KESKLABOR
Eesti Keskkonnauuringute Keskus

CENTRAL LAB
Estonian Environmental Research Centre

ÕHUKVALITEEDI MÕÕTMISED MUUGA SADAMAS 2011

Tallinn 2012

Kesklabor
Central Lab

Töö nimetus: ÕHUKVALITEEDI MÕÕTMISED MUUGA SADAMAS 2011

Töö autorid Tarmo Pauklin

Juhatuse liige

Erik Teinemaa

Õhukvaliteedi juhtimise osakonna juhataja

Naima Kabral

Aruande koostaja

Töö teostaja:

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ
Marja 4D
Tallinn, 10617
Tel. 6112 900
Fax. 6112 901
info@klab.ee
www.klab.ee

Lepingu nr: Lisa 5

28.03.2006.a. konsultatsioonilepingule nr 1023106

Töö valmimisaeg: 19. Jaanuar 2012

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

SISSEJUHATUS 4

PIIRVÄÄRTUSED 6

MÕÕTESEADMED 8

METEOROLOOGILISED TINGIMUSED MÕÕTEPERIOODIL 10

SAASTETASEMED MUUGA-1 SEIREJAAMAS 2011. AASTAL 12

SAASTETASEMED MUUGA-2 SEIREJAAMAS 2011. AASTAL 16

SAASTEAINETE PÄRITOLU ANALÜÜS 20

ÕHUKVALITEET MUUGAL 27

8.1 Kaebuste analüüs 27

8.2 Saastetasemete analüüs 37

9 KOKKUVÕTE 41

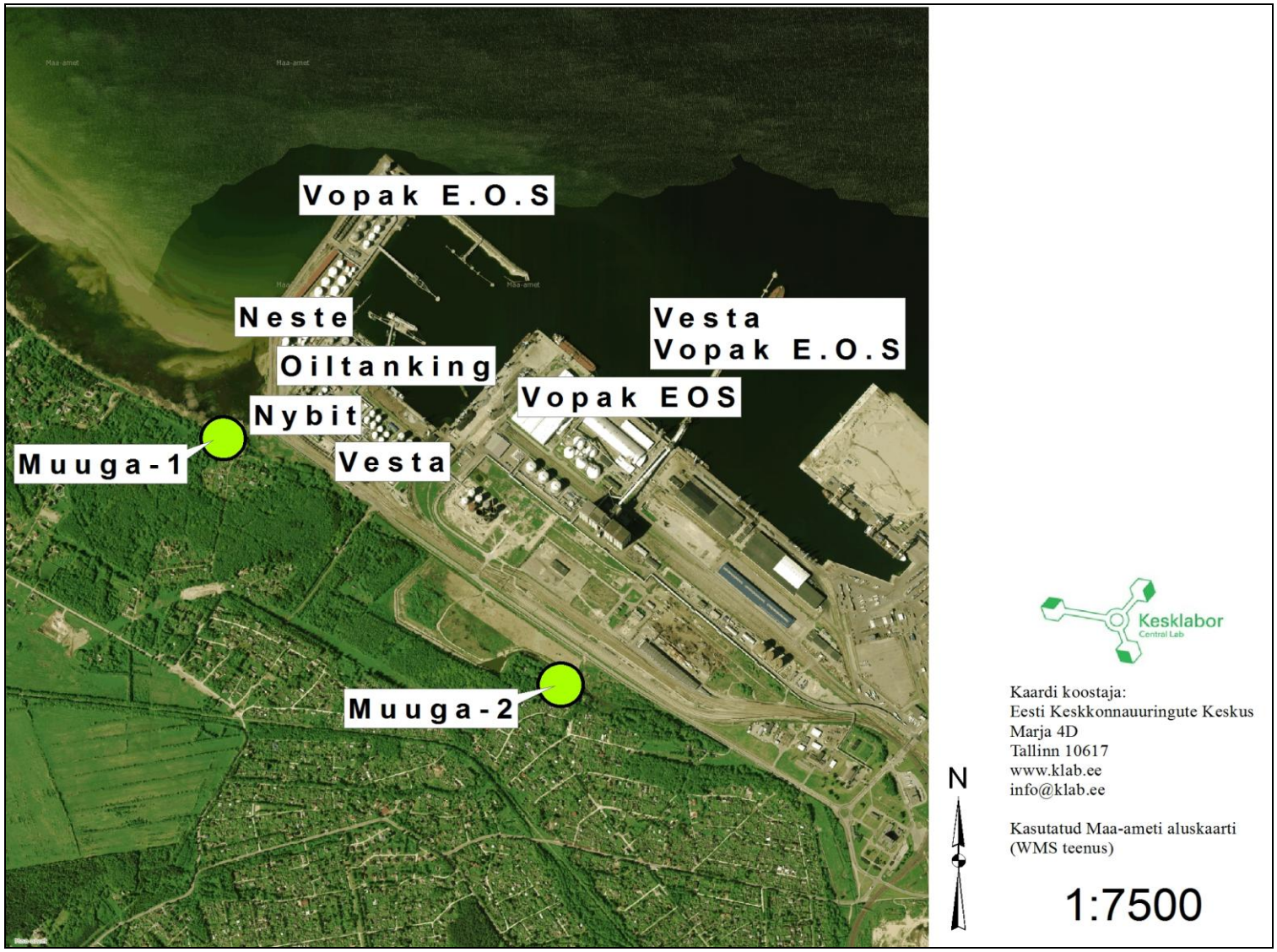
LISA 1 MÕÕTETULEMUSED KUUDE LÕIKES, MUUGA-1 43

LISA 2 MÕÕTETULEMUSED KUUDE LÕIKES, MUUGA-2 46

SISSEJUHATUS

Muuga sadam paikneb Eesti põhjarannikul Muuga lahes Viimsi poolsaarest ida suunas. Sadamas asuvate kütuseterminalide tegevus (naftasaaduste lastimine/lossimine, ladustamine, naftasaaduste transiit) põhjustab piirkonnas välisõhu saastatust mitmesuguste keemiliste ühenditega. Saastetasemete jälgimiseks teostatakse alates 1998. aastast pidevat välisõhu seiret, mille käigus mõõdetakse süsivesinike (alifaatsed süsivesinikud, benseen, tolueen ja ksüleen) kontsentratsioone välisõhus ja meteoroloogilisi parameetreid (tuule suund ja kiirus, välisõhu temperatuur, õhuniiskus). Lisaks nimetatud saasteainete tasemete pidevale jälgimisele alustati Eesti Keskkonnauuringute Keskuse poolt 2007. aasta veebruaris Muuga-1 seirejaamas ning juulis Muuga-2 seirejaamas ka vesiniksulfiidi sisalduse mõõtmist välisõhus, kuna eelnevate aastate pisteliste mõõtmiste tulemused ning Keskkonnainspektsiooni laekunud kaebused näitasid probleemi olemasolu – ebameeldiv lõhn piirkonnas, mille põhjuseks on tõenäoliselt vedelkütuste, eriti masuudi, laadimisel eralduvad redutseeritud väävliühendid. Muuga sadama vahetusse lähedusse on püstitatud kaks õhuseirejaama. Esimene neist avati 1998. aasta lõpus ning paikneb Muuga sadamast edelas kütuseterminalide ja suvilarajooni vahel. Teine avati 2004. aasta alguses ning paikneb sadamasse viiva tee kõrval. Jaamades on täisautomaatsed pidevatoimelised õhuanalüsaatorid, mis töötavad 24 tundi ööpäevas. Muuga-1 seirejaama kõrvale on paigaldatud ka meteomast, mis võimaldab tuule suuna ja kiiruse abil selgitada saaste päritolu. Kütuseterminalide paiknemist seirejaamade suhtes näitab joonis 1.

Aruande eesmärk on anda ülevaade 2011. aastal mõõdetud süsivesinike ja vesiniksulfiidi saastetasemetest Muuga sadamas, võrrelda neid keskkonnaministeeriumi poolt kehtestatud piirnormidega ning lähtuvalt sellest analüüsida Muuga sadama tegevuse osakaalu Keskkonnainspektsioonile esitatud kaebuste põhjustajana.



Joonis 1 Seirejaamad ja naftaprodukte käitlevad ettevõtted Muuga sadamas

PIIRVÄÄRTUSED

Piirväärtused kehtestatakse pidades silmas ühendite ja/või segude ohtlikkust tervisele. Muuga sadama seirejaamades mõõdetavate saasteainete 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 tähtajad*". Piirväärtustest suuremad saasteainete kontsentratsioonid mõjuvad ebasoodsalt inimese tervisele ja ökosüsteemidele. Mõlemad seirejaamad asuvad väljapool Muuga sadama territooriumit, mistõttu lähtutakse mõõtetulemuste hindamisel nimetatud piirväärtustest. Alljärgnevas tabelis on toodud käesoleva töö raames mõõdetud saastekomponentidele kehtestatud maksimaalsed lubatud normid (Tabel 1).

Tabel 1 Välisõhu saastetaseme piirväärtused

Saasteaine	1 h keskmine SPV_1	24 h keskmine SPV_{24}
Alifaatsed süsivesinikud	5 mgC/m^3	2 mgC/m^3
Aromaatsed süsivesinikud	200 µg/m^3	200 µg/m^3
Vesiniksulfiid	8 µg/m^3	8 µg/m^3

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.

Saastetase saasteaine kogus välisõhu ruumalaühikus 293 kelvini juures või sadestis maapinna ühele ruutmeetrile kindla ajavahemiku jooksul.

SPV saasteaine lubatav kogus välisõhu ruumalaühikus.

SPV_1 saastetaseme tunnikeskmine piirväärtus.

SPV_{24} saastetaseme ööpäevakeskmine piirväärtus.

Alifaatsed süsivesinikud – kuuluvad lenduvate orgaaniliste ühendite hulka (LOÜ), mis on suur ainete rühm, kus tehakse vahet metaanil (CH_4) ja mitte-metaansetel süsivesinikel (alifaatsed süsivesinikud, ingliskeelne lühend NMHC); halogeen-süsinikuühenditel (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 kuupmeetris 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 laadimistööde käigus naftasaaduste pinnalt aurustudes. Antud mõõtmiste kontekstis käsitletakse aromaatseid süsivesinikke kui benseeni, tolueeni ja ksüleeni summaarset kontsentratsiooni (BTX).

Vesiniksulfiid- mädamuna lõhnaga värvuseta ja mürgine gaas, millel on madal lõhnalävi, st ebameeldivat haisu on tunda ka väikeste kontsentratsioonide juures. Naftaproduktid sisaldavad erinevaid redutseeritud väävliühendeid (merkaptaanid, vesiniksulfiid), mis laadimise käigus naftatoodete pinnalt välisõhku lenduvad ning piirkonnas ebameeldivat haisu põhjustavad.

MÕÕTESEADMED

Pidevanalüsaatorites kasutatavad detektorid on enamasti optilised (nähtava või sellele lähedase kiirguse neeldumisel või kiirgumisel põhinevad). Optilised meetodid on piisavalt kiired ja töökindlad, et usaldusväärselt ja operatiivselt määrata tunni ja isegi tunduvalt lühema aja keskmisi kontsentratsioone. Mõõtmised toimuvad iga viie minuti järel, mõõtmistulemused salvestatakse mõõtejaamas paiknevasse salvestusseadmesse ja kantakse tunnise intervalliga üle Eesti Keskkonnauuringute Keskuse serverisse.

Vesiniksulfiidi mõõtmine ultraviolet-fluorestsents meetodil toimub põhimõttel, et õhus sisalduv vesiniksulfiid (H_2S) muudetakse analüsaatorisiseselt vääveldioksiidiks (SO_2), õhus algselt sisalduv SO_2 aga eemaldatakse eelnevalt. Seejärel suunatakse mõõdetav õhk läbi ultraviolett-kiirguse, mille toimel SO_2 molekulid ergastuvad ja tõusevad kõrgemale energeetilisele nivoole. Ergastatud molekulid langevad koheselt tagasi madalamale energianivoole, emiteerides seejuures esialgsest erineva lainepikkusega ultraviolet-kiirgust. Emiteerunud kiirguse intensiivsus on lineaarne H_2S sisaldusega õhus. Kiirguse intensiivsus mõõdetakse fotoelemendi abil ja salvestatakse mõõteseadmes.

Alifaatsete süsivesinike mõõtmine leekionisatsioondetektoriga toimub põhimõttel, et mõõdetava õhu voog suunatakse kindla kiirusega läbi leegi, milles põleb puhas vesinik. Põleva leegi potentsiaalide vahe, mida mõõdetakse pidevalt, muutub, kui õhuvoog sisaldab põlevaid komponente, ehk siis alifaatseid süsivesinike. Potentsiaalide vahe muutus on lineaarne alifaatsete süsivesinike sisaldusega õhus, see mõõdetakse ja salvestatakse.

Benseeni, tolueeni ja ksüleeni (BTX) mõõtmine toimub tsükliliselt töötava gaasikromatograafi põhimõttel. Tsükli pikkus on 10 minutit. Mõõdetav õhk suunatakse tsükli jooksul läbi sorbendipadruni, milles seotakse õhus sisalduv benseen, tolueen ja ksüleen. Tsükli lõppedes kuumutatakse kiiresti ja intensiivselt sorbendipadrunit, seotud komponendid aurustuvad hetkeliselt ning suunatakse gaaskromatograafi kolonni, milles toimub nende lahutamine üksteisest. Iga komponent väljub kolonnist kindlal ajal. Mõõtes vastavatel ajahetkedel potentsiaalide vahe fotoionisatsioonidetektori elektroodide vahel, saadakse teada BTX sisaldus õhus.

Alljärgnevates tabelites on nimetatud Muuga-1 ja Muuga-2 seirejaamas kasutatavad mõõteseadmed (Tabel 2, Tabel 3).

Tabel 2 Muuga-1 seirejaamas kasutatavad mõõteseadmed

Mõõdetavad parameetrid	Kasutatav seade
Vesiniksulfiid	ultraviolett-fluorestsents HORIBA APSA – 360 ACE
Alifaatsed süsivesinikud	leekionisatsioondetektor HORIBA APHA - 360
Benseen, tolueen, ksüleenid	HORIBA BTX analüsaator APPA - 350 EM
Tuule suund ja kiirus, õhuniiskus, temperatuur	Thies Clima meteoroloogiline mõõtejaam 980272 koos 10 m teleskoopmastiga

Tabel 3 Muuga-2 seirejaamas kasutatavad mõõteseadmed

Mõõdetavad parameetrid	Kasutatav seade
Vesiniksulfiid	ultraviolett-fluorestsents HORIBA APSA – 360 ACE
Alifaatsed süsivesinikud	leekionisatsioondetektor HORIBA APHA - 360
Benseen, tolueen, ksüleenid	HORIBA BTX analüsaator APPA - 350 EM

METEOROLOOGILISED TINGIMUSED MÕÕTEPERIOODIL

Meteoroloogilisi parameetreid mõõdetakse Muuga-1 seirejaamas. Mõõtmised toimuvad ööpäevaringselt välisõhu temperatuuri, suhtelise õhuniiskuse, tuule suuna ja kiiruse osas. Muuga-2 seirejaamas mõõdetud saastetasemete analüüsimisel lähtutakse Muuga-1 seirejaamast saadud meteoandmetest. Kuna kaks jaama asuvad suhteliselt lähestikku, pole ka temperatuuride, tuule kiiruse ja suuna vahelised erinevused suured. Muuga-1 seirejaamas on tuule kiirused alahinnatud, mistõttu siis kasutatakse tuule suuna ja kiiruse määramiseks samas piirkonnas asuva Coal-1 seirejaama andmeid.

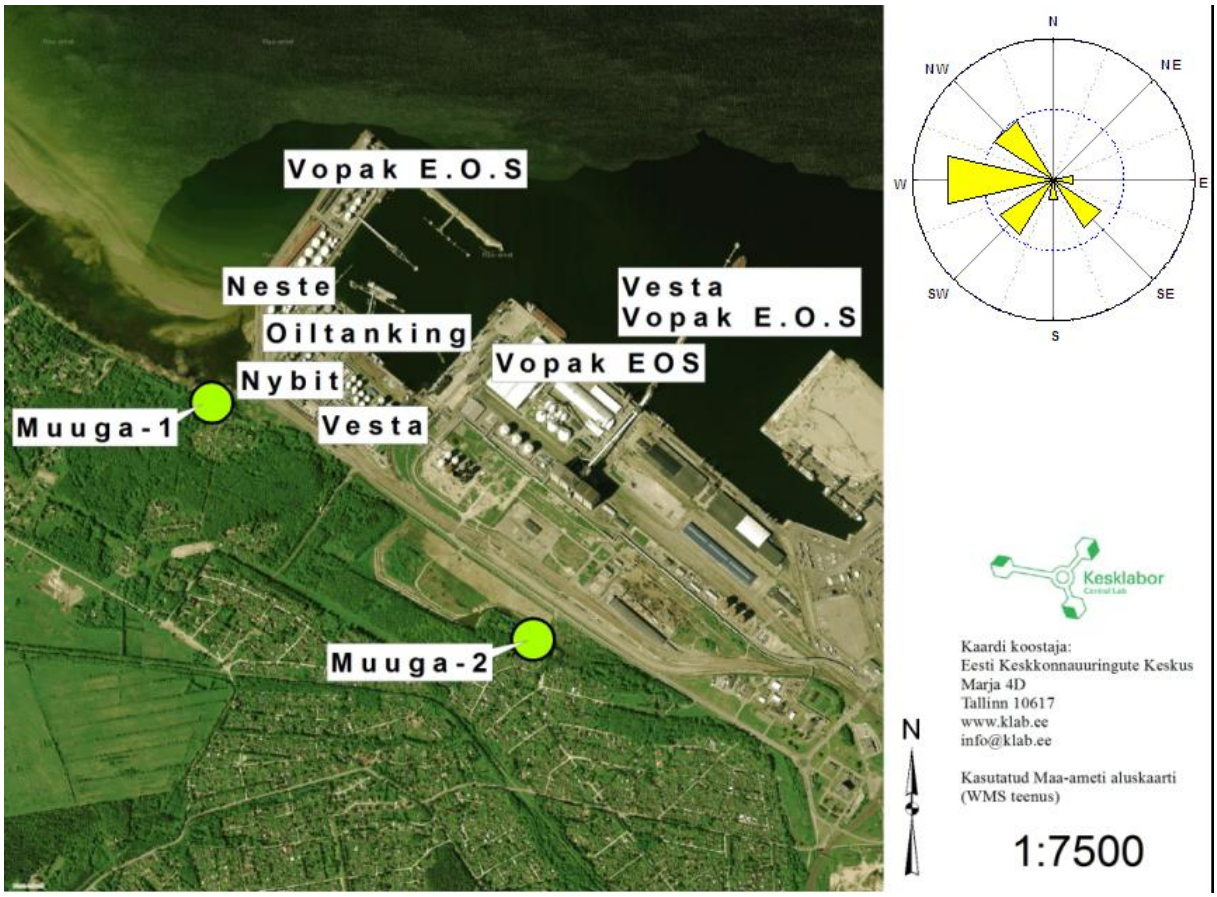
Orgaaniliste ühendite lenduvus sõltub peamiselt välisõhu temperatuurist. Kõrgemate temperatuuride korral on naftasaaduste aurustumine suurem, seetõttu peaks ka saasteainete kontsentratsioonid olema suuremad soojemate ilmadega ja madalamad külmematega, suuremad päevasel ja madalamad öisel ajal. **Keskmine välisõhu temperatuur 2011. aastal oli 7,4 ^{0}C, maksimaalne temperatuur oli 31,7 ^{o}C** (21.07.2011) **ja minimaalne temperatuur –26,1 ^{o}C** (18.02.2011).

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 turbulentseid keeriseid ning seda kiiremini hajub õhusaaste. Oluline saaste hajumist soodustav tegur on päikesekiirgus, mis tekitab aluspinna ebaühtlase soojenemise kaudu vertikaalseid õhuvoolusid ja sellest tulenevalt ka õhurõhu erinevusi, mis omakorda käivitavad õhu horisontaalse liikumise. Seega tekivad kohalikud õhusaaste probleemid peamiselt nõrga tuule korral ja tõusvate õhuvoolude puudumisel. **Keskmine tuule kiirus 2011. aastal oli 1,9 m/s, ulatudes maksimaalselt 12,7 m/s-ni** (28.11.2011, Coal-1)**.**

2011. aastal puhusid valdavalt edela, lääne ja lõuna tuuled (Tabel 4, Joonis 2). Keskmine suhteline õhuniiskus 2011. aastal oli 83 %.

Tabel 4 Tuulte esinemissagedus (%), Coal-1

Tuule suund	(kraadi)	Esinemissagedus %
Põhi (N)	337.5-22.5 °	0,9
Kirre (NE)	22.5-67.5 °	5,7
Ida (E)	67.5-112.5 °	16,0
Kagu (SE)	112.5-157.5 °	5,7
Lõuna (S)	157.5-202.5 °	18,3
Edel (SW)	202.5-247.5 °	30,9
Lääs (W)	247.5-292.5 °	19,8
Loe (NW)	292.5-337.5 °	2,6

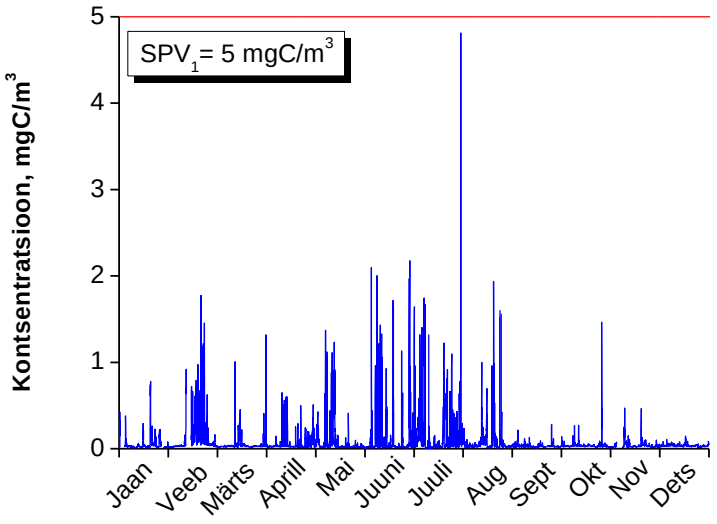


Joonis 2 Tuulteroos, 2011, Coal-1

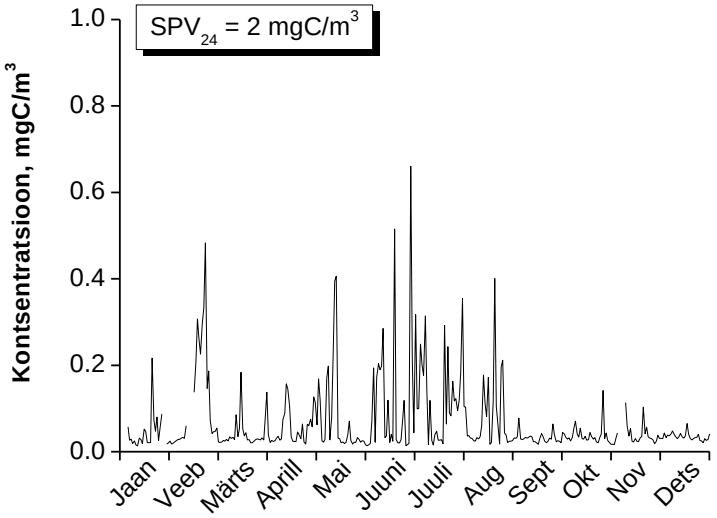
SAASTETASEMED MUUGA-1 SEIREJAAMAS 2011. AASTAL

Muuga-1 seirejaam asub sadama territooriumist edelas aianduskrundi vahetus naabruses. Seirejaamast kirdes paiknevad Vopak E.O.S, Neste Eesti AS-le, Nybitile ja Oiltankingule kuuluvad kütuseterminalid, kaugemal ka Vopak E.O.S ja Vesta terminali käsutuses olevad kaid. Ida suunda jääb Vesta terminali territoorium (Joonis 1). Mõõteseadmete töös esines aasta jooksul mõningaid lühiajalisi katkestusi.

Alifaatsete süsivesinike maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon mõõdeti 31. juulil kell 11:00 **4,8 mgC/m^3** (0,96 SPV_1), puhus ida tuul (83 kraadi) kiirusega 1,1 m/s, välisõhu temperatuur oli 18,1 ^oC (Joonis 3). Maksimaalne ööpäevakeskmine kontsentratsioon mõõdeti 29. juunil **0,7 mgC/m^3** (Joonis 4). Aasta keskmine alifaatsete süsivesinike kontsentratsioon oli **0,07 mgC/m^3**. Alifaatsete süsivesinike sisaldus välisõhus oli kogu mõõteperioodi vältel vastavatest piirväärtustest madalam. Võrreldes 2010 aastaga jäid 2011. aastal mõõdetud maksimaalne tunnikeskmine ja aasta keskmine kontsentratsioon samale tasemele, ööpäevakeskmine alifaatsete süsivesinike sisaldus vähenes poole võrra. 2010. aasta maksimaalne tunni, ööpäeva ja aasta keskmine kontsentratsioon oli vastavalt 4,7 mgC/m^3 , 1,6 mgC/m^3 ja 0,07 mgC/m^3.

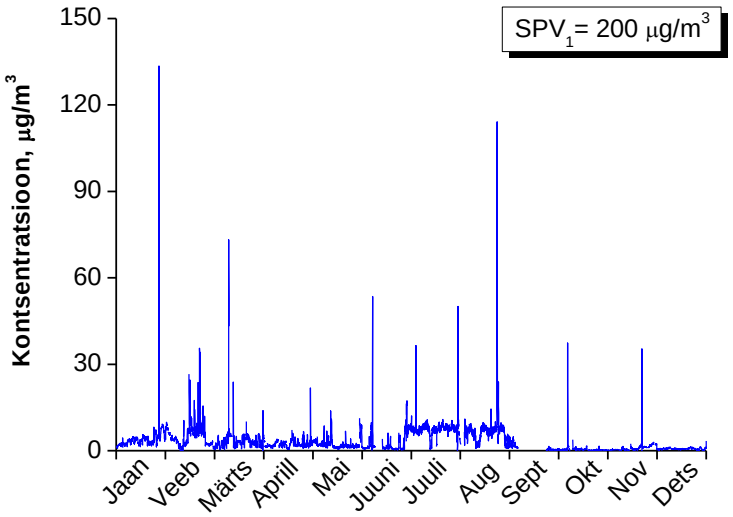


Joonis 3 Alifaatsete süsivesinike 1 h keskmised kontsentratsioonid, Muuga-1

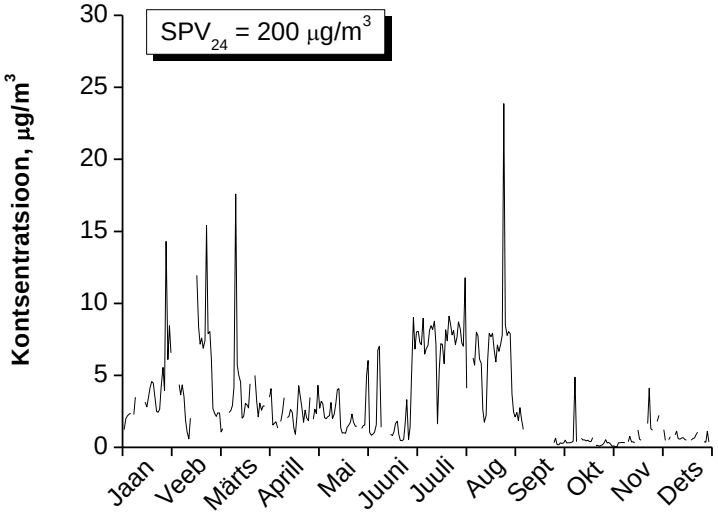


Joonis 4 Alifaatsete süsivesinike 24 h keskmised kontsentratsioonid, Muuga-1

Aromaatsete süsivesinike maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon mõõdeti 27. jaanuaril kell 12:00 **133,5 µg/m³** (0.668 SPV_1), puhus lõuna tuul (199 kraadi) kiirusega 1,9 m/s, välisõhu temperatuur oli –10,5 °C (Joonis 5). Maksimaalne ööpäevakeskmine kontsentratsioon mõõdeti 24. augustil **23,9 µg/m³** (Joonis 6). Aasta keskmine aromaatsete süsivesinike kontsentratsioon oli **3,2 µg/m³**. Aromaatsete süsivesinike sisaldus välisõhus oli kogu mõõteperioodi vältel vastavatest piirväärtustest madalam. Võrreldes 2010. aastaga oli aromaatsete süsivesinike sisaldus 2011. aastal välisõhus madalam, kusjuures ööpäevakeskmine ja aasta keskmine kontsentratsioon vähenes kahekordselt. 2010. aasta maksimaalne tunni, ööpäeva ja aasta keskmine kontsentratsioon oli vastavalt 129 µg/m³, 53,1 µg/m³ ja 8,1 µg/m³. Aromaatsetest süsivesinikest eraldi on aastakeskmine piirnorm kehtestatud benseenile 5 µg/m³, millest 2011. aasta keskmine benseeni kontsentratsioon ~8 korda madalamaks jäi, olles vastavalt 0,6 µg/m³.



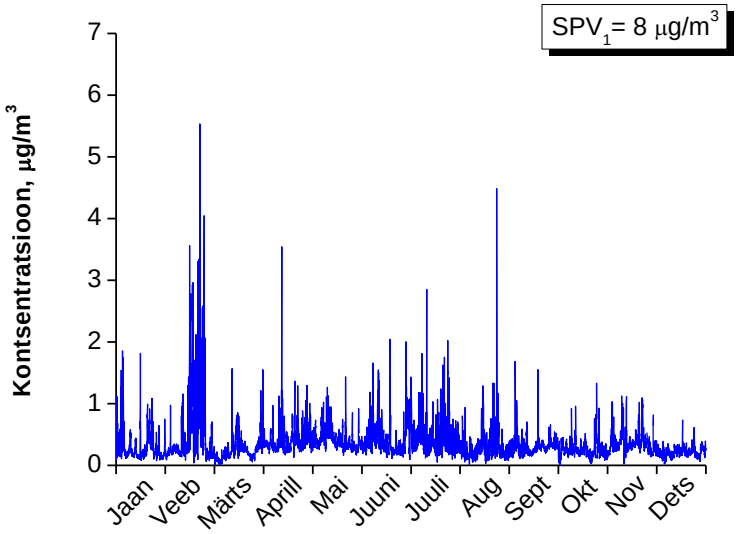
Joonis 5 Aromaatsete süsivesinike 1h keskmised kontsentratsioonid,Muuga-1



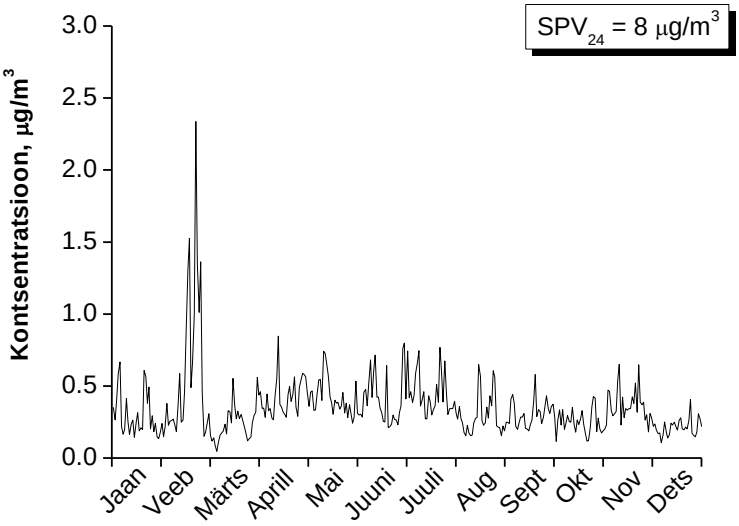
Joonis 6 Aromaatsete süsivesinike 24 h keskmised kontsentratsioonid, Muuga-1

Vesiniksulfiidi maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon mõõdeti 21. veebruaril kell 20:00 **5,5 µg/m³** (0.688 SPV_1), puhus ida tuul (62 kraadi) kiirusega 1,5 m/s, välisõhu temperatuur oli –14,3 °C (Joonis 7). Maksimaalne ööpäevakeskmine kontsentratsioon mõõdeti samuti 21. veebruaril **2,3 µg/m³** (Joonis 8). Aasta keskmine vesiniksulfiidi kontsentratsioon oli **0,35 µg/m³**. Vesiniksulfiidi maksimaalsed tunnikeskmised ja ööpäeva keskmised kontsentratsioonid olid 2011. aastal võrreldes 2010. aastaga kõrgemad, kuid aasta keskmine kontsentratsioon jäi eelmise aastaga võrreldes

madalamaks. 2010. aasta maksimaalne tunni, ööpäeva ja aasta keskmine kontsentratsioon oli vastavalt 5,0 µg/m^3, 1,3 µg/m^3 ja 0,5 µg/m^3. Neljal viimasel aastal (2008-2011) pole mõõdetud ühtegi piirnormi ületavat vesiniksulfiidi kontsentratsiooni, võrdluseks 2007. aastal registreeriti 6 tunnikeskmist piirväärtust ületanud vesiniksulfiidi kontsentratsiooni (maksimaalne 12,8 µg/m^3).



Joonis 7 Vesiniksulfiidi 1h keskmised kontsentratsioonid, Muuga-1

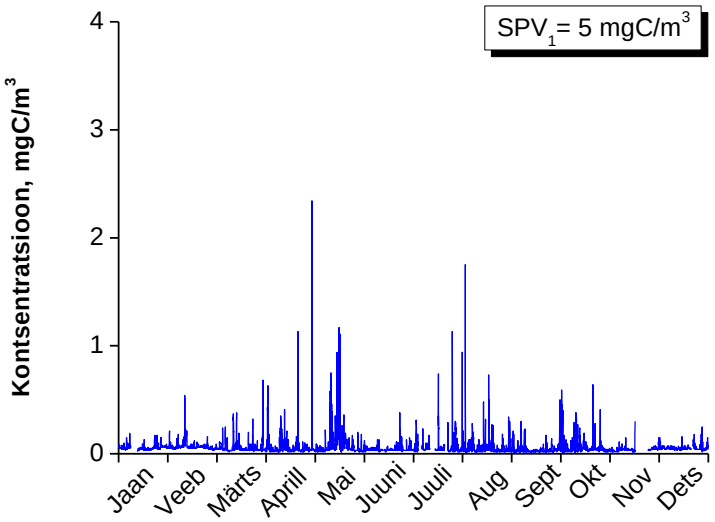


Joonis 8 Vesiniksulfiidi 24 h keskmised kontsentratsioonid, Muuga-1

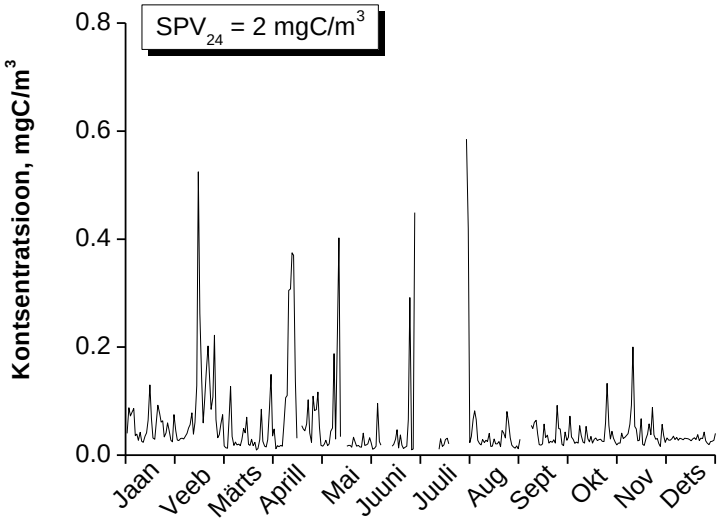
SAASTETASEMED MUUGA-2 SEIREJAAMAS 2011. AASTAL

Muuga-2 seirejaama asukohta muudeti 2007. aasta detsembri alguses, sadama keskosast tõsteti jaam ümber sadamasse viiva sissepääsutee kõrvale. Seirejaamast loodesse jäävad Muuga sadamas asuvad kütuseterminalid: Vopak E.O.S, Vesta terminal, Nybit, Neste Eesti, Oiltanking Tallinn, põhja poole jäävad Vopak E.O.S ja Vesta terminali käsutuses olevad kaid (Joonis 1). Saasteainete mõõteseadmete töös esines aasta jooksul mõningaid lühiajalisi katkestusi.

Alifaatsete süsivesinike maksimaalne tunni keskmine kontsentratsioon mõõdeti 30. juulil kell 24:00 **4,2 mgC/m^3** (0,84 SPV_1), puhus kagu tuul (117 kraadi) kiirusega 0,9 m/s, välisõhu temperatuur oli 17,3 ^{o}C (Joonis 9). Maksimaalne ööpäevakeskmine kontsentratsioon mõõdeti samuti 30. juulil **0,6 mgC/m^3** (Joonis 10). Aasta keskmine alifaatsete süsivesinike kontsentratsioon oli **0,05 mgC/m^3**. Alifaatsete süsivesinike sisaldus välisõhus oli kogu mõõteperioodi vältel vastavatest piirväärtustest madalam. Võrreldes 2010. aastaga suurenes 2011. aastal alifaatsete süsivesinike maksimaalne tunni keskmine ja ööpäeva keskmine kontsentratsioon, samas kui aasta keskmine sisaldus jäi samale tasemele. 2010. aasta maksimaalne tunni, ööpäeva ja aasta keskmine kontsentratsioon oli vastavalt 2,3 mgC/m^3, 0,4 mgC/m^3 ja 0,06 mgC/m^3.

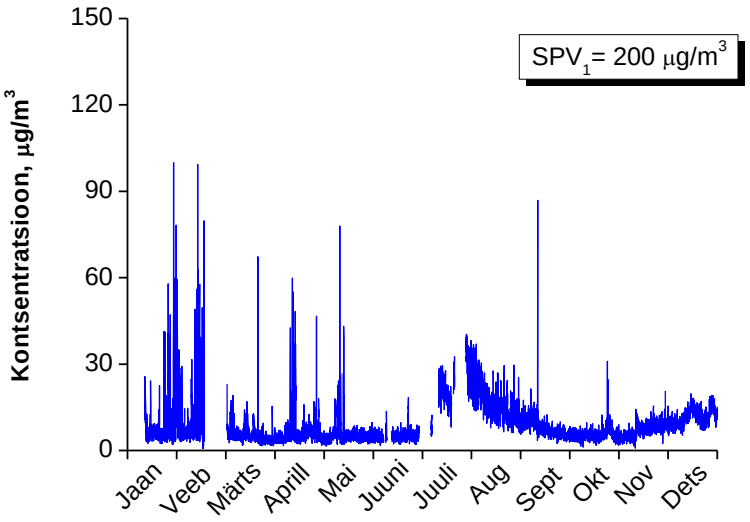


Joonis 9 Alifaatsete süsivesinike 1 h keskmised kontsentratsioonid, Muuga-2

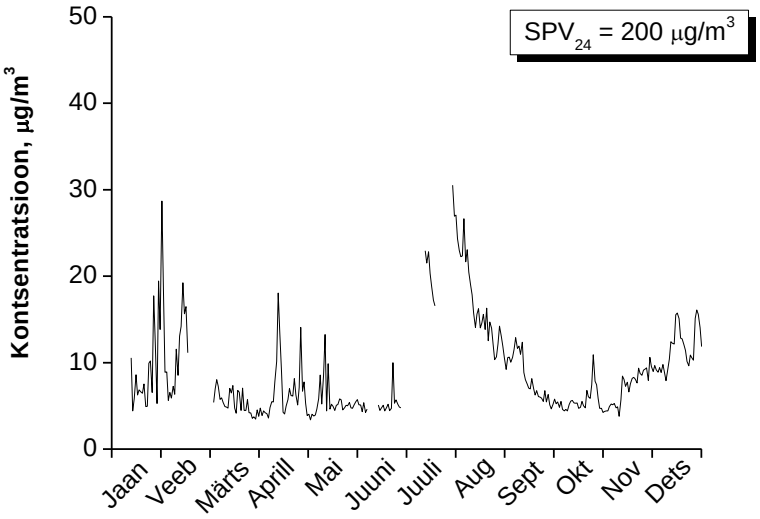


Joonis 10 Alifaatsete süsivesinike 24 h keskmised kontsentratsioonid, Muuga-2

Aromaatsete süsivesinike maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon mõõdeti 29. jaanuaril kell 12:00 **99,9 µg/m³** (0.4995 SPV_1), puhus edela tuul (229 kraadi) kiirusega 6,6 m/s, välisõhu temperatuur oli 0,9 °C (Joonis 11)**.** Maksimaalne ööpäevakeskmine kontsentratsioon mõõdeti 30. juulil **30,5 µg/m³** (Joonis 12). Aasta keskmine aromaatsete süsivesinike kontsentratsioon oli **8,9 µg/m³**. Aromaatsete süsivesinike sisaldus välisõhus oli kogu mõõteperioodi vältel vastavatest piirväärtustest madalam. 2010. aasta maksimaalne tunni, ööpäeva ja aasta keskmine kontsentratsioon oli vastavalt 190 µg/m³, 54,5 µg/m³ ja 5,6 µg/m³. Aromaatsetest süsivesinikest eraldi on aastakeskmine piirnorm kehtestatud benseenile 5 µg/m³, millest 2011. aasta keskmine benseeni kontsentratsioon 5 korda madalamaks jäi, olles vastavalt 1,0 µg/m³.



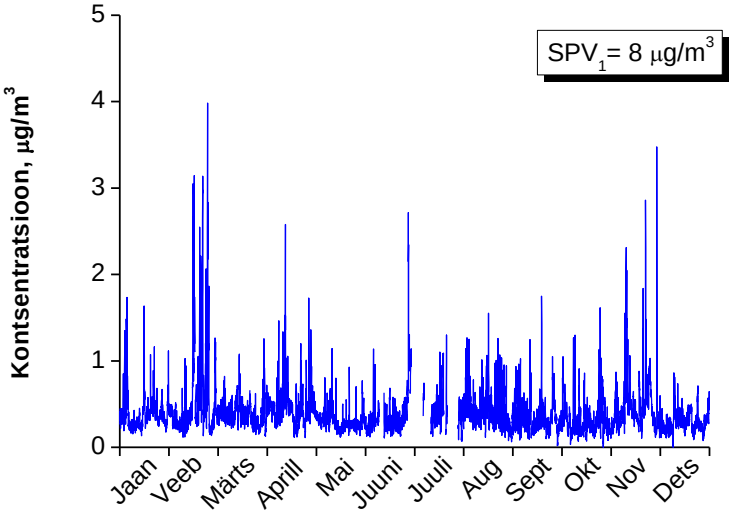
Joonis 11 Aromaatsete süsivesinike 1h keskmised kontsentratsioonid, Muuga-2



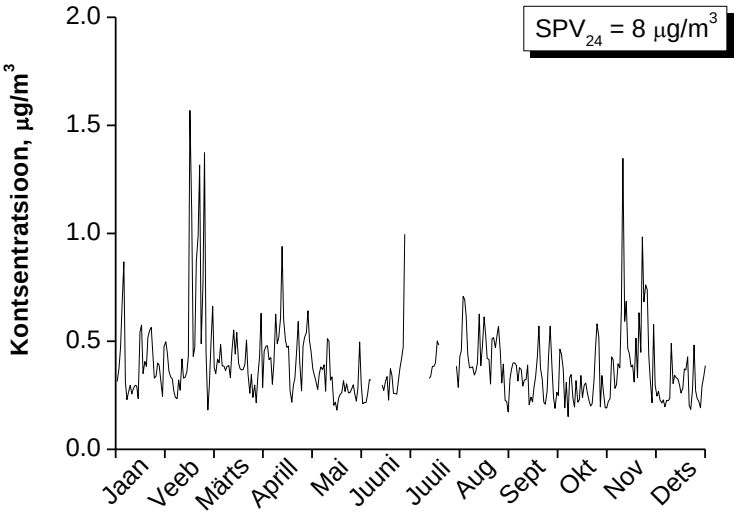
Joonis 12 Aromaatsete süsivesinike 24 h keskmised kontsentratsioonid, Muuga-2

Vesiniksulfiidi maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon mõõdeti 24. veebruaril kell 07:00 **4,0 µg/m³** (0,50 SPV_1), puhus tuul kiirusega <0,5 m/s, tuule suund ei ole määratav, välisõhu temperatuur oli –23,5 °C (Joonis 13)**.** Maksimaalne ööpäevakeskmine kontsentratsioon mõõdeti 15. veebruaril **1,6 µg/m³** (Joonis 14). Aasta keskmine vesiniksulfiidi kontsentratsioon oli **0,4 µg/m³**. Võrreldes 2010. aastaga oli vesiniksulfiidi maksimaalne tunni keskmine kontsentratsioon 2011. aastal mõnevõrra madalam ja ööpäeva keskmine kontsentratsioon samal tasemel, samas ka aasta keskmine sisaldus

pisut vähenes. 2010. aasta maksimaalne tunni, ööpäeva ja aasta keskmine kontsentratsioon oli vastavalt 4,5 µg/m^3, 1,5 µg/m^3 ja 0,6 µg/m^3. Nelja viimase aasta (2008-2011) jooksul pole mõõdetud ühtegi piirnormi ületavat vesiniksulfiidi kontsentratsiooni, võrdluseks 2007. aastal registreeriti 13 tunnikeskmist piirväärtust ületanud vesiniksulfiidi kontsentratsiooni (maksimaalne 36 µg/m^3).



Joonis 13 Vesiniksulfiidi 1h keskmised kontsentratsioonid, Muuga-2



Joonis 14 Vesiniksulfiidi 24 h keskmised kontsentratsioonid, Muuga-2

SAASTEAINETE PÄRITOLU ANALÜÜS

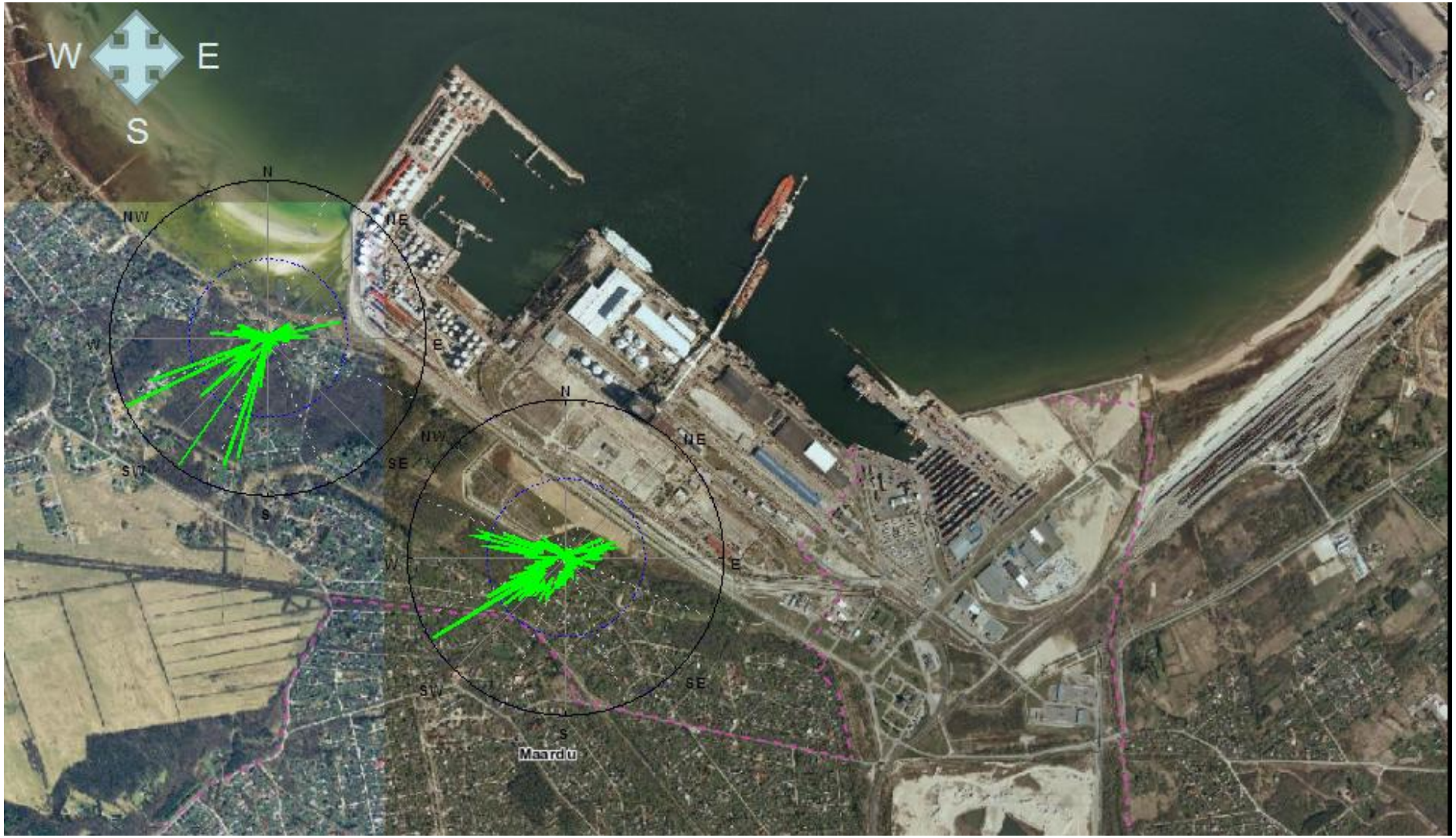
Saasteallikate tuvastamiseks kasutatud kontsentratsiooniroos iseloomustab maksimaalsete kontsentratsioonide päritolu. Kontsentratsiooniroosi aluseks on maksimaalsed kontsentratsioonid selekteerituna tuule suundade järgi. Lisaks kontsentratsiooniroosile arvestatakse ka summeeritud saastevoogu, mis annab infot, kust pärineb koguseliselt suurem osa seirejaamas mõõdetud saastest. Summeeritud saastevoo arvutamise aluseks on tuule kiiruse ja tunnikeskmiste kontsentratsioonide korrutis (saastevoog), mis on summeeritud tuule suundade järgi. Alljärgnevatel joonistel on näidatud süsivesinike ja vesiniksulfiidi kontsentratsiooniroosid ning summeeritud saastevood.

Mõlemas jaamas mõõdeti nii süsivesinike kui vesiniksulfiidi maksimaalsed kontsentratsioonid ida või edela tuulte esinemisel, viidates lisaks Muuga sadama kütuseterminalide tööle ka Maardus asuvate terminalide mõjule välisõhu kvaliteedile. Enim on lõuna, lääne ja edela pool asuvatest terminalidest emiteeruvate saasteainete osakaal täheldatav aromaatsete süsivesinike ja vesiniksulfiidi puhul (Joonis 15, Joonis 16, Joonis 17).

Muuga-1 ja Muuga-2 seirejaamas mõõdetud aromaatsete süsivesinike kontsentratsioonide ja summaarse saastevoo graafikud on oma olemuselt küllalt sarnased, näidates saasteainete pärinemist samadest suundadest – valdavalt lõuna ja läänekaartest, erinev on neist suundadest pärit saaste osakaal kogusaastest (Joonis 18, Joonis 19, Joonis 20).

1. Alifaatsed süsivesikud: Muuga-1 **36,1 mgC/m^2*s** ja Muuga-2 **13,0 mgC/m^2*s**
2. Aromaatsed süsivesikud: Muuga-1 **689 µg/m^2*s** ja Muuga-2 **1401 µg/m^2*s**
3. Vesiniksulfiid: Muuga-1 **60,4 µg/m^2*s** ja Muuga-2 **76,6 µg/m^2*s**

Joonis 15 Alifaatsete süsivesinike kontsentratsiooniroos Muuga-1 ja Muuga-2 seirejaamas



Joonis 16 Aromaatsete süsivesinike kontsentratsiooniroos Muuga-1 ja Muuga-2 seirejaamas

Joonis 17 Vesiniksulfiidi kontsentratsiooniroos Muuga-1 ja Muuga-2 seirejaamas

Joonis 18 Alifaatsete süsivesinike summaarne saastevoog Muuga-1 ja Muuga-2 seirejaamas

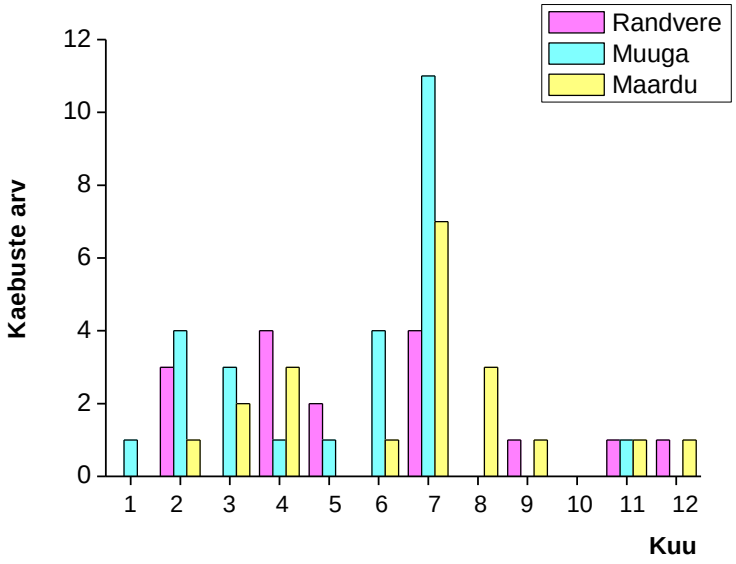
Joonis 19 Aromaatsete süsivesinike summaarne saastevoog Muuga-1 ja Muuga-2 seirejaamas

Joonis 20 Vesiniksulfiidi summaarne saastevoog Muuga-1 ja Muuga-2 seirejaamas

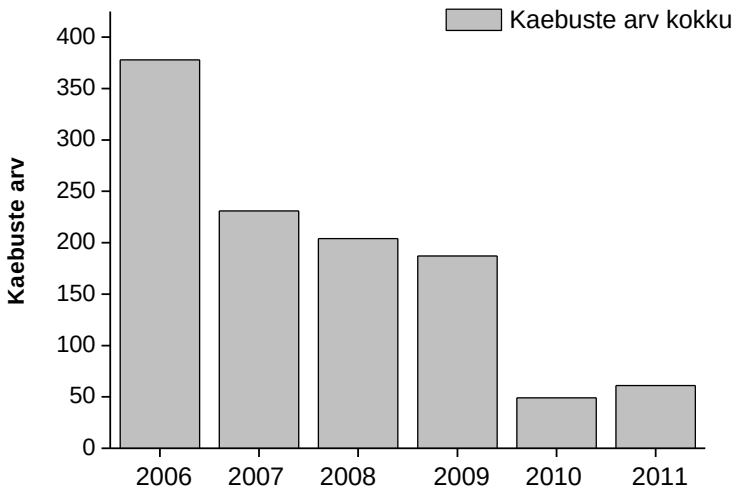
ÕHUKVALITEET MUUGAL

8.1 Kaebuste analüüs

Kokku oli välisõhu kvaliteeti puudutavaid kaebusi 2011. aastal Keskkonnainspektsioonile esitatud 61, kusjuures ainult kaks olid seotud kõrge tolmu sisaldusega õhus, ülejäänud kaebused esitati seoses ebameeldiva lõhnaga piirkonnas. Käesolevas töös käsitletakse ainult lõhna puudutavaid kaebusi. Kaebustest 15 esitati Randvere, 26 Muuga ja 20 Maardu piirkonnast. Jaanuaris registreeriti 1, veebruaris 8, märtsis 5, aprillis 8, mais 3, juunis 5, juulis 22, augustis 3, septembris 2, novembris 3 ja detsembris 1 kaebust. Oktoobris kaebusi ei esitatud. Kõige rohkem esitati kaebuseid 8. juulil (kell 22.21 kuni kell 23.36) ja 26. juulil (kell 9.32 kuni kell 10.31 ja kell 20.02), mõlemal päeval kokku neljal korral. Kaebuste arv kuude ja piirkondade lõikes on välja toodud joonisel 21. Võrreldes eelnevate aastatega on kaebuste koguarv kordades vähenenud, kuid võrreldes 2010. aastaga on esitatud rohkem kaebuseid. Kui KKI andmetel helistati numbrile 1313 ebameeldiva lõhna tõttu 2006 aastal 378., 2007 aastal (oktoobri seisuga) 231., 2008. aastal (oktoobri seisuga) 204. ja 2009. aastal 187. korral, siis 2010. aastal oli kõnesid vaid 49 ja 2011. aastal 61 (Joonis 22).



Joonis 21 Kaebuste arv kuude ja piirkondade lõikes, 2011



Joonis 22 Kaebuste arv aastate lõikes

Kellaajaliselt varieerusid kaebused kõikides piirkondades. Keskkonnainspektsioonile kurdeti halba lõhna nii hommikupoolikuti, päeval, õhtul kui ka öösel. Kindlat seaduspärasust või trendi kaebuste esitamise aegade vahel ei täheldatud. Olenemata tuule suunast esitati enamus kaebusi ajal, mil tuule kiirused olid valdavalt madalamad kui 0,5 m/s, st valitses tuulevaikus, mis soodustab saasteainete kogunemist ning halvendab saaste hajumistingimusi, või puhus nõrk tuul kiirusega maksimaalselt 2 m/s. Ebameeldiva lõhna põhjuseks piirkonnas on tõenäoliselt vedelkütuste, eriti masuudi, laadimisel eralduvad redutseeritud väävliühendid, kuna mõõtmistulemused on näidanud kaebuste esitamisele eelnenud hetkedel kõrgenenud kontsentratsioone just vesiniksulfiidi osas mitte alifaatsete või aromaatsete süsivesinike puhul. Kaebuste põhjusena toodi 27. korral välja nafta/masuudi/kütuse haisu, mis tuleb Muuga sadama poolt ja 16. korral prügihaisu (eriti just Maardu piirkonnas), ülejäänud juhtudel kurdeti piirkonnas leviva halva haisu üle ilma et oleks konkreetset põhjust välja toodud (nii Maardu, Muuga kui ka Randvere piirkonnas). Tabelites 5, 6 ja 7 on välja toodud kellaajaliselt kuupäeva järgi Maardu, Muuga ja Randvere piirkondades esitatud kaebused, võrdlevalt on juurde võetud piirkonnas asuvates seirejaamades mõõdetud tuule kiirused, -suunad, temperatuurid, vesiniksulfiidi, alifaatsete süsivesinike ja aromaatsete süsivesinike kontsentratsioonid kaebuse esitamisele eelneval hetkel. Kuna alifaatsete ja aromaatsete süsivesinike kontsentratsioonid on kehtivatest piirnormidest oluliselt madalamal tasemel, on rohkem pööratud tähelepanu vesiniksulfiidile.

Maardu asub Muuga sadamast kagu suunas (Joonis 23), mistõttu oleks Muuga sadamas toimuvate laadimistööde käigus välisõhku emiteeruvate saasteainete tõttu ebameeldivat ja ärritavat lõhna tunda loode ja põhja tuulte korral. Vaadeldud ajavahemikus ei mõõdetud ühelgi juhul kaebustele eelneval hetkel Coal-1 seirejaama andmete põhjal loode või põhja tuult. Ühel korral mõõdeti Muuga-2 seirejaamas võrreldes ülejäänud perioodiga kõrgenenud vesiniksulfiidi kontsentratsioon (15. veebruaril kell 6 oli H_2S tase 1,29 µg/m^3), samas valitses tuulevaikus, mistõttu ei ole Maardus samal ajal esinenud kaebuse põhjuseks Muuga sadama töö käigus emiteeruv vesiniksulfiid. Kaebuse põhjuseks võis olla ilmselt Maardus paiknevate erinevate naftasaaduste käitlemisega tegelevate terminaalide töö, sest Termoili ja Trendgate seirejaamades mõõdetud vesiniksulfiidi kontsentratsioonideks saadi vaadeldud ajahetkel vastavalt 2,43 µg/m^{3}ja 1,65 µg/m^3. Ülejäänud juhtudel olid Maardus esitatud kaebuste ajal vesiniksulfiidi tasemed Muuga sadama vahetus läheduses madalamad, valdavalt <1 µg/m^3. Ühtlasi puhus kaebuste esitamisele eelnevatel hetkedel valdavalt nõrk ida ja kirde tuul, mõnel korral ka lääne, kagu ja edela tuul, mis viitab pigem Maardus paiknevate erinevate naftasaaduste käitlemisega tegelevate terminalide, nagu Trendgate, Termoil, Maardu Terminal, Kroodi Terminal, tööle. Kuna naftasaadusi laaditakse läbi ööpäeva, siis sellest põhjustatult ka kaebuste esitamise kellaajaline varieeruvus (Tabel 5).

Joonis 23 Muuga, Maardu ja Randvere asukohaplaan

Muuga elamupiirkond asub sadamast lõuna suunas (Joonis 23). Tabelist 6 nähtub, et 2011. aastal on Muugal esitatud kaebused nõrkade kirde ja ida tuulte korral. Tuulevaikus, st tuule kiirus on väiksem kui 0,50 m/s, valitses üheteistkümnel juhul, mis tähendab, et on võimalik, et Muuga sadamast pärit saasteained kontsentreerusid õhku ning põhjustasid ebameeldivat lõhna, kuna Muuga sadam asub Muuga elamupiirkonna vahetus läheduses. 21. veebruaril mõõdeti Muuga-1 ja Muuga-2 seirejaamas vesiniksulfiidi tunnikeskmiseks kontsentratsiooniks vastavalt 1,87 µg/m^3 ja 3,14 µg/m^3, mis võib ebameeldivat lõhna põhjustada, sest puhus kirde tuul kiirusega 0,06 m/s, seega oli tuulevaikus. Samal ajal (21. veebruaril) mõõdeti kõrgemad H_2S kontsentratsioonid ka Termoili ja Trendgate seirejaamades (vastavalt 3,37 µg/m^3 ja 2,28 µg/m^3). 23. veebruaril kell 9 mõõdeti seirejaamades vesiniksulfiidi sisalduseks välisõhus Muuga-1 2,54 µg/m^3 ja Muuga-2 1,99 µg/m^3, tuul puhus idast kiirusega 0,11 m/s, mistõttu on tõenäoliseks halva välisõhu kvaliteedi põhjuseks Muuga sadama kütusterminalide tegevus, ehkki ka Maardus mõõdeti samal ajal kõrgemad H_2S tasemed välisõhus. Ülejäänud juhtudel jõudsid saasteained Muugani pigem põhja, lõuna ja ida pool asuvatest

saasteallikatest, mida kinnitavad ka kaebustele eelneval hetkel puhunud tuule suunad ja Maardus paiknevate terminalide poolt välisõhku emiteeruvate saasteainete kontrollimiseks paigaldatud seirejaamade andmed. Nimelt mõõdeti kaebustele eelnenud hetkedel Termoli ja Trendgate terminalides kõrgenenud vesiniksulfiidi kontsentratsioonid, kõikidel juhtudel puhus ka nõrk tuul, mis soodustas saasteainete kandumist Muugani. Summaarse saastevoo graafikud näitavad, et koguseliselt on enim saastet pärit edela poolt, maksimaalsete kontsentratsioonide analüüsist aga nähtub, et kõrgenenud aromaatsete süsivesinike ja vesiniksulfiidi tasemed on mõõdetud ka lõuna ja ida kaarte tuulte esinemisel (Tabel 6).

Randvere asub Muuga sadamast lääne-loode suunas (Joonis 23). Kaebustele eelnenud hetkedel on 15. kaebusest kuuel juhul valitsenud tuulevaikus, mistõttu pole tuule suund täpselt määratav, aga eeldatavalt on tegemist siiski Muuga sadamast pärit saasteainete kontsentreerumisega välisõhus, mida kinnitavad ka nt 23. veebruaril Muuga seirejaamades mõõdetud vesiniksulfiidi kontsentratsioonid, milleks on Muuga-1 2,54 µg/m^3 ja Muuga-2 1,99 µg/m^3. Viiel korral puhus idakaarte tuul maksimaalselt 1,34 m/s, viidates saasteainete pärinemisele Muuga kütuseterminalidest. Madalamad vesiniksulfiidi tasemed seirejaamades näitavad, et ida tuul kannab saasteaineid seirejaamadest eemale, mitte selle suunas, mistõttu on Randveres samal hetkel H_2S tegelik kontsentratsioon õhus kõrgem, ulatudes tõenäoliselt 1,50 µg/m^3 piirimaile, millest tingitult ka kaebused esitati. Lõunakaarte tuulte esinemisel võib teatud juhul olla tegemist ka Maardust pärit saastega, kuna kaebustele eelnenud hetkedel mõõdeti Termoili ja Trandgate jaamades mitme tunni vältel kõrgenenud vesiniksulfiidi tasemed, kusjuures ka tuule kiirused olid sel ajal suuremad, mistõttu on võimalik saaste kandumine ka Maardust ja Muugast kaugemale Randveresse (Tabel 7).

Kokkuvõtvalt: Vesiniksulfiidi välisõhu saastetaseme piirnormid on järgmised: $SPV_1 = SPV_{24} = 8$ µg/m^3. Kuna H_2S on madala lõhnalävega keemiline ühend, siis võib ebameeldivat lõhna tajuda juba 1,50 µg/m^3 juures. Muuga sadama seirejaamade põhjal võib öelda, et vesiniksulfiidi tunnikeskmised kontsentratsioonid jäävad valdavalt madalamaks kui 1,50 µg/m^3, mis tähendab, et arvestades küllalt nõrka tuule kiirust võib ebameeldivat lõhnaaistingut pigem tunda Muuga sadama lähedastes piirkondades, st Randveres ja Muugal. Küll aga oli täheldatav seos kaebuste, kaebustele eelnenud hetkedel lõunakaartetuulte esinemise ning Maardu seirejaamades mõõdetud kõrgenenud vesiniksulfiidi saastetasemete vahel, mistõttu on ka Maardust Muugale ja Randveresse soodsatel ilmastikutingimustel kanduva saaste osakaal kaebuste esitamisel arvestatav.

Tabel 5 Kaebused Maardus

Kuupäev	*Kellaaeg*	Tuule suund	Tuule kiirus, m/s	*Temp*	H2S Muuga-1 µg/m^3	H2S Muuga-2 µg/m^3	H2S Termoil µg/m^3	*H2S* Trendgate µg/m^3	Alif. Süsiv. Muuga-1	Alif. Süsiv. Muuga-2	Alif. Süsiv. Termoil	Arom. Süsiv. Muuga-1	Arom. Süsiv. Muuga-2
15.02.2011	06:25:00	Kagu	0,04	-23,6	0,48	1,29	**2,43**	**1,65**	0,05	0,28	-	7,86	20,18
16.03.2011	07:25:00	Ida	0,12	-9,6	0,54	0,65	**3,04**	0,68	0,11	0,16	0,10	2,73	6,67
17.03.2011	17:53:00	Ida	1,87	3,7	0,34	0,43	0,86	0,97	0,03	0,01	0,03	3,02	3,91
13.04.2011	07:53:00	Ida	0,11	-0,4	0,84	0,84	**1,94**	1,37	0,56	0,47	0,22	1,38	20,18
13.04.2011	16:00:00	Lääs	0,76	4,9	0,36	0,48	0,43	0,37	0,03	0,02	0,07	2,24	4,26
17.04.2011	02:00:00	Edel	3,31	5,4	0,23	0,52	0,72	0,29	0,02	-	0,04	1,05	5,81
05.06.2011	22:14:00	Ida	1,09	14,6	0,46	0,17	0,26	0,82	0,22	0,03	-	1,17	6,96
08.07.2011	22:21:00	Kirre	1,36	22,5	0,75	-	0,38	0,80	1,09	-	-	7,71	-
08.07.2011	22:55:00	Kirre	1,22	21,3	0,75	-	0,48	1,01	0,50	-	-	6,16	-
08.07.2011	23:36:00	Ida	0,83	19,6	0,98	-	1,08	0,97	0,43	-	-	7,00	-
18.07.2011	22:20:00	Ida	0,97	21,4	0,55	0,53	**2,09**	0,69	0,02	0,02	-	7,54	19,73
22.07.2011	00:07:00	Ida	2,50	24,5	0,21	0,34	0,36	0,51	0,03	0,01	0,01	10,06	21,07
23.07.2011	00:26:00	Kirre	1,90	23,9	0,78	-	0,12	0,63	0,19	-	0,01	7,83	-

26.07.2011	20:02:00	Ida	1,47	22,7	0,47	-	1,29	0,39	0,17	-	0,02	7,35	-
19.08.2011	20:10:00	Ida	1,21	18,7	0,35	0,33	0,33	0,28	0,10	0,01	0,02	6,40	8,83
20.08.2011	21:01:00	Ida	2,29	17,6	0,28	0,26	0,18	0,33	0,42	0,01	0,01	9,23	15,59
26.08.2011	09:58:00	Lõuna	0,98	19,9	0,33	0,32	1,11	0,53	0,08	0,02	0,09	7,89	9,95
01.09.2011	20:22:00	Edel	1,14	14,3	0,29	0,40	**2,18**	0,32	0,04	0,03	0,11	3,78	12,29
04.11.2011	18:33:00	Ida	1,59	8,0	0,53	0,64	0,53	0,84	0,07	0,05	0,05	0,27	5,11
17.12.2011	11:18:00	Ida	2,55	1,8	0,30	0,23	0,26	0,45	0,15	0,03	0,04	0,82	17,57
Aasta keskmine		**Lõuna**	**1,87**	**7,4**	**0,35**	**0,40**	**1,27**	**0,63**	**0,07**	**0,05**	**0,07**	**3,23**	**8,93**

*Kaebuse põhjusena välja toodud prügihais - katkestus mõõteseadme töös **1,5 µg/m^3 kõrgemad vesiniksulfiidi kontsentratsioonid**

Tabel 6 Kaebused Muugal

Kuupäev	*Kellaaeg*	Tuule suund	Tuule kiirus, m/s	*Temp*	H2S Muuga-1 µg/m^3	H2S Muuga-2 µg/m^3	H2S Termoil µg/m^3	*H2S* Trendgate µg/m^3	Alif. Süsiv. Muuga-1	Alif. Süsiv. Muuga-2	Alif. Süsiv. Termoil	Arom. Süsiv. Muuga-1	Arom. Süsiv. Muuga-2
26.01.2011	16:28:00	Põhi	0,42	-7,5	0,18	0,40	0,28	0,47	0,03	0,03	0,02	4,27	20,82
21.02.2011	09:28:00	Kirre	0,06	-23,1	**1,87**	**3,14**	**3,37**	**2,28**	0,08	0,26	0,07	14,87	-
23.02.2011	08:34:00	Ida	0,25	-24,3	**1,97**	1,03	**5,64**	**3,18**	0,13	0,16	0,08	8,71	-

23.02.2011	09:11:00	Ida	0,11	-23,4	**2,54**	**1,99**	**4,89**	**2,26**	0,21	0,16	0,10	10,52	-
27.02.2011	11:45:00	Lõuna	1,42	-4,4	0,20	0,26	**1,98**	0,40	0,06	0,04	0,09	1,53	-
13.03.2011	17:52:00	Kirre	0,60	4,1	0,33	0,56	0,75	**1,51**	0,06	0,01	0,04	4,95	5,57
15.03.2011	17:50:00	Põhi	0,37	-1,4	0,17	0,46	0,55	**1,82**	0,02	0,01	0,02	1,00	5,83
16.03.2011	19:25:00	Ida	0,88	-3,3	0,56	0,41	0,52	1,37	0,13	0,02	0,02	1,16	3,59
11.04.2011	18:57:00	Kirre	0,47	2,5	1,12	0,73	0,69	0,49	0,65	2,55	0,11	1,21	42,58
14.05.2011	16:44:00	Kirre	0,87	5,5	0,28	0,74	0,59	0,56	0,04	0,07	0,06	3,21	2,89
08.06.2011	21:50:00	Kirre	2,25	17,8	0,88	-	0,25	0,64	0,21	-	-	1,40	-
12.06.2011	09:09:00	Kirre	0,83	19,2	1,03	-	0,36	0,77	1,33	-	-	-	-
17.06.2011	23:14:00	Kirre	0,24	14,1	0,50	0,28	0,36	0,97	0,16	0,01	-	0,63	2,27
25.06.2011	04:37:00	Loe	0,08	13,4	0,31	0,47	0,75	0,87	0,16	0,38	-	5,36	4,85
03.07.2011	21:53:00	Ida	1,13	19,7	0,54	-	0,58	0,48	0,10	-	-	6,54	-
06.07.2011	15:33:00	Ida	1,51	20,2	0,32	-	0,26	0,37	0,17	-	-	6,00	-
08.07.2011	23:20:00	Ida	0,83	19,6	0,98	-	1,08	0,97	0,43	-	-	7,00	-
11.07.2011	14:55:00	Lõuna	0,83	26,6	0,16	-	0,80	0,66	0,03	-	-	8,54	-
18.07.2011	23:11:00	Ida	1,34	20,5	1,07	0,95	1,27	0,53	0,02	0,02	-	7,42	17,12
22.07.2011	23:00:00	Kirre	1,53	23,5	0,79	-	0,15	0,47	0,21	-	0,01	8,18	-
23.07.2011	13:00:00	Ida	3,20	26,7	0,48	-	0,16	0,38	0,14	-	0,02	8,15	-
23.07.2011	13:04:00	Ida	3,23	23,4	1,01	-	0,54	0,39	0,06	-	0,02	7,58	-

25.07.2011	17:11:00	Ida	1,33	21,9	0,33	-	0,22	0,50	0,14	-	0,02	8,36	-
26.07.2011	09:32:00	Põhi	0,10	23,5	0,66	-	0,30	0,55	0,34	-	0,04	6,75	-
26.07.2011	10:31:00	Loe	0,30	24,1	0,26	-	0,39	0,37	0,45	-	0,03	5,45	-
20.11.2011	17:27:00	Lõuna	0,18	0,6	0,58	1,10	**2,99**	1,28	0,11	0,08	0,12	1,24	7,86
Aasta keskmine		**Lõuna**	**1,87**	**7,4**	**0,35**	**0,40**	**1,27**	**0,63**	**0,07**	**0,05**	**0,07**	**3,23**	**8,93**

* Kaebuse põhjusena välja toodud prügihais - katkestus mõõteseadme töös **1,5 µg/m^3 kõrgemad vesiniksulfiidi kontsentratsioonid**

Tabel 7 Kaebused Randveres

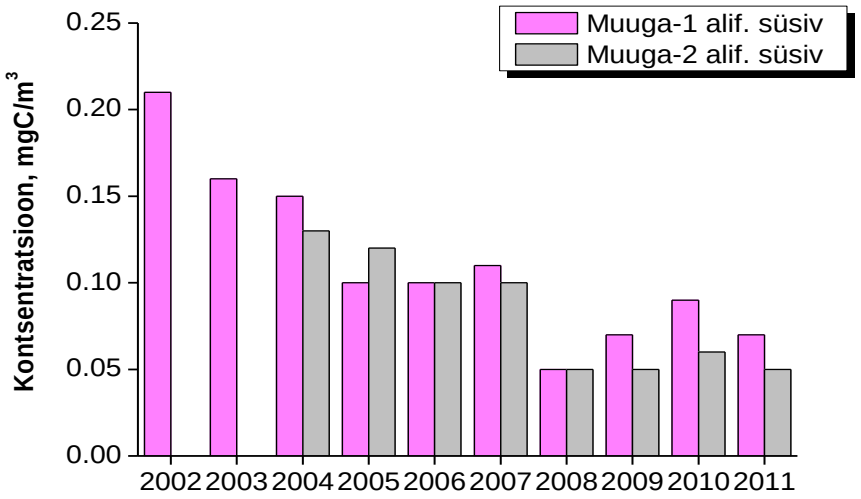
Kuupäev	*Kellaaeg*	Tuule suund	Tuule kiirus, m/s	*Temp*	H2S Muuga-1 µg/m^3	H2S Muuga-2 µg/m^3	H2S Termoil µg/m^3	*H2S* Trendgate µg/m^3	Alif. Süsiv. Muuga-1	Alif. Süsiv. Muuga-2	Alif. Süsiv. Termoil	Arom. Süsiv. Muuga-1	Arom. Süsiv. Muuga-2
23.02.2011	09:27:00	Ida	0,11	-23,4	**2,54**	**1,99**	**4,89**	**2,26**	0,21	0,16	0,10	10,52	-
26.02.2011	13:00:00	Lõuna	3,40	-5,1	0,16	0,18	**1,91**	0,24	0,04	0,03	0,06	2,33	-
26.02.2011	16:30:00	Lõuna	3,49	-3,2	0,12	0,19	**3,76**	0,16	0,04	0,03	0,13	2,47	-
11.04.2011	20:55:00	Ida	0,57	1,8	0,57	0,50	0,42	0,97	0,12	0,02	0,04	1,85	4,57
14.04.2011	08:25:00	Ida	0,46	1,6	0,58	0,46	0,85	0,88	0,60	0,06	0,12	3,11	8,18

14.04.2011	19:11:00	Kirre	1,10	3,8	0,65	0,53	0,77	0,66	0,23	0,14	0,06	3,27	9,61
23.04.2011	09:06:00	Lõuna	0,10	8,1	0,74	0,74	0,99	1,12	0,09	0,14	0,11	3,55	10,79
12.05.2011	08:37:00	Edel	0,09	15,7	1,00	0,74	0,89	**1,81**	0,88	0,89	-	4,76	10,73
12.05.2011	08:59:00	Põhi	0,27	14,3	1,02	1,14	0,50	0,92	0,55	1,50	-	5,15	77,89
18.07.2011	23:29:00	Ida	1,34	20,5	1,07	0,95	1,27	0,53	0,02	0,02	-	7,42	17,12
25.07.2011	20:50:00	Kirre	0,90	22,1	0,80	-	0,31	0,39	1,10	-	0,02	7,86	-
26.07.2011	09:35:00	Põhi	0,10	23,5	0,66	-	0,30	0,55	0,34	-	0,04	6,75	-
28.07.2011	22:45:00	Kagu	0,83	21,3	0,31	-	0,40	0,42	0,28	-	0,02	7,42	-
11.09.2011	22:14:00	Ida	0,67	10,7	0,48	1,25	1,29	**2,30**	0,12	0,22	0,07	-	10,13
04.11.2011	07:58:00	Kagu	0,55	8,1	0,58	0,30	**2,13**	**2,54**	0,04	0,02	0,10	0,33	7,17
Aasta keskmine		**Lõuna**	**1,87**	**7,4**	**0,35**	**0,40**	**1,27**	**0,63**	**0,07**	**0,05**	**0,07**	**3,23**	**8,93**

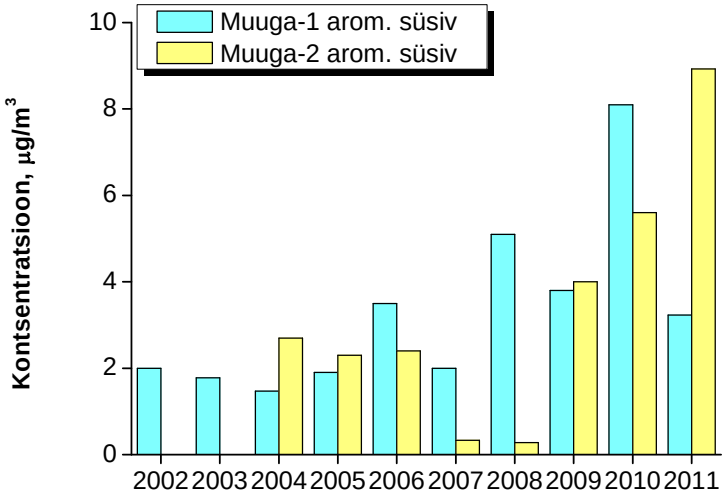
- katkestus mõõteseadme töös **1,5 µg/m^3 kõrgemad vesiniksulfiidi kontsentratsioonid**

8.2 Saastetasemete analüüs

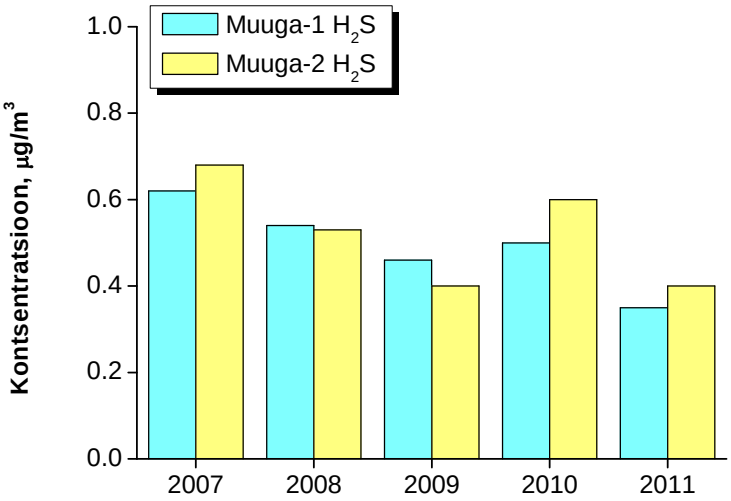
Süsivesinike saastetasemed Muugal näitavad kuni 2007. aastani langustrendi, keskmiste kontsentratsioonide kasv 2008. aastal võib olla tingitud lisaks oletatavalt naftaproduktide keemilise koostise muutumisest ka naftatransiidi mõningase suurenemisega Eestis, mis 2007. aastal toimunud kevadise mässu tõttu Tallinnas oluliselt vähenes. Ka vesiniksulfiidi kontsentratsioonid on võrreldes 2007. aastaga oluliselt vähenenud, mis tegelikult tuleb keskmiste kontsentratsioonide võrdlemisest paremini välja tunnikeskmiseid kontsentratsioone vaadates. Nimelt mõõdeti 2007. aastal Muuga-1 seirejaamas 6 ja Muuga-2 seirejaamas 13 tunnikeskmist piirväärtust 8 µg/m^3 ületanud vesiniksulfiidi kontsentratsiooni. 2008, 2009, 2010 ja 2011. aastal jäid maksimaalsed kontsentratsioonid mõlemas jaamas piirväärtusest madalamaks (Joonis 21. Joonis 22. Joonis 23).



Joonis 21 Alifaastete süsivesinike keskmine kontsentratsioon aastate lõikes



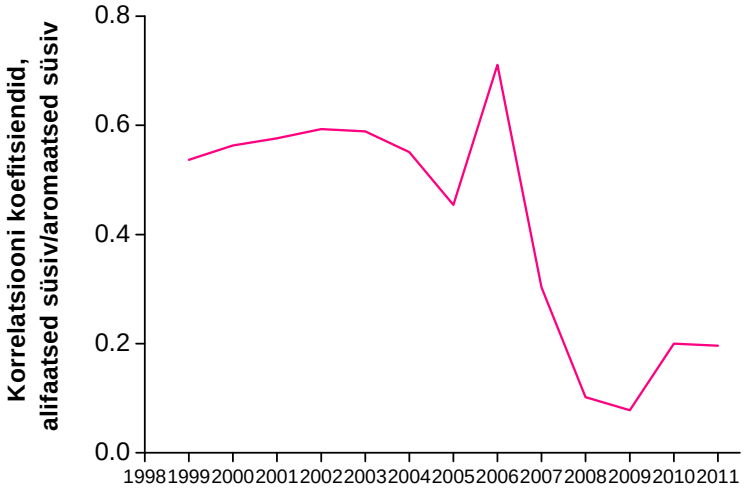
Joonis 22 Aromaatsete süsivesinike keskmine kontsentratsioon aastate lõikes



Joonis 23 Vesiniksulfiidi keskmine kontsentratsioon aastate lõikes

Aastate lõikes on muutunud ka alifaatsete ja aromaatsete ühendite vahekord välisõhus. Korrelatsioon Muuga-1 seirejaamas mõõdetud alifaatsete ja aromaatsete süsivesinike kontsentratsioonide vahel on vähenenud, mis viitab emissioonide esinemisele erineval ajal. 2006. aastal on toimunud hüppeline muutus, mil korrelatsioon näitab väga tugevat positiivset suhet süsivesinike kontsentratsioonide vahel, samas 2007. aastal on suhe järsult vähenenud, langus jätkus ka 2008. aastal. 2009. aastal on korrelatsioonikoefitsient jäänud 2008. aastaga samale tasemele,

2010. aastal on toimunud korrelatsiooni koefitsiendi mõningane tõus. 2011. aastal on korrelatsioonikoefitsent taas pisut vähenenud (Joonis 24). Sellised muutused on peamiselt tingitud naftaproduktide keemilise koostise varieeruvusest viimastel aastatel, peamiselt süsivesinike omavahelisest suhtest. Muuga-2 seirejaamas mõõdetud süsivesinike kontsentratsioonide vahel analoogne korrelatsioon aastate lõikes puudub, kuna aromaatsete süsivesinike aegread on liiga lünklikud. Tulevikus, kui andmeid on rohkem nii aromaatsete süsivesinike kui vesiniksulfiidi (ka Muuga-1 seirejaamas) osas, on võimalik sarnaseid analüüse teha, saades infot ka vesiniksulfiidi ja süsivesinike vahekordadest naftaproduktides, mis omakorda annab ülevaate oletatavatest transiidikaupade nomenklatuuri muutustest (Joonis 24).



Joonis 24 Korrelatsioon aromaatsed/alifaatsed ühendid. Muuga-1

Samas saab 2011. aasta kohta esitada korrelatsioonikoefitsiendid Muuga-1 ja Muuga-2 seirejaamas mõõdetud saasteainete omavaheliste suhete kohta välisõhus, milleks kasutati Pearsoni korrelatsiooni. Pearsoni korrelatsioon kajastab kahe muutuja vahelist lineaarset seost. Graafikul kujutatakse suhet lineaarse tõusu või langusena, mõõtevahemik on -1 - +1. +1 tähendab ideaalset positiivset suhet kahe muutuja vahel, st et kõrged X-telje väärtused on seotud kõrgete Y-telje väärtustega. Kui korrelatsiooniks saadakse –1, siis on tegu perfektse negatiivse lineaarse suhtega kahe muutuja vahel, st kõrged X-telje väärtused on

seotud madalate Y-telje väärtustega. 0 korral kahe muutuja vahel mingit lineaarset seost ei ole.

Tabelist 8 on näha, et seosed 2011. aastal mõlemas seirejaamas mõõdetud saasteainete kontsentratsioonide vahel on nõrgad, ehkki summaarse saastevoo graafikud on näidanud saasteainete pärinemist üldjuhul samadest suundadest, on saastetasemete esinemise aeg ilmselt erinev, mis viitab erinevate naftasaaduste ladustamisega kaasnevate saasteainete emissiooni varieeruvusele.

Tabel 8 Pearsoni korrelatsioonikoefitsiendid. Muuga-1 ja Muuga-2 seirejaam. 2011

Correlations

		WD	M1_H2S	M1_ALIF	M1_AROM	M2_H2S	M2_ALIF	M2_AROM
WD	Pearson Correlation	1	.054**	-.223**	.073**	.254**	.060**	.168**
	Sig. (2-tailed)	.	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	8428	8386	8132	7256	7905	7741	6710
M1_H2S	Pearson Correlation	.054**	1	.394**	.276**	.643**	.180**	.525**
	Sig. (2-tailed)	.000	.	.000	.000	.000	.000	.000
	N	8386	8387	8123	7248	7872	7709	6678
M1_ALIF	Pearson Correlation	-.223**	.394**	1	.196**	.134**	.051**	.124**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.	.000	.000	.000	.000
	N	8132	8123	8133	7029	7619	7457	6521
M1_AROM	Pearson Correlation	.073**	.276**	.196**	1	.404**	.107**	.232**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.	.000	.000	.000
	N	7256	7248	7029	7257	6843	6716	5707
M2_H2S	Pearson Correlation	.254**	.643**	.134**	.404**	1	.277**	.556**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.	.000	.000
	N	7905	7872	7619	6843	7906	7736	6703
M2_ALIF	Pearson Correlation	.060**	.180**	.051**	.107**	.277**	1	.234**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.	.000
	N	7741	7709	7457	6716	7736	7742	6538
M2_AROM	Pearson Correlation	.168**	.525**	.124**	.232**	.556**	.234**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.
	N	6710	6678	6521	5707	6703	6538	6711

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

9 KOKKUVÕTE

Saastetaseme mõõtmisi teostati Muuga sadama tootmisterritooriumi piiril paiknevates Muuga-1 ja Muuga-2 seirejaamades. Seirejaamades mõõdeti aromaatsete ja alifaatsete süsivesinike ja vesiniksulfiidi tunnikeskmiseid ning ööpäevakeskmiseid kontsentratsioone välisõhus. Muuga-1 seirejaamas mõõdeti lisaks meteoparameetreid (temperatuur. tuule kiirus ja suund ning õhuniiskus). Tuule suuna ja kiiruse andmed saadi Coal-1 seirejaamast, kuna Muuga-1 seirejaamas on tuule kiirused alahinnatud.

Alifaatsete süsivesinike maksimaalne tunnikeskmine ja ööpäevakeskmine kontsentratsioon 2011. aastal Muuga-1 seirejaamas oli vastavalt 4,8 mgC/m3 (31.07) ja 0,66 mgC/m3 (29.06). Perioodi keskmine alifaatsete süsivesinike sisaldus välisõhus oli 0,07 mgC/m3. Aromaatsete süsivesinike maksimaalne tunnikeskmine ja ööpäevakeskmine kontsentratsioon oli vastavalt 133,5 µg/m3 (27.01) ja 23,9 µg/m3 (24.08). Perioodi keskmine aromaatsete süsivesinike sisaldus välisõhus oli 3,2 µg/m3. Vesiniksulfiidi maksimaalne tunnikeskmine ja ööpäevakeskmine kontsentratsioon oli vastavalt 5,5 µg/m3 (21.02) ja 2,3 µg/m3 (21.02). Perioodi keskmine vesiniksulfiidi sisaldus välisõhus oli 0,35 µg/m3.

Alifaatsete süsivesinike maksimaalne tunnikeskmine ja ööpäevakeskmine kontsentratsioon 2011. aastal Muuga-2 seirejaamas oli vastavalt 4,2 mgC/m3 (30.07) ja 0,59 mgC/m3 (30.07). Perioodi keskmine alifaatsete süsivesinike sisaldus välisõhus oli 0,05 mgC/m3. Aromaatsete süsivesinike maksimaalne tunnikeskmine ja ööpäevakeskmine kontsentratsioon oli vastavalt 99,9 µg/m3 (29.01) ja 30,5 µg/m3 (30.07). Perioodi keskmine aromaatsete süsivesinike sisaldus välisõhus oli 8,9 µg/m3. Vesiniksulfiidi maksimaalne tunnikeskmine ja ööpäevakeskmine kontsentratsioon oli vastavalt 3,98 µg/m3 (24.02) ja 1,57 µg/m3 (15.02). Perioodi keskmine vesiniksulfiidi sisaldus välisõhus oli 0,40 µg/m3.

Võrreldes 2007., 2009., 2010. ja 2011. aasta tunni, ööpäeva ja aasta keskmiseid kontsentratsioone, on välisõhu kvaliteet oluliselt paranenud vesiniksulfiidi osas. Viimasel

neljal aastal pole vesiniksulfiidi tasemed ühelgi juhul vastavaid piirväärtusi ületanud, samas kui 2007. aastal mõõdeti Muuga-1 seirejaamas 6 ning Muuga-2 seirejaamas 13 tunnikeskmisest piirnormist kõrgemat H_2S kontsentartsiooni. 2011. aasta vesiniksulfiidi tasemed olid mõlema seirejaama andmete põhjal madalamad kui 2009. aastal. Kui 2008. aastal tõusis maksimaalne tunnikeskmine aromaatsete süsivesinike kontsentratsioon Muuga-1 seirejaamas piirväärtuse piirimaile, siis 2011. aastal jäid maksimumid tunduvalt madalamaks. 2011. aasta keskmine aromaatsete süsivesinike kontsentratsioon Muuga-1 jaamas jäi 2006. aasta tasemele, kuid Muuga-2 jaamas oli see eelnevate aastatega võrreldes kõrgeimal tasemel. Alifaatsete süsivesinike aastane kontsentratsioon mõlemas Muuga seirejaamas jäi 2009. aasta tasemele. Ehkki mõõtmistulemused näitavad üksikuid kõrgenenud süsivesinike ja vesiniksulfiidi kontsentratsioone piirkonnas, on tasemed üldiselt madalad. Olukorra paranemist piirkonnas on aastate lõikes näidanud ka Keskkonnainspektsiooni laekunud kaebuste arv halva lõhna kohta, mis on kordades vähenenud.

LISA 1 MÕÕTETULEMUSED KUUDE LÕIKES, MUUGA-1

Alifaatsed süsivesinikud

2011	1h maks konts, mgC/m^3	WD Deg	WS m/s	Temp ^{0}C	24 h maks konts mgC/m^3	Keskmine konts mgC/m^3
Jaanuar	0,78	78	1,0	-1,4	0,22	0,05
Veebruar	1,77	81	1,3	-13,3	0,48	0,14
Märts	1,0	74	0,9	1,3	0,18	0,04
Aprill	1,3	72	0,5	2,1	0,20	0,06
Mai	1,4	75	2,0	11,2	0,41	0,08
Juuni	2,2	75	1,6	18,9	0,66	0,11
Juuli	4,8	83	1,1	18,1	0,35	0,13
August	1,9	79	2,3	18,7	0,40	0,08
September	0,28	-	<0,5	15,0	0,08	0,03
Oktoober	1,50	-	<0,5	10,5	0,16	0,05
November	0,47	81	1,0	4,8	0,11	0,04
Detsember	0,15	84	2,5	1,2	0,07	0,04
Keskmine	**4,81**	**78**	**1,3**	**18,9**	**0,66**	**0,07**

Aromaatsed süsivesinikud

2011	1h maks konts, µg/m³	WD Deg	WS m/s	Temp °C	24 h maks konts µg/m³	Keskmine konts µg/m³
Jaanuar	135	199	1,9	-10,5	14,5	4,1
Veebruar	35,6	56	1,2	-12,9	15,4	6,1
Märts	73,8	199	3,5	2,1	17,7	3,5
Aprill	13,8	28	0,5	1,6	4,3	2,4
Mai	21,8	74	1,4	3,0	4,4	2,2
Juuni	53,5	77	2,6	20,4	9,0	2,1
Juuli	50,0	86	1,0	16,6	11,8	7,6
August	114,2	276	1	22,1	23,9	6,6
September	5,0	181	0,6	13,0	2,8	1,9
Oktoober	37,7	229	4,4	10,0	5,2	0,6
November	35,3	-	<0,5	3,3	4,1	0,88
Detsember	2,4	209	1,1	1,8	1,2	0,66
Keskmine	**114,2**	**147**	**1,6**	**22,1**	**23,9**	**3,23**

Vesiniksulfiid

2011	1h maks konts, µg/m³	WD Deg	WS m/s	Temp °C	24 h maks konts µg/m³	Keskmine konts µg/m³
Jaanuar	1,9	-	<0,5	-7,4	0,67	0,29
Veebruar	5,6	62	1,5	-14,3	2,34	0,60
Märts	1,6	74	0,9	1,3	0,55	0,24
Aprill	3,6	-	<0,5	2,9	0,80	0,37
Mai	1,4	92	1,8	10,8	0,23	0,42
Juuni	2,2	58	0,7	21,8	0,24	0,41
Juuli	2,9	-	<0,5	18,1	0,77	0,45
August	4,5	281	1,2	22,3	0,65	0,29
September	1,7	92	0,9	13	0,71	0,41
Oktoober	1,8	166	1,0	4,0	0,90	0,54
November	1,1	-	<0,5	0,9	0,65	0,35
Detsember	0,7	86	3,0	1,3	0,41	0,21
Keskmine	**5,6**	**114**	**1,1**	**22,3**	**2,34**	**0,35**

LISA 2 MÕÕTETULEMUSED KUUDE LÕIKES, MUUGA-2

Alifaatsed süsivesinikud

2011	1h maks konts, mgC/m^3	WD Deg	WS m/s	Temp ^{0}C	24 h maks konts mgC/m^3	Keskmine konts mgC/m^3
Jaanuar	0,62	-	<0,5	1,3	0,13	0,05
Veebruar	4,06	58	0,7	-16,2	0,53	0,10
Märts	1,1	19	1,0	1,1	0,15	0,04
Aprill	2,8	319	0,5	4,2	0,37	0,10
Mai	1,9	31	0,7	13,8	0,40	0,05
Juuni	3,7	35	0,7	23	0,47	0,06
Juuli	4,2	117	0,9	17,3	0,59	0,11
August	0,36	-	-	11	0,09	0,03
September	0,37	-	<0,5	15	0,08	0,04
Oktoober	0,48	158	0,90	3,6	0,14	0,04
November	0,47	81	<0,5	0,9	0,20	0,05
Detsember	0,20	200	2,2	1,7	0,04	0,03
Keskmine	**4,2**	**113**	**0,8**	**9,3**	**0,59**	**0,06**

Aromaatsed süsivesinikud

2011	1h maks konts, µg/m^3	WD Deg	WS m/s	Temp ^{0}C	24 h maks konts µg/m^3	Keskmine konts µg/m^3
Jaanuar	100	229	6,6	0,8	28,7	10,0
Veebruar	99,4	62	0,9	-15,6	19,2	11,7

Märts	66,8	239	4,7	4,2	8,0	5,5
Aprill	63,4	-	-	-1,2	19,3	7,3
Mai	77,9	-	<0,5	14,3	15,7	5,5
Juuni	18,4	203	4,5	16,9	10,0	5,2
Juuli	40,4	-	<0,5	21,4	30,5	21,7
August	38,1	81	2,1	17,2	27,1	16,8
September	92,5	-	<0,5	12,3	13,4	8,8
Oktoober	31,0	159	0,90	3,6	10,9	5,6
November	28,4	176	1,1	5,3	8,8	6,2
Detsember	19,7	210	2,6	4,1	16,1	11,5
Keskmine	**100**	**170**	**2,3**	**21,4**	**30,5**	**8,93**

Vesiniksulfiid

2011	1h maks konts, µg/m³	WD Deg	WS m/s	Temp °C	24 h maks konts µg/m³	Keskmine konts µg/m³
Jaanuar	1,8	-	<0,5	-6,8	0,88	0,42
Veebruar	4,1	-	<0,5	-23,5	1,59	0,60
Märts	1,7	200	0,8	-5,3	1,13	0,70
Aprill	2,7	-	<0,5	2,9	1,0	0,51
Mai	1,1	-	<0,5	14,3	0,82	0,32
Juuni	2,7	360	0,5	23,4	1,0	0,36
Juuli	1,3	-	-	21,3	0,5	0,42
August	1,5	-	<0,5	14,5	0,71	0,44
September	1,8	92	1,0	9,2	0,61	0,34
Oktoober	1,9	166	1,0	4,1	0,90	0,50
November	3,6	-	<0,5	-0,2	1,35	0,51
Detsember	0,9	149	2,5	0,9	0,49	0,29
Keskmine	**4,1**	**193**	**0,8**	**23,4**	**1,59**	**0,40**