis viitab läheduses paiknevale piirkondlikule saasteallikale, kuna esiteks tuule suund ja kiirus püüsid muutumatuna alates mõõtmistele eelnenud päeva õhtust, mis välistab saaste kandumise mõõtepunktini kaugemal asuvatest saasteallikatest ning teiseks Vaivara OJK territooriumil paiknenud mõõtejaam samaaegselt saastetaseme märgatavalt kõrgenemist ei registreerinud. Summaarse saastevoog graafikute põhjal kandus mõõteperioodil mõõdetud H_2S saaste mõõtepunktini lõuna- ja kagutuulte esinemisel, mis viitab kaugemal kagu suunas paiknevate õlitööstuse saasteallikate võimalikule mõjule (Joonis 43), NMHC saastevoog kandus seirejaamani lõuna-, edela kui ka põhja tuulte korral. Summeeritud saastevoog arvutamise aluseks on tuule kiiruse (m/s) ja tunnikeskiste kontsentratsioonide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) korrutis (saastevoog - $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$), mis on summeeritud tuule suundade järgi (Joonis 45).



H₂S kontsentratsioon
ug/m³



Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:20 000

Joonis 42 H₂S kontsentratsiooniroos, Sillamäe linn



H₂S
summaarne saastevoog
ug/m²*s



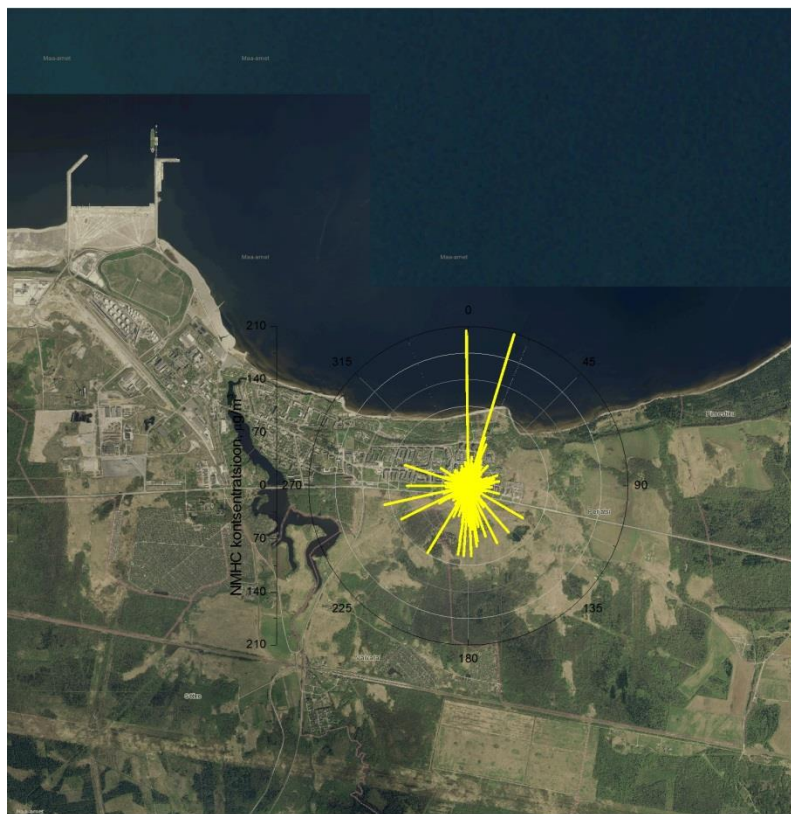
Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:20 000

Joonis 43 H₂S summaarne saastevoog, Sillamäe linn



NMHC kontsentratsioon
µg/m³



Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnuuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:20 000

Joonis 44 NMHC kontsentratsiooniroos, Sillamäe linn



NMHC
summaarne saastevoog
µg/m²*s



Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnuuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

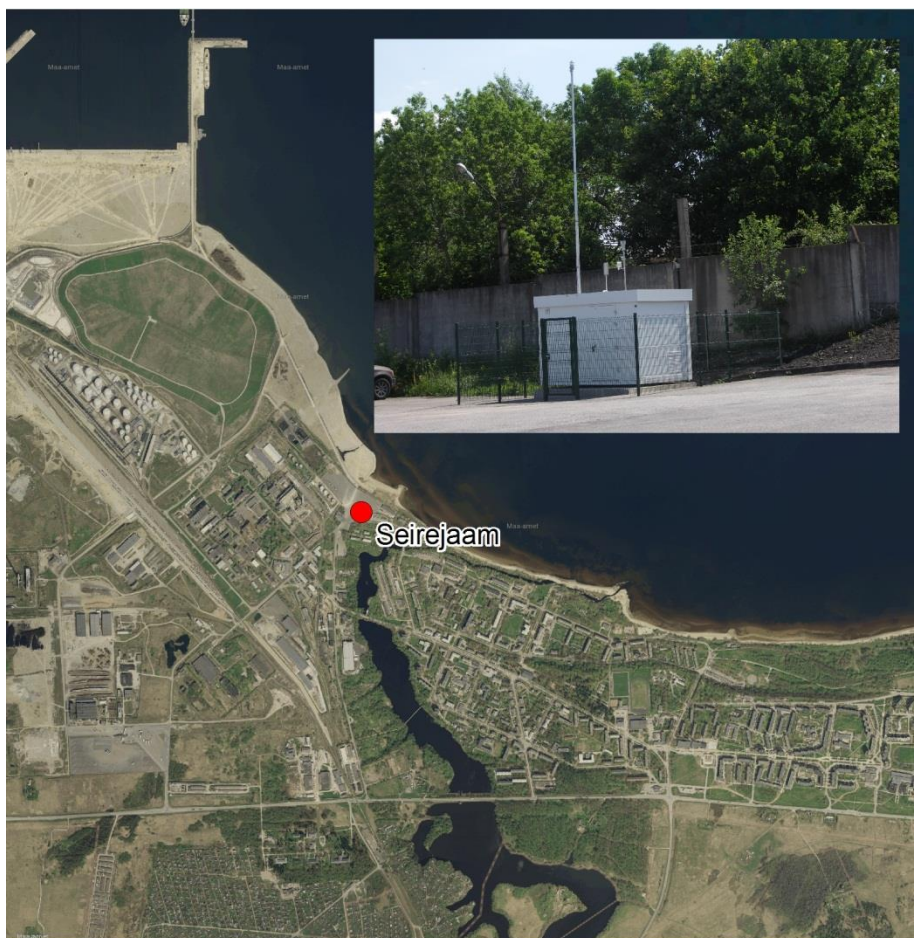
Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:20 000

Joonis 45 NMHC summaarne saastevoog, Sillamäe linn

2014. aasta suvel paigaldati Sillamäe linna Sõtke tänavale välisõhu kvaliteedi mõõtmiseks ka statsionaarne seirejaam (X712943 Y6590952) (Joonis 46). Alates 01.07.14 teostatakse automaatanalüsaatoritega pidevmõõtmisi ammoniaagi, alifaatsete süsivesinike, peente ja eriti peente osakeste suhtes, lisaks mõõdetakse meteoroloogilisi parameetreid nagu välisõhu temperatuur, suhteline õhuniiskus, tuule suund ja tuule kiirus. Alljärgnevalt leiavad kajastust perioodil 01.07.14 – 31.10.14 mõõdetud saastetasemed.



● Seirejaama asukoht



Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

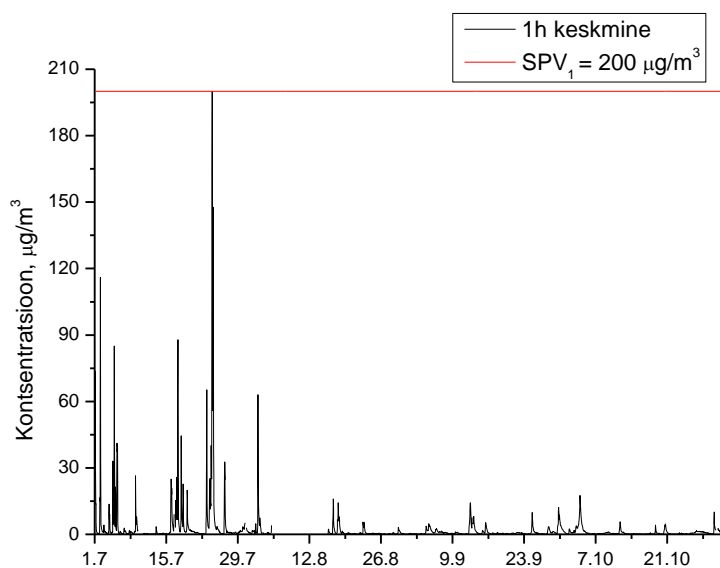
Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



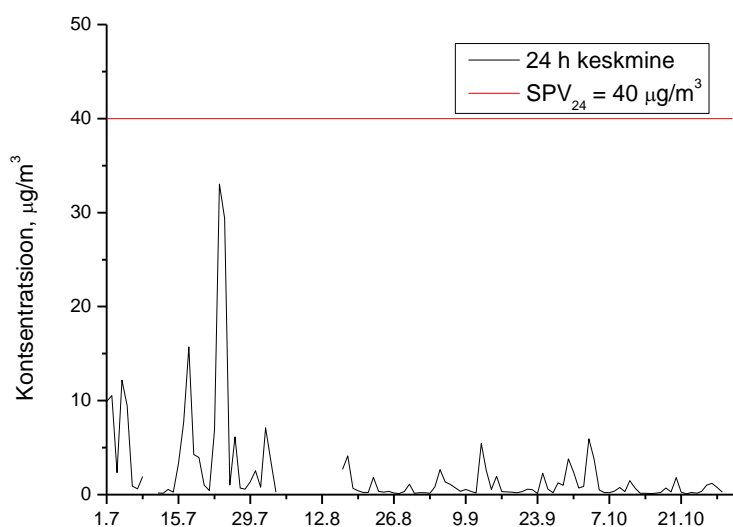
1:10000

Joonis 46 Sillamäe seirejaama asukoht

Ammoniaagile (NH₃) kehtib tunni- ja ööpäevakeskmise piirväärtus vastavalt 200 µg/m³ ja 40 µg/m³. Mõõteperioodil jäid NH₃ saastetasemed piirväärtustest madalamaks. Maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon oli 199,9 µg/m³ (24.07) (Joonis 47) ja ööpäevakeskmise sisaldus 33,0 µg/m³ (23.07) (Joonis 48). Mõõteperioodi keskmine NH₃ sisaldus oli 2,3 µg/m³.

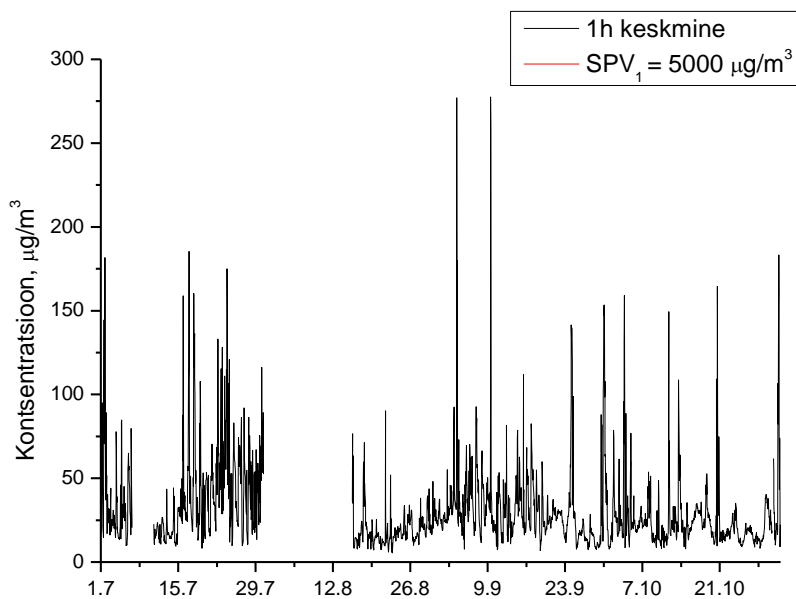


Joonis 47 NH_3 1h keskmine kontsentratsioon, Sillamäe seirejaam

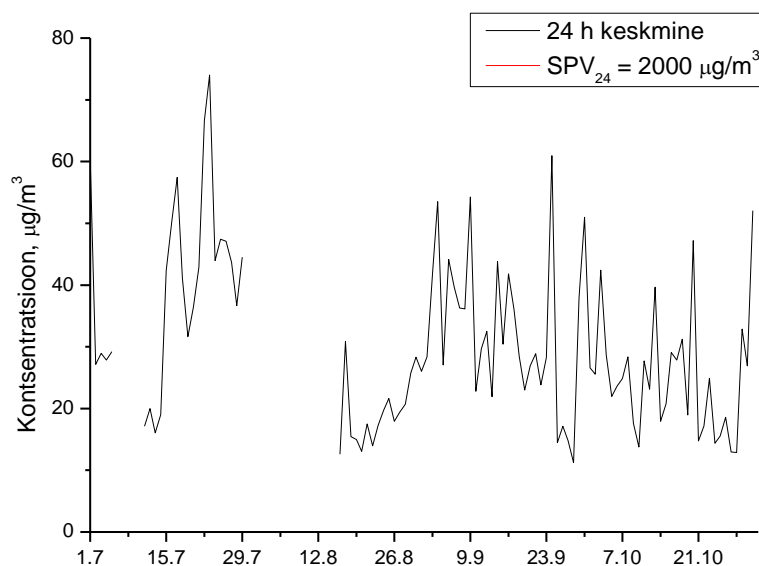


Joonis 48 NH_3 24h keskmine kontsentratsioon, Sillamäe seirejaam

Alifaatsetele süsivesinikele (NMHC) kehtib tunnikeskmine piirväärtus $5000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja ööpäevakeskmine piirväärtus $2000 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mõõteperioodil jäid süsivesinike saastetasemed piirväärtustest madalamaks. Maksimaalne tunni- ja ööpäevakeskmine süsivesinike sisaldus oli vastavalt $227,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (09.09) ja $74,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (23.07) (Joonis 49, Joonis 50). Mõõteperioodi keskmine alifaatsete süsivesinike tase oli $30,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

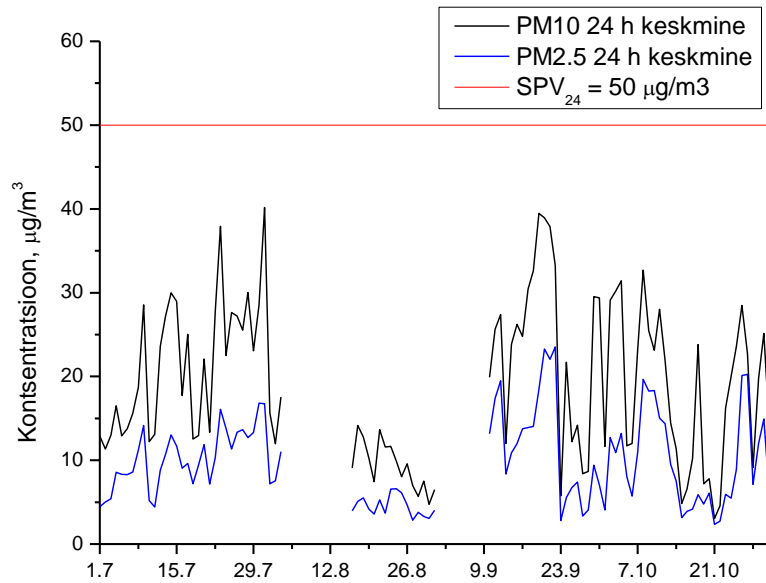


Joonis 49 NMHC 1h keskmine kontsentratsioon, Sillamäe seirejaam



Joonis 50 NMHC 24h keskmine kontsentratsioon, Sillamäe seirejaam

Peentele osakestele (PM₁₀) kehtib ööpäevakeskmine piirväärtus 50 µg/m³. Mõõteperioodil püsis peente osakeste sisaldus välisõhus piirnormist madalamal. Maksimaalne ööpäevakeskmine PM₁₀ kontsentratsioon oli 40,2 µg/m³, eriti peente osakeste (PM_{2,5}) maksimaalne 24 h keskmine sisaldus oli 23,5 µg/m³ (Joonis 51). Keskmine PM₁₀ sisaldus mõõteperioodil oli 18,9 µg/m³ ja PM_{2,5} sisaldus 9,6 µg/m³.



Joonis 51 Osakeste 24h keskmised kontsentratsioonid, Sillamäe seirejaam

Ammoniaagi kontsentratsiooniroosilt Sillamäe seirejaama mõõtepunktis nähtub, et maksimaalsed saasteaine sisaldused kandusid mõõtepunktini peamiselt edelatuulte esinemisel. Kõrgeim saasteaine kontsentratsioon 199,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mõõdetigi edelatuulega (209 kraadi, 1,8 m/s) (Joonis 52). Maksimaalne alifaatsete süsivesinike sisaldus 277,5,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ seirepunktis registreeriti idatuulega (105 kraadi, 0,7 m/s) (Joonis 54). Summaarse saastevoog graafikute põhjal kandus mõõteperioodil mõõdetud NH_3 saaste mõõtepunktini edelatuulte esinemisel, mis viitab sadama territooriumil paiknevate saasteallikate võimalikule mõjule (Joonis 53), NMHC saastevoog kandus seirejaamani loode ja lääne tuulte korral, mis viitab jällegi võimalikule sadamatööde mõjule (Joonis 55). Tahkete osakeste (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$) kontsentratsiooniroosid ja summaarse saastevoog graafikud näitavad üheselt saaste pärinemist nii loode suunast, kus paikneb Sillamäe sadam, kui ka kagust, mis viitab saaste kandumisele kaugemal asuvatest saasteallikatest (Joonis 56, Joonis 57, Joonis 58, Joonis 59). Summeeritud saastevoog arvutamise aluseks on tuule kiiruse (m/s) ja tunnikeskiste kontsentratsioonide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) korrutis (saastevoog - $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$), mis on summeeritud tuule suundade järgi.



NH₃ kontsentratsioon
ug/m³



Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnuuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:20 000

Joonis 52 NH₃ kontsentratsiooniroos, Sillamäe linn



NH₃
summaarne saastevoog
ug/m²*s



Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnuuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:20 000

Joonis 53 NH₃ summaarne saastevoog, Sillamäe linn



NMHC kontsentratsioon
ug/m³



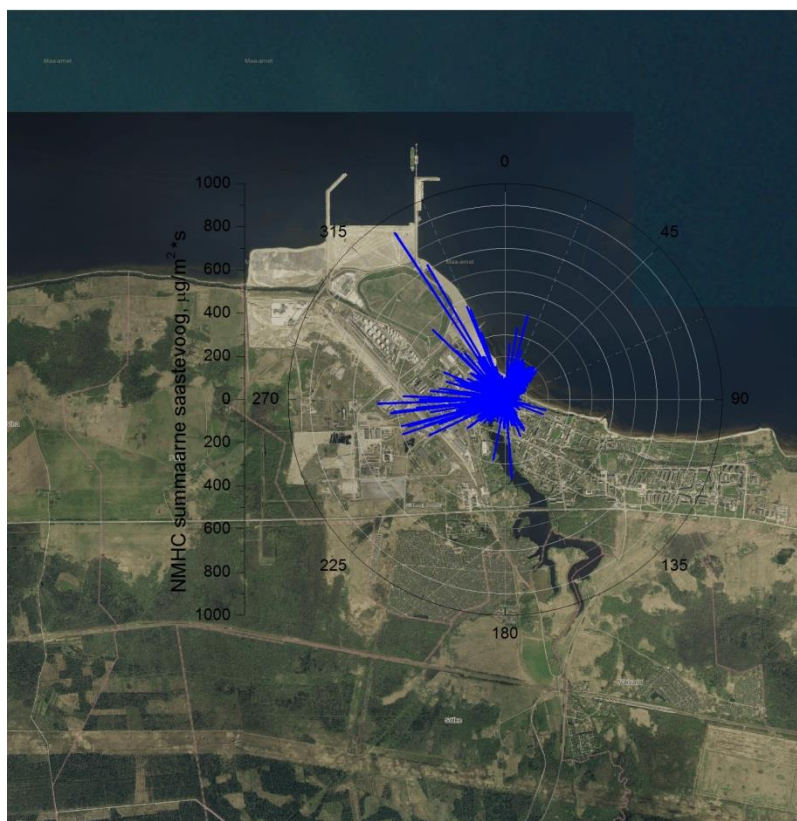
Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:20 000

Joonis 54 NMHC kontsentratsiooniroos, Sillamäe linn



NMHC
summaarne saastevoog
ug/m²*s



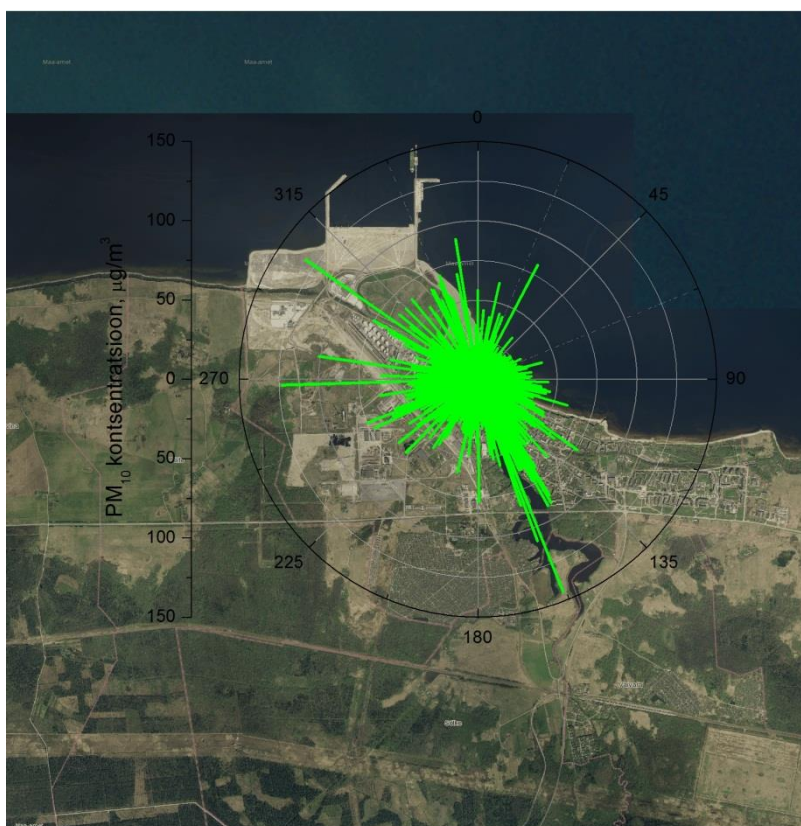
Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:20 000

Joonis 55 NMHC summaarne saastevoog, Sillamäe linn



PM10 kontsentratsioon
ug/m³



Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnanuuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:20 000

Joonis 56 PM₁₀ kontsentratsiooniroos, Sillamäe linn



PM10
summaarne saastevoog
ug/m²*s



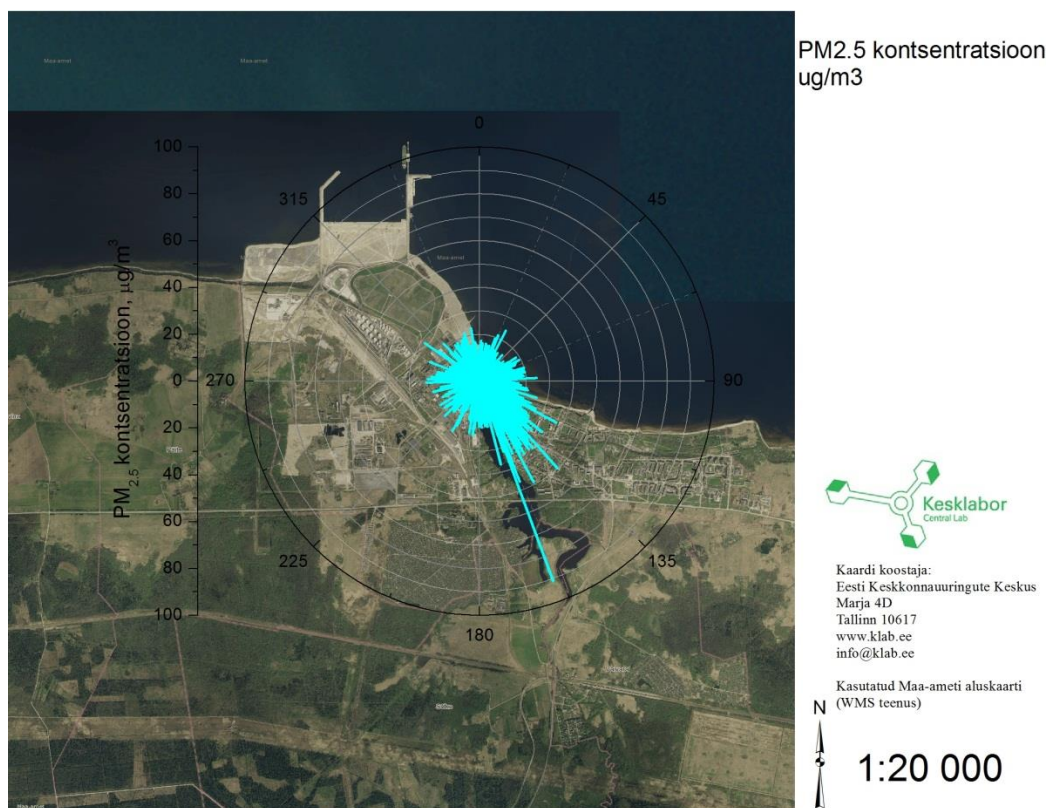
Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnanuuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)

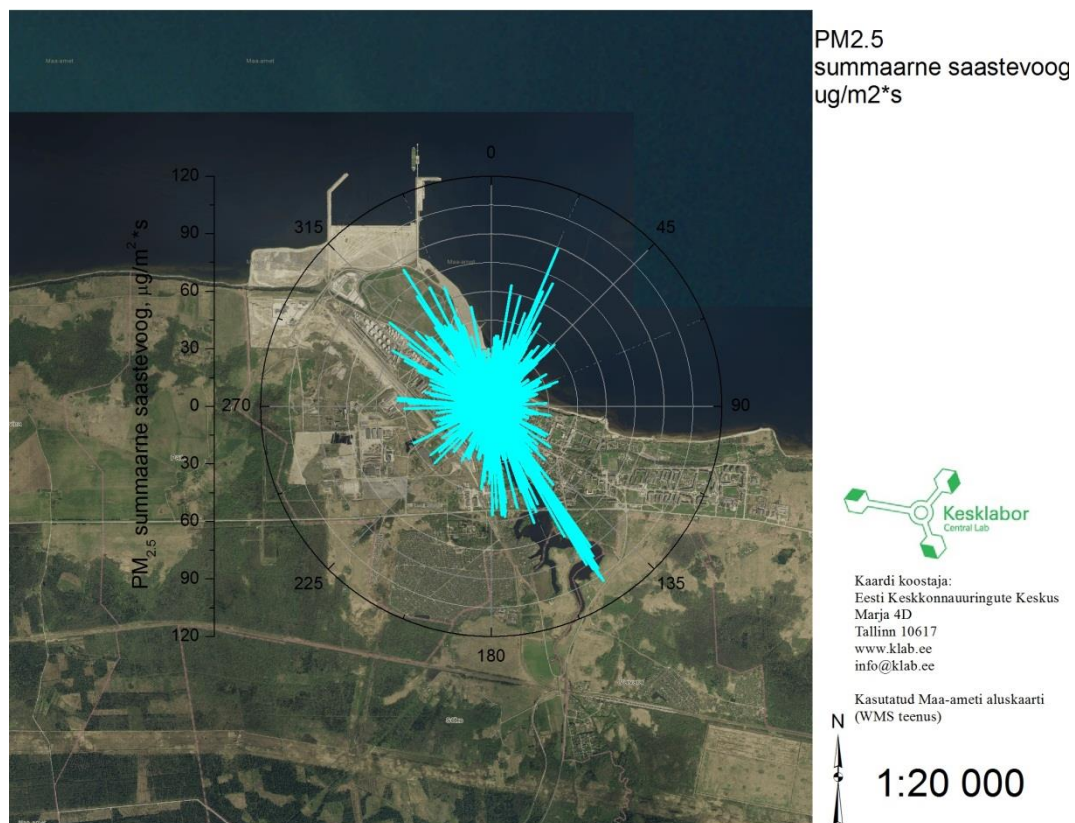


1:20 000

Joonis 57 PM₁₀ summaarne saastevoog, Sillamäe linn



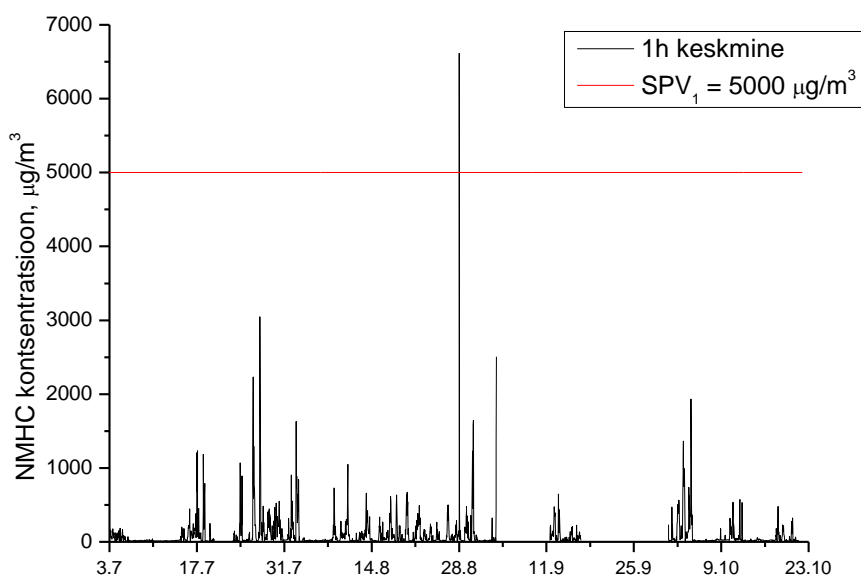
Joonis 58 PM_{2.5} kontsentratsiooniroos, Sillamäe linn



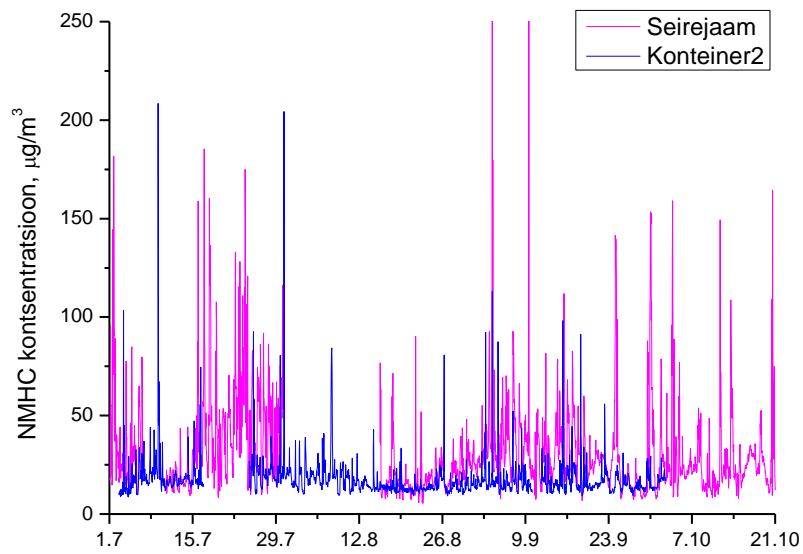
Joonis 59 PM_{2.5} summaarne saastevoog, Sillamäe linn

5.2.1 Konteinerjaamade ja seirejaama saastetasemete võrdlus

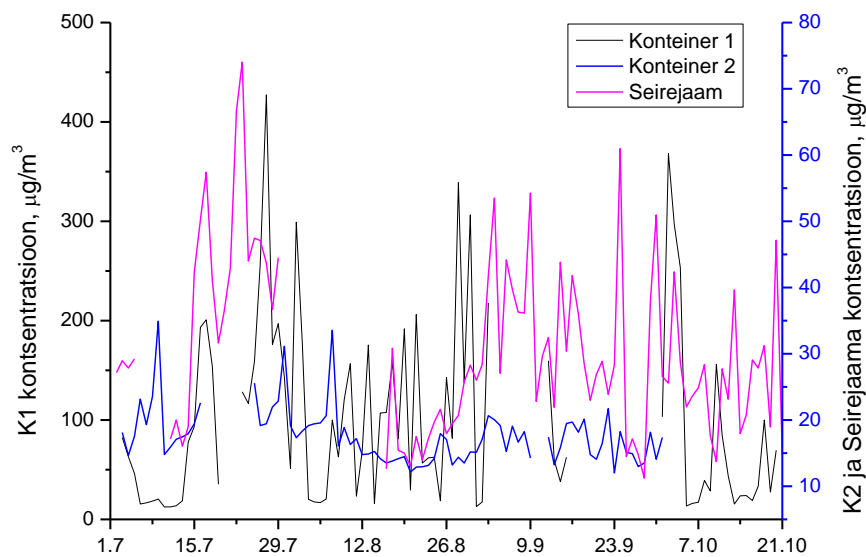
Käesoleva töö raames mõõdeti paralleelselt kolmes mõõtepunktis alifaatsete süsivesinike (NMHC) saastetasemeid. Konteiner 1 registreeris saastetasemeid Vaivara OJK territooriumil, konteiner 2 Sillamäe Kutsekooli territooriumil ning statsionaarne seirejaam Sillamäe Sadama territooriumil. Kui võrrelda mõõteperioodi (03.07 – 21.10.14) tunnikeskmi alifaatsete süsivesinike kontsentratsioone, esinesid kõrgeimad NMHC sisaldused Vaivara OJK mõõtepunktis, kus maksimaalne kontsentratsioon oli $6117 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (28.08). Sillamäe Kutsekooli ja Sillamäe Sadama mõõtepunktide maksimaalsed süsivesinike sisaldused jäid ühte suurusjärku, vastavalt $208,59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (09.07) ja $227,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (09.09) (Joonis 61, Joonis 61). Ööpäevakeskmised saasteaine sisaldused olid kõrgeimad samuti Vaivara OJK mõõtepunktis, maksimaalne neist $427 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (27.07), järgnes sadama mõõtepunkt, kus kõrgeim 24 h keskmine kontsentratsioon oli $74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (23.07) ning madalaim ööpäevakeskmine saasteaine sisaldus mõõdeti kutsekooli territooriumil – $34,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (09.07) (Joonis 62). Mõõteperioodi eskmine alifaatsete süsivesinike saastetase oli kõrgeim Vaivara mõõtepunktis, vastavalt $100,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sadama territooriumil mõõdeti perioodi keskmiseks saasteaine sisalduseks $30,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ning kutsekooli mõõtepunktis $17,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Joonis 60 NMHC 1 h keskmine kontsentratsioon, Konteiner 1



Joonis 61 NMHC 1 h keskmine kontsentratsioon, Konteiner 2 ja seirejaam



Joonis 62 NMHC 24 h keskmiste kontsentratsioonide võrdlus

5.3 Saasteainete heitkoguste mõõtmised

Saasteainete heitkoguste hindamiseks teostati emissioonide mõõtmised Sillamäe sadamas erinevate vedelproduktide laadimisel ja Eesti Energia Õlitööstuses põlevkiviõli tootmisest ja ladustamisest. Emissiooniproovid koguti mahuti hingamisavast mahutite täitmise ajal kui pealepumbatav produkt surub mahutist välja produkti aurudega küllastunud gaasisegu. Proovid koguti Tenax TA adsorbenttorudele.

Tabel 6 Saasteainete sisaldused emissiooniproovides

Nr	Kuupäev	Asukoht	Produkt	Laadimis- skeem	LOÜ ug/m ³	H ₂ S ug/m ³	Dimetüül- sulfiid ug/m ³	Metüül- merkaptaan ug/m ³
1	5.11.14, 09:45	Alexela Sillamäe AS	Põlevkiviõli	Autost mahutisse nr 22	29200	45360	80	80
2	5.11.14, 09:52	Alexela Sillamäe AS	Põlevkiviõli	Autost mahutisse nr 22	92700	50960	60	60
3	5.11.14, 10:26	Alexela Sillamäe AS	Põlevkiviõli	Autost mahutisse nr 22	12960	24800	80	80
4	5.11.14, 10:40	Alexela Sillamäe AS	Vaakum- gaasõli (VGO)	Mahutisse nr 26	27800	1780	80	80
5	5.11.14, 10:33	Alexela Sillamäe AS	Vaakum- gaasõli (VGO)	Mahutisse nr 26	48000	760	80	80
6	5.11.14, 10:26	Alexela Sillamäe AS	Vaakum- gaasõli (VGO)	Mahutisse nr 26	30000	280	40	40
7	12.11.14, 10:05	Alexela Sillamäe AS	Vaakum- gaasõli (VGO)	Mahutisse nr 26	7000	2950	100	550
8	12.11.14, 10:07	Alexela Sillamäe AS	Vaakum- gaasõli (VGO)	Mahutisse nr 26	15000	2933	133	400
9	12.11.14, 10:09	Alexela Sillamäe AS	Vaakum- gaasõli (VGO)	Mahutisse nr 26	23733	2933	133	800
10	12.11.14, 10:33	Alexela Sillamäe AS	Vaakum- gaasõli (VGO)	Mahutisse nr 9	8667	1600	133	147

Nr	Kuupäev	Asukoht	Produkt	Laadimis- skeem	LOÜ ug/m ³	H ₂ S ug/m ³	Dimetüül- sulfid ug/m ³	Metüül- merkaptaan ug/m ³
11	12.11.14, 10:36	Alexela Sillamäe AS	Vaakum- gaasõli (VGO)	Mahutisse nr 9	16667	1467	133	187
12	12.11.14, 10:39	Alexela Sillamäe AS	Vaakum- gaasõli (VGO)	Mahutisse nr 9	25067	1700	200	240
13	12.11.14, 10:59	Alexela Sillamäe AS	Masuut	Mahutisse nr 2	6333	667	133	133
14	12.11.14, 11:02	Alexela Sillamäe AS	Masuut	Mahutisse nr 2	8500	1733	133	207
15	12.11.14, 11:04	Alexela Sillamäe AS	Masuut	Mahutisse nr 2	16800	800	133	400
16	11.11.14, 10:20	EE Õlitehas	Põlevkiviõli keskmise fraktsioon	Ladu CEXM	29440	133	133	133
17	11.11.14, 10:23	EE Õlitehas	Põlevkiviõli keskmise fraktsioon	Ladu CEXM	65000	200	200	200
18	11.11.14, 10:25	EE Õlitehas	Põlevkiviõli keskmise fraktsioon	Ladu CEXM	121000	100	100	16000
19	11.11.14, 11:30	EE Õlitehas	Bensiinifraktsi- oon	CEF-V	20667	100	100	89000
20	11.11.14, 11:33	EE Õlitehas	Bensiini- fraktsioon	CEF-V	60000	133	133	52000
21	11.11.14, 11:40	EE Õlitehas	Bensiini- fraktsioon	CEF-V	109000	133	133	72000
22	11.11.14, 09:40	EE Õlitehas	TSK suitsukäik	TSK 140	975	10400	80	80
23	11.11.14, 09:44	EE Õlitehas	TSK suitsukäik	TSK 140	3240	7200	80	80
24	11.11.14, 09:46	EE Õlitehas	TSK suitsukäik	TSK 140	1520	7960	80	80
25	11.11.14, 09:50	EE Õlitehas	TSK suitsukäik	TSK 140	2520	6800	80	80

Tabel 7 Saasteainete hetkelised heitkogused

Nr	Kp	Asukoht	Produkt	LOÜ g/s	H ₂ S g/s	Dimetüülsulfiid g/s	Metüülmerkaptaan g/s
1	5.11.14, 09:45	Alexela Sillamäe AS	Põlevkiviõli	6.73E-04	1.05E-03	1.84E-06	1.84E-06
2	5.11.14, 09:52	Alexela Sillamäe AS	Põlevkiviõli	2.14E-03	1.17E-03	1.38E-06	1.38E-06
3	5.11.14, 10:26	Alexela Sillamäe AS	Põlevkiviõli	2.99E-04	5.72E-04	1.84E-06	1.84E-06
4	5.11.14, 10:40	Alexela Sillamäe AS	Vaakumgaasõli (VGO)	8.49E-04	5.44E-05	2.44E-06	2.44E-06
5	5.11.14, 10:33	Alexela Sillamäe AS	Vaakumgaasõli (VGO)	1.47E-03	2.32E-05	2.44E-06	2.44E-06
6	5.11.14, 10:26	Alexela Sillamäe AS	Vaakumgaasõli (VGO)	9.17E-04	8.56E-06	1.22E-06	1.22E-06
7	12.11.14, 10:05	Alexela Sillamäe AS	Vaakumgaasõli (VGO)	6.42E-04	2.70E-04	9.17E-06	5.04E-05
8	12.11.14, 10:07	Alexela Sillamäe AS	Vaakumgaasõli (VGO)	1.38E-03	2.69E-04	1.22E-05	3.67E-05
9	12.11.14, 10:09	Alexela Sillamäe AS	Vaakumgaasõli (VGO)	2.18E-03	2.69E-04	1.22E-05	7.33E-05
10	12.11.14, 10:33	Alexela Sillamäe AS	Vaakumgaasõli (VGO)	1.01E-03	1.87E-04	1.55E-05	1.71E-05
11	12.11.14, 10:36	Alexela Sillamäe AS	Vaakumgaasõli (VGO)	1.94E-03	1.71E-04	1.55E-05	2.18E-05
12	12.11.14, 10:39	Alexela Sillamäe AS	Vaakumgaasõli (VGO)	2.92E-03	1.98E-04	2.33E-05	2.80E-05
13	12.11.14, 10:59	Alexela Sillamäe AS	Masuut	5.81E-04	6.11E-05	1.22E-05	1.22E-05
14	12.11.14, 11:02	Alexela Sillamäe AS	Masuut	7.79E-04	1.59E-04	1.22E-05	1.89E-05
15	12.11.14, 11:04	Alexela Sillamäe AS	Masuut	1.54E-03	7.33E-05	1.22E-05	3.67E-05

Nr	Kp	Asukoht	Produkt	LOÜ g/s	H ₂ S g/s	Dimetüülsulfiid g/s	Metüülmerkaptaan g/s
16	11.11.14, 10:20	EE Õlitehas	Põlevkiviõli keskmine fraktsioon	1.23E-04	5.54E-07	5.54E-07	5.54E-07
17	11.11.14, 10:23	EE Õlitehas	Põlevkiviõli keskmine fraktsioon	2.71E-04	8.33E-07	8.33E-07	8.33E-07
18	11.11.14, 10:25	EE Õlitehas	Põlevkiviõli keskmine fraktsioon	5.04E-04	4.17E-07	4.17E-07	6.67E-05
19	11.11.14, 11:30	EE Õlitehas	Bensiinifraktsioon	2.30E-05	1.11E-07	1.11E-07	9.89E-05
20	11.11.14, 11:33	EE Õlitehas	Bensiinifraktsioon	6.67E-05	1.48E-07	1.48E-07	5.78E-05
21	11.11.14, 11:40	EE Õlitehas	Bensiinifraktsioon	1.21E-04	1.48E-07	1.48E-07	8.00E-05
22	11.11.14, 09:40	EE Õlitehas	TSK suitsukäik	0.031	0.335	0.003	0.003
23	11.11.14, 09:44	EE Õlitehas	TSK suitsukäik	0.104	0.232	0.003	0.003
24	11.11.14, 09:46	EE Õlitehas	TSK suitsukäik	0.049	0.256	0.003	0.003
25	11.11.14, 09:50	EE Õlitehas	TSK suitsukäik	0.081	0.219	0.003	0.003

5.4 Lõhnaainete heitkoguste mõõtmine

Lõhnaainete heitkoguste hindamiseks teostati emissioonide mõõtmised Sillamäe sadamas erinevate vedelproduktide laadimisel ja Eesti Energia Õlitööstuses põlevkiviõli tootmisest ja ladustamisest. Emissiooniproovid koguti mahuti hingamisavast mahutite täitmise ajal kui pealepumbatav produkt surub mahutist välja produkti aurudega küllastunud gaasisegu. Lõhnaproovid koguti nalofaanist lõhnakottidesse kasutades vaakumkohvleid ja analüüsiti laboris dünaamilise olfaktomeetriga TO-8, mille lahjendusvahemik oli 2² kuni 2¹⁶ ning lõhnaühikute määramine toimus organoleptiliselt Jah/Ei meetodil vastavalt standardile EVS-EN 13725 „Õhukvaliteet. Lõhnaainete kontsentratsiooni määramine dünaamilise olfaktomeetria abil“. Lõhnaproove hindasid n-butanooli suhtes testitud isikud ning enne lõhnaproovide hindamist tuvastati ekspertrühma liikmete individuaalsed tuvastuslaved n-butanooliga.

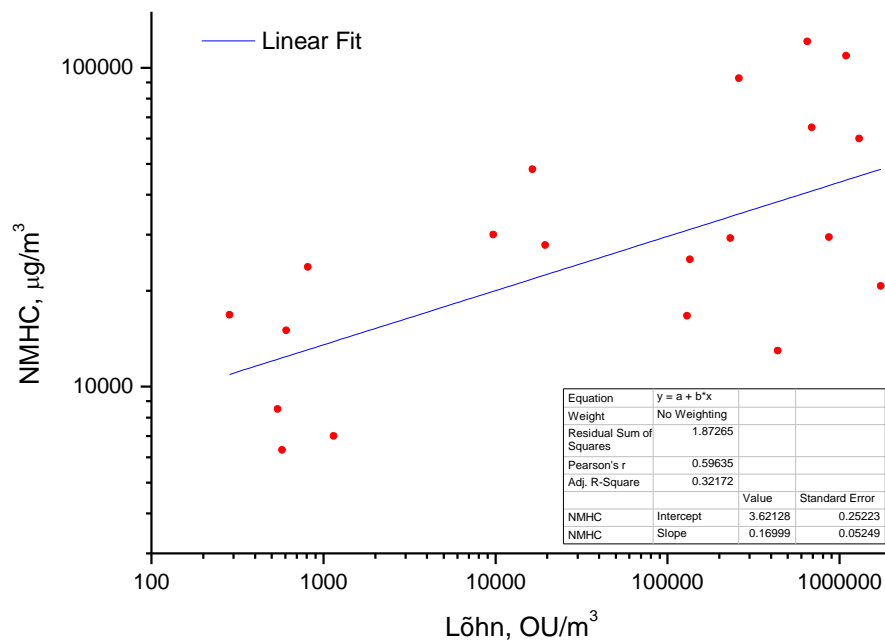
Tabel 8 Lõhnaainete heitkogused

Produkt	Kuupäev	Asukoht	Laadimis- skeem	Laadimis- kiirus m ³ /h	Laadimis- kiirus m ³ /s	Lõhn OU/m ³	Lõhna heitkogus OU/s
Põlevkiviõli	5.11.14, 09:45	Alexela Sillamäe AS	Autost mahutisse nr 22	83	0.023	231705	5342
Põlevkiviõli	5.11.14, 09:52	Alexela Sillamäe AS	Autost mahutisse nr 22	83	0.023	260080	5996
Põlevkiviõli	5.11.14, 10:26	Alexela Sillamäe AS	Autost mahutisse nr 22	83	0.023	437400	10085
Vaakumgaas õli (VGO)	5.11.14, 10:40	Alexela Sillamäe AS	Mahutisse nr 26	110	0.031	19484	595
Vaakumgaas õli (VGO)	5.11.14, 10:33	Alexela Sillamäe AS	Mahutisse nr 26	110	0.031	16384	501
Vaakumgaas õli (VGO)	5.11.14, 10:26	Alexela Sillamäe AS	Mahutisse nr 26	110	0.031	9742	298
Vaakumgaas õli (VGO)	12.11.14, 10:05	Alexela Sillamäe AS	Mahutisse nr 26	330	0.092	1149	105
Vaakumgaas õli (VGO)	12.11.14, 10:07	Alexela Sillamäe AS	Mahutisse nr 26	330	0.092	609	56
Vaakumgaas õli (VGO)	12.11.14, 10:09	Alexela Sillamäe AS	Mahutisse nr 26	330	0.092	813	75
Vaakumgaas õli (VGO)	12.11.14, 10:33	Alexela Sillamäe AS	Mahutisse nr 9	420	0.117	183904	21455
Vaakumgaas õli (VGO)	12.11.14, 10:36	Alexela Sillamäe AS	Mahutisse nr 9	420	0.117	130040	15171
Vaakumgaas õli (VGO)	12.11.14, 10:39	Alexela Sillamäe AS	Mahutisse nr 9	420	0.117	135145	15767
Masuut	12.11.14, 10:59	Alexela Sillamäe AS	Mahutisse nr 2	330	0.092	575	53
Masuut	12.11.14,	Alexela Sillamäe AS	Mahutisse nr 2	330	0.092	542	50

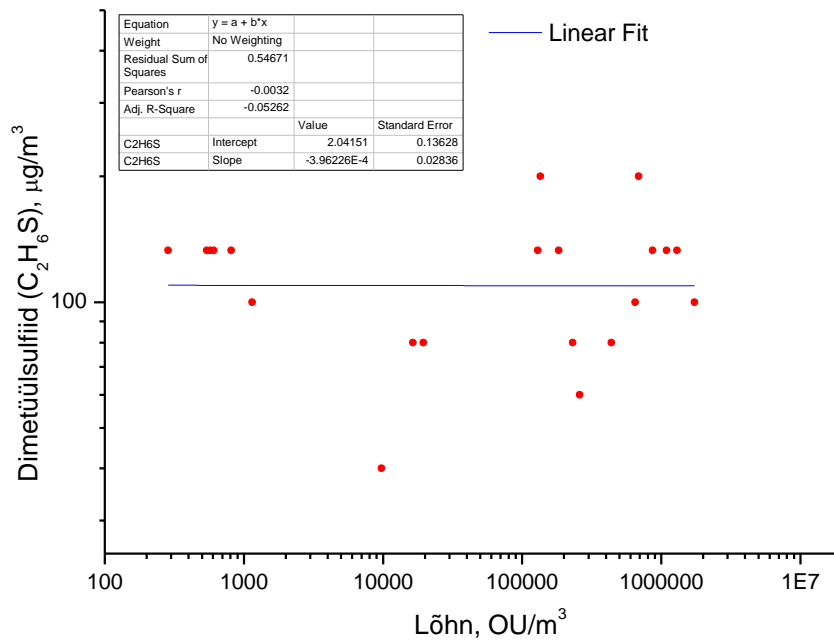
Produkt	Kuupäev	Asukoht	Laadimis-skeem	Laadimis-kiirus m ³ /h	Laadimis-kiirus m ³ /s	Lõhn OU/m ³	Lõhna heitkogus OU/s
	11:02						
Masuut	12.11.14, 11.04	Alexela Sillamäe AS	Mahutisse nr 2	330	0.092	285	26
Põlevkiviõli keskmise fraktsioon	11.11.14, 10:20	EE Õlitehas	Ladu CEXM	15	0.004	867912	3616
Põlevkiviõli keskmise fraktsioon	11.11.14, 10:23	EE Õlitehas	Ladu CEXM	15	0.004	688862	2870
Põlevkiviõli keskmise fraktsioon	11.11.14, 10:25	EE Õlitehas	Ladu CEXM	15	0.004	650199	2709
Bensiinifrakt sioon	11.11.14, 11:30	EE Õlitehas	CEF-V	4	0.001	1735824	1929
Bensiinifrakt sioon	11.11.14, 11:33	EE Õlitehas	CEF-V	4	0.001	1300399	1445
Bensiinifrakt sioon	11.11.14, 11:40	EE Õlitehas	CEF-V	4	0.001	1093501	1215
VGO	18.11.14, 12:40	Alexela Sillamäe AS	Mahutisse nr 6	1000	0.278	121775	33826
VGO	18.11.14, 12:43	Alexela Sillamäe AS	Mahutisse nr 6	1000	0.278	108489	30136
VGO	18.11.14, 12:46	Alexela Sillamäe AS	Mahutisse nr 6	1000	0.278	102400	28444
Põlevkiviõli	18.11.14, 12:50	Alexela Sillamäe AS	Mahutisse nr 24	200	0.056	182456	10136
Põlevkiviõli	18.11.14, 12:52	Alexela Sillamäe AS	Mahutisse nr 24	200	0.056	459760	25542
Põlevkiviõli	18.11.14, 12:54	Alexela Sillamäe AS	Mahutisse nr 24	200	0.056	273375	15188

Mõõtetulemuste põhjal võib järeldada, et esines oluline seos NMHC ja lõhnaainete kontsentratsioonide vahel (Joonis 63), kus Pearsoni korrelatsioonikordaja oli 0,596. Teiste saasteainete ja lõhnaainete vaheline seos oli nõrk või puudus (Joonis 64, Joonis 65, Joonis 66).

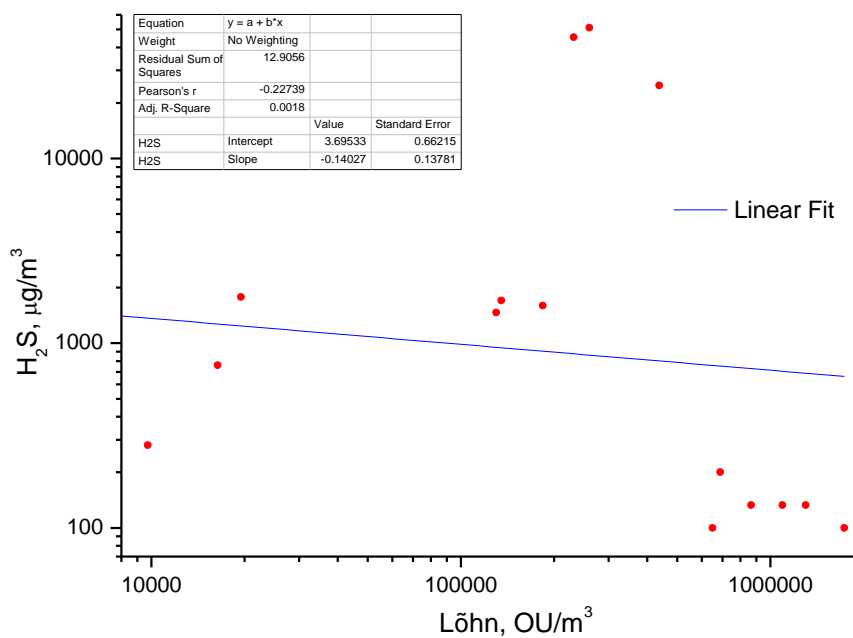
Maksimaalsed põlevkiviõli lõhnatasemed olid võrreldavad 2012 aastal teostatud uuringu „Välisõhu kvaliteedi mõõtmised ja modelleerimine Kiviõli linnas ning emissioonigaaside mõõtmised Kiviõli Keemiatööstuse OÜ põhilistest saasteallikatest“ raames teostatud põlevkiviõli laadimisel mahutitesse tehtud mõõtmistega.



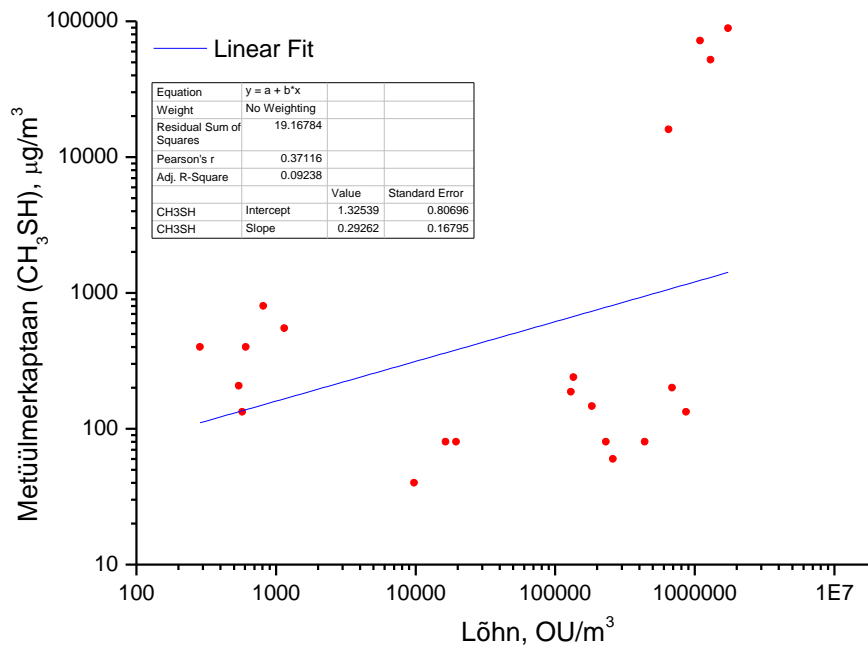
Joonis 63 Mõõdetud lõhnaainete ja NMHC kontsentratsioonide vaheline seos



Joonis 64 Mõõdetud lõhnaainete ja dimetüülsulfiidi kontsentratsioonide vaheline seos



Joonis 65 Mõõdetud lõhnaainete ja H₂S kontsentratsioonide vaheline seos



Joonis 66 Mõõdetud lõhnaainete ja metüümerkaptaan kontsentratsioonide vaheline seos

5.5 Lõhnaainete esinemise hindamine välisõhus rastermeetodiga

Lõhnaaine mõõtmised rastermeetodil viidi läbi 20 mõõtepunktis 120 päeval (30 x 4 mõõtepunkti iga hindamisruudu kohta). Ühes mõõtepäevas teostati üksikmõõtmised 5 erinevas mõõtepunktis. Mõõteperioodi jooksul viidi mõõtepunktis läbi 30 üksteisest sõltumatut ühekordset mõõtmist. Mõõtepäevad planeeriti selliselt, et nad oleksid representatiivsed eri aasta-aegade, nädalapäevade ja kellaaegade jaoks, mistõttu hõlmasid mõõtepäevad ka nädalavahetusi ja öiseid mõõtmisi. Mõõtmisteks kasutati n-butanoolile testitud hindajaid.

Töös kasutati Eesti Keskkonnauuringute Keskuse poolt vastavalt standardile EVS-EN 13725 n-butanooliga testitud ekspertrühma liikmeid. Mõõtmised teostati aastaringelt ning erinevatel kellaaegadel. Rastermõõtmiste jaoks „kaetakse“ uuritav ala mõõtepunktide võrgustikuga, kus mõõtepunktide omavahelised kaugused oli ca 250 m. Mõõtepunktide ligipääsetavuse tagamiseks nihutati mõõtepunkte sobivasse kohta.

EVS 888 kohaselt on ühekordne mõõtmine lõhnaaine mõju määramine ühes mõõtepunktis varem kindlaks määratud ajavahemiku jooksul. Tulemuseks on lõhnaaine esinemissageduse ja vajadusel tugevuse (intensiivsuse) jaotuse määramine. Mõõtmise minimaalne kestus ühes mõõtepunktis on 10 min (kokku ühes mõõtepunktis vähemalt 30 üksikmõõtmist, seega kokku 30 x 4 mõõtmispäeva), mis tagab vastaval mõõtmisel vähemalt 80 % usaldusväärsuse. Ühekordne mõõtmine viiakse läbi ekspertrühma liikme poolt. Iga rühma liige on kindlas mõõtepunktis ja annab oma hinnangu sissehingatavale õhule.

Lõhnaaine esinemisprotsendi määramiseks kasutati järgmist metoodikat:

- 1) Ekspertrühma liige annab hinnangu lõhnaaine esinemise kohta iga kindla aja-vahemiku järel (iga 10 s järel, seega 60 lõhnahinnangut 10 min jooksul). Lõhnaaine esinemisprotsendi määramiseks tuleb 10-minutilise ajavahemiku jooksul saadud positiivsete mõõtmistulemuste summa jagada kogu 10-minutilise mõõteseeria tulemuste summaga.

Ekspertrühma liikmetele tutvustatakse eelnevalt piirkonnale omaseid lõhnu ning kogu ekspertrühm treenitakse hindama piirkonna saasteallikatest pärinevaid lõhnu koos lõhnaintensiivsusskaalaga.

Lisaks lõhnaaine esinemisprotsendi määramisele hindavad ekspertrühma liikmed ka lõhnaaine intensiivsust, mille tarvis ekspertrühma liikmed järjestavad lõhnaproovid vastavalt intensiivsusskaalale (Tabel 9).

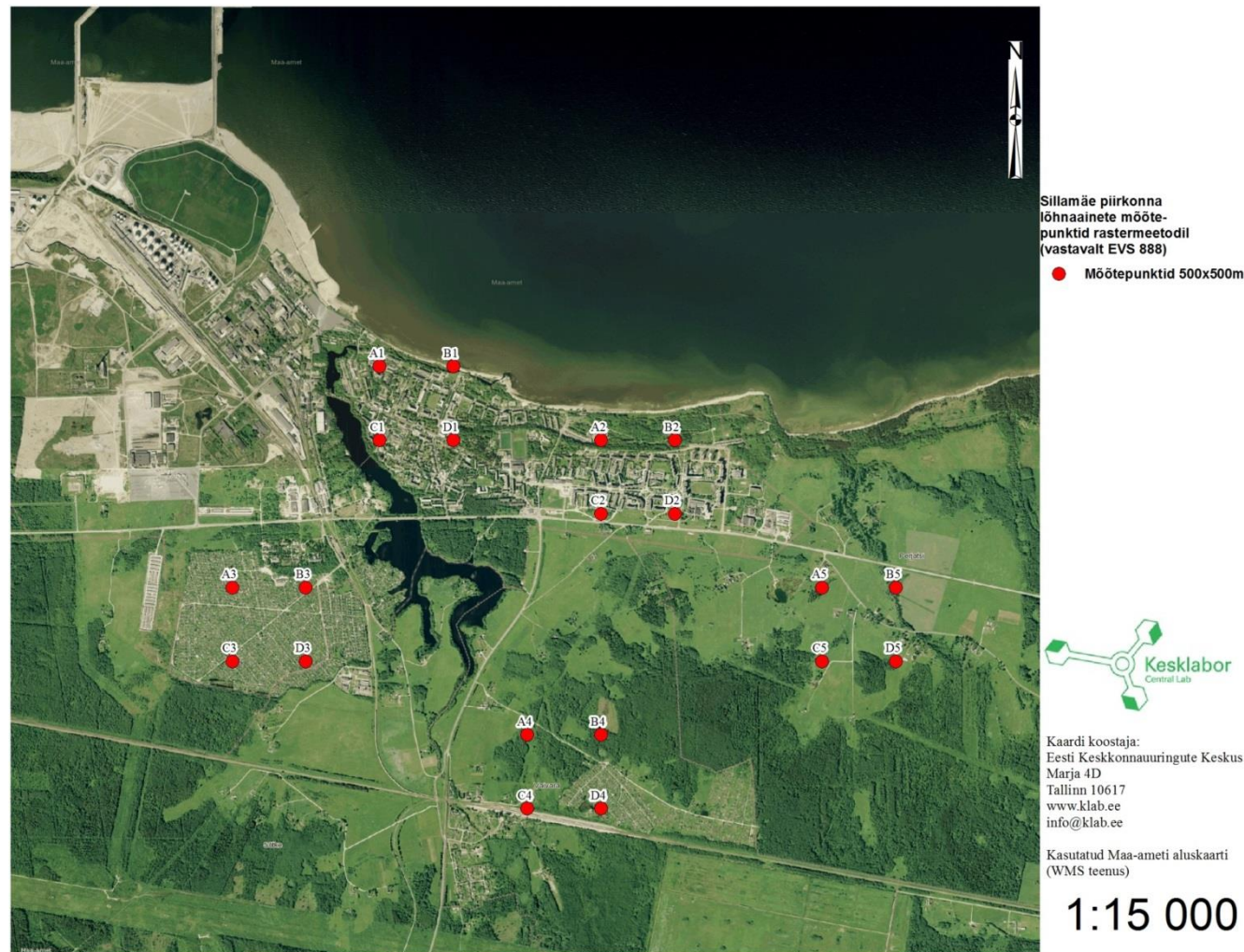
Tabel 9 Lõhna intensiivsusskaala

Skaala	Kirjeldus
0	Lõhn puudub
1	Väga nõrk lõhn
2	Nõrk lõhn
3	Tajutav lõhn
4	Tugev lõhn
5	Väga tugev lõhn
6	Eriti tugev lõhn

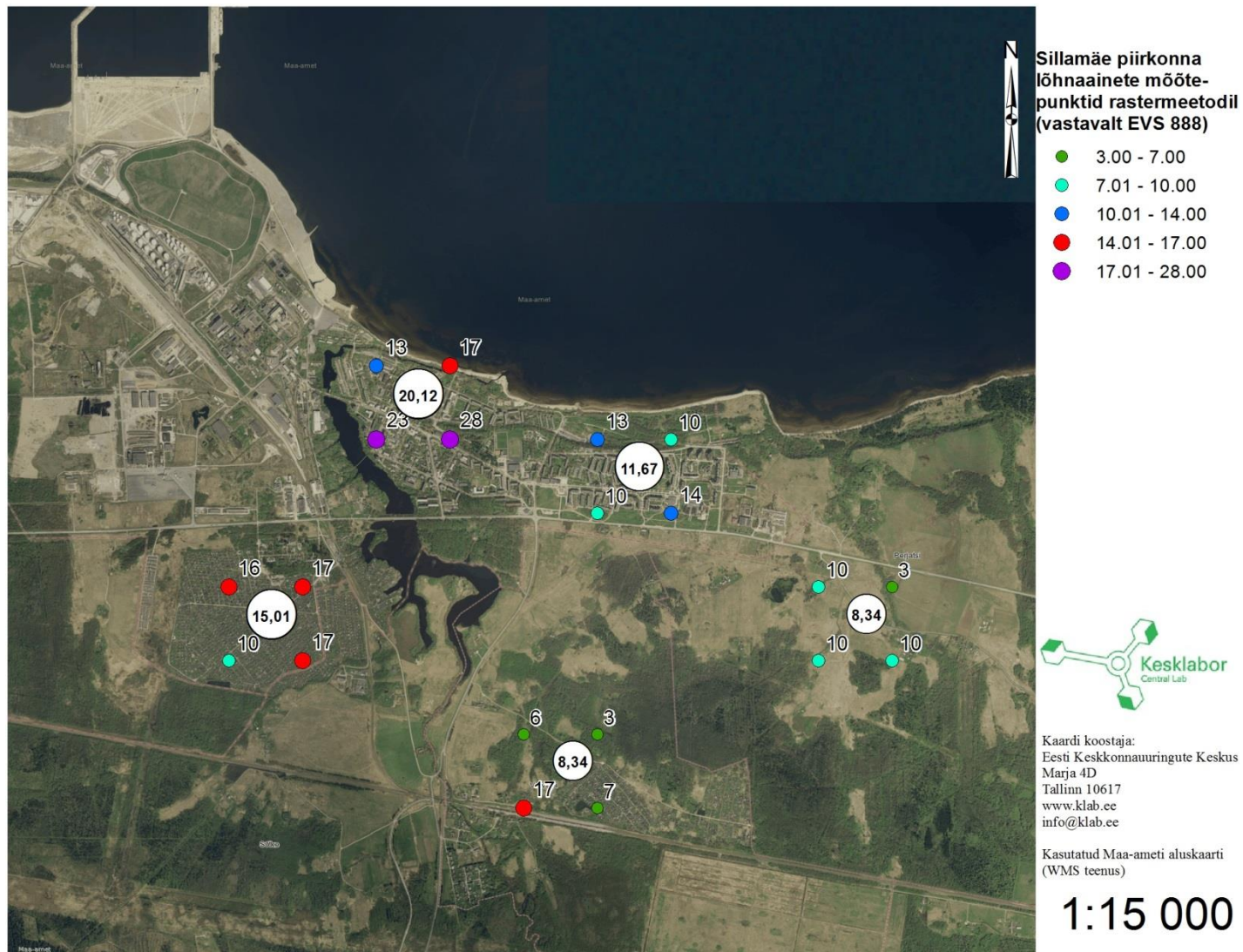
Mõõtetulemustest (Joonis 68) nähtub, et lõhnaaine esinemisprotsent jääb vahemikku 8 kuni 20%. Vastavalt keskkonnaministri määruse nr 50 „Lõhnaaine esinemise määramise ekspertrühma moodustamise kord, ekspertrühma liikmele esitatavad nõuded, lõhnaaine esinemise määramise kord

ja määramiseks kasutatavate meetodite loetelu“ § 7 lg 1 punkt 4 kohaselt loetakse lõhnaaine esinemise osakaal loetakse elanikkonnale soovimatut lõhnataju tekitavaks standardi EVS 888 rastermeetodi kasutamisel, kui positiivsete mõõtmistulemuste osakaal on suurem kui 15%. Sellest lähtuvalt esines kahes mõõtepunktis (1 ja 3) lõhnaaine esinemise piirväärtuse ületamine.

Lisaks analüüsi lõhnaainete esinemissageduse tulemusi (>50% mõõtepunktis) vastavalt tuulesuunale. Joonis 69 põhjal nähtub, et kõigis mõõtepunktides esines lõhnaainete olemasolul tuuli praktiliselt igast ilmakaarest, vaid punktis 5 on täheldatav idakaare tuulte puudumine. Punktis 5 domineerisid üle 50% lõhnaainete esinemise korral valdavalt edela – ja lõunakaare tuuled, mis viitab EE Õlitööstuse võimalikule mõjule antud mõõtepunktis mõõdetud ületamiste korral. Ka kõigis teistes punktides on esindatud ületamised nii lõuna- kui põhjakaare tuultega, kuid samas on esindatud ka teised tuulesuunad. Antud asjaolu võib olla tingitud sellest, et lokaalsel tasemel tuule liikumise suund erineb mõnevõrra meteomastis 10 m kõrgusel mõõdetud tuule suunast, kuna piirkonnas on piisavalt tehislikke objekte, mis maapinnalähedases õhukihis tuule liikumissuunda- ja kiirust mõjutavad. Lõhnaainete ületamised olid täheldatavad nii madala kui kõrge tuule kiiruse korral. Selget seost inversiooni ja kõrge lõhnaaine ajalise esinemissageduse vahel ei leitud.



Joonis 67 Sillamäe lõhnaainete mõõtepunktid



Joonis 68 Sillamäe lõhnaainete mõõtepunktidest mõõdetud tulemused



**Lõhnaainete
mõõtetulemuste
suundanalüüs**



Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

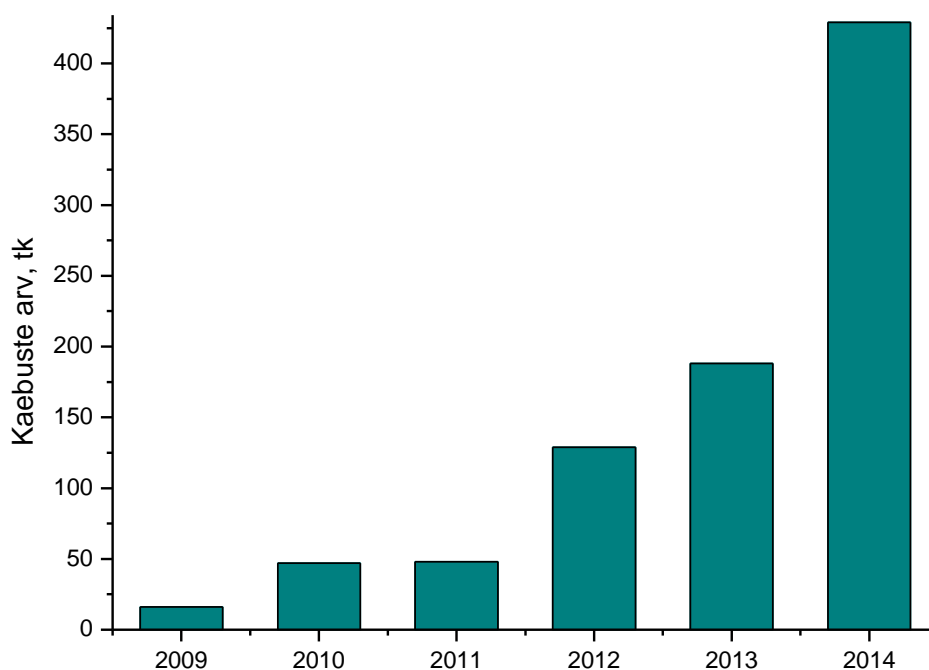
Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)

1:15 000

Joonis 69 Sillamäe lõhnaainete mõõtet punktides mõõtmiste hetkel valitsenud tuule suunad

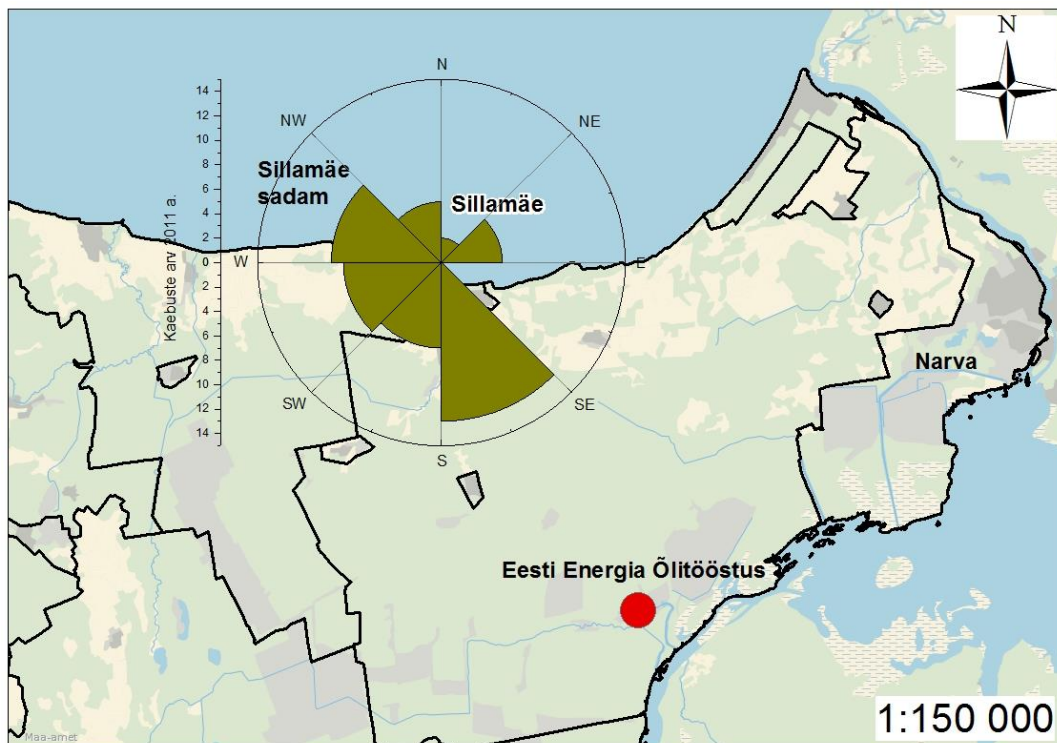
6 Lõhnakaebuste analüüs

Keskkonnainspeksioonile laekunud lõhnakaebuste arv on viimaste aastate lõikes pidevalt kasvanud (Joonis 70). Ühelt poolt võib see kajastada reaalse olukorra halvenemist, teiselt poolt võib põhjuseks olla elanikkonna suurenenud teadlikkus või uute rohkem häirivate lõhnaainete esinemissageduse suurenemine Sillamäel. Selleks, et hinnata kaebuste võimalikke põhjuseid, analüüsiti iga konkreetse kaebuse ajal valitsenud ilmastikutingimusi, eelkõige tuule suunda kaebuse registreerimise ajal.

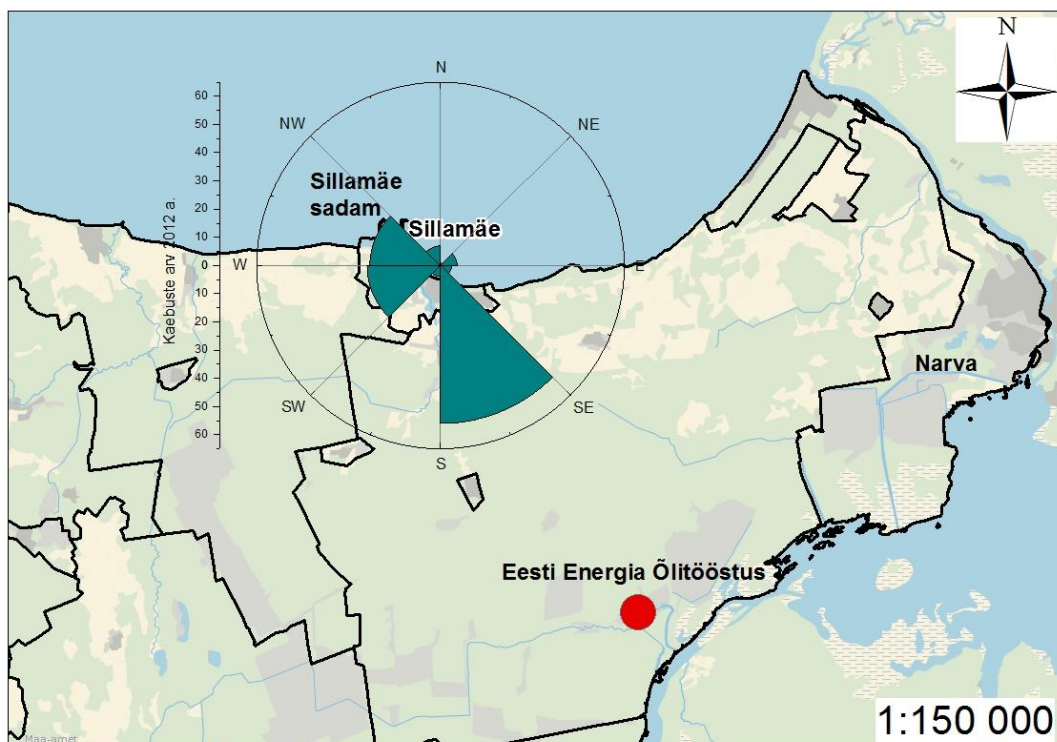


Joonis 70 Lõhnakaebuste arv Sillamäel

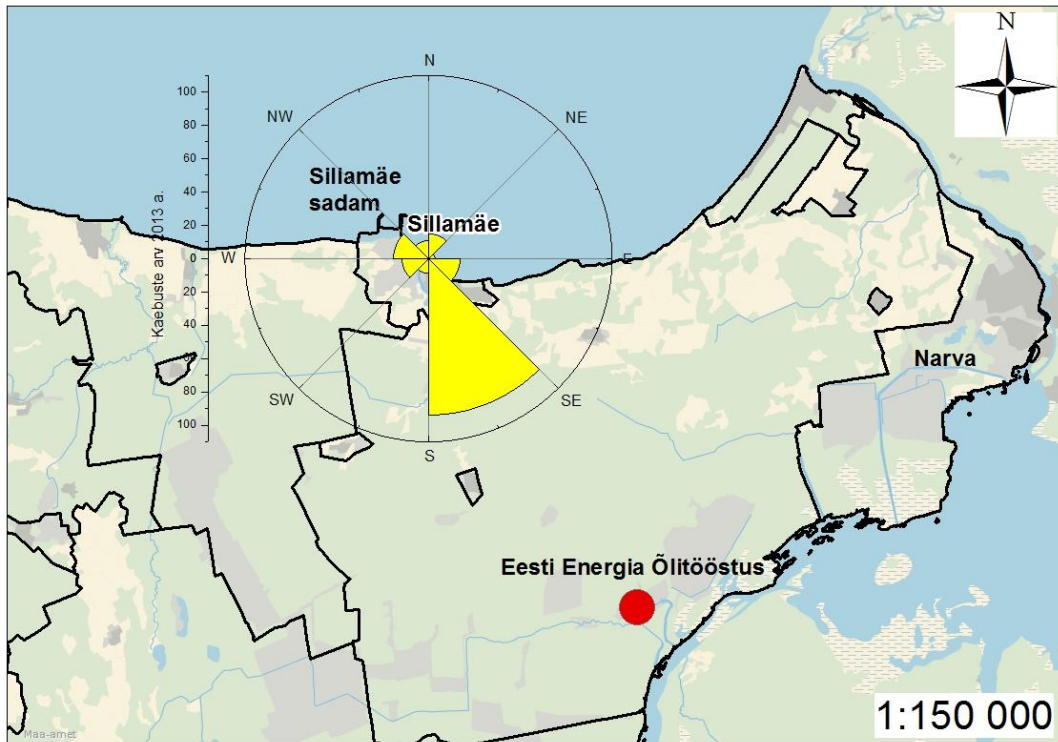
Kaebuste esinemisel olnud ilmastikutingimuste analüüs näitab, et valdavalt on suurenenud kaebuste esinemine just kagutuulte esinemise ajal (Joonis 71, Joonis 72, Joonis 73, Joonis 74). Üheks võimalikuks põhjuseks võib olla Sillamäe linnast kagu suunda lisandunud täiendavad saasteallikad.



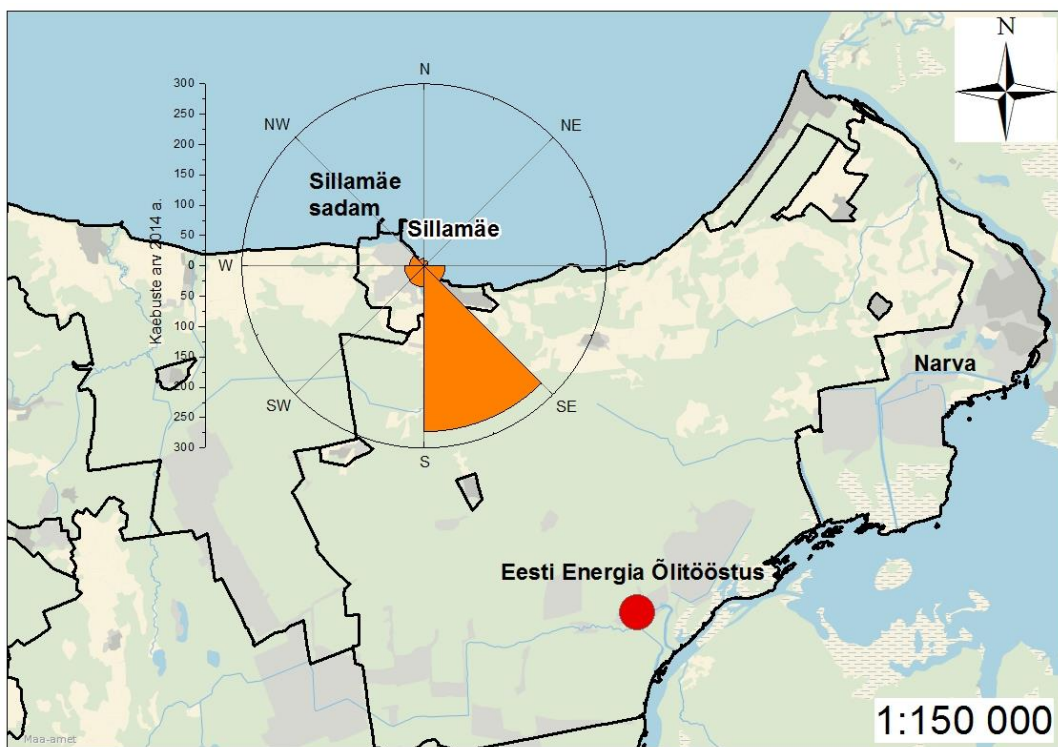
Joonis 71 Kaebuste jagunemine tuule suuna põhjal 2011 a.



Joonis 72 Kaebuste jagunemine tuule suuna põhjal 2012 a.

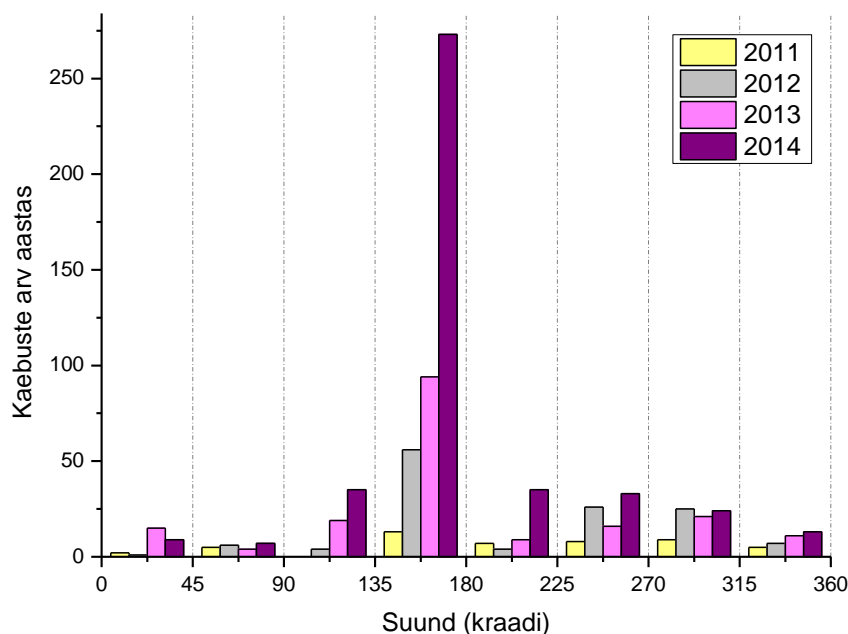


Joonis 73 Kaebuste jagunemine tuule suuna põhjal 2013 a.



Joonis 74 Kaebuste jagunemine tuule suuna põhjal 2014 a.

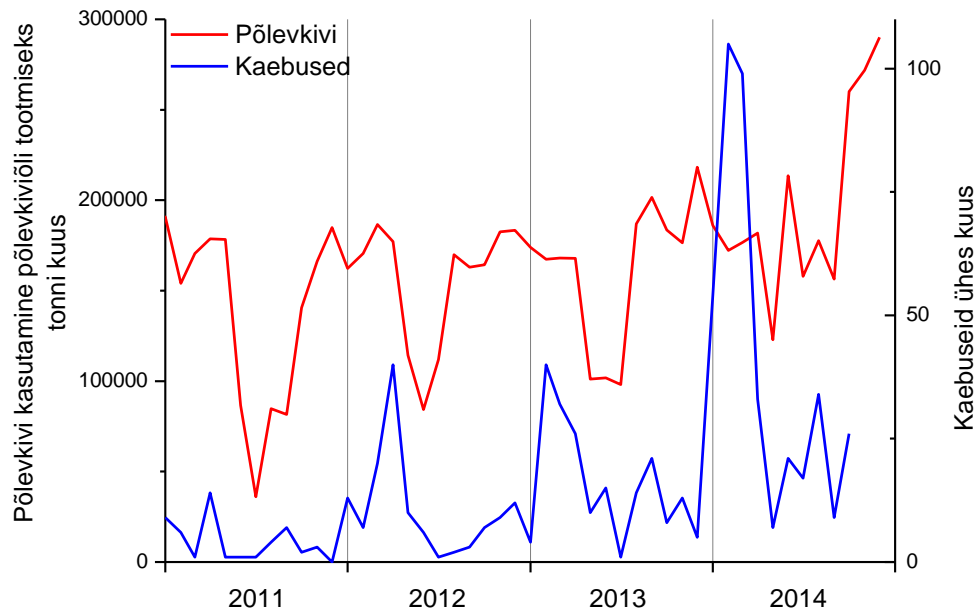
Alloleval joonisel on toodud viimase 4 aasta kaebuste jagunemine tuule suuna sektorite lõikes. Jooniselt on näha, et vaid ida- ja kagusuunaliste tuulte puudub esineb väga selge kaebuste kasvutrend. Eriti just kagusuunast puhunud tuulte ajal on Sillamäe linnas lõhnakaebuste arv plahvatuslikult suurenenud. Samuti on näha selge kasvutrend aastate lõikes (Joonis 75). Kõikide muude tuulte suundade puhul puuduvad selged kasvutrendid lõhnakaebuste osas.



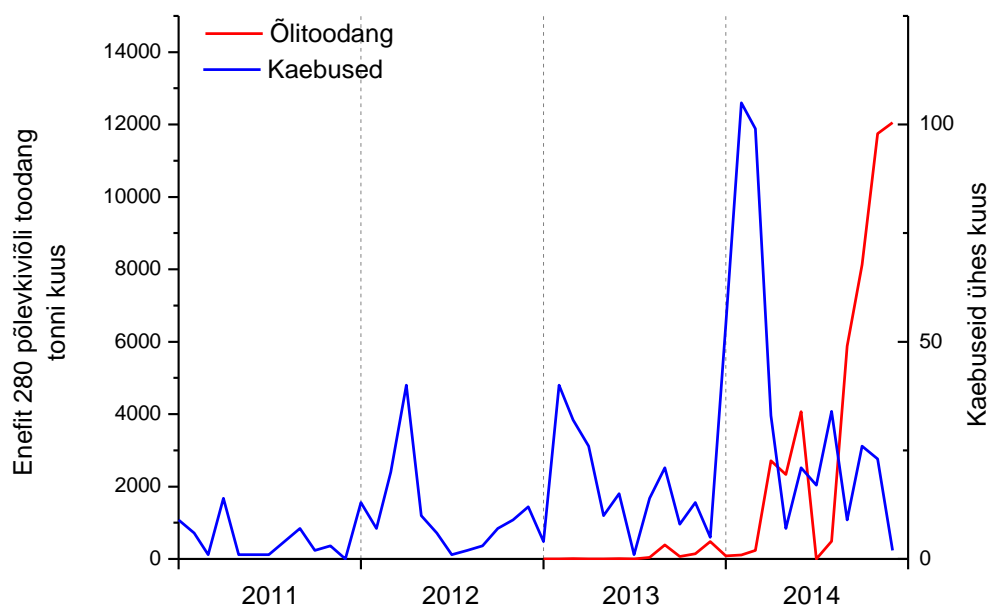
Joonis 75 Kaebuste jagunemine tuule suuna põhjal aastate lõikes

Kuna Sillamäe lõhnakaebuste analüüs näitas kagu suunast puhunud tuulte esinemisel märkimisväärset kaebuste arvu suurenemist aastate lõikes siis analüüsiti Sillamäe linnast kagu suunas paiknevaid võimalikke saasteallikaid, mille tegevusega võib kaasneeda lõhnahäiring. Keskkonnalubade põhjal jääb sellesse suunda Eesti Elektri jaam ja Eesti Energia Õlitööstus. Sillamäe linna suhtes paikneb Eesti Energia Õlitööstus suunavahemikus 140-150 kraadi (kagu- ja lõunasuuna vahele jääv sektor).

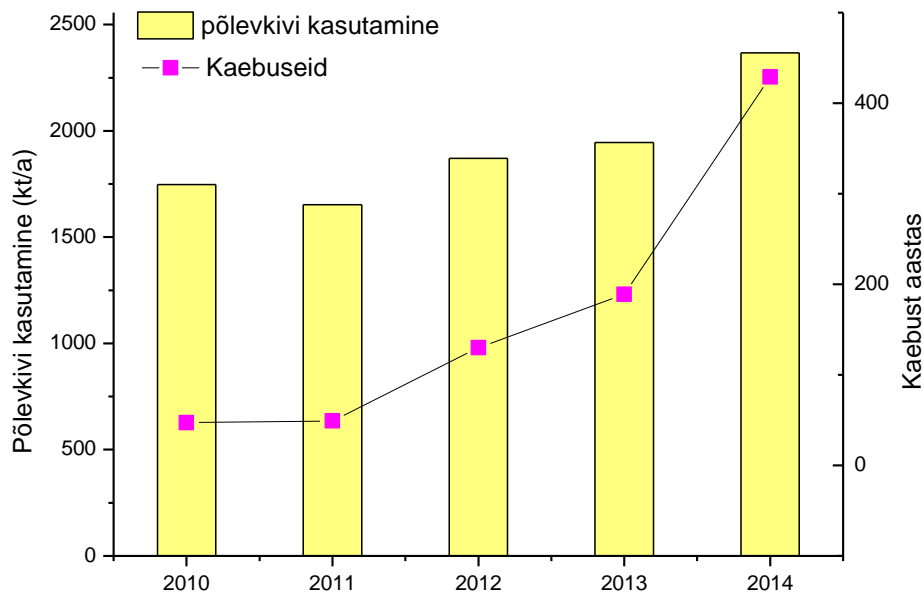
Selleks vaadeldi viimase 4 aasta kuukeskmiseid põlevkivi koguseid, mida kasutati õli tootmiseks ja samuti põlevkiviõli toodangut samal perioodil ning Sillamäe linnas registreeritud lõhnakaebuste esinemist.



Joonis 76 Kaebuste esinemine ja põlevkivi kasutamine põlevkiviõli tootmiseks



Joonis 77 Kaebuste esinemine ja Enefit-280 põlevkiviõli toodang

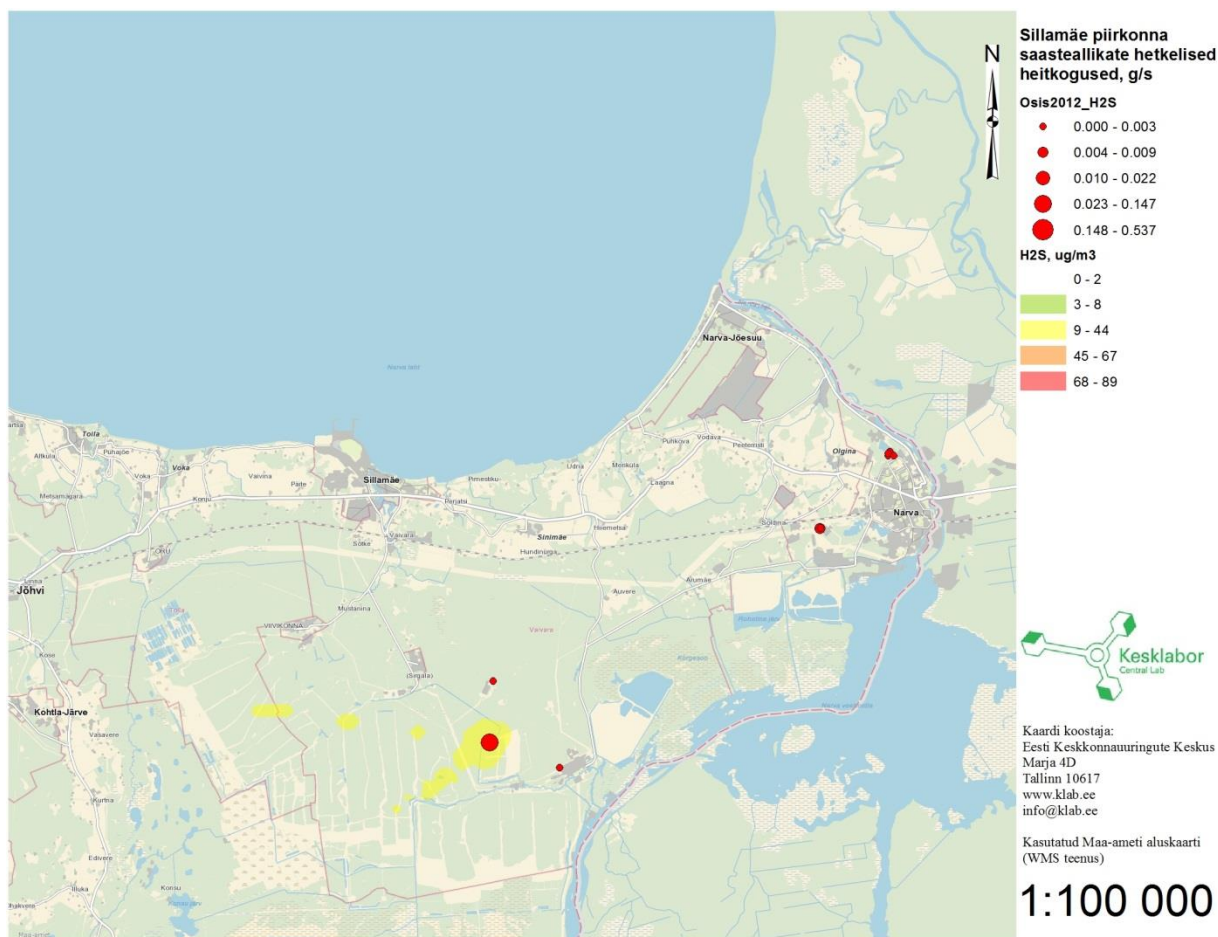


Joonis 78 Kaebuste esinemine ja põlevkivi kasutamine õlitööstuses

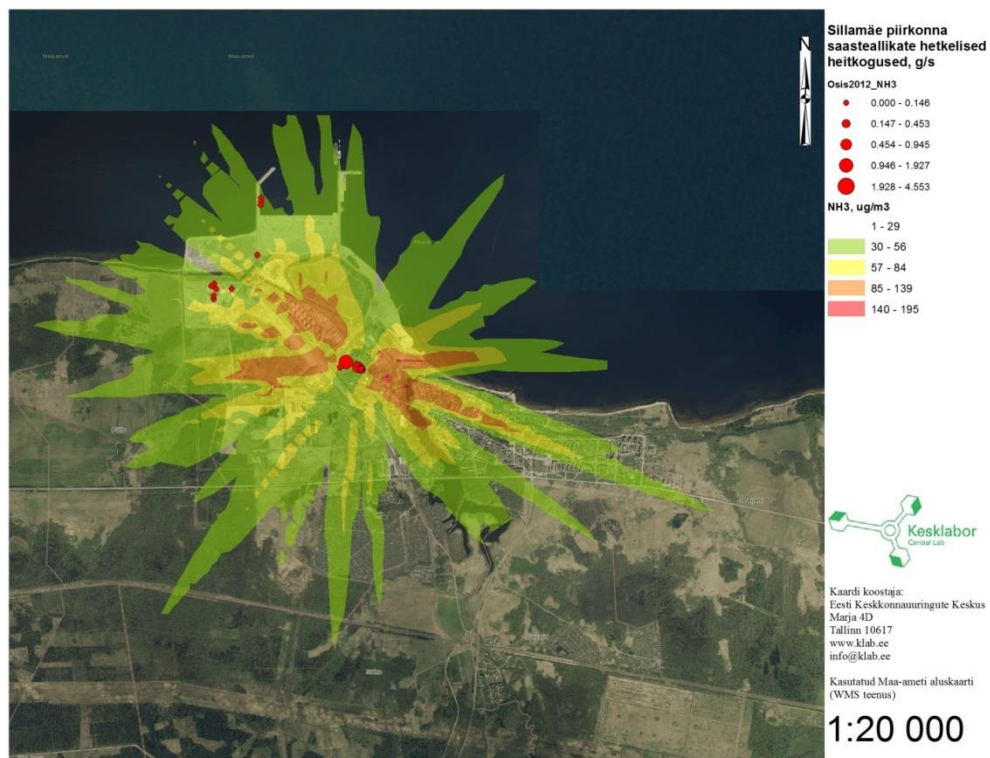
Kaebuste esinemissageduse vahel Sillamäel ja põlevkivi kasutamine põlevkiviõli tootmiseks ning õli toodangu vahel puudus selge korrelatsioon, kuid tuleb arvestada sellega, et kaebused esinesid peamiselt teatud tuule suuna korral ja ilmselt on tegemist suhteliselt lühiajaliste episoodidega, õli tootmine ja põlevkivi kasutamine on ülalloodud joonisel kuukeskmisena. Summaarselt on põlevkivi kasutamine aastate lõikes suurenenud ja samuti on kasvanud oluliselt kagusuunalise tuulega elanikelt laekuvate lõhnakaebuste arv.

7 Saasteainete heitkoguste analüüs

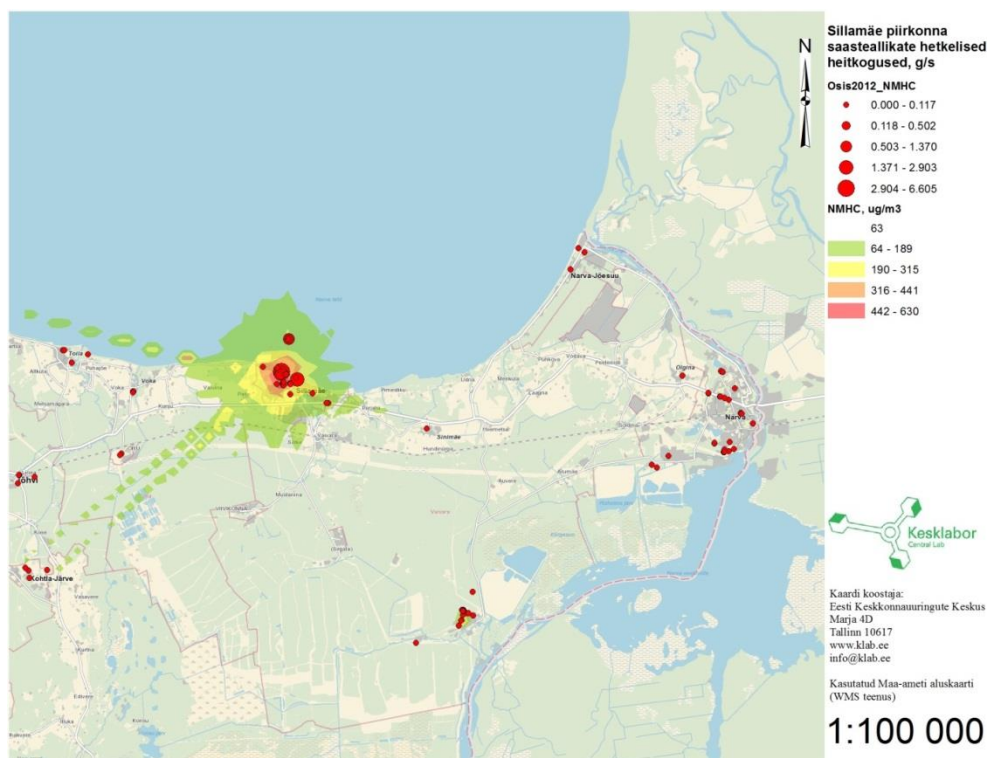
Heitkoguste analüüsi aluseks võeti piirkonna kätiste poolt Keskkonnaagentuurile (KAUR) 2012. a. esitatud ametlikud heitkoguste andmed. Antud andmete põhjal on koostatud Eesti Õhukvaliteedi Juhtimissüsteemis OSIS 2012 andmebaas, mille põhjal saab teostada saasteainete hajumisarvutusi Gaussi hajumismudeliga. Lenduvate orgaaniliste ühendite, ammoniaagi ja vesiniksulfiidi saastetasemed arvutati välja võttes aluseks ettevõtete poolt ametlikult esitatud aastased heitkogused 2012 a. kohta (2013 a. andmebaas ei ole veel ametlikult kinnitatud). Hajumisarvutuste tulemusi võrreldi reaalsete seireandmetega.



Joonis 79 OSIS2012 H₂S saasteallikate paiknemine ja arvutuslikud H₂S maksimaalsed saastetasemed, µg/m³



Joonis 80 OSIS2012 NH₃ saasteallikate paiknemine ja arvutuslikud NH₃ maksimaalsed saastetasemed, µg/m³

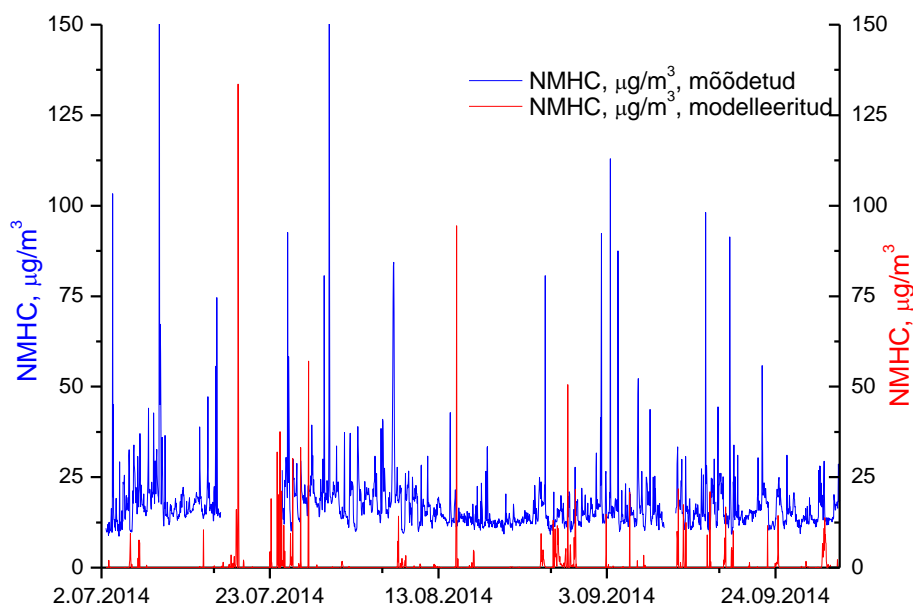


Joonis 81 OSIS2012 NMHC saasteallikate paiknemine ja arvutuslikud NMHC maksimaalsed saastetasemed, µg/m³

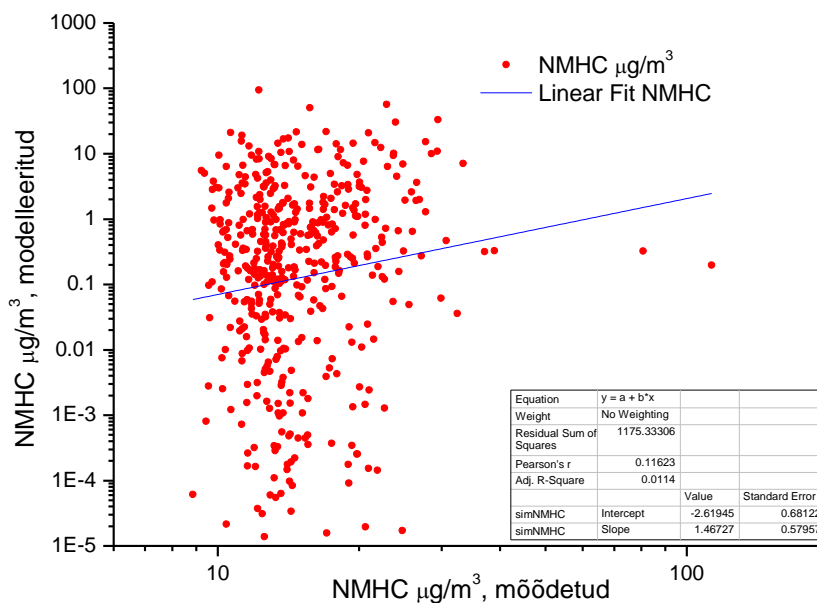
7.1 Tulemuste võrdlus

Olemasolevate riiklike emissioonide andmebaaside põhjal tehti hajumisarvutused lenduvatele orgaanilistele ühenditele, ammoniaagile ja vesiniksulfiidile ning võrreldi saadud arvutuslikke tasemeid seire raames mõõdetud kontsentratsioonidega (Konteiner 1, Konteiner 2, Sillamäe seirejaam).

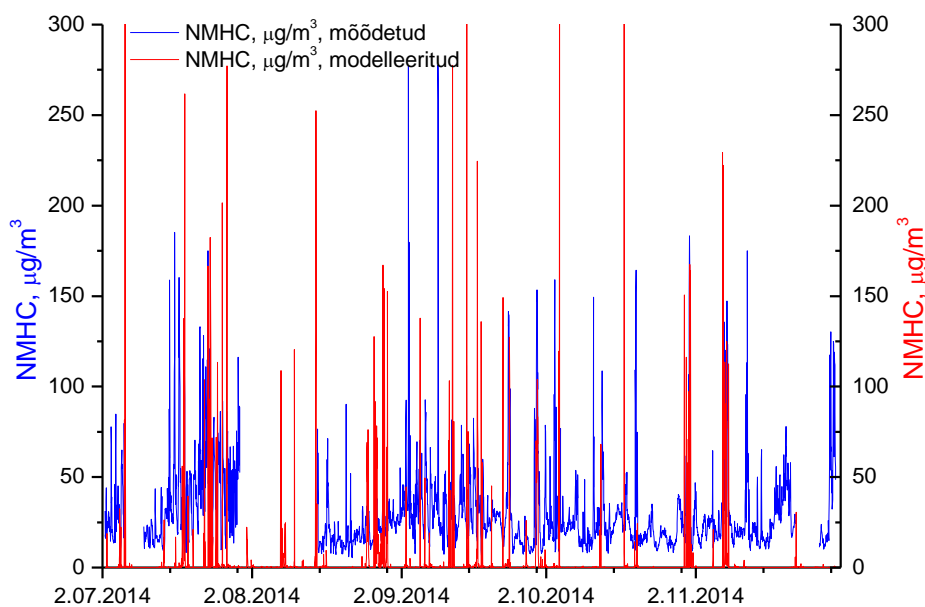
Reaalsete mõõtetulemuste ja modelleerimistulemuste vahel (Joonis 82 kuni Joonis 91) valitseb üldiselt nõrk seos. Võrdlusarvutused Konteiner 1 mõõtetulemustega andsid väga erinevaid tulemusi ehk mõõtmistel saadud NMHC ja H₂S tasemed olid oluliselt kõrgemad kui OSIS2012 andmetega tehtud hajumisarvutused. Konteiner 2 ja Sillamäe seirejaama mõõteperioodi keskmised langesid üldjuhul kokku OSIS2012 andmete põhjal tehtud hajumisarvutustega. Erinevuseks oli vesiniksulfiid, mida ametlikult Sillamäe piirkonnas välisõhku ei viida kuid mida seirejaamas siiski mõõdeti.



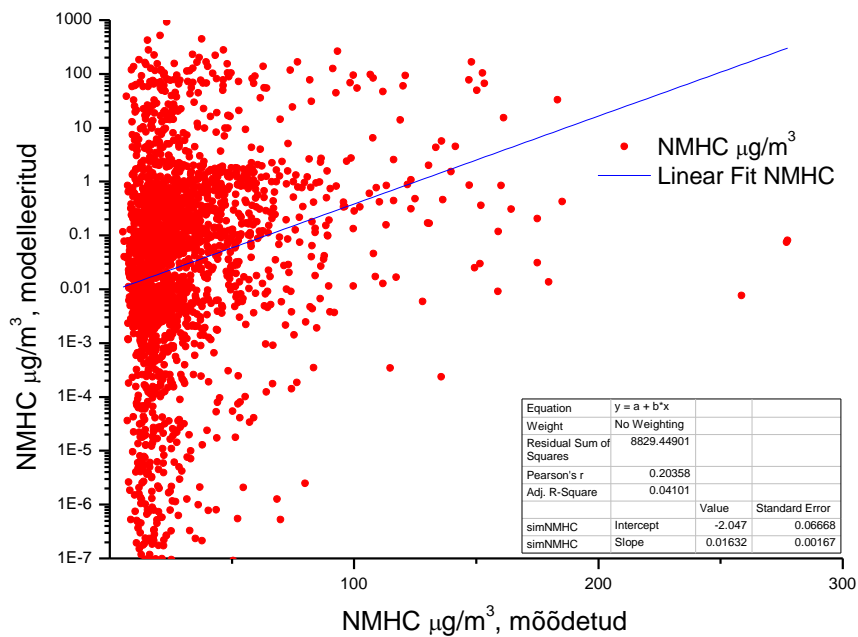
Joonis 82 Konteiner 2 seiretulemused ja OSIS2012 hajumisarvutuse aegrea võrdlus, NMHC



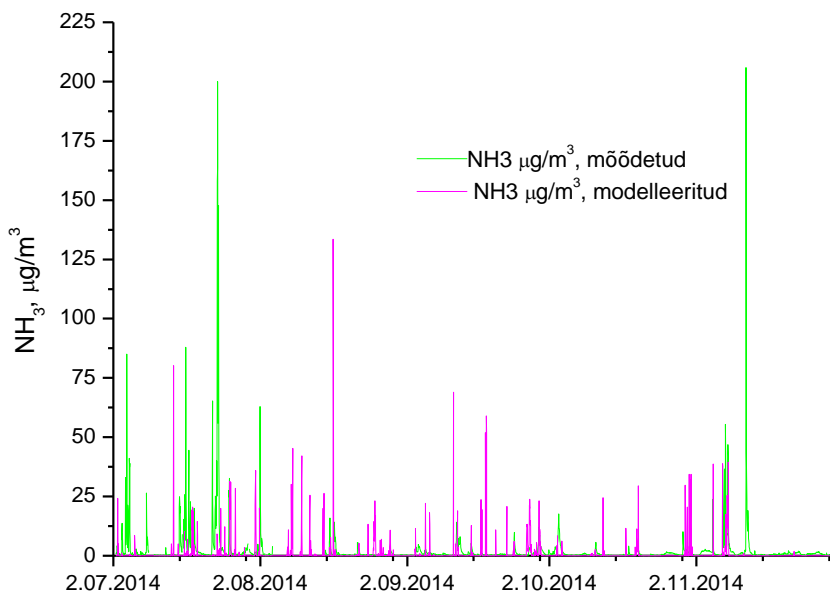
Joonis 83 Konteiner 2 seiretulemuste ja OSIS2012 hajumisarvutuse korrelatsioon, NMHC



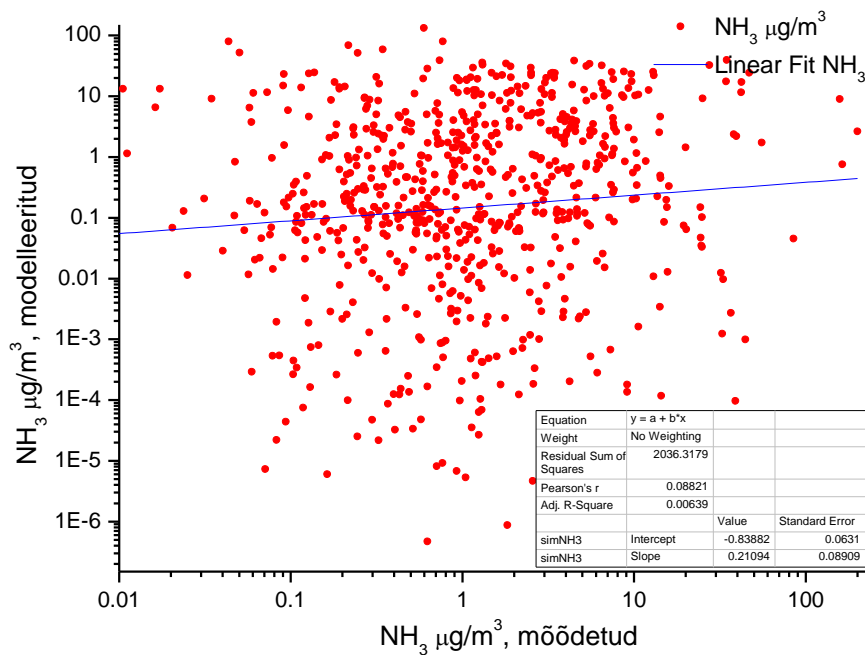
Joonis 84 Sillamäe seirejaama seiretulemused ja OSIS2012 hajumisarvutuse aegrea võrdlus, NMHC



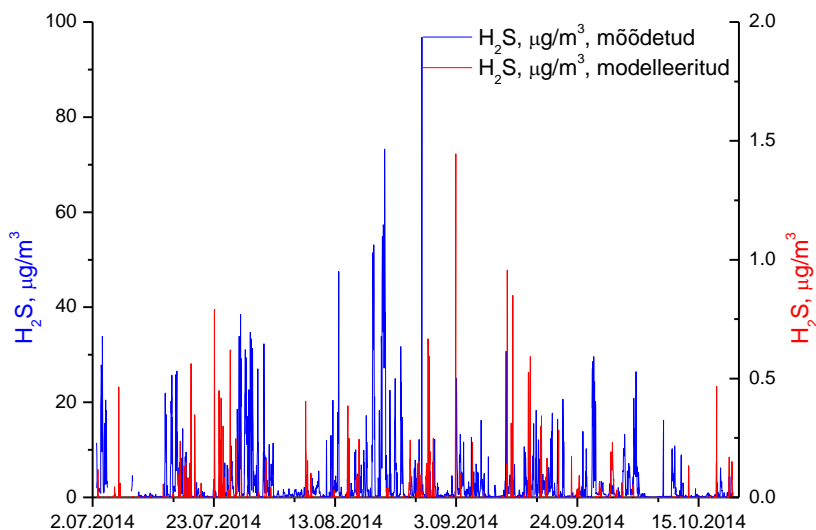
Joonis 85 Sillamäe seirejaama seiretulemuste ja OSIS2012 hajumisarvutuse korrelatsioon, NMHC



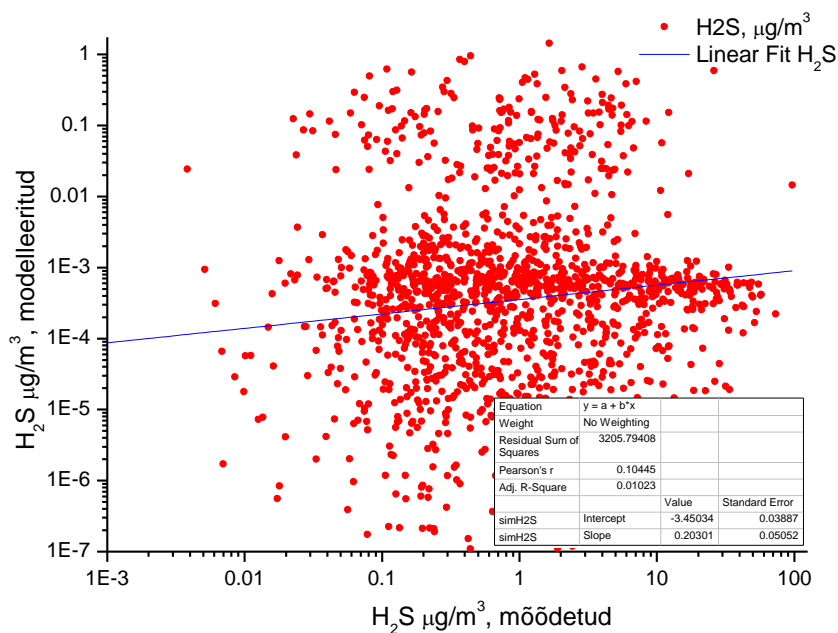
Joonis 86 Sillamäe seirejaama seiretulemused ja OSIS2012 hajumisarvutuse aegrea võrdlus, NH₃



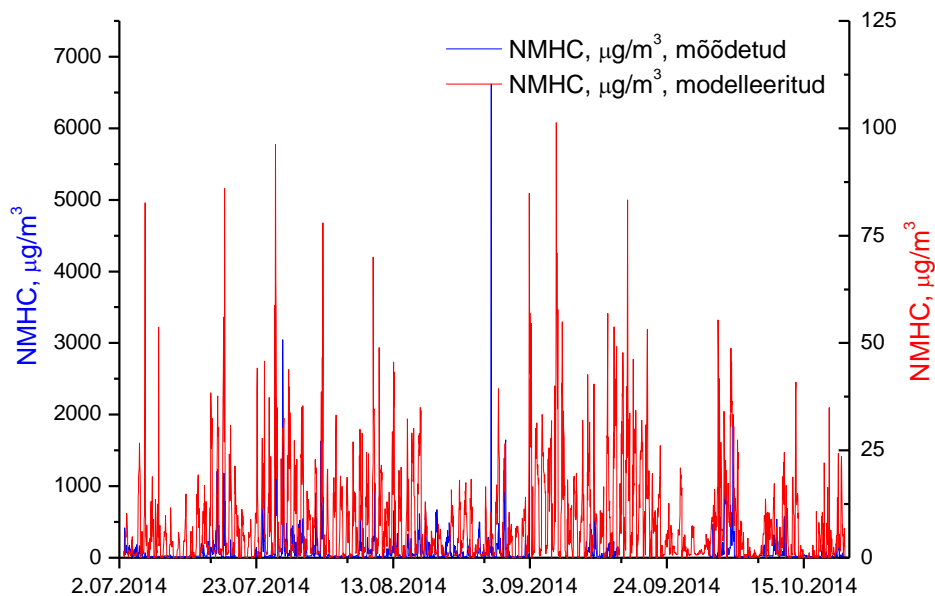
Joonis 87 Sillamäe seirejaama seiretulemuste ja OSIS2012 hajumisarvutuse korrelatsioon, NH₃



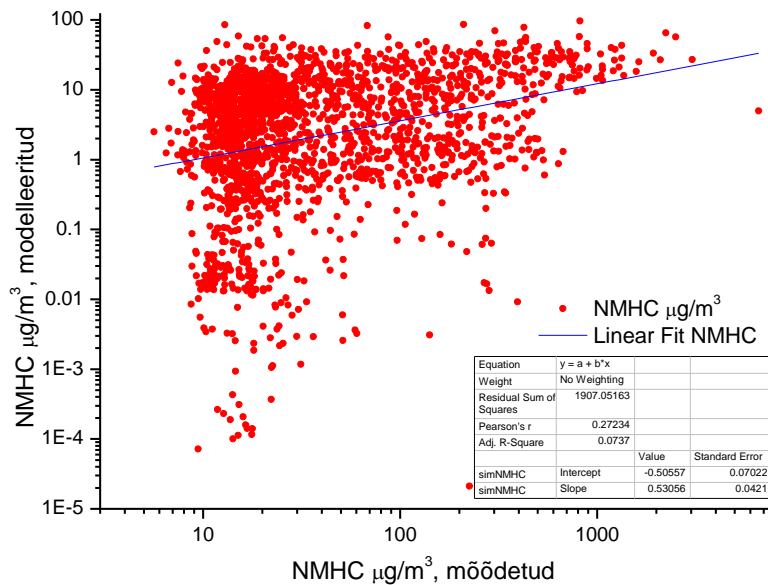
Joonis 88 Konteiner 1 seiretulemused ja OSIS2012 hajumisarvutuse aegrea võrdlus, H₂S



Joonis 89 Konteiner 1 seiretulemuste ja OSIS2012 hajumisarvutuse korrelatsioon, H₂S



Joonis 90 Konteiner 1 seiretulemused ja OSIS2012 hajumisarvutuse aegrea võrdlus, NMHC

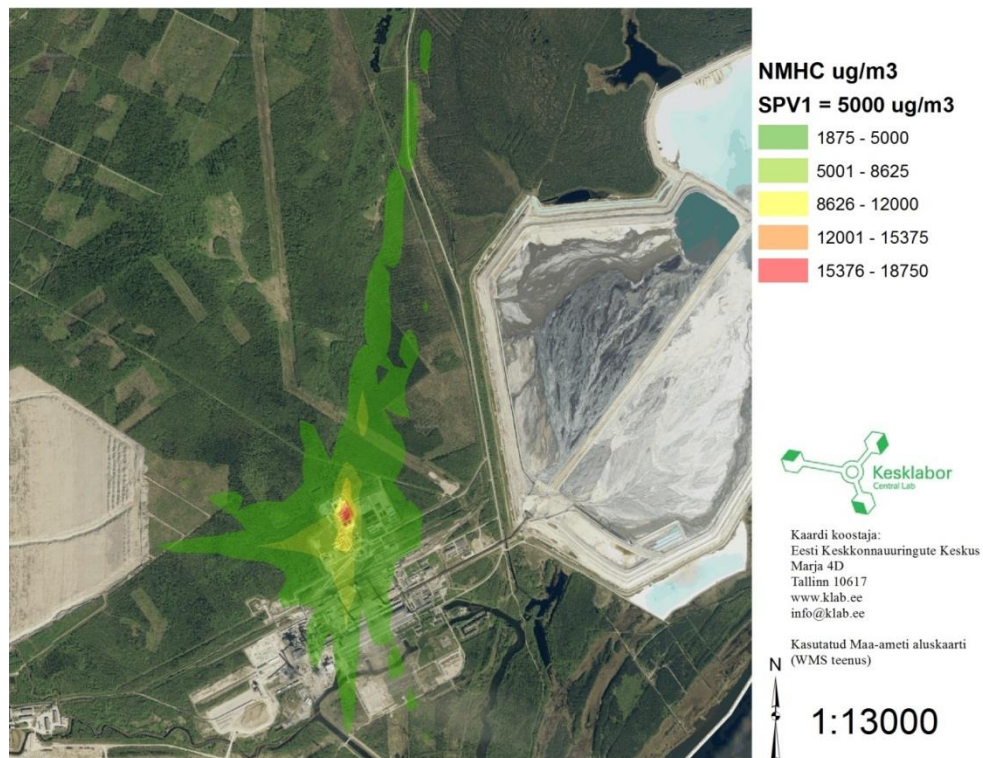


Joonis 91 Konteiner 1 seiretulemuste ja OSIS2012 hajumisarvutuse korrelatsioon, NMHC

OSIS2012 andmete põhjal tehtud arvutused langesid mõõtmistega kokku Sillamäe linnas ehk võib eeldada, et summaarsed NH₃ ja NMHC kogused on aruandluses korrektselt esitatud. Probleemiks on vesiniksulfiid, mida ametlikult ükski piirkonna käitaja välisõhku ei eralda.

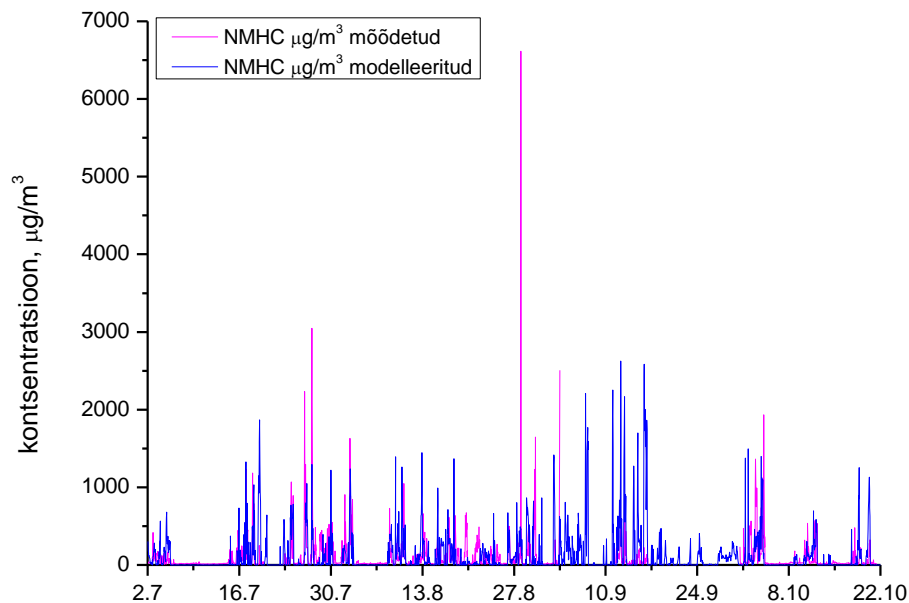
Eesti Energia Õlitööstuse lähedal tehtud mõõtmised seirejaamaga Konteiner 1 andsid võrreldes OSIS2012 andmete põhjal tehtud hajumisarvutustega väga erinevaid tulemusi ja selles piirkonnas on näha, et aruandluses kajastatud heitkogused on väiksemad kui reaalne heide välisõhku.

Lisaks teostati hajumisarvutused Eesti Energia Õlitööstuse kehtiva keskkonnaloa andmetega ja võrreldi seda Eesti Energia Õlitööstuse vahetus läheduses paiknenud konteinerjaama mõõtetulemustega. Hajumisarvutuste aluseks on Eesti Energia Õlitööstuse AS kehtiv keskkonnakompleksluba (KKL/176540) ning ettevõtte territooriumil paiknevatest saasteallikatest välisõhku eralduvate mittemetaansete lenduvate orgaaniliste ühendite (NMHC) hetkelised heitkogused. Lubatud heitkoguste juures (summaarne 8 g/s) võib NMHC 1h maksimaalne kontsentratsioon ulatuda kuni 18750 µg/m³.



Joonis 92 Eesti Energia Õlitööstuse NMHC 1h keskmine kontsentratsioon

Eesti Energia Õlitööstuse AS lubatud heitkoguste modelleerimistulemuste võrdlemisel ettevõtte territooriumil teostatud reaalsete mõõtmistega (Konteiner 1, 02.07.14 – 22.10.14) on märgata NMHC kontsentratsioonide kokkulangevus. Õlitööstuse territooriumil konteinerjaamaga mõõdetud perioodikeskmine NMHC sisaldus oli $99,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, hajumisarvutuste põhjal aga $119,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Võib oletada, et mõõteperioodil suunas ettevõtte välisõhku kompleksloaga lubatud kogustega võrreldavas koguses lenduvaid orgaanilisi ühendeid.



Joonis 93 Vaivara OJK konteinerjaama seireandmete ja EE Õlitööstuse AS keskkonnakompleksloa hajumisarvutuse võrdlus, NMHC

Kehtivas loas on vesiniksulfiidi emissioon märgitud vaid äkkheitena. Samas mõõdeti konteinerjaamaga Õlitööstuse vahetus läheduses küllalt kõrgeid vesiniksulfiidi tasemeid. Välisõhus mõõdetud vesiniksulfiid kajastab kahtlemata mis tahes piirkonnas paiknevate saasteallikate heiteid. Seega pelgalt välisõhu mõõtmiste põhjal ei ole alust mõõdetud vesiniksulfiidi siduda Eesti Energia Õlitööstuse tegevusega. Samas kinnitasid vesiniksulfiidi pärinemist põlevkiviõli tootmisest emissioonide mõõtmised, mille käigus mõõdeti vesiniksulfiidi heidet välisõhku nii TSK korstnast väljuvates suitsugaasides kui ka põlevkiviõli eri fraktsioonide käitlemisel.

8 Kokkuvõte

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ teostas Keskkonnainspektsiooni tellimusel Sillamäe linnas ja Vaivara piirkonnas välisõhu kvaliteedi mõõtmisi passiivproovlitega kokku kuus ühenädalast kampaaniat, mille raames mõõdeti välisõhus vesiniksulfiidi, aromaatsete süsivesinike (benseeni, etüülbenseeni, ksüleeni, tolueni) ja lenduvate orgaaniliste ühendite sisaldust. Lisaks teostati kahe liikuva õhulaboriga välisõhu pidevmõõtmisi kokku 110 päeva mõlemas mõõtekohas (kokku 220 mõõtepäeva). Täisautomaatsete õhuanalüsaatoritega mõõdeti vesiniksulfiidi (H₂S) ja alifaatsete süsivesinike (NMHC) kontsentratsioone ning lisaks meteoroloogilisi parameetreid nagu välisõhu temperatuur, õhuniiskus, tuule kiirus, tuule suund. Mõõtmiste eesmärgiks oli tuvastada piirkonna elanike kaebusi esile kutsuva ebameeldiva lõhna võimalikke põhjuseid konkreetsete saasteainete näol ja saasteallikate asukohtasid.

Lõhnahäiringu hindamiseks viidi läbi lõhnahäiringu esinemissageduse hindamine rastermeetodil. Vastav mõõtekampaania kestis aasta aega. Rastermeetodil saadud lõhnahäiringu hindamise tulemustest nähtub, et lõhnaaine esinemisprotsent jääb vaadeldud piirkonnas vahemikku 8 kuni 20%. Vastavalt keskkonnaministri määruse nr 50 „Lõhnaaine esinemise määramise ekspertrühma moodustamise kord, ekspertrühma liikmele esitatavad nõuded, lõhnaaine esinemise määramise kord ja määramiseks kasutatavate meetodite loetelu“ § 7 lg 1 punkt 4 kohaselt loetakse lõhnaaine esinemise osakaal loetakse elanikkonnale soovimatut lõhnataju tekitavaks standardi EVS 888 rastermeetodi kasutamisel, kui positiivsete mõõtmistulemuste osakaal on suurem kui 15%. Sellest lähtuvalt esines kahes mõõtepunktis lõhnaaine esinemise piirväärtuse ületamine.

Samuti mõõdeti erinevate naftaproduktide ja põlevkiviõli laadimisel eralduvate lõhnaainete sisaldust olfaktomeetriliselt ja paralleelselt määrati emissiooniproovides vesiniksulfiidi, lenduvate orgaaniliste ühendite, vesiniksulfiidi, dimetüülsulfiidi ja metüülmerkaptani sisaldused. Väga tugev korrelatsioon esines metüülmerkaptani ja lõhna tugevuse vahel. Nagu ka heitkoguste mõõtmised näitasid, siis kõiguvad vesiniksulfiidi ja muude väävlühendite sisaldused kütuseaurudes küllalt suurtes piirides, samuti on mõõdetud kütuseaurud äärmiselt varieeruva lõhnalävega. Laaditavad kaubad võivad olla väga kõikuva kvaliteediga ja äärmiselt erineva lõhnatasemega, ehk ka samalaadse kauba erinevad partiid on erineva lõhnatasemega ja võivad põhjustada erineva tugevusega välisõhu probleeme.

Emissioonide mõõtetulemuste põhjal võib järeldada, et esines oluline seos NMHC ja lõhnaainete kontsentratsioonide vahel (Joonis 63), kus Pearsoni korrelatsioonikordaja oli 0,596. Teiste saasteainete ja lõhnaainete vaheline seos oli nõrk või puudus (Joonis 64, Joonis 65, Joonis 66).

Reaalsete välisõhu mõõtetulemuste ja modelleerimistulemuste (OSIS2012 baasi põhjal) vahel (Joonis 82 kuni Joonis 91) valitseb nõrk korrelatsioon. Samas vastava perioodi NMHC keskmised tasemed langevad kokku ehk saasteallikate asukohad aruandluses ei pruugi kajastada tegelikke saasteallikaid kuid summaarne heitkogus klapiib. Saasteallikate asukohtade erinevus võib olla tingitud sellest, et lubades ja aruandes kasutatakse sageli saasteallikate rühmitamist mitte ei tooda välja iga eraldi mahutit. OSIS2012 andmete põhjal tehtud arvutused langesid mõõtmistega kokku Sillamäe linnas ehk võib eeldada, et summaarsed NH₃ ja NMHC kogused on aruandluses korrektselt esitatud. Probleemiks on vesiniksulfiid, mida ametlikult ükski piirkonna käitaja välisõhku ei eralda. Eesti Energia Õlitööstuse lähedal tehtud mõõtmised seirejaamaga Konteiner 1 andsid võrreldes OSIS2012 andmete põhjal tehtud hajumisarvutustega väga erinevaid tulemusi ja selles piirkonnas on näha, et aruandluses kajastatud heitkogused on väiksemad kui reaalne heide välisõhku. Emissioonimõõtmiste andmetest on näha, et mõõtmisi viidi läbi Alexela Sillamäe terminalis ja Eesti Energia Õlitööstuses kus mõõdeti põlevkiviõli laadimisel küllalt kõrgeid väävliühendite sisaldusi emissioonigaasides. Ettevõtete keskkonnalubades selliste väävliühendite, eelkõige vesiniksulfiidi, heitkogused puuduvad. Kui lähtuda mõlema ettevõtte põlevkiviõli aastasest laadimiskäibest ja võtta aluseks keskmise maksimaalse töö käigus mõõdetud heitkoguse väljuvates gaasides, siis on nende kahe ettevõtte summaarne vesiniksulfiidi heitkogus hinnanguliselt 0,55 tonni aastas. Seega kogused on tõenäoliselt madalamad kui keskkonnaministri 11.06.2014 määruses nr 20 „Saasteainete heitkogused ja kasutatavate seadmete võimsused, millest alates on nõutav välisõhu saasteluba ja erisaasteluba“ toodud saasteainete heitkogused, millest alates on nõutav välisõhu saasteluba. Välisõhu kvaliteeti ja eelkõige lõhnaäiringu tekitamist silmas pidades tuleks vastava aine põhjustatud välisõhu saastetasemeid siiski hinnata keskkonnalubade aluseks olevates lubatud heitkoguste projektides.

Antud töös teostati emissioonide mõõtmisi kahes ettevõttes, kus käideldakse põlevkiviõli, kuid saadud tulemuste põhjal saab väita, et kõikides põlevkiviõli laadimisprotsesse hõlmavates keskkonnalubades tuleks arvestada vähemalt vesiniksulfiidi heitkogustega.

Kokkuvõtvalt:

- Vastavalt Keskkonnaministri 02.07.2007 a. määrusele nr 50 „Lõhnaaine esinemise määramise ekspertrühma moodustamise kord, ekspertrühma liikmele esitatavad nõuded, lõhnaaine esinemise määramise kord ja määramiseks kasutatavate meetodite loetelu“ kasutades standardit EVS 888 „Lõhnaainete määramine välisõhus välimõõtmiste teel“. Lõhnaainete esinemissageduse hindamisel rastermeetodit kasutades tuvastati lõhnahäiringu esinemine sagedamini kui 15% aasta lõhnatundidest Sillamäe linnas ja Sillamäe linnast lõuna suunas paiknevas piirkonnas.
- Heitkoguste mõõtmise käigus leiti, et laaditava produkti lõhnahäiring on korrelatsioonis üldise lenduvate orgaaniliste ühendite sisaldusega, väga selget seost väävliühendite ja produkti lõhnataseme vahel ei tuvastatud;
- Sillamäe linna ja sadama kontekstis on peamiseks probleemiks lõhnahäiringu esinemine Sillamäe linnas;
- Eesti Energia Õlitööstuse lähistel mõõdeti seirejaamas korduvalt välisõhu saastatuse taseme piirväärtust ületavaid tasemeid;
- Sama produkti erinevad partiid võivad olla äärmiselt erineva lõhnatasemega ja põhjustada ka erinevaid keskkonnaprobleeme ning pelgalt produkti tüübi ei ole võimalik lõhnaaine esinemissagedust piisava täpsusega hinnata;
- Põlevkiviõli laadimisest välisõhku eralduvate saasteainete heitkoguste hindamise kohta eraldi meetodika puudub. Lenduvate orgaaniliste ühendite heitkoguste hindamiseks kasutatakse naftasaaduste heitkoguste hindamiseks ette nähtud meetodikat. Samuti puudub meetodika vesiniksulfiidi ja muude väävliühendite heitkoguste hindamiseks põlevkiviõli laadimisest;
- Pumpamiskiiruse vähendamine on kindlasti üheks võimalikuks meetmeks lõhnaheite intensiivsuse vähendamisel, probleemiks võib sellise meetme korral olla lõhnahäiringu kestuse pikenemine;
- Kuna emissioonimõõtmised ja välisõhu mõõtmised näitavad vesiniksulfiidi esinemist Sillamäe välisõhus, siis tuleks Sillamäe pidevseirejaamas kaaluda täiendavalt vesiniksulfiidi kontsentratsiooni mõõtmist.

9 Kasutatud kirjandus

1. Technology Transfer Network Clearinghouse for Inventories & Emission Factors AP 42, Volume I, Fifth Edition. Chapter 5 - Petroleum Industry, Chapter - 7 Liquid Storage Tanks. US – EPA
2. *Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources. US EPA AP 42, Fifth Edition;*
3. Keskkonnaministri määrus nr 96 „Naftasaaduste laadimisel välisõhku eralduvate lenduvate orgaaniliste ühendite heitkoguste määramismeetodid“
4. Lõhnaaine esinemise määramise ekspertrühma moodustamise kord, ekspertrühma liikmele esitatavad nõuded, lõhnaaine esinemise määramise kord ja määramiseks kasutatavate meetodite loetelu, Keskkonnaministri 02.07.2007 määrus nr 50
5. Kompleksne välisõhu kvaliteedi uuring ja modelleerimine Kiviõli linnas ja emissiooni mõõtmine Kiviõli Keemiatööstuse OÜ põhilistest saasteallikatest, Erik Teinemaa, Marek Maasikmets, Kaisa Kesanurm, Keio Vainumäe, Naima Kabral, Arkadi Ebber. Eesti Keskkonnauuringute Keskus Tallinn 2012