

KESKLAVOR
Eesti Keskkonnauuringute Keskus

CENTRAL LAB
Estonian Environmental Research Centre

Välisõhu kvaliteedi ning põlevkivisektoriga kaasnevate saasteainete heitkoguste hindamine Ida- ja Lääne-Virumaal

Tallinn 2015



Töö nimetus: Välisõhu kvaliteedi ning põlevkivisektoriga kaasnevate saasteainete heitkoguste hindamine Ida- ja Lääne-Virumaal

Töö autorid

Kaisa Kesanurm

Töö tellija:

Terviseamet

Töö teostaja:

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ

Marja 4D

Tallinn, 10617

Tel. 6112 900

Fax. 6112 901

info@klab.ee

www.klab.ee

Lepingu nr:

Töö valmimisaeg: 10.02.2015

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.

Antud töö on valminud projekti „Põlevkivisektori tervisemõjude uuring“ raames, mida rahastas SA Keskkonnainvesteeringute Keskus.

Sisukord

1.	Sissejuhatus	11
2.	Mõisted ja lühendid.....	12
3.	Mõõteseadmed ja meetodikad	14
3.1	Seirejaamade asukohad	14
3.2	Riiklik seire.....	15
3.3	Ettevõtete omaseire	18
4.	Piirväärtused.....	20
5.	Põlevkivisektoriga seotud saasteallikad Ida- ja Lääne-Virumaal.....	23
6.	Välisõhu saasteainete heitogused	30
6.1	Saasteainete heitkoguste võrdlus	36
6.2	Heitkoguste analüüs	42
7.	Õhukvaliteedi hinnang Ida - ja Lääne-Virumaal	49
7.1	Riiklik seire.....	50
7.1.1	Linnaõhu seire	50
7.1.2	Fooniõhu seire	74
7.2	Ettevõtete seire	79
7.2.1	Sillamäe seirejaam.....	79
7.2.2	Kunda seirejaam	83
7.2.3	VKG seirejaam	88
7.3	Saastetasemete analüüs.....	93
7.3.1	Trendid	94
7.3.2	Saasteainete omavaheline korrelatsioon	107
7.3.3	Saasteainete suundanalüüs.....	111
8.	Kokkuvõte ja järeldused	128

Joonised

Joonis 1	Seirejaamad Ida- ja Lääne-Virumaal.....	15
Joonis 2	Lääne-Virumaa välisõhu saasteallikad.....	25
Joonis 3	Ida-Virumaa välisõhu saasteallikad	29
Joonis 4	PM ₁₀ kontsentratsioonide võrdlus, Narva SJ ja OSIS2012, 2014	45
Joonis 5	SO ₂ kontsentratsioonide võrdlus, Narva SJ ja OSIS2012, 2014	45
Joonis 6	PM ₁₀ kontsentratsioonide võrdlus, Kohtla-Järve SJ ja OSIS2012, 2014.....	46
Joonis 7	PM ₁₀ kontsentratsioonide võrdlus, VKG SJ ja OSIS2012, 2014.....	46
Joonis 8	SO ₂ kontsentratsioonide võrdlus, Lahemaa SJ ja OSIS2012, 2014	47
Joonis 9	BTX kontsentratsioonide võrdlus, Sillamäe SJ ja OSIS2012, 2014	47
Joonis 10	Fenooli kontsentratsioonide võrdlus, Kohtla-Järve SJ ja OSIS2012, 2014.....	48
Joonis 11	Formaldehüüdi kontsentratsioonide võrdlus, Kohtla-Järve SJ ja OSIS2012, 2014.....	48
Joonis 12	SO ₂ kontsentratsioonide võrdlus, Kohtla-Järve SJ ja OSIS2012, 2014.....	49
Joonis 13	H ₂ S kontsentratsioonide võrdlus, Kohtla-Järve SJ ja OSIS2012, 2014	49
Joonis 14	SO ₂ 1 h keskmine kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Kalevi tn)	55
Joonis 15	H ₂ S 1 h keskmine kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Kalevi tn).....	55
Joonis 16	SO ₂ ja H ₂ S 24 h keskmine kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Kalevi tn)	56
Joonis 17	PM ₁₀ ja PM _{2.5} 24 h keskmine kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Kalevi tn).....	56
Joonis 18	PM ₁₀ (grav) ja benseeni 24 h keskmine kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Kalevi tn)	57
Joonis 19	H ₂ S ületamiste arv aastate lõikes Kohtla-Järvel (Kalevi tn)	57
Joonis 20	PM ₁₀ ületamiste arv aastate lõikes Kohtla-Järvel (Kalevi tn).....	58
Joonis 21	H ₂ S 24 h kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Järveküla tee)	63
Joonis 22	Fenooli 24 h kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Järveküla tee)	63
Joonis 23	Formaldehüüdi 24 h kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Järveküla tee)	64

Joonis 24	Fenooli 24 h kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Kalevi tn)	64
Joonis 25	H ₂ S 24 h kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Kalevi tn).....	65
Joonis 26	Vesiniksulfiidi, fenooli ja formaldehüüdi ületamise arv Kohtla-Järvel (Järveküla tee)	65
Joonis 27	H ₂ S ja fenooli ületamise arv Kohtla-Järvel (Kalevi tn)	66
Joonis 28	SO ₂ 1 h keskmine kontsentratsioon Narvas (Kreenholmi tn)	68
Joonis 29	SO ₂ 24 h keskmine kontsentratsioon Narvas (Kreenholmi tn).....	68
Joonis 30	PM ₁₀ ja PM _{2,5} 24 h keskmine kontsentratsioon Narvas (Kreenholmi tn)	68
Joonis 31	PM ₁₀ (grav) ja benseeni 24 h keskmine kontsentratsioon Narvas (Kreenholmi tn)	69
Joonis 32	SO ₂ 24 h keskmised kontsentratsioonid Narvas (Tuleviku tn).....	72
Joonis 33	H ₂ S 24 h keskmised kontsentratsioonid Narvas (Tuleviku tn).....	72
Joonis 34	Formaldehüüdi 24 h keskmised kontsentratsioonid Narvas (Tuleviku tn).....	73
Joonis 35	Fenooli ja H ₂ S 24 h keskmised kontsentratsioonid Narvas (Kreenholmi tn)	73
Joonis 36	Formaldehüüdi 24 h keskmised kontsentratsioonid Narvas (Kreenholmi tn)	73
Joonis 37	H ₂ S ja formaldehüüdi ületamise arv aastate lõikes Narvas (Tuleviku tn)	74
Joonis 38	Fenooli, formaldehüüdi ja H ₂ S ületamise arv aastate lõikes Narvas (Kreenholmi tn)	74
Joonis 39	SO ₂ 1 h keskmine kontsentratsioon Lahemaal	78
Joonis 40	SO ₂ 24 h keskmine kontsentratsioon Lahemaal	78
Joonis 41	PM ₁₀ nädala keskmine ja PM _{2,5} ööpäeva keskmine kontsentratsioon Lahemaal	79
Joonis 42	NMHC 1 h keskmine kontsentratsioon Sillamäel	80
Joonis 43	BTX 1 h keskmine kontsentratsioon Sillamäel.....	81
Joonis 44	Benseeni 1 h keskmine kontsentratsioon Sillamäel	81
Joonis 45	PM ₁₀ ja PM _{2,5} 24 h keskmine kontsentratsioon Sillamäel	82
Joonis 46	NMHC 24 h keskmine kontsentratsioon Sillamäel	82
Joonis 47	BTX 24 h keskmine kontsentratsioon Sillamäel.....	83
Joonis 48	Benseeni 24 h keskmine kontsentratsioon Sillamäel	83
Joonis 49	SO ₂ 1 h keskmine kontsentratsioon Kundas.....	87

Joonis 50	PM ₁₀ 24 h keskmine kontsentratsioon Kundas	87
Joonis 51	SO ₂ 24 h keskmine kontsentratsioon Kundas.....	88
Joonis 52	PM ₁₀ ületamiste arv aastate lõikes Kundas	88
Joonis 53	H ₂ S 1 h keskmised kontsentratsioonid Kohtla-Järvel (VKG)	91
Joonis 54	SO ₂ 1 h keskmised kontsentratsioonid Kohtla-Järvel (VKG).....	91
Joonis 55	H ₂ S 24 h keskmised kontsentratsioonid Kohtla-Järvel (VKG)	92
Joonis 56	SO ₂ 24 h keskmised kontsentratsioonid Kohtla-Järvel (VKG).....	92
Joonis 57	PM ₁₀ 24 h keskmised kontsentratsioonid Kohtla-Järvel (VKG).....	93
Joonis 58	PM ₁₀ ületamiste arv aastate lõikes Kohtla-Järvel (VKG).....	93
Joonis 59	SO ₂ ja H ₂ S ööpäeva keskmine variatsioon, Kohtla-Järve	95
Joonis 60	PM ₁₀ ja PM _{2.5} ööpäeva keskmine variatsioon, Kohtla-Järve.....	96
Joonis 61	SO ₂ ja H ₂ S nädala keskmine variatsioon, Kohtla-Järve	96
Joonis 62	PM ₁₀ ja PM _{2.5} nädala keskmine variatsioon, Kohtla-Järve.....	96
Joonis 63	SO ₂ ja H ₂ S aasta keskmine variatsioon, Kohtla-Järve	97
Joonis 64	PM ₁₀ ja PM _{2.5} aasta keskmine variatsioon, Kohtla-Järve	97
Joonis 65	SO ₂ ja H ₂ S ööpäeva keskmine variatsioon, Narva	98
Joonis 66	PM ₁₀ ja PM _{2.5} ööpäeva keskmine variatsioon, Narva	98
Joonis 67	SO ₂ ja H ₂ S nädala keskmine variatsioon, Narva.....	99
Joonis 68	PM ₁₀ ja PM _{2.5} nädala keskmine variatsioon, Narva	99
Joonis 69	SO ₂ , PM ₁₀ ja PM _{2.5} aasta keskmine variatsioon, Narva.....	99
Joonis 70	SO ₂ ja PM _{2.5} ööpäeva keskmine variatsioon, Lahemaa	100
Joonis 71	SO ₂ ja PM _{2.5} nädala keskmine variatsioon, Lahemaa	101
Joonis 72	SO ₂ ja PM _{2.5} aasta keskmine variatsioon, Lahemaa.....	101
Joonis 73	SO ₂ ja PM ₁₀ ööpäeva keskmine variatsioon, Kunda.....	102
Joonis 74	SO ₂ ja PM ₁₀ nädala keskmine variatsioon, Kunda.....	102
Joonis 75	SO ₂ ja PM ₁₀ aasta keskmine variatsioon, Kunda.....	103

Joonis 76	PM _{2.5} ja PM ₁₀ ööpäeva keskmine variatsioon, Sillamäe	104
Joonis 77	NMHC, BTX ja benseeni ööpäeva keskmine variatsioon, Sillamäe	104
Joonis 78	PM _{2.5} ja PM ₁₀ nädala keskmine variatsioon, Sillamäe.....	104
Joonis 79	NMHC, BTX ja benseeni nädala keskmine variatsioon, Sillamäe	105
Joonis 80	PM _{2.5} ja PM ₁₀ aasta keskmine variatsioon, Sillamäe.....	105
Joonis 81	NMHC, BTX ja benseeni aasta keskmine variatsioon, Sillamäe	105
Joonis 82	Saasteainete aasta keskmine variatsioon, VKG.....	106
Joonis 83	Saasteainete nädala variatsioon, VKG.....	106
Joonis 84	Saasteainete ööpäevane variatsioon, VKG.....	107
Joonis 85	Tuulteroo riiklikes seirejaamades	113
Joonis 86	Tuulteroo ettevõtete seirejaamades	114
Joonis 87	H ₂ S kontsentratsiooniroos pidevseire jaamades.....	116
Joonis 88	PM ₁₀ kontsentratsiooniroos pidevseire jaamades	117
Joonis 89	PM _{2.5} kontsentratsiooniroos pidevseire jaamades	117
Joonis 90	SO ₂ kontsentratsiooniroos pidevseire jaamades	118
Joonis 91	H ₂ S summaarne saastevoog pidevseire jaamades	118
Joonis 92	PM ₁₀ summaarne saastevoog pidevseire jaamades.....	119
Joonis 93	PM _{2.5} summaarne saastevoog pidevseire jaamades	119
Joonis 94	SO ₂ summaarne saastevoog pidevseire jaamades.....	120
Joonis 95	BTX kontsentratsiooniroos ettevõtete seirejaamas.....	122
Joonis 96	H ₂ S kontsentratsiooniroos ettevõtete seirejaamas	123
Joonis 97	NMHC kontsentratsiooniroos ettevõtete seirejaamas	123
Joonis 98	PM ₁₀ kontsentratsiooniroos ettevõtete seirejaamas	124
Joonis 99	PM _{2.5} kontsentratsiooniroos ettevõtete seirejaamas.....	124
Joonis 100	SO ₂ kontsentratsiooniroos ettevõtete seirejaamas	125
Joonis 101	BTX summaarne saastevoog ettevõtete seirejaamas	125

Joonis 102	H ₂ S summaarne saastevoog ettevõtete seirejaamas	126
Joonis 103	NMHC summaarne saastevoog ettevõtete seirejaamas.....	126
Joonis 104	PM _{2,5} summaarne saastevoog ettevõtete seirejaamas.....	127
Joonis 105	PM ₁₀ summaarne saastevoog ettevõtete seirejaamas	127
Joonis 106	SO ₂ summaarne saastevoog ettevõtete seirejaamas.....	128

Tabelid

Tabel 1	Ida- ja Lääne-Virumaal asuvad seirejaamad.....	14
Tabel 2	Riikliku õhuseire raames mõõdetud saasteained Kohtla-Järvel.....	16
Tabel 3	Riikliku õhuseire raames mõõdetud saasteained Narvas	17
Tabel 4	Riikliku õhuseire raames mõõdetud saasteained Lahemaal.....	17
Tabel 5	Ettevõtete omaseire, Kunda Nordic Tsement	19
Tabel 6	Ettevõtete omaseire, Sillamäe Sadam.....	20
Tabel 7	Ettevõtete omaseire, Viru Keemia Grupp	20
Tabel 8	Välisõhu saastetaseme piirväärtused.....	21
Tabel 9	Keemiliste ohutegurite piirnormid töökeskkonnas.....	23
Tabel 10	Saasteallikad Lääne-Virumaal.....	24
Tabel 11	Saasteallikad Ida-Virumaal	26
Tabel 12	Saasteainete aastased heitkogused	32
Tabel 13	Saasteainete aastased heitkogused (t/a), EE Eesti Elektriijaam.....	36
Tabel 14	Saasteainete aastased heitkogused (t/a), EE Balti Elektriijaam	37
Tabel 15	Saasteainete aastased heitkogused (t/a), EE Auvere Õlitehas.....	37
Tabel 16	Saasteainete aastased heitkogused (t/a), EE Narva karjäär	37
Tabel 17	Saasteainete aastased heitkogused (t/a), EE Estonia kaevandus.....	37
Tabel 18	Saasteainete aastased heitkogused (t/a), EE Musta jaam	38

Tabel 19	Saasteainete aastased heitkogused (t/a), KKT Oil AS.....	38
Tabel 20	Saasteainete aastased heitkogused (t/a), KKT killustiku tootmine	38
Tabel 21	Saasteainete aastased heitkogused (t/a), SilSteve.....	38
Tabel 22	Saasteainete aastased heitkogused (t/a), Eurochem.....	39
Tabel 23	Saasteainete aastased heitkogused (t/a), Sillamäe SEJ.....	39
Tabel 24	Saasteainete aastased heitkogused (t/a), Alexela Sillamäe AS	39
Tabel 25	Saasteainete aastased heitkogused (t/a), VKG Oil (Kiviter seade).....	40
Tabel 26	Saasteainete aastased heitkogused (t/a), VKG Oil (Petroter seade).....	40
Tabel 27	Saasteainete aastased heitkogused (t/a), VKG Oil (valkude süntees).....	40
Tabel 28	Saasteainete aastased heitkogused (t/a), VKG Energia Põhja SEJ	41
Tabel 29	Saasteainete aastased heitkogused (t/a), VKG Energia Lõuna SEJ.....	41
Tabel 30	Saasteainete aastased heitkogused (t/a), VKG Ojamaa kaevandus.....	41
Tabel 31	Saasteainete aastased heitkogused (t/a), VKG Soojus Ahtme reservkatlamaja	42
Tabel 32	Saasteainete aastased heitkogused (t/a), VKG Soojus Ahtme SEJ	42
Tabel 33	Saasteainete maksimaalsed ja aasta keskmine kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Kalevi tänav)	52
Tabel 34	Saasteainete maksimaalsed ja aasta keskmine kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Järveküla tee)	59
Tabel 35	Saasteainete maksimaalsed ja aasta keskmine kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Kalevi tn)	61
Tabel 36	Saasteainete maksimaalsed ja aasta keskmine kontsentratsioon Narvas (Kreenholmi tn)	67
Tabel 37	Saasteainete maksimaalsed ja aasta keskmine kontsentratsioon Narvas (Tuleviku tn ja Kreenholmi tn).....	70
Tabel 38	Saasteainete maksimaalsed ja aasta keskmine kontsentratsioon Lahemaal.....	76
Tabel 39	Saasteainete maksimaalsed ja aasta keskmine kontsentratsioon Sillamäel.....	80
Tabel 40	Saasteainete maksimaalsed ja aasta keskmine kontsentratsioon Kundas.....	85
Tabel 41	Saasteainete maksimaalsed ja aasta keskmine kontsentratsioon VKG-s.....	90

Tabel 42	Saasteainete omavaheline korrelatsioon, Kohtla-Järve	109
Tabel 43	Saasteainete omavaheline korrelatsioon, Lahemaa	109
Tabel 44	Saasteainete omavaheline korrelatsioon, Narva	110
Tabel 45	Saasteainete omavaheline korrelatsioon, Kunda.....	110
Tabel 46	Saasteainete omavaheline korrelatsioon, Sillamäe	111
Tabel 47	Tuulte esinemissagedus mõõteperioodil	112

1. Sissejuhatus

Töö eesmärk on uurida potentsiaalselt ohtlike saasteainete seire ulatust ning intensiivsust Ida- ja Lääne-Virumaal, et hinnata välisõhu kvaliteeti lähtuvalt põlevkivisektori tegevusest piirkonnas. Ühtlasi hinnatakse, kas hetkel mõõdetavad saasteained iseloomustavad põlevkivisektori mõju välisõhu kvaliteedile parimal viisil. Käesolev uuring on tellitud Terviseameti poolt projekti „Põlevkivisektori tervisemõjude uuring“ raames ning koosneb järgnevatest etappidest:

1. Põlevkivisektoriga seotud saasteallikate kaardistamine.
2. Suuremate ettevõtete saastelubades/keskkonnakomplekslubades ning aruannetes toodud peente (PM_{10}) ja ülipeente osakeste ($PM_{2,5}$), vesiniksulfiidi (H_2S), lenduvate orgaaniliste ühendite, aromaatsete süsivesinike, benseeni, fenooli ja formaldehüüdi andmete analüüs viie aasta lõikes (2009-2013), et võrrelda saastelubades/komplekslubades maksimaalselt lubatud ja ettevõtete poolt Keskkonnaagentuurile deklareeritud saasteainete heitkoguseid.
3. Ida- ja Lääne-Virumaa piirkonnas teostatud seire andmete analüüs, kusjuures vaatluse all on nii riikliku kui ettevõtete omaseire mõõtmistulemused. Lisaks kasutatakse põlevkivisektori mõju uurimiseks piirkonna välisõhu kvaliteedile tööstuslike saasteainete osas pisteliste mõõtmiste tulemusi. Peente (PM_{10}) ja ülipeente osakeste ($PM_{2,5}$), vesiniksulfiidi (H_2S), vääveldioksiidi (SO_2), lenduvate orgaaniliste ühendite, aromaatsete süsivesinike, benseeni, fenooli, formaldehüüdi sisaldust välisõhus analüüsitakse alates seirete algusaastast kuni 2014. aasta lõpuni, iseloomustades saastevoogusid, saastetasemete ajalist trendi ning võrreldes saasteainete kontsentratsioone välisõhus ja tööstusterritooriumil kehtivate piirväärtustega.

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 lõhna 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.

Väaveldioksiid (SO₂) - terava lõhnaga värvitu gaas, mis tekib väävliit sisaldavate kütuste põlemisel. Põhiliseks SO₂ allikateks on elektrijaamad ja katlamajad, kus generaatorigaasi põletamise teel utiliseeritakse. Linnades on märgatav ka autokütustest pärinev väaveldioksiid.

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 töö kontekstis käsitletakse aromaatsaid süsivesinikke kui benseeni, tolueni ja ksüleeni summaarset kontsentratsiooni (BTX).

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, aldehydid 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.

Peened osakesed (PM_{10}) - osakesed, mis läbivad $10 \mu\text{m}$ aerodünaamilise diameetriga¹ mõõduselektiivse ava 50 protsendil juhtudest (peened osakesed läbimõõduga alla $10 \mu\text{m}$). Sellesse fraktsiooni kuulub suurem osa antropogeensest tolmsaastest (nt põlemisprotsesside tagajärjel tekkinud lendtuhk, tahm)

Ülipeened osakesed ($\text{PM}_{2.5}$) - osakesed, mis läbivad $2,5 \mu\text{m}$ aerodünaamilise diameetriga¹ mõõduselektiivse ava 50 protsendil juhtudest (peened osakesed läbimõõduga alla $2,5 \mu\text{m}$). Sellesse fraktsiooni kuulub suurem osa antropogeensest põlemisprotsessidega seotud osakekestest

Benseen - väga lenduv vedelik, aurustudes kiiresti lahtistelt pindadelt. Benseenisaaste põhilisteks allikateks on naftatöötlemine, kütuste tootmine, keemiatööstus (benseenist lähtuvate kemikaalide (stüreen, fenool) tootmine). Paljudel juhtudel on benseeni sattumine loodusesse seotud õnnetustega – kütuseleked, avariid keemiatehastes. Väga palju benseeni satub atmosfääri ka bensiinijaamadest, lekkivatest kütusehoidlatest ja sisepõlemismootoritest

Fenool ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) - värvitu, iseloomuliku lõhnaga orgaaniline ühend, mida tekib suurtes kogustes näiteks põlevkivi termilisel töötlemisel.

¹ Aerodünaamiline läbimõõt iseloomustab sfäärilist osakest tihedusega üks gramm kuupsentimeetri kohta, millel on sama langemiskiirus, mis konkreetsel realsel osakesel, olenemata selle osakese kujust, suurusest ja tihedusest.

Formaldehüüd (CH₂O) - orgaaniline ühend, mida kasutatakse sageli keemiatööstuses toorainena (näiteks fenoolformaldehüüdvaikude tootmine), kuulub karbonüülühendite hulka.

3. Mõõteseadmed ja meetodikad

3.1 Seirejaamade asukohad

Ida- ja Lääne-Virumaal paiknevate riiklike ning ettevõtete statsionaarsete seirejaamade asukohad, neis mõõdetavad saasteained ja koordinaadid on nimetatud alljärgnevas tabelis (Tabel 1). Jaamade paiknemine piirkonnas on näidatud joonisel 1 (Joonis 1).

Tabel 1 Ida- ja Lääne-Virumaal asuvad seirejaamad

Seirejaam	Asukoht	X koordinaat (L-Est)	Y koordinaat (L-Est)
Narva (SO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2.5} , H ₂ S, fenool, formaldehüüd)	Kreenholmi tänav	6589410	737377
Narva (SO ₂ , H ₂ S, formaldehüüd)	Tuleviku tänav	6589583	738273
Kohtla-Järve (SO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2.5} , H ₂ S, fenool, formaldehüüd)	Kalevi tänav	6590293	686128
Kohtla-Järve (H ₂ S, fenool, formaldehüüd)	Järveküla tee	6588833	686170
Lahemaa (SO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2.5})	Palmse	6597606	609649
Sillamäe (PM ₁₀ , PM _{2.5} , Benseen, NMHC, BTX)	Sõtke tee	6596519	551610
Kunda (SO ₂ , PM ₁₀)	Rahvamaja tn	6598926	643171

Välisõhu kvaliteedi ning põlevkivisektoriga kaasnevate saasteainete heitkoguste hindamine Ida- ja Lääne-Virumaal 14 (131)

Viru Keemia Grupp AS (PM ₁₀ , SO ₂ , H ₂ S)	Järveküla tee, Kohtla-Järve	6588444	684336
--	-----------------------------	---------	--------



Joonis 1 Seirejaamad Ida- ja Lääne-Virumaal

3.2 Riiklik seire

Ida- ja Lääne-Virumaa välisõhu kvaliteedi jälgimiseks paikneb riikluku seire raames piirkonnas kokku viis seirepunkti, neist kaks Kohtla-Järvel (Kalevi tänav ning Järveküla tee) ja kaks Narvas (Kreenholmi tänav ning Tuleviku tänav), kus mõõdetakse vääveldioksiidi (SO₂), peente (PM₁₀) ja ülipeente osakeste (PM_{2.5}), vesiniksulfiidi (H₂S), benseeni, fenooli ning formaldehüüdi kontsentratsioone õhus. Narva Kreenholmi tänava seirejaam on linnakeskkonna taustajaam ja see iseloomustab välisõhu kvaliteeti Põhja-Eesti välisõhu kvaliteedi piirkonnas. Taustajaamas mõõdetakse saasteainete foonitasemeid, mis peegeldavad elanikkonna üldist saasteainetega kokkupuutemäära. Kohtla-Järve Kalevi tänava

seirejaam iseloomustab välisõhu kvaliteeti Kohtla-Järve linnastus ja näitab piirkonna tööstusettevõtete mõju välisõhu kvaliteedile. Kuna Ida-Virumaa on Eesti suurim tööstuspiirkond, kus lisaks tavapärasele saasteainetele välisõhus esineb ka piirkonnale iseloomulikke ohtlikke saasteaineid, mõõdetakse pisteliselt nende ühendite taset Kohtla-Järve ja Narva elamurajoonides. Lahemaa seirejaamas, mis kuulub Euroopa kaugkande seire võrgustikku, mõõdetakse vääveldioksiidi (SO₂), peente (PM₁₀) ja ülipeente osakeste (PM_{2,5}) sisaldust õhus, iseloomustades lisaks kaugkandega saabuvale saastele ka soodsatel ilmastikutungimustel Kirde-Eesti tööstuspiirkonnast pärineva õhusaaste hajumist taustaaladel. Kõik riiklikud seirejaamad on hallatavad Eesti Keskkonnauuringute Keskuse poolt, mis tagab mõõteseadmete õigeaegse ning korrapärase hoolduse ja kalibreerimise, et tagada andmete kvaliteet. Lisaks mõõdetavatele saasteainetele on alljärgnevas tabelites välja toodud ka mõõtmiste algusaasta (Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4).

Tabel 2 Riikliku õhuseire raames mõõdetud saasteained Kohtla-Järvel

Saasteaine	Kohtla-Järve			
	Kalevi	Mõõtmiste algus	Järveküla	Mõõtmiste algus
SO ₂	pidev	2002	-	-
PM ₁₀	pidev	2002	-	-
	pisteline (grav)	2011		
PM _{2,5}	pidev	2002	-	-
H ₂ S	pidev	2004	pisteline	2001
CH ₂ O	-	-	pisteline	2001
C ₆ H ₅ OH	pisteline	2001	pisteline	2001
Benseen	pisteline	2009	-	-
Meteoroloogia	pidev	2002	-	-

Tabel 3 Riikliku õhuseire raames mõõdetud saasteained Narvas

Saasteaine	Narva			
	Tuleviku	Mõõtmiste algus	Kreenholmi	Mõõtmiste algus
SO ₂	-	-	pidev	2008
PM ₁₀	-	-	pidev	2008
			pisteline (grav)	2011
PM _{2,5}	-	-	pidev	2008
H ₂ S	pisteline	2001	pisteline	2001
CH ₂ O	pisteline	2001	pisteline	2001
C ₆ H ₅ OH	-	-	pisteline	2001
Benseen	-	-	pisteline	2012
Meteoroloogia	-	-	pidev	2008

Tabel 4 Riikliku õhuseire raames mõõdetud saasteained Lahemaal

Saasteaine	Lahemaa	Mõõtmiste algus
SO ₂	pidev	2001
PM _{2,5}	pidev	2009
PM ₁₀	Pidev (grav)	2007
Meteoroloogia	pidev	2001

Pidevseirejaamades kasutatavate automaatanalüsaatorite töö põhineb järgmistel meetoditel:

1. SO₂ EN 14212:2005 „Ambient air quality — Standard method for the measurement of the concentration of sulphur dioxide by ultraviolet fluorescence”, mõõteseade Horiba APSA – 360
2. H₂S EN 14212:2005 „Ambient air quality — Standard method for the measurement of the concentration of sulphur dioxide by ultraviolet fluorescence”, mõõteseade Horiba APSA-360A/CU-1
3. PM₁₀/PM_{2,5} tööpõhimõtte β-kiirguse absorptsioon, mõõteseade Horiba APDA 372

4. **Meteoroloogilised näitajad** Thies Clima meteoroloogiline mõõtejaam koos 10 m teleskoopmastiga

Lisaks automaatanalüsaatoritele mõõdetakse osakeste (PM₁₀) sisaldust Lahemaa, Narva ja Kohtla-Järve pidevseirejaamas gravimeetriselt vastavalt standardile EVS-EN 12341:2001 *Air quality – determination of the PM₁₀ fraction of suspended particulate matter – Reference method and field test procedure to demonstrate reference equivalence of measurement methods.*

Benseeni saastetasemeid mõõdetakse nädalase intervalliga passiivsete proovlitega, mida analüüsitakse laboris vastavalt standardile *ISO 16000-6 – Indoor air Part 2: Sampling strategy for formaldehyde.*

Ida-Virumaal teostatakse pidevalt märgkeemilisi mõõtmisi ka spetsiifiliste piirkonnale iseloomulike tööstuslike saasteainete nagu fenooli, formaldehüüdi, vesiniksulfiidi osas, mille meetodikad on välja töötatud nimetatud saasteainete kontsentratsioonide määramiseks elamurajoonis. Kogutud õhuproovidelt määratakse soovitud saasteaine sisaldus fotomeetriselt.

Fenooli kontsentratsiooni määramine välisõhust toimub põhimõttel, et fenool seotakse Na₂CO₃ lahusega, mida laboris töödeldakse paranitroaniliiniga ning analüüsitakse spektrofotomeetriselt.

Formaldehüüdi kontsentratsiooni määramine välisõhust toimub põhimõttel, et formaldehüüd seotakse H₂SO₄ lahusega, mida laboris töödeldakse fenüülhüdrosiiniga ning analüüsitakse fotokolorimeetriselt.

Vesiniksulfiidi kontsentratsiooni määramine välisõhust toimub põhimõttel, et vesiniksulfiid seotakse tsinksooladega ja kilesorbendiga, mida analüüsitakse laboris spektrofotomeetriselt.

3.3 Ettevõtete omaseire

Vastavalt väljastatud keskkonnaloa tingimustele on mõned ettevõtted kohustatud oma tootmisterritoriumi piiril läbi viima pidevseiret, et saada operatiivselt infot välisõhu eesmärgiga vähendada tootmisega kaasnevat kahjulikku mõju, järgida tegevuse vastavust keskkonnasaastelubadele ning vähendada/põhjendada kaebusi kohalikest elanikest. Ida- ja Virumaal on hetke seisuga kolm ettevõtetele kuuluvat pidevseirejaama, millest kaks, Tsement'i ja Sillamäe Sadama jaam, kuuluvad Eesti Õhukvaliteedi Juhtimissüsteemi, st

Keskkonnauuringute Keskus on vastutav mõõtejaama töötamise ja seeläbi andmete Viru Keemia Grupp teostab seiret eraldi süsteemiväliselt, esitades andmed Uuringus on kasutatud VKG seirejaama andmeid nii palju, kui Eesti Keskkonnauuringute erinevate projektide raames VKG seirejaama kasutamisel on andmeid kogutud. H2S puhul ja 2011 aasta andmed (osaliselt) ning SO2 kohta on olemas 2010 ja 2011 aasta andmed Nende andmete kogumisel on eelnevalt seadmed kalibreeritud ja kontrollitud Eesti Keskkonnauuringute Keskuse poolt, mis peaks kindlustama andmete tõepärasuse. VKG Sillamäe sadamast ja Kunda tsemenditehasest Eesti Õhukvaliteedi Juhtimise süsteemiga mistõttu toimub VKG omaseire ainult ettevõtte vastutusel, nii seadmete hooldus, andmete kogumine (võimalik, et neil on keegi kolmas osapool, kes tegeleb seirejaama mistõttu pole kindel ka andmete kvaliteet, hoolimata asjaolust, et neid andmeid esitatakse. Kuna ettevõtte seirejaama eesmärk on anda infot konkreetse ettevõtte kaasneva õhusaastatuse kohta, siis ka lühiajaliste andmeridade põhjal nähtub VKG oluline piirkonna välisõhu kvaliteedile. Ühtlasi kirjeldavad riiklikud seirejaamad elanike keskmist kokkupuutemäära saasteainetega Kohtla-Järvel ja Narvas hästi nii riikliku kui lokaalse saasteainete osas hästi, mistõttu saab piisava ülevaate piirkonna õhusaastest ja selle aastate lõikes. Alljärgnevates tabelites on toodud ettevõtete seirejaamades mõõdetavad mõõteseadmed ning mõõtmiste algus (Tabel 5,

Tabel 6, Tabel 7).

Tabel 5 Ettevõtete omaseire, Kunda Nordic Tsement

Saasteaine	Kunda	Mõõteseade	Mõõtmiste algus
SO ₂	pidev	UV-fluorestsents HORIBA APSA – 360	2008
PM ₁₀	pidev	β-kiirguse absorptsioon HFH 62-I-R	2008
Meteoroloogia	pidev	Thies Clima meteoroloogiline mõõtejaam koos 10 m teleskoopmastiga	2008

Tabel 6 Ettevõtete omaseire, Sillamäe Sadam

Saasteaine	Sillamäe	Mõõteseade	Mõõtmiste algus
Alifaatsed süsivesinikud (NMHC)	pidev	Leekionisatsioonidetektor HORIBA APHA - 370	2014
Aromaatsed süsivesinikud (BTX)	pidev	GC55 series 600	2014
Benseen	pidev	GC55 series 600	2014
PM ₁₀	pidev	Optiline fidas HORIBA APDA 372	2014
PM _{2.5}	pidev	Optiline fidas HORIBA APDA 372	2014
Meteoroloogia	pidev	Thies Clima meteoroloogiline mõõtejaam koos 10 m teleskoopmastiga	2014

Tabel 7 Ettevõtete omaseire, Viru Keemia Grupp

Saasteaine	VKG Oil	Mõõteseade	Mõõtmiste algus
SO ₂	pidev	UV-fluorestsents HORIBA APSA – 360	2006
H ₂ S	pidev	Horiba APSA-360A/CU-1	2010
PM ₁₀	pidev	β-kiirguse absorptsioon HFH 62-I-R	2010
Meteoroloogia	pidev	Thies Clima meteoroloogiline mõõtejaam koos 10 m teleskoopmastiga	2006

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 tähtsajad".² Tootmisterritooriumil on vastavad piirnormid kehtestatud Vabariigi Valitsuse 18. septembri 2001. a määrusega nr 293 "Töökeskkonna keemiliste ohutegurite piirnormid". Riiklikud seirejaamad paiknevad tööstusaladest väljaspool, mistõttu lähtutakse mõõtetulemuste iseloomustamisel välisõhu saastetaseme piirväärtustest. Ettevõtete omaseirejaamad (Sillamäe ja VKG) asuvad aga tootmisterritooriumi piiril, mistõttu tuleb mõõtetulemusi võrrelda lisaks saastetaseme piirväärtustele ka töökeskkonna keemiliste ohutegurite piirnormidega. Alljärgnevates tabelites on toodud käesoleva töö raames mõõdetud saastekomponentidele kehtestatud piirväärtused (Tabel 8, Tabel 9).

Tabel 8 Välisõhu saastetaseme piirväärtused

Saasteaine	Keskmitamisaeg	Piir- või sihtväärtus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Lubatud ületamiste arv aastas
SO ₂	1 tund	350	24 tundi
	24 tundi	125	3 päeva
Benseen	1 tund	200	-
	24 tundi	200	-
	1 aasta	5	-
PM _{2,5}	1 aasta	25	-
PM ₁₀	24 tundi	50	35 päeva
	1 aasta	40	-
H ₂ S	1 tund	8	-

² <https://www.riigiteataja.ee/akt/112072011003>

Saasteaine	Keskmistamisaeg	Piir- või sihtväärtus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Lubatud ületamiste arv aastas
	24 tundi	8	18 päeva
C₆H₅OH	1 tund	50	-
	24 tundi	3	18 päeva
CH₂O	1 tund	100	-
	24 tundi	50	18 päeva
Alifaatsed süsivesinikud	1 tund	5000	-
	24 tundi	2000	-
Aromaatsed süsivesinikud	1 tund	200	-
	24 tundi	200	-

Tabel 9 Keemiliste ohutegurite piirnormid töökeskkonnas

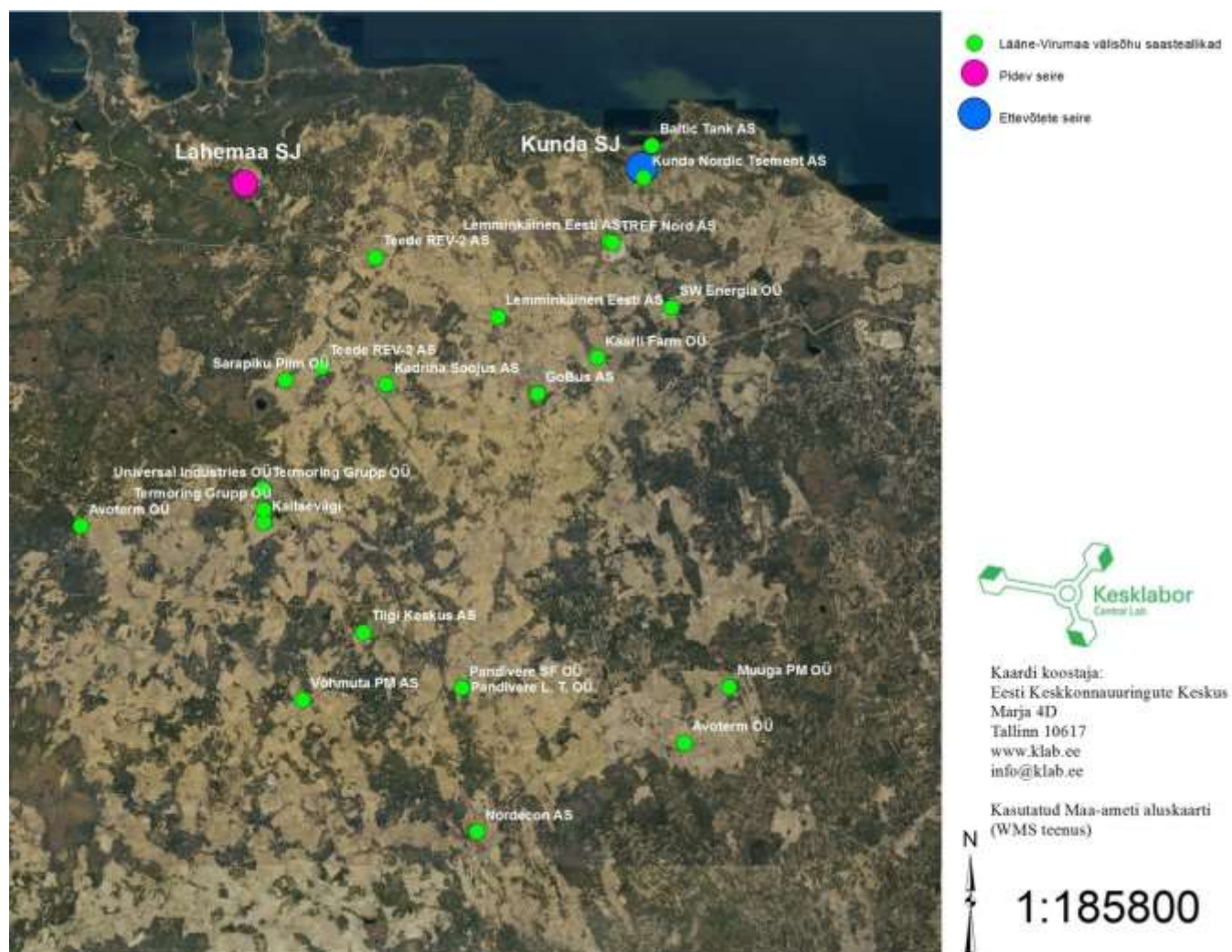
Saasteaine	24 h piirnorm (mg/m ³)	15 min piirnorm (mg/m ³)
Benseen	1,5	9
Ksüleen	200	450
Tolueen	192	384
Alifaatsed süsiv.	350	500
H ₂ S	7	14
SO ₂	5	5
Fenool	8	16
Formaldehüüd	0,6	1,2
PM ₁₀	5	-

5. Põlevkivisektoriga seotud saasteallikad Ida- ja Lääne-Virumaal

Töö esimeses etapis kaardistati Ida- ja Lääne-Virumaa piirkonnas paiknevad ettevõtted, mis tegelevad põlevkivi kaevandamisega, põlevkivi töötlemisega või põlevkivi energeetikaga. Alljärgnevas tabelites on toodud piirkonnas tegutsevad ettevõtted, nende tegevusala ning asukohad (Tabel 10, Tabel 11). Suuremate/olulisemate saasteallikate paiknemine on näidatud ka joonistel (Joonis 2, Joonis 3). Lääne-Virumaal asuvad saasteallikad on kõik seotud põlevkiviõli/põlevkivi põletamisega. Ida-Virumaal on lisaks ka põlevkivi kaevandused/karjäärid ning õlitööstused. Andmed Ida- ja Lääne-Virumaa põlevkivisektoriga seotud saasteallikate kohta on saadud Keskkonnaagentuurist.

Tabel 10 Saasteallikad Lääne-Virumaal

Ettevõtte nimi	Address	Asula	X koordinaat (L-Est)	Y koordinaat (L-Est)	Tegevusala
Avoterm OÜ	Salutaguse tee 2	Laekvere vald	6550394	646801	põlevkiviõli põletamine
Avoterm OÜ	Jäneda	Tapa vald	6568684	595865	põlevkiviõli põletamine
Baltic Tank AS	Uus-Sadama tee 2	Kunda linn	6600813	644035	põlevkiviõli põletamine
GoBus AS	Aia 16	Rakvere linn	6579863	634385	põlevkiviõli põletamine
Kaarli Farm OÜ	Kaarli küla ja Katku küla	Sõmeru vald	6582903	639442	põlevkiviõli põletamine
Kadrina Soojus AS	Rakvere tee 11	Kadrina vald	6580639	621619	põlevkiviõli põletamine
Kaitsevägi	Loode 35	Tapa vald	6568985	611312	põlevkiviõli põletamine
Kunda Nordic Tsement AS	Jaama 2	Kunda linn	6598103	643341	põlevkivi põletamine
Lemminkäinen Eesti AS	Päide küla	Rakvere vald	6586350	631046	põlevkiviõli põletamine
Lemminkäinen Eesti AS	Andja küla	Sõmeru vald	6592736	640497	põlevkiviõli põletamine
Muuga PM OÜ	Muuga	Laekvere vald	6555100	650560	põlevkiviõli põletamine
Nordecon AS	Siili kinnistu	Rakke vald	6542879	629305	põlevkiviõli põletamine
Pandivere L. T. OÜ	Ebavere	Ebavere küla	6554967	628084	põlevkiviõli põletamine
Pandivere SF OÜ	Ebavere küla	Ebavere küla	6555027	628010	põlevkiviõli põletamine
Sarapiku Piim OÜ	Vaiatu küla	Kadrina vald	6580995	613113	põlevkiviõli põletamine
SW Energia OÜ	Uhtna	Sõmeru vald	6587143	645692	põlevkiviõli põletamine
Teede REV-2 AS	Kärnu	Haljala vald	6591371	620726	põlevkiviõli põletamine
Teede REV-2 AS	Kallukse	Kadrina vald	6582123	616185	põlevkiviõli põletamine
Termoring Grupp OÜ	Leina tn 14a	Tapa vald	6571821	611281	põlevkiviõli põletamine
Termoring Grupp OÜ	Üleviste 5	Tapa vald	6570067	611279	põlevkiviõli põletamine
Tiigi Keskus AS	Tööstuse 15	Tamsalu linn	6559723	619695	põlevkiviõli põletamine
TREF Nord AS	Aru-Lõuna karjäär	Sõmeru vald	6592635	640740	põlevkiviõli põletamine
Universal Industries OÜ	Leina 14	Tapa vald	6571844	611192	põlevkiviõli põletamine
Võhmuta PM AS	Tamsalu mnt	Tamsalu vald	6554023	614598	põlevkiviõli põletamine



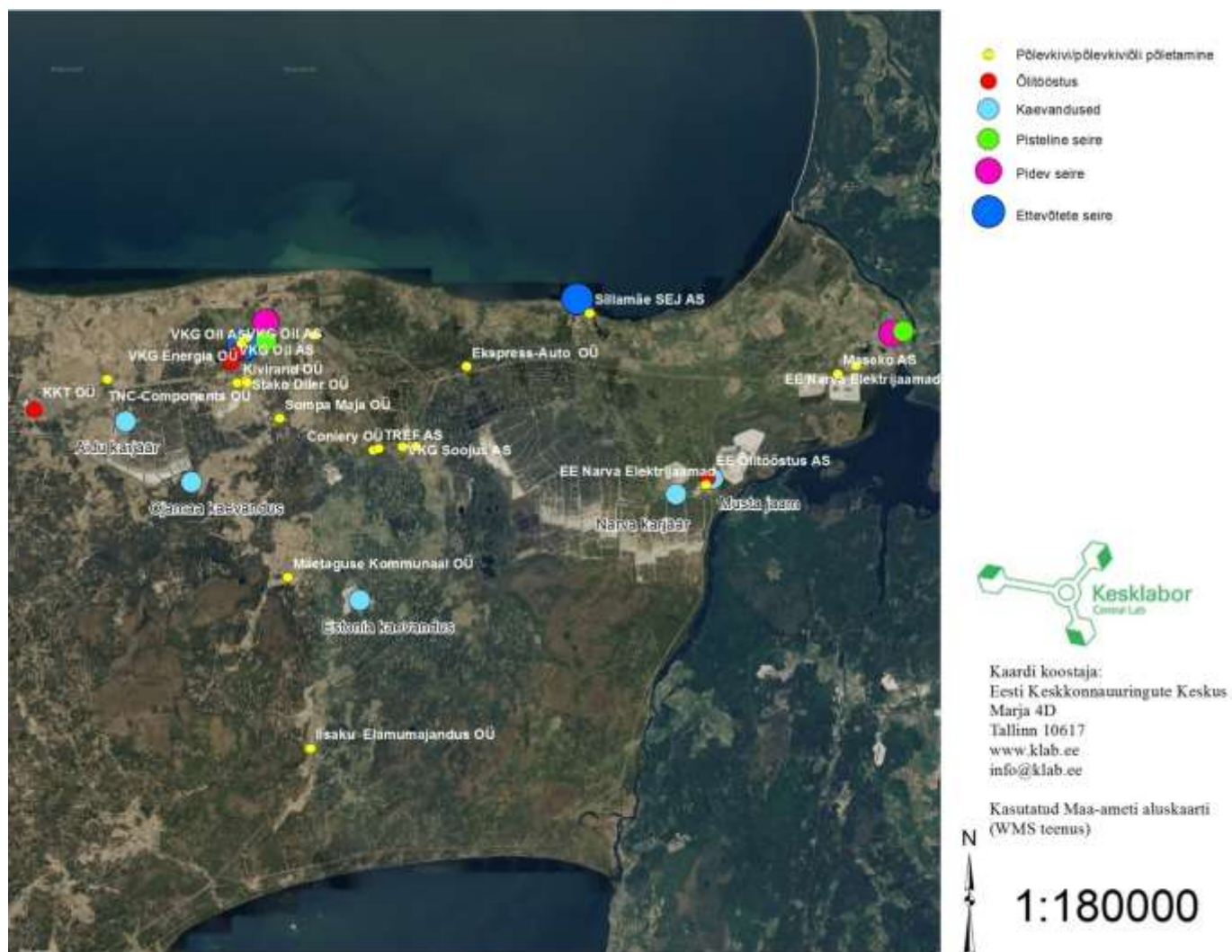
Joonis 2 Lääne-Virumaa välisõhu saasteallikad

Tabel 11 Saasteallikad Ida-Virumaal

Ettevõtte nimi	Aadress	Asula	X koordinaat (L-Est)	Y koordinaat (L-Est)	Tegevusala
Coniery OÜ	Ahtme mnt 88	Kohtla-Järve linn	6579827	694966	põlevkiviõli põletamine
Eesti Energia Narva Elektriijaamad AS	Auvere	Vaivara vald	6576997	722153	põlevkivi ja põlevkiviõli põletamine
Eesti Energia Narva Elektriijaamad AS	Elektriijaama tee 59	Narva linn	6586708	734379	põlevkivi ja põlevkiviõli põletamine
Ekspress-Auto L OÜ	Männi 5a, Oru	Oru linnaosa	6586661	702581	põlevkivi põletamine
Iisaku Elamumajandus OÜ	Tartu mnt. 62b	Iisaku vald	6555458	689788	põlevkiviõli põletamine
Kivirand OÜ	Vabriku 1	Kohtla-Järve linn	6585339	683824	põlevkiviõli põletamine
Kukruse Maja OÜ	Õnne 20	Kohtla-Järve linn	6589256	690067	põlevkiviõli põletamine
Lüganuse Vallavalitsus	Kiviõli tee 23	Lüganuse vald	6585651	673168	põlevkiviõli põletamine
Maseko AS	Elektriijaama tee 94	Narva linn	6586065	732909	põlevkiviõli põletamine
Mäetaguse Kommunaal OÜ	Mäetaguse alevik	Mäetaguse vald	6569426	687967	põlevkiviõli põletamine
Portlif Grupp OÜ	Tehase 9	Järve linnaosa	6588992	684555	põlevkiviõli põletamine
Sillamäe SEJ AS	Kesk 4	Sillamäe linn	6591028	712621	põlevkivi ja põlevkiviõli põletamine
Sompa Maja OÜ	Kannikese 12a	Kohtla-Järve linn	6582436	687293	põlevkiviõli põletamine
Stako Diler OÜ	Ehitajate tee 126c	Kohtla-Järve linn	6585571	684560	põlevkiviõli põletamine
Teede REV-2 AS	Ahtme killustiku	Jõhvi vald	6580168	698400	põlevkiviõli põletamine
TNC-Components OÜ	Ehitajate 130a	Kohtla-Järve linn	6585332	684597	põlevkiviõli põletamine
TREF AS	Ahtme mnt.86	Ahtme	6579966	695392	põlevkiviõli põletamine
VKG Soojus AS	Ritsika 1	Ahtme linnaosa	6580102	697335	põlevkivi ja põlevkiviõli põletamine
VKG Energia OÜ	Elektriku 3, Põhja SEJ	Kohtla-Järve linn	6588605	684123	põlevkivi põletamine
Eesti Energia Kaevandused AS	Narva karjäär	Vaivara vald	6576243	719702	kaevandus
Eesti Energia Kaevandused AS	Musta jaam	Vaivara vald	6577558	722686	kaevandus
Eesti Energia Kaevandused AS	Viru kaevandus, Kalina küla	Mäetaguse vald	6578447	691387	kaevandus, põlevkiviõli põletamine
Eesti Energia Kaevandused AS	Aidu karjäär	Maidla vald	6582207	674692	kaevandus, põlevkiviõli põletamine

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ

Eesti Energia Kaevandused AS	Estonia Kaevandus, Väike-Pungerja küla	Mäetaguse vald	6567609	693861	kaevandus, põlevkiviõli põletamine
VKG Kaevandused OÜ	Ojamaa kaevandus	Mäetaguse vald	6577235	680103	kaevandus
Eesti Energia Õlitööstus AS	Auvere	Vaivara vald	6577605	722279	õlitööstus
VKG Oil AS	Keemia väikekoht	Kohtla-Järve linn	6587065	683271	õlitööstus
VKG Oil AS	Järveküla tee 14	Kohtla-Järve linn	6587919	683922	õlitööstus
VKG Oil AS	Järveküla tee 14	Kohtla-Järve linn	6587985	683891	õlitööstus
Kiviõli Keemiatööstuse OÜ	Turu 3	Kiviõli linn	6583180	667211	õlitööstus, põlevkiviõli ja põlevkivi põletamine



Joonis 3 Ida-Virumaa välisõhu saasteallikad

6. Välisõhu saasteainete heitogused

Töö teises etapis võrreldakse põlevkivisektoriga seotud suuremate ettevõtete, nagu Eesti Energia AS, Viru Keemia Grupp AS, Kiviõli Keemiatööstus OÜ, Sillamäe Sadam AS, kehtivates välisõhu saastelubades või keskkonnakomplekslubades nimetatud ning ettevõtete poolt Keskkonnaagentuurile deklareeritud peente (PM_{10}) ja ülipeente osakeste ($PM_{2.5}$), vesiniksulfiidi (H_2S), vääveldioksiidi (SO_2), lenduvate orgaaniliste ühendite, aromaatsete süsivesinike, benseeni, fenooli ning formaldehüüdi heitkoguseid viie aasta lõikes (2009-2013).

Eesti Energia AS kontsern tegeleb põlevkivi kaevandamise, elektri, soojuse ja õli tootmisega ning elektri transpordi ja müügiga. Välisõhu saasteallikatena on olulisemad:

- Eesti Energia Kaevandused AS, mis kaevandab Ida-Virumaal põlevkivi elektri- ja õlitootjate varustamiseks toorainena (Narva karjäär, Estonia kaevandus, Musta jaam). Ca 80% põlevkivist toodetakse küttekivina elektri- ja soojusenergia tootmiseks ning ca 20% õlikivina põlevkiviõli tootmiseks. Lisategevusena toodetakse paekivist killustikku;
- Eesti Energia Narva Elektriijaamad AS, kus toodetakse elektrienergiat Eesti tarbijatele ning ekspordiks Baltimaadesse, samuti toodetakse soojusenergiat kohalikuks tarbeks ja müüakse põlevkivituhka (Eesti Elektriijaam, Balti Elektriijaam)
- Eesti Energia Õlitööstus AS tegeleb vedelkütuste ja kõrge kalorsusega uttegaasi tootmisega põlevkivist (Auvere Õlitehas).

Viru Keemia Grupp (VKG) on Eesti suurim põlevkiviõli ja – keemia tootja. Sarnaselt Eesti Energiale katab ka Viru Keemia Grupp kogu põlevkiviahele alates selle kaevandamisest ja ümbertöötlemisest kuni peenkemikaalide turustamiseni. Aastas töötleb VKG ca 1,8 miljonit tonni põlevkivi, millest saab kõrgekvaliteetset põlevkiviõli, elektri ja soojuse tootmiseks kasutatavat generaatorgaasi ning peenemaid kemikaale. Põlevkiviõli tootmisega tegeleb VKG tütarettevõtte VKG Oil AS, sooja tootmisega Kohtla-Järvel VKG Energia AS ning soojatootmisega Ahtmel VKG Soojus AS, põlevkivi kaevandatakse Ojamaa kaevanduses.

Kiviõli Keemiatööstus (KKT) tegeleb peamiselt põlevkiviõli ning soojus- ja elektrienergia tootmisega, ühtlasi kaevandatakse põlevkivi Põhja-Kiviõli karjääris. Kõrvaltegevusaladena toodab ettevõtte briketti, lubjakivikillustikku ja kaevandab kruusa.

Sillamäe Sadam AS on Eesti suuruselt teine merekaubasadam, mis oma infrastruktuuri tõttu võimaldab kõikide kaubagruppide käsitlemist alates nafta- ja puistekaupadest kuni konteinerkaupadeni. Sillamäe Sadamas asuvad ettevõtted, kellele on väljastatud välisõhu saasteluba või keskkonnakompleksluba, on SilSteve AS, EuroChem Terminal Sillamäe AS, Alexela Sillamäe AS ning Sillamäe Soojuselektrijaam AS, vaid viimane nimetatutest on otseselt seotud põlevkivitööstusega.

Kõikide uuritavate ettevõtete saastelubades nimetatud peente osakeste (PM_{10}), ülipeente osakeste ($PM_{2.5}$), vesiniksulfiidi (H_2S), vääveldioksiidi (SO_2), lenduvate orgaaniliste ühendite (LOÜ), aromaatsete süsivesinike (BTX), benseeni, formaldehüüdi ning fenooli lubatud aastased heitkogused on toodud alljärgnevas tabelis (Tabel 12). Informatsioon saastelubade kohta on saadud Keskkonnaametist, kehtivad load on avalikult nähtavad ja kättesaadavad aadressil https://eteenus.keskkonnaamet.ee/?page=avalik_stat_koond&act=avalik_info&u=20150126110019 .



Tabel 12 Saasteainete aastased heitkogused

Eesti Keskkonnauringute Keskus OÜ

Saasteallikas	Loa nr kehtivusaeg	PM ₁₀ t/a	PM _{2,5} t/a	H ₂ S t/a	SO ₂ t/a	Alifaatsed süsiv. t/a	BTX t/a	Benseen t/a	Form- aldehüüd t/a	Fenool t/a	NMHC t/a	VOC- com t/a
EE Eesti Elektri jaam	L.KKL.IV-172516 2008	13077,853 PM-sum	-	-	20029,63	-	-	-	-	-	-	-
EE Balti Elektri jaam	L.KKL.IV-137279 2006	15413,336 PM-sum	-	-	4256,878	-	-	-	-	-	-	18,489
EE Auvere Õliteshas	KKL/176540 2008	1819,228 PM-sum	0,617	-	967,989	11131,23	-	110,822	-	166,234	13,875	-
EE Narva karjäär	L.ÕV.IV-32759 2004-2011	91,154 PM-sum	1,114	-	0,627	-	-	-	-	-	-	-
	L.ÕV/320934 2011	144,254 PM-sum	2,677	-	1,688	-	-	-	-	-	0,668	-
EE Estonia kaevandus	L.ÕV.IV-199016 2008-2010	-	-	0,36	78,957	0,73	-	-	-	-	-	-
	L.ÕV/319272 2010	12,438 PM-sum	-	0,46	70,833	1,364	-	-	-	-	-	0,137
EE Musta jaam	L.ÕV/318337 2010	0,364 PM ₁₀ 0,036 PM _{2,5} 0,756 PM-sum	-	-	-	-	-	-	-	-	1,531	-
VKG Oil (Kiviter)	L.KKL.IV-198338 2008	63,89 PM-sum	-	4,36	1370	255,569	18,99	9,05	-	3,664	7,519	10,173
VKG Oil (Petroter)	KKL/300389 2009	526,3792 PM-sum	-	0,1936	1075,5887	6,0312	-	-	-	-	0,7378	-
VKG Oil valkude süntees	L.KKL.IV-46640 2008	-	-	-	-	-	2,401	-	1,401	0,208	-	-
VKG Energia Põhja SEJ	L.KKL.IV-204118 2008	68,778 PM-sum	-	4,473	6119,525	0,434	-	-	-	-	67,822	-
VKG Energia Lõuna SEJ	L.ÕV.IV-171225 2008-2013	-	-	2,28	4376,8	-	-	-	-	-	5,664	-

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ

VKG Soojus Ahtme SEJ	Ahtme L.ÕV.IV-165088 2009	2080 PM-sum	-	2000	-	-	-	-	-	-	-
	Ahtme L.ÕV/317624 2010	-	-	1927,6	-	-	-	-	-	-	100
	Kohtla-Järve L.ÕV.IV-183819 2009	17,56 PM-sum	-	72,373	-	-	-	-	-	0,292	0,194
	Kohtla-Järve L.ÕV/317647 2010	-	-	72,373	-	-	-	-	-	0,194	-
	KKL/320031 2011	1279,3 PM-sum	-	2301,7	-	-	-	-	-	17	1531,9
VKG Soojus Ahtme reservkatlamaja	KKL/319098 2010	83,37 PM-sum	294	2,402	-	-	-	-	-	4,77	-
VKG Ojamaa kaevandus	L.ÕV/317237 2009-2014	2,67 PM ₁₀ 15,68 PM-sum	0,30	29,3	0,129	-	-	-	-	0,0582	-
Kiviõli Keemiatööstus, KKT Oil AS	L.KKL.IV-171223 2007	102,68 PM ₁₀ 771,56 PM-sum	44,91	4746,65	150,167	-	0,00457	0,003	0,7647	438,1485	-
Põhja-Kiviõli põlevkivikarjäär	L.ÕV/320678 2011	0,3805 PM ₁₀ 1,0634 PM-sum	-	-	-	-	-	-	-	-	0,001
Kiviõli Keemiatööstus, killustiku tootmine	L.ÕV/321799 2012	4,7 PM ₁₀ 16 PM-sum	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	L.ÕV/322809 2013	4,7029 PM ₁₀ 16,0081 PM-sum	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SilSteve AS	L.ÕV/318236 2009	45,126 PM ₁₀ 95,384 PM-sum	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ

EuroChem Terminal Sillamäe AS	L.ÕV.IV-204045 2009-2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,011
	L.ÕV/320518 2011-2012	-	-	-	-	-	8,45	2,01	-	-	32,54	0,12
	L.ÕV/322811 2013	-	-	-	-	81,638	9,322	-	-	0,129	32,54	0,011
Alexela Sillamäe AS	L.ÕV/319048 Kesk 2p 2010-2011	-	-	-	-	9,46	0,287	-	-	-	-	-
	L.ÕV.IV-132471 Naftaterminal 2006-2011	-	-	-	-	553,646	14,4	-	-	-	1,026	-
	KKL.321724 Naftaterminal 2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2821,9	-
	L.ÕV/319897 Kesk 2 2011-2012	-	-	-	-	2806,25	7,209	-	-	-	2813,459	-
Sillamäe SEJ AS	L.KKL.IV-197728 2008	127,2 PM-sum		-	593	0,531	-	-	-	-	-	196,9

6.1 Saasteainete heitkoguste võrdlus

Ettevõtete saastelubade ning Keskkonnaagentuurile deklareeritud saasteainete aastased heitkogused on välja toodud alljärgnevas tabelites, kusjuures punasega on märgitud lubatud normi ületavad heitkogused. Käitiste heitkoguste kinnitatud aastaaruanded on saadud Keskkonnaagentuuri (KAUR) välisõhu saasteallikate andmebaasist OSIS. KKT Põhja-Kiviõli põlevkivikaevanduse aastaaruannetes heitkoguseid esitatud pole või olid need 0.

Võrreldes reaalseid heitkoguseid maksimaalselt lubatud normidega, võib öelda, et ettevõtete poolt esitatud heitkogused saastelubades nimetatutest väiksemaks. Eesti karjääri deklareeritud tahkete osakeste, väaveldioksiidi ning vesiniksulfiidi heitkogused aastal saasteloas nimetatud normist natuke suuremad, olles vastavalt 96 t/a, 0,68 t/a ja Energia Estonia kaevanduse lenduvate orgaaniliste ühendite (VOC-com) aastased 2012. ja 2013. aastal samuti mõnevõrra kõrgemad saasteloas toodud heitkogustest, andmetel emiteerus välisõhku vastavalt 1,15 ja 1,25 t lenduvaid orgaanilisi ühendeid. KKT Oil AS andmetel alifaatsete süsivesinike ning formaldehüüdi heitkogused kõrgemad lubatud heitkogustest, vastavalt 151 t/a ja 0,007 t/a. EuroChem terminalis Sillamäe 2012. aastal lenduvate orgaaniliste ühendite lubatud maksimaalset aastast heitkogust, paiskus välisõhku ettevõtte andmeil 1,4 t. VKG Ojamaa kaevanduse peente osakeste 2010. aastal kaks korda kõrgem saasteloas sätestatud heitkogusest, olles 6,3 t/a (Tabel 13, Tabel 14, Tabel 15,

Tabel 16,

Tabel 17, Tabel 18, Tabel 19, Tabel 20, Tabel 21, Tabel 22,

Tabel 23,

Tabel 24, Tabel 25,

Tabel 26,

Tabel 27, Tabel 28, Tabel 29, Tabel 30, Tabel 31, Tabel 32).

Tabel 13 Saasteainete aastased heitkogused (t/a), EE Eesti Elektriijaam

EE Eesti Elektriijaam	PM₁₀	PM_{2.5}	TSP	SO₂	SO₂ lubatud
2009	2429,016	1098,034	2843,762	37404,891	96235,131

Välisõhu kvaliteedi ning põlevkivisektoriga kaasnevate saasteainete heitkoguste hindamine Ida- ja Lääne-Virumaal 36 (131)

2010	4523,383	2047,387	5074,097	52077,491	96235,131
2011	3021,706	1371,16	3387,809	36007,814	96232,131
2012	1996,992	911,37	3305,895	20506,842	22107,250
2013	3564,665	1616,391	3997,657	15877,011	18700,000
Lubatud L.KKL.IV-172516	-	-	13077,85	-	-

Tabel 14 Saasteainete aastased heitkogused (t/a), EE Balti Elektriijaam

EE Balti Elektriijaam	PM10	PM2.5	TSP	SO2	SO ₂ lubatud	VOC-com
2009	173,194	93,063	184,787	934,183	35552,000	-
2010	6074,159	2727,847	7131,097	14417,805	35552,000	-
2011	20793,994	9315,601	24440,11	20602,143	45444,879	0,315
2012	1864,965	833,822	2369,114	2576,326	2756,878	0,538
2013	0	0	3579,116	4889,836	5556,878	0,281
Lubatud L.KKL.IV-137279	-	-	63235.636	-	-	18,489

Tabel 15 Saasteainete aastased heitkogused (t/a), EE Auvere Õlitechas

EE Auvere Õlitechas	TSP	SO2	NMVOC	Alif	Arom	Benseen	fenool	H2S
2009	706,296	130,897	10,862	1375,41	0,024	1,122	28,525	0,016
2010	899,3	256,729	9,869	2305,83	0,011	0,795	49,667	0,013
2011	488,084	168,752	8,994	1,718	-	0,656	57,421	0,013
2012	599,004	71,406	7,731	1,373	-	0,632	55,245	0,01
2013	399,924	16,6	5,211	1,708	-	0,752	58,281	0,013
Lubatud KKL/176540	1819,228	967,989	13,875	11131,2	-	110,822	166,234	0,617

Tabel 16 Saasteainete aastased heitkogused (t/a), EE Narva karjäär

EE Narva karjäär	TSP	SO2	H2S	Alifaatsed	NMVOC
2009	74,463	0,514	0,898	-	-
2010	95,876	0,675	1,203	-	-
2011	109,27	0,856	1,557	0,125	-
2012	123,391	1,314	2,366	-	0,308
2013	135,059	1,499	2,573	-	0,18
Lubatud L.ÕV.IV-32759 2004-2010	91,154	0,627	1,114	-	-

Välisõhu kvaliteedi ning põlevkivisektoriga kaasnevate saasteainete heitkoguste hindamine Ida- ja Lääne-Virumaal 37 (131)

Lubatud L.ÕV/320934 2011	144,254	1,688	2,677	-	0,668
--------------------------	---------	-------	-------	---	-------

Tabel 17 Saasteainete aastased heitkogused (t/a), EE Estonia kaevandus

EE Estonia kaevandus	TSP	SO2	VOC-com	Alif	H2S	PM10	PM2.5
2009	6,707	40,877	0,074	0,18	0,188	5,566	4,493
2010	7,192	47,605	0,079	1,114	0,296	5,969	4,818
2011	5,723	42,741	0,063	1,094	0,357	4,75	3,834
2012	5,558	41,172	1,15		0,337	4,613	3,724
2013	5,304	41,682	1,247	0,003	0,35	0	0
Lubatud L.ÕV.IV-199016 2008-2009	-	78,957	-	0,73	0,36	-	-
Lubatud L.ÕV/319272 2010	12,438	70,833	0,137	1,364	0,46	-	-

Tabel 18 Saasteainete aastased heitkogused (t/a), EE Musta jaam

EE Musta jaam	TSP	NMVOC	PM10	PM2.5
2010	0,355	0,7327	0,171	0,017
2011	0,377	0,94	0,182	0,018
2012	0,735	1,457	0,354	0,035
2013	0,371	1,525	0,179	0,018
Lubatud L.ÕV/318337	0,756	1,531	0,364	0,036

Tabel 19 Saasteainete aastased heitkogused (t/a), KKT Oil AS

KKT Oil AS	TSP	SO2	NMVOC	Alif	H2S	Fenool	Formal	PM10
2009	561,492	3688,8	286,389	288,155	2,247	0,924	0,141	-
2010	255,838	2536,1	233,903	234,792	2,343	0,132	0,02	-
2011	313,794	2919,4	243,507	291,413	6,369	0,31	0,021	-
2012	173,196	3547,1	208,456	321,577	5,429	0,441	0,024	-
2013	127,535	3393,1	221,779	151,139	6,197	0,636	0,007	12,386
Lubatud L.KKL.IV-171223	771,56	4746,7	438,1485	150,167	44,91	0,7647	0,003	102,68

Tabel 20 Saasteainete aastased heitkogused (t/a), KKT killustiku tootmine

KKT killustiku tootmine	TSP	PM10
2012	6,888	1,987
2013	7,764	2,24
Lubatud L.ÕV/321799 2012	16	4,7

Lubatud L.ÕV/322809 2013	16	4,7
---------------------------------	-----------	------------

Tabel 21 Saasteainete aastased heitkogused (t/a), SilSteve

SilSteve	TSP	VC-com	Alif	Arom	PM10
2009	0,42	0,004	4,322	0,134	-
2010	3,547	0,005	2,274	0,07	0,031
2011	5,569	0,004	-	-	0,073
2012	1,021	0,004	-	-	0,202
2013	7,078	0,004	-	-	3,346
Lubatud L.ÕV/318236	95,384	0,03	-	-	45,13

Tabel 22 Saasteainete aastased heitkogused (t/a), Eurochem

Eurochem	VOC-com	Alif	Arom
2009	0,003	-	-
2010	0,004	2,865	0,083
2011	0,003	1,198	0,02
2012	1,377	-	-
2013	0,063	-	-
Lubatud L.ÕV.IV-204045 2009-2010	0,011	-	-
Lubatud L.ÕV/320518 2011-2012	0,12	-	8,45
Lubatud L.ÕV/322811 2013	0,011	81,638	9,322

Tabel 23 Saasteainete aastased heitkogused (t/a), Sillamäe SEJ

Sillamäe SEJ	TSP	TSP lubatud	SO ₂	SO ₂ lubatud	VOC-com	VOC-com lubatud	Alif	Alif lubatud	PM10	PM2,5
2009	31,9		673,3	1293,5	61,331	148,669	0,032	0,8635	12,13	10,122
2010	36,9	98,176	698,9	1893,1	71,486	148,669	0,035	0,8635	12,87	10,737
2011	51,2	98,176	670,6	1893,1	69,141	148,669	0,035	0,8635	18,79	15,682
2012	60,8	98,176	897,4	1893,1	77,745	148,669	-	0,8635	22,89	19,099
2013	67,6	127,197	828,5	900,0	73,25	196,884	-	0,531	25,34	21,146
Lubatud L.KKL.IV-197728										

Tabel 24 Saasteainete aastased heitkogused (t/a), Alexela Sillamäe AS

Välisõhu kvaliteedi ning põlevkivisektoriga kaasnevate saasteainete heitkoguste hindamine Ida- ja Lääne-Virumaal 39 (131)

Alexela Sillamäe AS Kesk 2p Laadungikäitus			
Aasta	Alif	Arom	
2010	2,211	0,067	
2011	0,3015	0,0092	
Lubatud L.ÖV/319048	9,46	0,287	
Alexela Sillamäe AS Naftaterminal Sillamäe Sadam			
Aasta	NMVOC	Alif	Arom
2009	9,942	55,38	0
2010	0,996	89,13	0
2011	0,134	0,08	0
2012	70,714	-	-
2013	291,51	-	-
Lubatud L.ÖV-IV-132471 2009-2011	1,026	553,646	14,4
Lubatud KKL.321724 2012	2821,9	-	-
Alexela Sillamäe AS Kesk 2 Vedelike ja gaaside ladustamine			
Aasta	NMVOC	Alif	Arom
2011	1,614	236,624	1,274
2012	218,167	-	-
Lubatud L.ÖV/319897	2813,459	2806,25	7,209

Tabel 25 Saasteainete aastased heitkogused (t/a), VKG Oil (Kiviter seade)

VKG Oil Kiviter	TSP	SO2	NMVOC	Alif	Arom	H2S	Fenool	benseen	VOC-com
2009	55,129	400,058	-	73,31	-	0,69	-	-	2,538
2010	56,6353	515,1631	-	55,9	0,015	1,664	0,044	-	3,05
2011	57,2112	847,2514	0,0922	58,77	-	0,692	-	0,421	-
2012	59,985	982,515	3,223	69,35	-	0,715	0,143	0,236	-
2013	0,97	894,708	2,758	48,24	-	0,707	0,243	0,003	-
Lubatud L.KKL.IV-198338	63,89	1370	7.519	255,6	18,99	4,36	3,664	9,05	10,173

Tabel 26 Saasteainete aastased heitkogused (t/a), VKG Oil (Petroter seade)

VKG Oil Petroter	TSP	SO2	NMVOC	Alif	Fenool
2009	0,105	0,231	0	0,054	0
2010	10,228	34,123	0,029	0,865	0
2011	15,301	59,568	0,015	2,361	0,0003
2012	4,824	59,005	0,01	2,246	0
2013	2,735	76,701	0,002	1,061	-
Lubatud KKL/300389	526,38	1075,59	0,73	6,03	-

Tabel 27 Saasteainete aastased heitkogused (t/a), VKG Oil (valkude süntees)

VKG Oil Valkude süntees	Fenool	Formaldehüüd
2010	0,01	0,014
2011	0,006	0,01
2012	0,003	0,009
2013	0,003	0,005
Lubatud L.KKL.IV-46640	0,208	1,401

Tabel 28 Saasteainete aastased heitkogused (t/a), VKG Energia Põhja SEJ

VKG Energia Põhja SEJ	TSP	SO ₂	NMVOC	H ₂ S	VOC-com
2009	1,202	2591,148	-	0	11,912
2010	1,98	2998,248	-	0	1,422
2011	2,867	3743,495	3,184	0	-
2012	12,474	3620,798	6,976	0	-
2013	38,14	4268,538	36,873	0	-
Lubatud L.KKL.IV-204118	68,778	6119,525	67,822	4,473	-

Tabel 29 Saasteainete aastased heitkogused (t/a), VKG Energia Lõuna SEJ

VKG Energia Lõuna SEJ	SO ₂	NMVOC	VOC-com
2009	4371,49	-	4,489
2010	4299,55	-	4,559
2011	3472,03	3,902	-
2012	4226,04	4,847	-
2013	3523,67	3,989	-
Lubatud L.ÕV.IV-171225	4376,8	5,664	-

Tabel 30 Saasteainete aastased heitkogused (t/a), VKG Ojamaa kaevandus

VKG Ojamaa kaevandus	TSP	SO ₂	NMVOC	Alif	H ₂ S	PM ₁₀	PM _{2.5}
2009	-	0,008	-	-	0,002	0,145	-
2010	-	0,33	-	-	0,092	6,346	-
2011	-	0,734	-	-	0,201	-	-
2012	1,604	3,874	0,008	0,03	0,28	0,586	0,473
2013	3,062	8,572	0,01	0,023	0,271	0	-
Lubatud L.ÕV/317237	15,684	29,323	0,058	0,129	0,304	2,667	-

Tabel 31 Saasteainete aastased heitkogused (t/a), VKG Soojus Ahtme reservkatlamaja

VKG Soojus Ahtme reservkatlamaja	TSP	SO ₂	NMVOC	Alif
2010	-	-	0,008	-
2011	-	-	0,784	-
2012	-	-	1,139	-
2013	0,202	0,63	0,226	0,018
Lubatud KKL/319098	83,37	2,4	4,77	-

Tabel 32 Saasteainete aastased heitkogused (t/a), VKG Soojus Ahtme SEJ

VKG Soojus Ahtme SEJ Ahtme							
Aasta	TSP	SO ₂	NMVOC				
2009	1554,33	1609,3	0,056				
2010	877,865	1799,2	6,621				
Lubatud L.ÖV.IV-165088 2009	2080	2000	-				
Lubatud L.ÖV/317624 2010		1927,6	100				
VKG Soojus Ahtme SEJ ahtme KJ							
Aasta	TSP	SO ₂	NMVOC	Alif	VOC-com	PM10	PM2.5
2009	14,919	49,84	0,164	0,241	-	12,383	9,996
2010	3,861	22,388	0,127	-	0,087	0,321	0,259
Lubatud L.ÖV.IV-183819 2009	17,596	72,373	-	0,292	0,194	-	-
Lubatud L.ÖV/317647 2010	-	72,373	0,194	-	-	-	-
VKG Soojus Ahtme SEJ 2011-2013							
Aasta	TSP	SO ₂	NMVOC				
2011	276,869	978,7	0,49				
2012	409,887	937,05	2,678				
2013	1,016	2,003	0,009				
Lubatud KKL/320031	1279,3	2301,7	17				

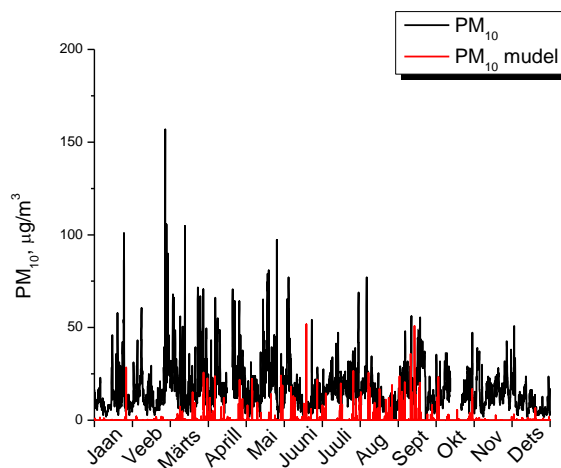
6.2 Heitkoguste analüüs

Heitkoguste analüüsi aluseks võeti piirkonna kätiste poolt Keskkonnaagentuurile (KAUR) 2012. a. esitatud ametlikud heitkoguste andmed. Antud andmete põhjal on koostatud Eesti Õhukvaliteedi Juhtimissüsteemis OSIS2012 andmebaas, mille põhjal saab teostada saasteainete hajumisarvutusi Gaussi hajumismudeliga. Lenduvate orgaaniliste ühendite, aromaatsete süsivesinike, vesiniksulfiidi, vääveldioksiidi, fenooli, formaldehüüdi ning peente osakeste 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. Tõsi [Välisõhu kvaliteedi ning põlevkivisektoriga kaasnevate saasteainete heitkoguste hindamine Ida- ja Lääne-Virumaal 42 \(131\)](#)

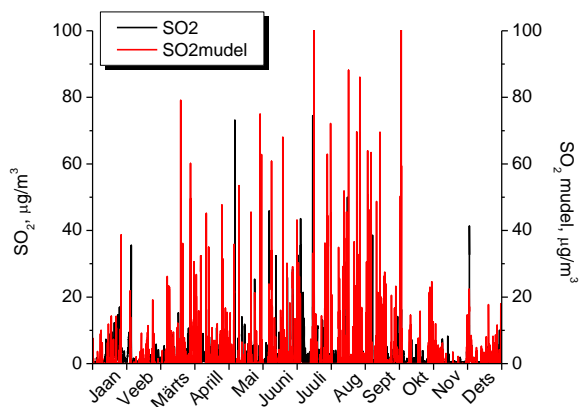
on see, et modelleerides tehakse teatud lihtsustusi nii taustatingimuste (pinnavormid, geograafilised ja looduslikud objektid), hajumistingimuste (meteoroloogia) kui saasteainete emiteerimise osas (heitkogused, saasteallika parameetrid, ajaline dünaamika), kusjuures viimane nimetatutest omab saastetasemete prognoosimisel suurimat tähtsust. Emissiooniandmebaasides on hetkel ajalise dünaamika osas puudujääke, kuna keskkonnaloal ei sisalda vastavat nõuet esitada saasteallikate töötamise graafikud nii nädala kui aasta lõikes, mis kajastuks ka sisendandmetena modelleerimisel. Samuti pole võimalik saajaprotsendilise täpsusega ennustada meteoroloogilisi näitajaid ükskõik missuguse valitud punkti jaoks modelleerimisalal või reaajas modelleerida, võimatu on ka arvesse võtta kõikide saasteallikate eripärasid (näiteks suvalisel hetkel peatunud töö ettevõttes või tööaja/protsessi muutumine kindlal perioodil), siis valitud episoodidel või tingimustel suurenevad/vähenevad reaalsed emissioonid saasteallikast, mida mudel ei kajasta või ette ei näe, ning vastupidi. Soodsatel ilmaoludel on saastetasemete tõus/langus kajastatav ka seirejaamades kontsentratsioonipiigi suurenemisega/vähenedisega. Mudelis arvutatakse tunni- ja aasta keskmine kontsentratsioon valitud võrgusilma jaoks, mis antud töö kontekstis oli 1 km², seega seirejaamade andmetega võrreldi neid keskmiseid kontsentratsioone, mis saadi arvutuslikult selles võrgusilmas, kus asus vastav seirejaam. Korrektne pole võrrelda maksimaalseid väärtusi, ent keskmiste kontsentratsioonide puhul peaks mõlemad nii reaalne seire kui mudel andma pildi välisõhu saastatusest ning elanike kokkupuutemäärast saasteainetega. Ehkki mudelis kajastub vaid tööstuslik saaste ning reaalses seires kogu keskkonnakoormus, on paljude käsitletud saasteainete peamiseks allikaks just tööstus (fenool, benseen, formaldehüüd, vesiniksulfiid). Seega on uuringus eelkõige keskendunud tööstuslike saasteainete heitkoguste hindamisele. Kui mudeli ja reaalsete kontsentratsioonide erinevus on mitmekümne- või mitmesajakordne nagu seda on tööstuslike saasteainete puhul, siis on tõenäoliselt viga algandmetes st emissioonides, saasteallikate parameetrites või piirkonnas paiknevate saasteluba vajavate saasteallikate vähesuses.

Alljärgnevatel joonistel on välja toodud saasteainete reaalselt mõõdetud ning arvutuslikud kontsentratsioonid 2014. aasta lõikes. Kõigil juhtudel on näha ettevõtete poolt esitatud heitkoguste alahindamine ja/või piirkonnas asuvate saasteluba vajavate saasteallikate alahindamine, kuna arvutuslikud kontsentratsioonid on kordi madalamad seirejaamades mõõdetud sisaldustest. Samas seirejaamas registreeritakse kõikide saasteallikate poolt välisõhku emiteerunud saasteainete kontsentratsioonid, st pole võimalik täpselt määratleda kui suur osa saastest pärineb tööstustest ning kui suur osa näiteks liiklusest või kohtkütmisest. Järsu saastetaseme tõusu puhul annab mõningast infot tuule suund, viidates potentsiaalse saasteallika asukohale, ning tuule kiirus, mis näitab, kas tegu [Välisõhu kvaliteedi ning põlevkivisektoriga kaasnevate saasteainete heitkoguste hindamine Ida- ja Lääne-Virumaal 43 \(131\)](#)

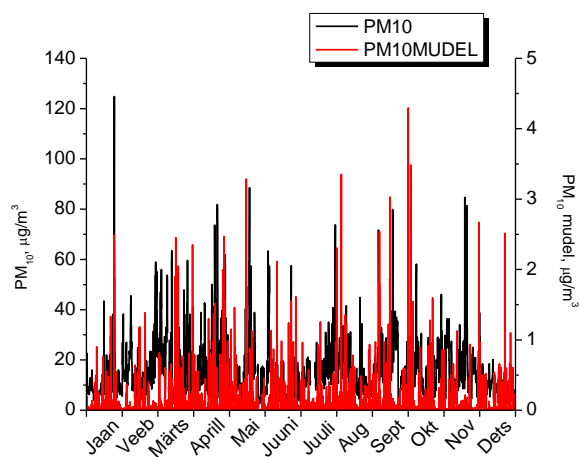
on lokaalse saasteallikaga või pärineb saaste kaugemalt. Ühtlasi oleneb seirejaamas mõõdetud saasteainete pärinemine konkreetselt saasteainest, st kas tegu on tüüpilise liiklusele omase saasteainega, nagu seda on peened osakesed, lenduvad orgaanilised ühendid või vääveldioksiidid, või pigem tööstussektorile iseloomuliku saasteainega, nagu näiteks fenool või formaldehüüd. Esimesel juhul on liikluse osakaal saastetasemete kujunemisel mõnevõrra suurem, teisel juhul väiksem, st peente osakeste/lenduvate orgaaniliste ühendite/vääveldioksiidi puhul kujunevad saastetasemed liikluse, kohtkütte, tööstuste jt saasteallikate koostoimel, fenooli puhul on protsentuaalselt olulisem emiteerija siiski tööstussektor. Kõige väiksemad on erinevused Lahemaa ja Kohtla-Järve vääveldioksiidi osas, kus saasteaine heitkogused on olnud üsnagi tõepärased, arvestades, et arvutuslikud ja tegelikud SO₂ keskmised kontsentratsioonid kattuvad võrreldes teiste saasteainetega küllalt hästi, v.a järsud saastetaseme tõusud teatud episoodidel mõõteperioodil, mida mudel pole tabanud, mille põhjuseks on asjaolu, et teatud tingimustel saasteallika(te)st saasteainete heitkogused suurenevad märgatavalt, samas kui mudelis on heitkogused jaotunud valitud perioodi jaoks ühtlasemalt, mistõttu väga järsud kontsentratsioonitõusud ei pruugi mudelarvutustes kajastuda. Kuna tegemist on konkreetsete lühiajaliste juhtudega, siis pole päris korrektne saastetasemete tõuse üle kanda arvutuslike ja reaalse saastetasemete võrdlusesse vaid lähtuda pigem perioodi keskmiste kontsentratsioonide hindamisest. Narva vääveldioksiidi kontsentratsioone on mudel mõnevõrra ülehinnanud, reaalne saastatuse tase oli väiksem. Üldiselt võib aga antud võrdluse põhjal järeldada, et eelkõige tööstuslike saasteainete tegelikud heitkogused peaks olema oluliselt suuremad hetkel andmebaasis sisalduvatest heitkogustest või on saasteallikate arv (tegelikke ettevõtteid, kes peaks oma tegevuses omama saasteluba) alahinnatud (Joonis 4, Joonis 6, Joonis 7, Joonis 8, Joonis 9, Joonis 10, Joonis 11, Joonis 12, Joonis 13).



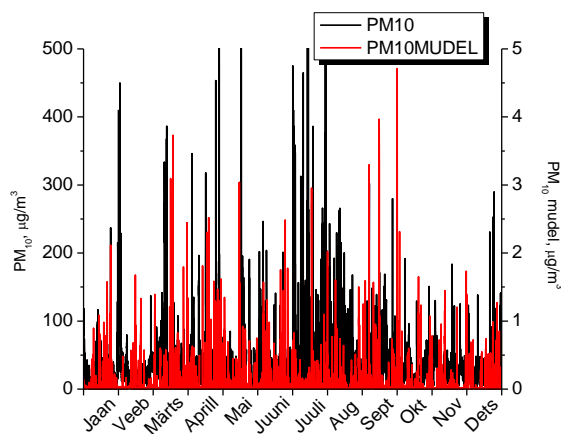
Joonis 4 **PM₁₀ kontsentratsioonide võrdlus, Narva SJ ja OSIS2012, 2014**



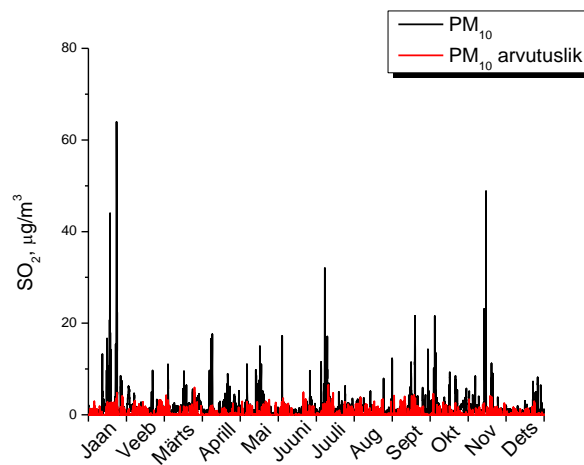
Joonis 5 **SO₂ kontsentratsioonide võrdlus, Narva SJ ja OSIS2012, 2014**



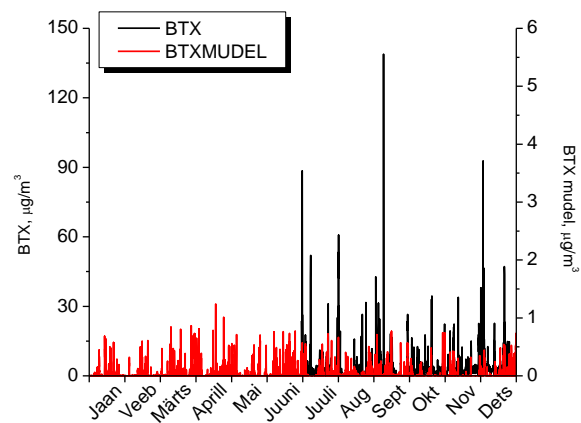
Joonis 6 PM₁₀ kontsentratsioonide võrdlus, Kohtla-Järve SJ ja OSIS2012, 2014



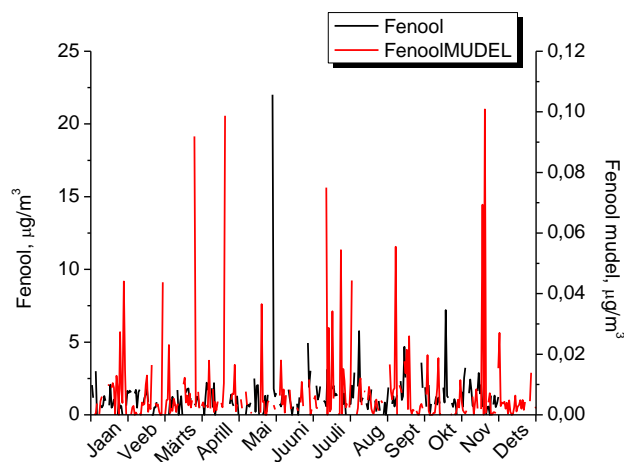
Joonis 7 PM₁₀ kontsentratsioonide võrdlus, VKG SJ ja OSIS2012, 2014



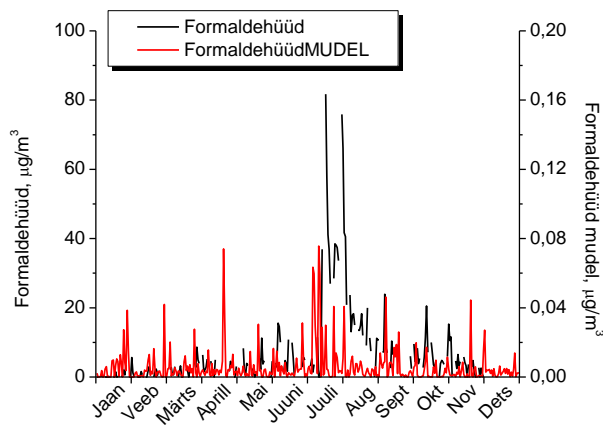
Joonis 8 SO₂ kontsentratsioonide võrdlus, Lahemaa SJ ja OSIS2012, 2014



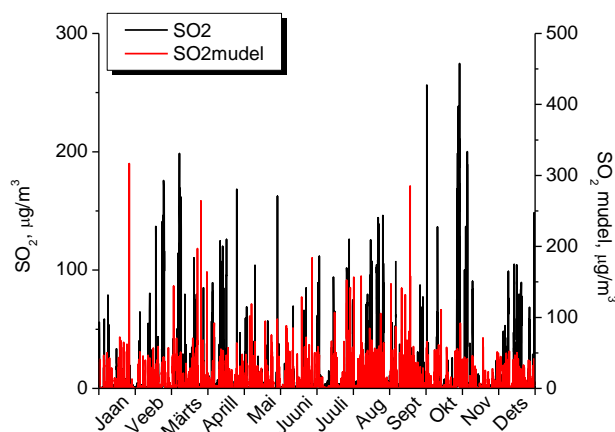
Joonis 9 BTX kontsentratsioonide võrdlus, Sillamäe SJ ja OSIS2012, 2014



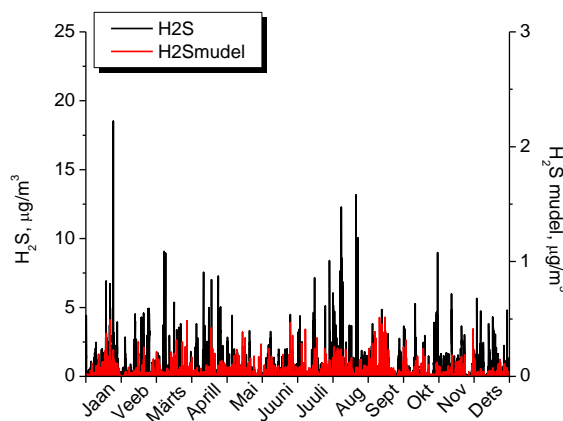
Joonis 10 Fenooli kontsentratsioonide võrdlus, Kohtla-Järve SJ ja OSIS2012, 2014



Joonis 11 Formaldehüüdi kontsentratsioonide võrdlus, Kohtla-Järve SJ ja OSIS2012, 2014



Joonis 12 SO₂ kontsentratsioonide võrdlus, Kohtla-Järve SJ ja OSIS2012, 2014



Joonis 13 H₂S kontsentratsioonide võrdlus, Kohtla-Järve SJ ja OSIS2012, 2014

7. Õhukvaliteedi hinnang Ida- ja Lääne-Virumaal

Töö kolmandas etapis esitatakse ja analüüsitakse peente (PM₁₀) ja ülipeente osakeste (PM_{2.5}), vesiniksulfiidi (H₂S), vääveldioksiidi (SO₂), lenduvate orgaaniliste ühendite, aromaatsete süsivesinike, benseeni, fenooli ning formaldehüüdi sisaldusi välisõhus, kasutades selleks nii piirkonnas paiknevate riiklike kui ettevõtetele kuuluvate seirejaamade andmeid alates seire algusest kuni 2014. aasta lõpuni. Lisaks pidevmõõtmistele vaadeldakse ka pisteliste mõõtmiste tulemusi. Kõiki seiretulemusi võrreldakse kehtivate välisõhu saastatust kirjeldavate piir-ja/või sihtväärtustega, mis on nimetatud

Välisõhu kvaliteedi ning põlevkivisektoriga kaasnevate saasteainete heitkoguste hindamine Ida- ja Lääne-Virumaal 49 (131)

keskkonnaministri 8. juuli 2011. aasta määruses nr 43. Sillamäe ja VKG omaseire tulemusi kõrvutatakse lisaks ka töökeskkonnas lubatavate ohutegurite piirnormidega, mis on toodud Vabariigi Valitsuse 18. Septembri 2001. a määruses nr 293.

7.1 Riiklik seire

Ida- ja Lääne-Virumaal paikneb kaks pidevseirejaama (Kohtla-Järvel Kalevi tn ja Narvas Kreenholmi tn) ning kaks pisteliste mõõtmiste punkti (Kohtla-Järvel Järveküla teel ning Narvas Tuleviku tn), mille eesmärgiks on anda infot linnaõhu saastatusest, iseloomustamaks liikluse, kohtkütte ja/või tööstuse mõju elukeskkonnale. Lisaks asub Lääne-Virumaa loodenurgas Lahemaa seirejaam, mille peamiseks ülesandeks on kaugkandega tuleva saaste mõõtmine, aga ühtlasi ka Kirde-Eesti tööstuspiirkonna tegevuse mõju hindamine taustaalade välisõhu kvaliteedile.

7.1.1 Linnaõhu seire

Kohtla-Järve ja Narva pidevseirejaamades mõõdetakse automaatanalüsaatoritega vääveldioksiidi (SO_2), peente (PM_{10}) ja ülipeente osakeste ($\text{PM}_{2.5}$) ning vesiniksulfiidi (H_2S) (ainult Kohtla-Järvel) kontsentratsioone välisõhus, lisaks pisteliselt fenooli, benseeni ning formaldehüüdi (ainult Narvas) saastetasemeid. Benseeni mõõdetakse passiivsete proovlitega nädalase intervalliga. Ühtlasi kogutakse peentolmu proovid ööpäeva jooksul ka spetsiaalsetele filtritele, mida laboris gravimeetriliselt analüüsitakse. Vesiniksulfiidi sisaldusi mõõdetakse Narvas samuti pisteliselt märgkeemilisi meetodeid kasutades. Seirejaamades registreeritakse ka meteoroloogilisi parameetreid nagu õhuniiskus, temperatuur, tuule suund ja tuule kiirus.

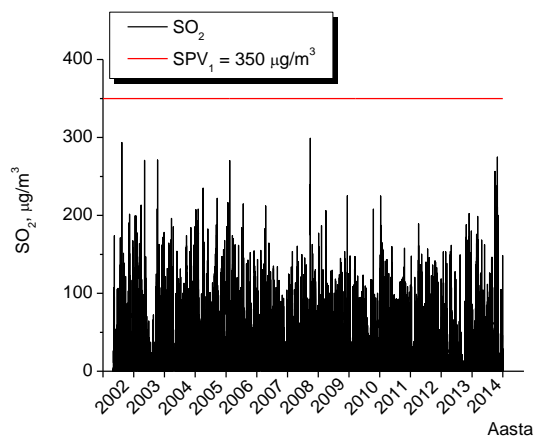
Vääveldioksiidi (SO_2) sisaldust välisõhus mõõdetakse Kohtla-Järvel Kalevi tänaval alates 2002. aastast. Maksimaalsed tunnikeskmsed kontsentratsioonid ulatusid $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – ni 2002. aastal (11.08 0,85 SPV_1) ning ööpäevakeskmised $147 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – ni 2014. aastal (28.10 1,1 SPV_{24}), mis oli ka ainus vääveldioksiidi ööpäevakeskmist piirväärtust ületav kontsentratsioon kogu mõõteperioodi vältel, kusjuures kokku on lubatud kalendriaasta jooksul 3 ületamist. Vesiniksulfiidi (H_2S) sisaldus välisõhus ületas mõõteperioodil pidevalt tunnikeskmsist piirväärtust, milleks on $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kusjuures kui aastatel

2004-2006 tõusid maksimumid ligi $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – ni (23.09.06 22,5 SPV₁), siis järgnevatel aastatel 2007-2014 on saastetasemed märgatavalt vähenenud, jäädes maksimaalselt $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ piirimaile (20.05.11 4,6 SPV₁). Enim ületamisi registreeriti 2005. Ja 2006. aastal, vastavalt 264 ja 230, vähim, vaid 9 piirnormist kõrgemat tunnikeskmi kontsentratsiooni, mõõdeti 2009. aastal. Viimastel aastatel on ületamiste arv 1 h keskmiste vesiniksulfiidi sisalduste osas jäänud alla 20. Ööpäevakeskmist vesiniksulfiidi piirnormi, milleks on samuti $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ületati vaid mõõteperioodi algusaastatel, kui maksimumid ulatusid $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – ni (21.09.06 3 SPV₂₄). Ületamiste arv oli aastatel 2004, 2005 ja 2006 vastavalt 1, 11 ja 9, kusjuures lubatud on 18 24 h keskmist piirväärtust ületavat kontsentratsiooni kalendriaastas, seega jäi kõigil kolmel juhul ületamiste arv lubatu piiresse. Peente osakeste (PM₁₀) ööpäevakeskmised maksimumid mõõdeti 2010. aastal kuni $124 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (13.08 2,5 SPV₂₄). Alates 2001. aastast mõõdetakse peente osakeste ööpäevakeskmist kontsentratsiooni ka gravimeetriliselt. Kui aasta keskmised tulemused on üsnagi sarnased pidevseire mõõtmistele, siis ööpäevased kontsentratsioonid on analüsaatoriga mõõdetutest oluliselt madalamad. Peente osakeste (PM₁₀) sisaldus välisõhus on vastavat saastatuse taseme piirnormi, milleks on SPV₂₄ $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ületanud kõige enam 2006. (16 ületamist) ja 2010. aastal (35 ületamist). Ülejäänud mõõteperioodi vältel kõikus ületamiste arv 1-9 vahel. Kokku on ühe kalendriaasta jooksul lubatud peente osakeste ööpäevast piirväärtust ületada 35. päeval, seega jäi ületamiste arv aastate lõikes normi piiresse. Ülipeente osakeste (PM_{2,5}) maksimaalsed ööpäevakeskmised kontsentratsioonid mõõdeti 2014. aastal $48,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24.01). Peente ning ülipeente osakeste aasta keskmised jäid madalamaks kui kehtivad saastetaseme piirnormid, milleks on SPV_a PM₁₀ $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja SPV_a PM_{2,5} $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Benseeni mõõdetakse passiivsete proovlitega nädalase intervalliga, maksimaalne nädala keskmine benseeni sisaldus õhus mõõdeti 11.02-24.02.2011 $10,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Benseeni aastane piirväärtus on SPV_a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mida mõõteperioodi lõikes ei ületatud (Tabel 33, Joonis 14, Joonis 15, Joonis 16, Joonis 17, Joonis 19, Joonis 20).

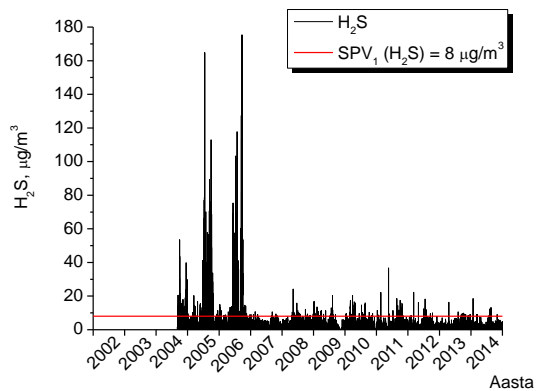
Tabel 33 Saasteainete maksimaalsed ja aasta keskmine kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Kalevi tänav)

Aasta	SO ₂	PM ₁₀ (grav. Analüüs)	PM _{2,5}	H ₂ S	Benseen
2002					
1h max	293,6	372,8	-	-	-
24h max	95,4	88,5	-	-	-
Aasta keskm.	7,4	17,9	-	-	-
2003					
1h max	271,1	281,3	-	-	-
24h max	71,7	60	-	-	-
Aasta keskm.	7,9	16,1	-	-	-
2004					
1h max	196,1	659,7	-	53,4	-
24h max	91,9	68,6	-	8,4	-
Aasta keskm.	8,2	16,3	-	1,9	-
2005					
1h max	234,9	520,7	-	164,8	-
24h max	92,4	90,4	-	18,8	-
Aasta keskm.	9,7	16,5	-	1,5	-
2006					
1h max	270,2	413,5	-	175,3	-
24h max	91,6	101,2	-	23,6	-
Aasta keskm.	9,3	19,3	-	1,5	-
2007					
1h max	212,1	834	-	10,7	-
24h max	56,3	75,3	-	2,4	-
Aasta keskm.	6,3	18,4	-	0,8	-
2008					
1h max	298,8	371,1	-	24,1	-
24h max	70,3	80,1	-	5	-
Aasta keskm.	7,0	12,3	-	1,3	-
2009					
1h max	225	471,6	-	20,3	-

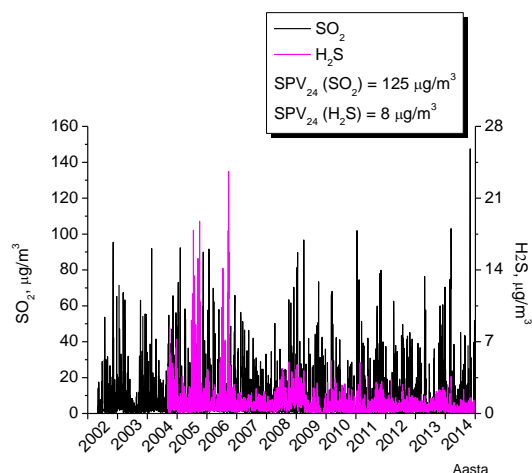
24h max	96,7	122	-	4,8	6,75 (nädala max)
Aasta keskm.	7,8	13,8	-	0,84	1,0
2010					
1h max	208	277,5	55,4	20,3	-
24h max	68	124,3	26,7	5,1	2,2 (nädala max)
Aasta keskm.	5,3	23,1	7,1	0,66	0,59
2011					
1h max	224,9	215,2	78,6	36,6	-
24h max	101,9	92,9 (57,4)	29,8	5	10,9 (nädala max)
Aasta keskm.	8,4	15,7 (15,6)	7,5	0,67	1,1
2012					
1h max	189	188,3	65	22,3	-
24h max	62,5	57,7 (32,9)	39,1	3,3	5 (nädala max)
Aasta keskm.	7,4	11,3 (11,7)	6,7	0,64	0,7
2013					
1h max	202,4	830,2	36,9	16,2	-
24h max	76,3	73,4 (55,2)	32,3	2,3	6,6 (nädala max)
Aasta keskm.	6,5	17,3 (17)	7,2	0,76	0,8
2014					
1h max	274,6	163,8	120	18,5	-
24h max	147,5	69 (52)	48,5	3,1	3 (nädala max)
Aasta keskm.	7,3	16,9 (14,9)	7,3	0,46	0,8



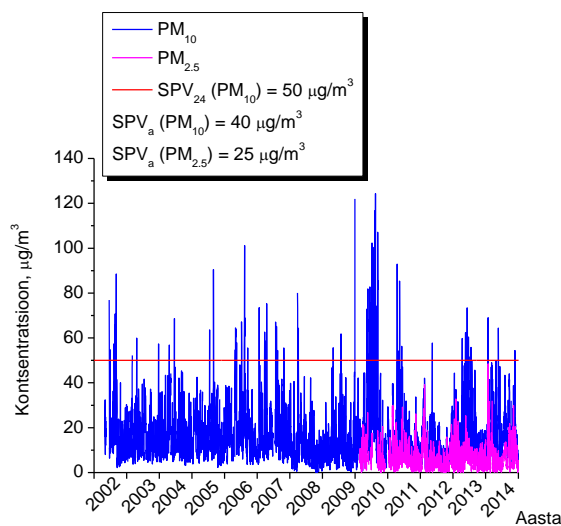
Joonis 14 SO₂ 1 h keskmine kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Kalevi tn)



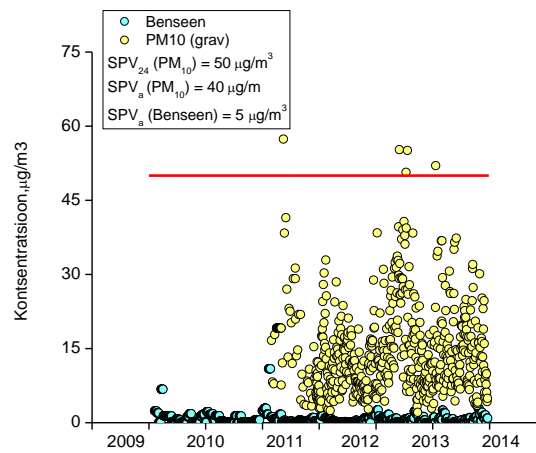
Joonis 15 H₂S 1 h keskmine kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Kalevi tn)



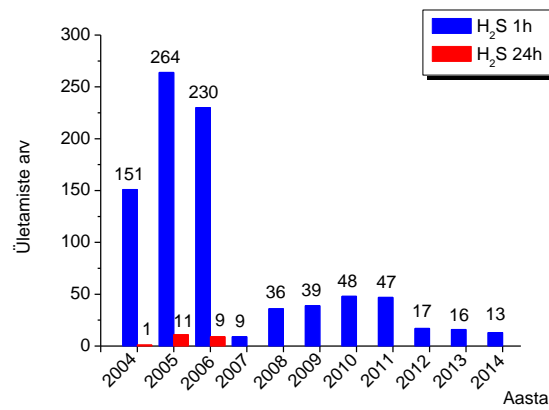
Joonis 16 SO₂ ja H₂S 24 h keskmine kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Kalevi tn)



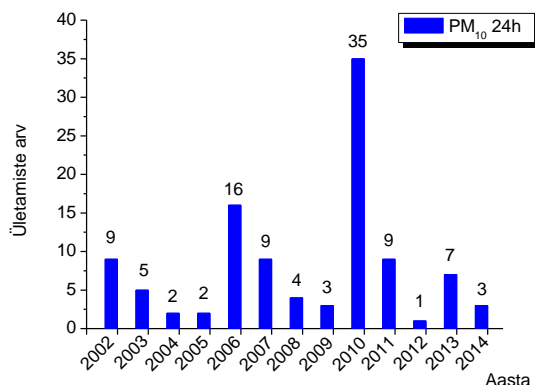
Joonis 17 PM₁₀ ja PM_{2.5} 24 h keskmine kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Kalevi tn)



Joonis 18 PM₁₀ (grav) ja benseeni 24 h keskmine kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Kalevi tn)



Joonis 19 H₂S ületamiste arv aastate lõikes Kohtla-Järvel (Kalevi tn)



Joonis 20 PM₁₀ ületamiste arv aastate lõikes Kohtla-Järvel (Kalevi tn)

Vesiniksulfiidi, fenooli ja formaldehüüdi 24 h keskmisele kontsentratsioonile kehtivad piirväärtused vastavalt $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ning $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kõigi kolme saasteaine puhul on aastas lubatud mõõta 18 piirväärtust ületavat kontsentratsiooni. Kohtla-Järvel Järveküla teel mõõdetud vesiniksulfiidi, fenooli ja formaldehüüdi maksimaalsed ööpäevakeskmised olid vastavalt $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (01.09.06 1,8 SPV₂₄), $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (27.04.14 7,3 SPV₂₄) ning $1343 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (10.08.04 26,9 SPV₂₄). Kokku registreeriti mõõteperioodil vesiniksulfiidi osas 4 piirnormi ületamist (2002 1, 2003 1, 2005 1 ja 2006 1). Fenooli piirväärtust ületati mõõteperioodil kokku 454 korral, kusjuures enim 2001. ja 2002. aastal 110, ületamisi oli lubatust rohkem ka 2003. , 2004. , 2005. ja 2010. aastal, vastavalt 28, 46, 28 ning 28. Formaldehüüdi ööpäevakeskmise kontsentratsioon oli 44. juhul kehtivast piirväärtusest suurem, jäädes siiski enamasti aastatel lubatud ületamiste arvu piiresse, vaid 2004. a oli ületamisi rohkem – 21. Kalevi tänaval mõõdeti perioodil 2002-2014 pisteliselt fenooli ning 2002-2004 vesiniksulfiidi ööpäevakeskmiseid kontsentratsioone. Fenooli ja H₂S maksimaalsed 24 h keskmised olid vastavalt 15.05.2003 $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (9,3 SPV₂₄) ning 17.12.2003 $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (3,6 SPV₂₄). Mõõteperioodil mõõdeti 10 vesiniksulfiidi ööpäevakeskmist piirväärtust ületavat kontsentratsiooni, neist 2003. aastal 10 ja 2004. aastal 2, mis jäi kalendriaasta jooksul lubatud ületamiste arvu piiresse. Fenooli osas saadi aastatel 2002-2014 kokku 380 vastava piirnormi ületamist, enim 2003. a ja 2004. a , vastavalt 80 ja 90. Kalendriaasta jooksul on maksimaalne ületamiste arv 18, millest suurem arv ületamisi mõõdeti ka 2008. , 2010. ning 2011. aastal, vastavalt 35 , 24 ja 29 (Tabel 34, Tabel 35, Joonis 21, Joonis 22, Joonis 23, Joonis 24, Joonis 25, Joonis 26, Joonis 27).

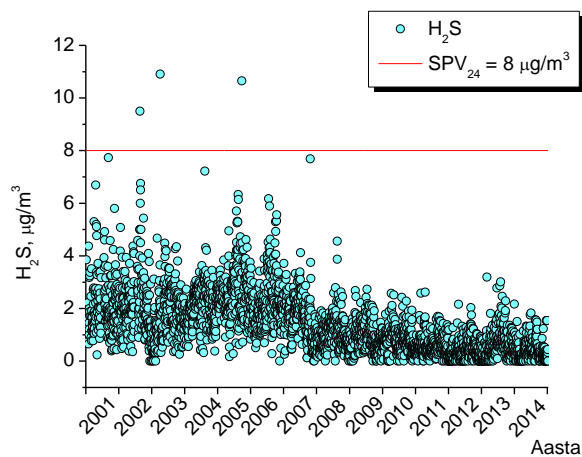
Tabel 34 Saasteainete maksimaalsed ja aasta keskmine kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Järveküla tee)

Aasta	Keskmistamisaeg	H ₂ S µg/m ³	Fenool µg/m ³	Formaldehüüd µg/m ³
2001	24 h max	2,8	19	146
	Aasta keskm.	2	3,5	10,7
2002	24 h max	9,5	21,3	423
	Aasta keskm.	2,1	3,5	12,7
2003	24 h max	10,9	7,7	46,3
	Aasta keskm.	1,8	1,6	10,2
2004	24 h max	7,2	6,2	1343
	Aasta keskm.	2,1	2,2	23,8
2005	24 h max	10,6	12,5	108
	Aasta keskm.	2,6	1,6	12,7
2006	24 h max	15	4,6	106
	Aasta keskm.	2,3	1,5	7,9
2007	1 h max	7,7	3,7	16,6
	Aasta keskm.	1,6	1,5	4,5
2008	24 h max	4,6	4,4	34,5
	Aasta keskm.	1	1	5,9
2009	24 h max	2,7	8,9	44,5
	Aasta keskm.	0,94	1	7,5
2010	24 h max	2,6	6,8	45
	Aasta keskm.	0,8	1,2	7,6
2011	24 h max	2,6	5	4,2
	Aasta keskm.	0,8	1	19,9
2012	24 h max	2,3	9,5	13,7
	Aasta keskm.	0,6	1,1	3,4

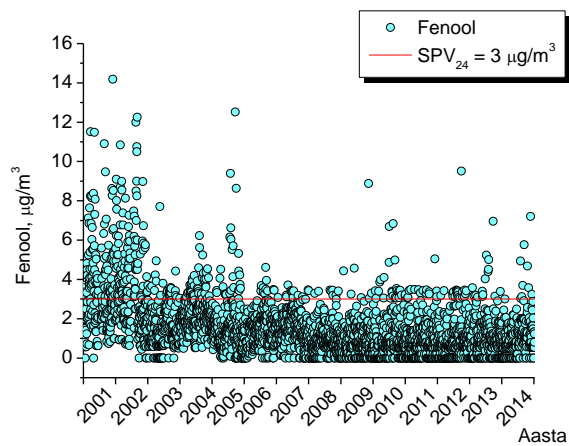
2013	24 h max	2,2	7	32,6
	Aasta keskm.	0,45	1,1	3
2014	24 h max	1,8	22	81,7
	Aasta keskm.	0,42	1,3	7,4

Tabel 35 Saasteainete maksimaalsed ja aasta keskmine kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Kalevi tn)

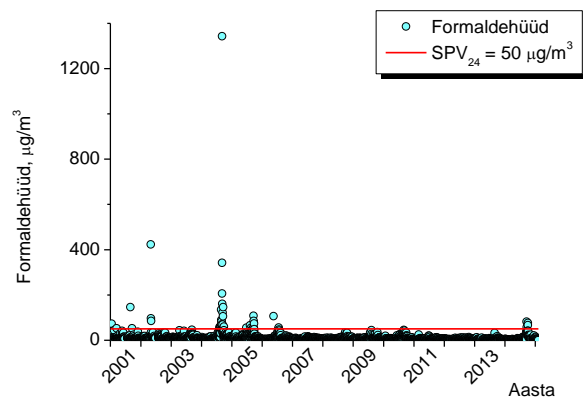
Aasta	Keskmistamisaeg	H ₂ S µg/m ³	Fenool µg/m ³
2003	24 h max	28,9	28,4
	Aasta keskm.	3,4	2,6
2004	24 h max	10,9	15,6
	Aasta keskm.	2,7	2,9
2005	24 h max	-	12,3
	Aasta keskm.	-	1,6
2006	24 h max	-	8,6
	Aasta keskm.	-	1,5
2007	24 h max	-	8,4
	Aasta keskm.	-	1,6
2008	24 h max	-	10,8
	Aasta keskm.	-	1,9
2009	24 h max	-	27,5
	Aasta keskm.	-	1,7
2010	24 h max	-	7,3
	Aasta keskm.	-	1,6
2011	24 h max	-	5,6
	Aasta keskm.	-	1,6
2012	24 h max	-	1,3
	Aasta keskm.	-	3,9
2013	24 h max	-	4,9
	Aasta keskm.	-	1,1
2014	24 h max	-	4,3
	Aasta keskm.	-	1,2



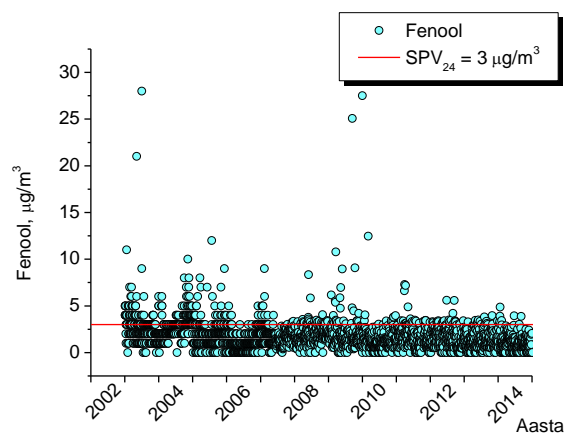
Joonis 21 H₂S 24 h kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Järveküla tee)



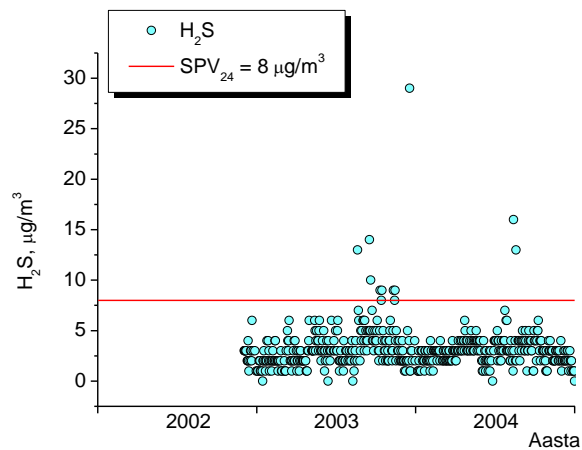
Joonis 22 Fenooli 24 h kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Järveküla tee)



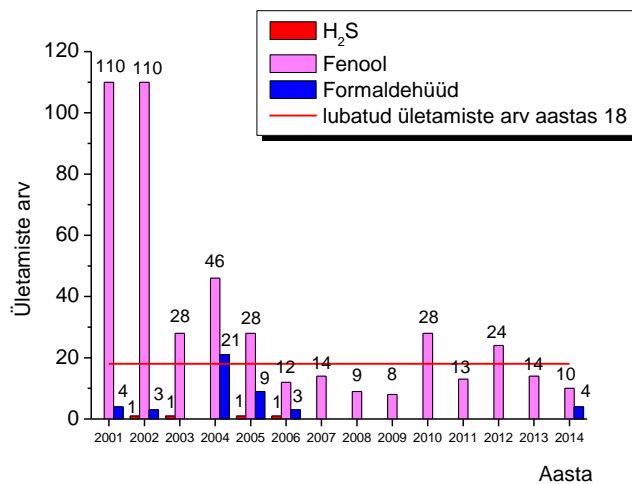
Joonis 23 Formaldehüüdi 24 h kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Järveküla tee)



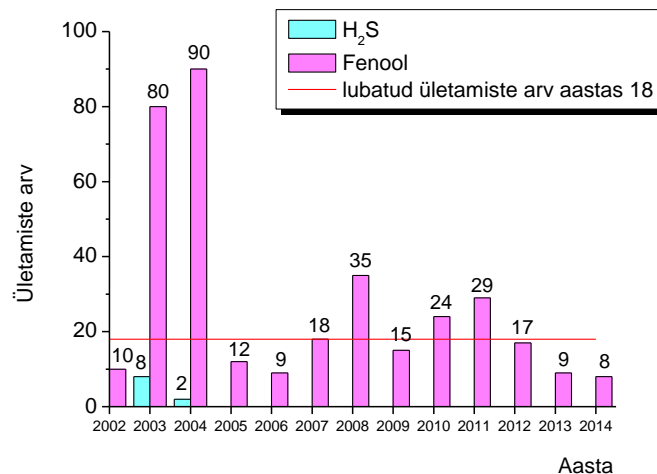
Joonis 24 Fenooli 24 h kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Kalevi tn)



Joonis 25 H₂S 24 h kontsentratsioon Kohtla-Järvel (Kalevi tn)



Joonis 26 Vesiniksulfiidi, fenooli ja formaldehüüdi ületamiste arv Kohtla-Järvel (Järveküla tee)

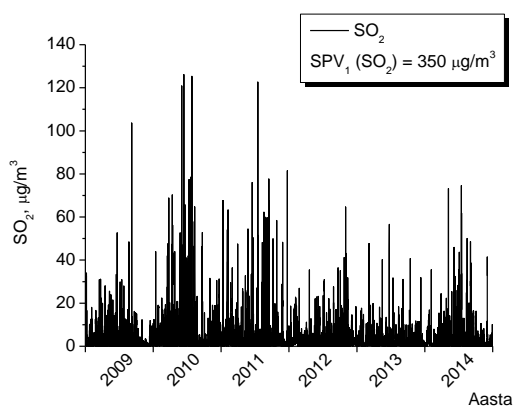


Joonis 27 H₂S ja fenooli ületamiste arv Kohtla-Järvel (Kalevi tn)

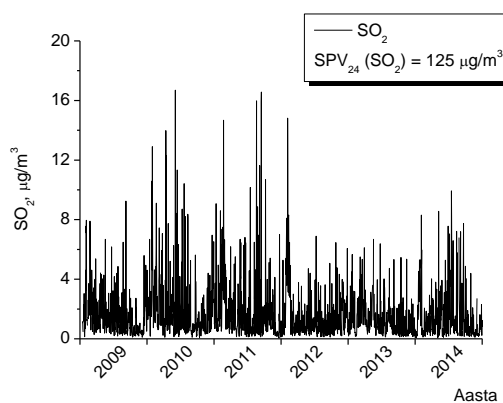
Väeeldioksiidi (SO₂) 1 h ja 24 h keskmised kontsentratsioonid aastatel 2009-2014 Narvas vastavaid saastetaseme piirnorme ei ületanud, tunnikeskised maksimumid mõõdeti 2010. aastal kuni 126 µg/m³ (14.06, 27.07 0,35 SPV₁) ning ööpäevakeskmised maksimumid samuti 2010. aastal 17 µg/m³ (03.06 0,13 SPV₂₄). Peente osakeste (PM₁₀) kõrgeimad 24 h keskmised kontsentratsioonid registreeriti sarnaselt väeeldioksiidile 2010. aastal 91 µg/m³ – ni (08.08 1,8 SPV₂₄), kokku mõõdeti sel aastal 3 piirväärtust ületanud kontsentratsiooni. Ka 2009. ning 2014. aastal registreeriti 3 24 h piirväärtuse ületamist, kusjuures 2009. aastal mõõdeti maksimaalseks kontsentratsiooniks 68 µg/m³ (28.04 1,4 SPV₂₄) ja 2014. aastal 55 µg/m³ (19.05 1,1 SPV₂₄, grav analüüs näitas 58,3 µg/m³). Alates 2011. aastast läbiviidavate peente osakeste gravimeetrilise analüüsi tulemused langevad väga hästi kokku pidevseire mõõtmistulemustega, seda nii ööpäevakeskmiste kui aasta keskmiste kontsentratsioonide osas. Kokku on ühe kalendriaasta jooksul lubatud peente osakeste ööpäevast piirväärtust ületada 35. päeval, seega jäi ületamiste arv normi piiresse. Peente ning ülipeente osakeste aasta keskmised kontsentratsioonid jäid madalamaks kui kehtivad saastetaseme piirnormid, milleks on SPV_a PM₁₀ 40 µg/m³ ja SPV_a PM_{2.5} 25 µg/m³. Benseeni mõõdetakse passiivsete proovlitega nädalase intervalliga, maksimaalne nädala keskmine benseeni sisaldus õhus mõõdeti 11.04-17.04.2014 4,24 µg/m³. Benseeni aastane piirväärtus on SPV_a 5 µg/m³, mida mõõteperioodi lõikes ei ületatud (Tabel 36, Joonis 28, Joonis 29, Joonis 30, Joonis 31).

Tabel 36 Saasteainete maksimaalsed ja aasta keskmine kontsentratsioon Narvas (Kreenholmi tn)

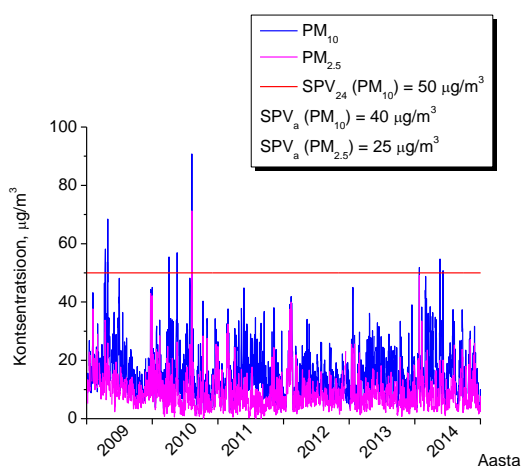
Aasta	SO ₂	PM ₁₀ (Grav)	PM _{2.5}	Benseen
2009				
1h max	103,6	128	99	-
24h max	9,7	68,4	43	-
Aasta keskm.	1,6	17,3	11,6	-
2010				
1h max	126,1	142	111	-
24h max	16,7	90,6	71,3	-
Aasta keskm.	2,1	15,2	8,9	-
2011				
1h max	122,6	107,2	71	-
24h max	16,6	44,9 (49)	32,4	-
Aasta keskm.	2	14,6 (15,7)	7,6	-
2012				
1h max	64,7	77	72,4	-
24h max	14,8	41,9 (41,2)	40	1,9 (nädala max)
Aasta keskm.	1,6	12,7 (12,6)	8,8	1
2013				
1h max	56,6	122,9	55	-
24h max	6,7	45 (42,1)	75,6	2,4 (nädala max)
Aasta keskm.	1,4	14,5 (15,5)	7,7	0,62
2014				
1h max	74,5	157	97,4	-
24h max	10	54,7 (58,3)	49,1	4,2 (nädala max)
Aasta keskm.	1,5	16,5 (17)	8,9	0,9



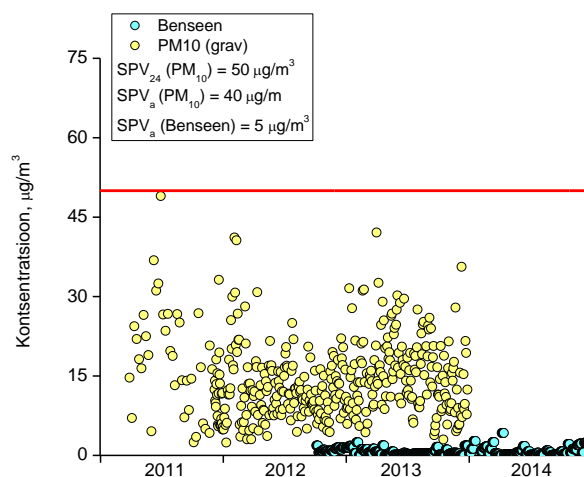
Joonis 28 SO₂ 1 h keskmine kontsentratsioon Narvas (Kreenholmi tn)



Joonis 29 SO₂ 24 h keskmine kontsentratsioon Narvas (Kreenholmi tn)



Joonis 30 PM₁₀ ja PM_{2.5} 24 h keskmine kontsentratsioon Narvas (Kreenholmi tn)



Joonis 31 **PM₁₀ (grav) ja benseeni 24 h keskmine kontsentratsioon Narvas (Kreenholmi tn)**

Narvas Tuleviku tänaval viidi mõõtmisi formaldehüüdi, vesiniksulfiidi ning vääveldioksiidi osas läbi aastatel 2001-2009. Alates 2010. aastast hakati fenooli, vesiniksulfiidi ning formaldehüüdi ööpäevakeskmiseid kontsentratsioone mõõtma Kreenholmi tänaval. Tuleviku tänaval mõõdetud saasteainete 24 h maksimaalsed kontsentratsioonid olid: formaldehüüd $126 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (26.06.012 2,5 SPV₂₄); vesiniksulfiid $10,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (19.07.01 1,3 SPV₂₄) ning vääveldioksiid $54,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (28.03.01 0,4 SPV₂₄). Vääveldioksiidi ööpäevakeskmised kontsentratsioonid jäid kogu mõõteperioodi vältel vastavast piirnormist madalamaks, vesiniksulfiidi kontsentratsioonid ületasid 16 juhul 24 h piirväärtust, neist 8 ületamist mõõdeti 2001. a , 2 2002. a, 4 2003. a ning 1 2009. aastal. Formaldehüüdi kontsentratsioonid olid aastatel 2002-2009 20. päeval vastavast piirnormist kõrgemad, kusjuures 2001. aastal mõõdeti 4 ning 2003-2004 8 ületamist, mis sarnaselt vesiniksulfiidile jäi normi piiresse. Kreenholmi tänaval mõõdetud saasteainete 24 h maksimaalsed kontsentratsioonid olid: formaldehüüd $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (03.09.12 1,7 SPV₂₄); vesiniksulfiid $10,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (21.05.13 1,3 SPV₂₄) ning fenool $21,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (25.04.11 7,1 SPV₂₄). Kreenholmi tänaval mõõdeti perioodil 2010-2014 kokku 300 fenooli, 3 vesiniksulfiidi ning 19 formaldehüüdi 24 h keskmist piirväärtust ületavat kontsentratsiooni. Fenooli puhul ületasid 2011-2013 registreeritud ületamiste arv ka lubatud piiri, milleks on 18, enim ületamisi oli 2011. aastal 93. Vesiniksulfiidi ja formaldehüüdi piirväärtust ületavate kontsentratsioonide arv jäi normist väiksemaks (Tabel 37, Joonis 32, Joonis 33, Joonis 34, Joonis 35, Joonis 36, Joonis 37, Joonis 38).

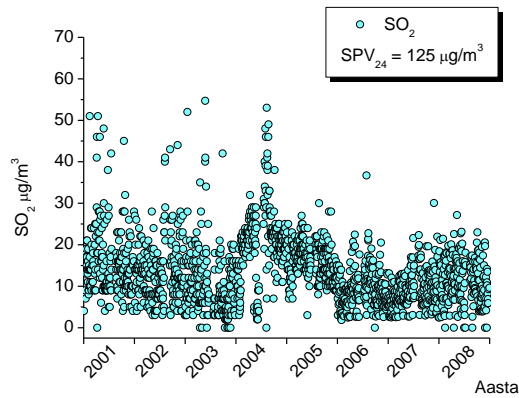
Välisõhu kvaliteedi ning põlevkivisektoriga kaasnevate saasteainete heitkoguste hindamine Ida- ja Lääne-Virumaal 69 (131)

**Tabel 37 Saasteainete maksimaalsed ja aasta keskmine kontsentratsioon Narvas
(Tuleviku tn ja Kreenholmi tn)**

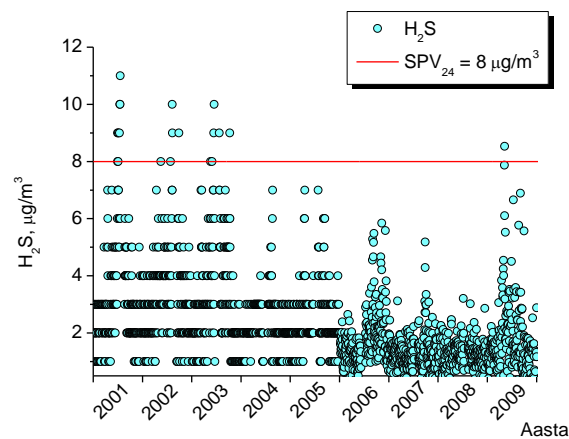
Aasta	Keskmistamisaeg	SO ₂ µg/m ³	H ₂ S µg/m ³	Formaldehüüd µg/m ³	Fenool µg/m ³
Tuleviku tn					
2001	24 h max	24,7	10,5	107	-
	Aasta keskm.	16,2	3	11,9	-
2002	24 h max	44,5	10	34,6	-
	Aasta keskm.	13,4	3,3	10,1	-
2003	24 h max	54,7	9,6	112,9	-
	Aasta keskm.	10,9	3,1	13,1	-
2004	24 h max	53	7,2	86	-
	Aasta keskm.	20,5	2,3	13,5	-
2005	24 h max	30,2	6,7	24,1	-
	Aasta keskm.	16	2,4	6	-
2006	24 h max	36,7	5,8	33,9	-
	Aasta keskm.	9,2	1,8	6	-
2007	24 h max	9,2	5,2	27	-
	Aasta keskm.	30,1	1,4	5,8	-
2008	24 h max	27,1	3,2	21	-
	Aasta keskm.	11,3	1,3	7,9	-
2009	24 h max	-	21,8	18,7	-
	Aasta keskm.	-	6,4	2,5	-
Kreenholmi tn					
2010	24 h max	-	5,1	40	18,8
	Aasta keskm.	-	0,9	7,3	1,9
2011	24 h max	-	5,5	63,4	21,3
	Aasta keskm.	-	0,7	27,9	3
2012	24 h max	-	2	84	9,5
	Aasta keskm.	-	0,4	16,8	1,4
2013	24 h max	-	10,5	54	11,4
	Aasta keskm.	-	1	8,5	1,3
2014	24 h max	-	1,8	30	22

Välisõhu kvaliteedi ning põlevkivisektoriga kaasnevate saasteainete heitkoguste hindamine Ida- ja Lääne-Virumaal 71 (131)

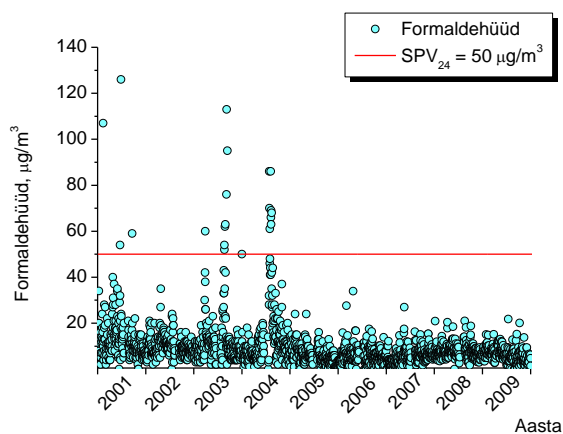
	Aasta keskm.	-	0,42	4	1,3
--	--------------	---	------	---	-----



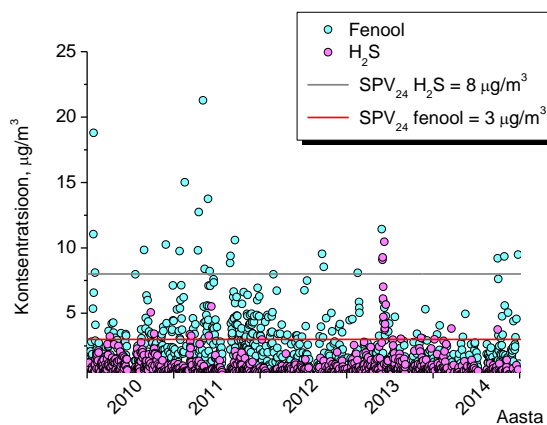
Joonis 32 SO₂ 24 h keskmised kontsentratsioonid Narvas (Tuleviku tn)



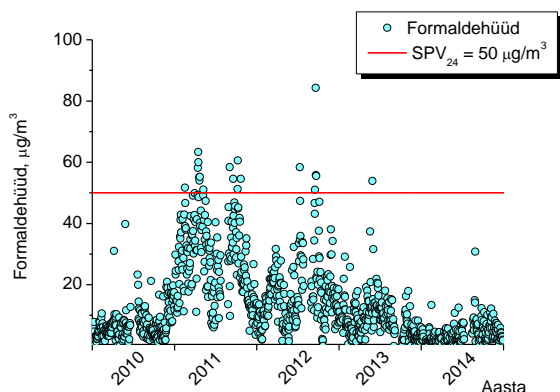
Joonis 33 H₂S 24 h keskmised kontsentratsioonid Narvas (Tuleviku tn)



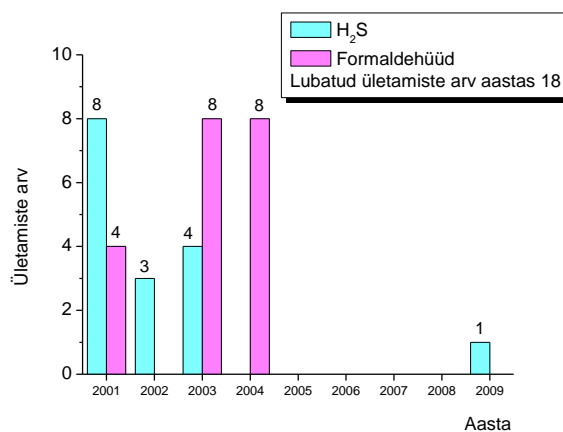
Joonis 34 Formaldehüüdi 24 h keskmised kontsentratsioonid Narvas (Tuleviku tn)



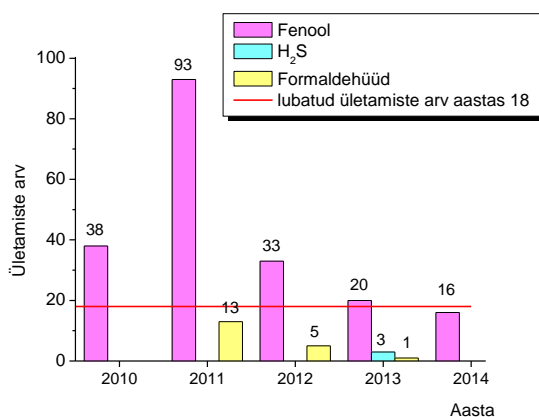
Joonis 35 Fenooli ja H₂S 24 h keskmised kontsentratsioonid Narvas (Kreenholmi tn)



Joonis 36 Formaldehüüdi 24 h keskmised kontsentratsioonid Narvas (Kreenholmi tn)



Joonis 37 H₂S ja formaldehüüdi ületamiste arv aastate lõikes Narvas (Tuleviku tn)



Joonis 38 Fenooli, formaldehüüdi ja H₂S ületamiste arv aastate lõikes Narvas (Kreenholmi tn)

7.1.2 Fooniõhu seire

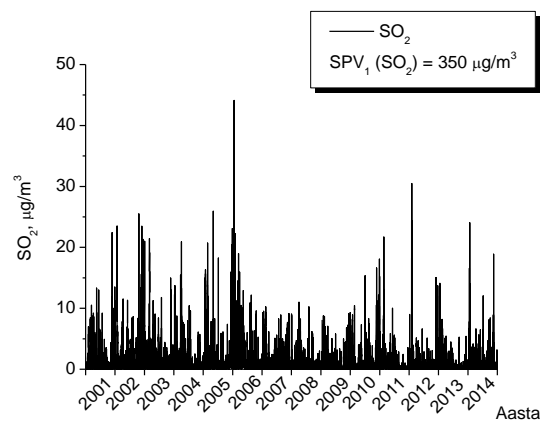
Lahemaa pidevseirejaamas mõõdetakse automaatanalüsaatoritega alates 2001. aastast vääveldioksiidi (SO₂) ning 2009. aastast ülipeente osakeste (PM_{2,5}) kontsentratsioone välisõhus. 2008. aastal alustati igapäevaselt peente osakeste (PM₁₀) sisalduse mõõtmist gravimeetriliselt. Lisaks mõõdetakse seirejaamas ka meteoroloogilisi parameetreid nagu õhuniiskus, temperatuur, tuule suund ja tuule kiirus.

Vääveldioksiidi (SO_2) 1 h ja 24 h keskmised kontsentratsioonid aastatel 2001-2014 vastavaid saastetaseme piirnorme ei ületanud, tunnikeskised maksimumid jäid 20 - 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vahele (0,06-0,13 SPV_1) ning ööpäevakeskmised maksimumid ulatusid vaid mõnel juhul üle 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – i, kusjuures maksimaalne kontsentratsioon mõõdeti 2006. aasta alguses 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (19.01 0,12 SPV_{24}). Peente osakeste (PM_{10}) nädalakeskmise sisaldus Lahemaal jäi aastate jooksul valdavalt alla 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, tõustes üksikutel juhtudel selle piirimaile või mõnevõrra üle, maksimaalselt 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -ni 2014. aastal (18.05-24.05). Ülipeente osakeste ($\text{PM}_{2,5}$) kõrgeim ööpäevakeskmise sisaldus mõõdeti 2010. aastal 56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (08.08), mis oli ka ainus märkimisväärne saastatuse taseme tõus mõõteperioodil, ülejäänud kordadel ulatusid maksimumid kuni 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – ni. Peente ning ülipeente osakeste aasta keskmised kontsentratsioonid jäid madalamaks kui kehtivad saastetaseme piirnormid, milleks on $\text{SPV}_a \text{PM}_{10}$ 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja $\text{SPV}_a \text{PM}_{2,5}$ 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabel 38, Joonis 39, Joonis 40, Joonis 41).

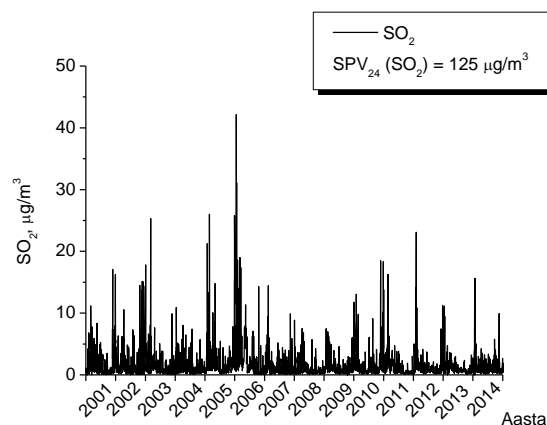
Tabel 38 Saasteainete maksimaalsed ja aasta keskmine kontsentratsioon Lahemaal

Aasta	SO ₂	PM _{2,5}	PM ₁₀ grav.
2001			
1h max	22,4	-	-
24h max	17,1	-	-
Aasta keskm.	0,62	-	-
2002			
1h max	25,5	-	-
24h max	15,1	-	-
Aasta keskm.	0,72	-	-
2003			
1h max	21,4	-	-
24h max	25,3	-	-
Aasta keskm.	0,60	-	-
2004			
1h max	21	-	-
24h max	10,9	-	-
Aasta keskm.	0,49	-	-
2005			
1h max	26	-	-
24h max	26,1	-	-
Aasta keskm.	0,81	-	-
2006			
1h max	44,1	-	-
24h max	42,1	-	-
Aasta keskm.	1	-	-
2007			
1h max	10,2	-	-
24h max	14,4	-	21,4 (nädala max)-
Aasta keskm.	0,49	-	9,8
2008			
1h max	11	-	-
24h max	8,9	-	22,6 (nädala max)
Aasta keskm.	0,35	-	6,9
2009			
1h max	9,1	56,9	-
24h max	7,5	22,9	15,4 (nädala max)
Aasta keskm.	0,45	4,3	6,9
2010			
1h max	18,1	69	-
24h max	18,5	56,1	21,4 (nädala max)
Aasta keskm.	0,60	6,8	9,5
2011			
1h max	21,7	939,6	-
24h max	16,3	32,4	18,6 (nädala max)
Aasta keskm.	0,45	6,3	7,3
2012			

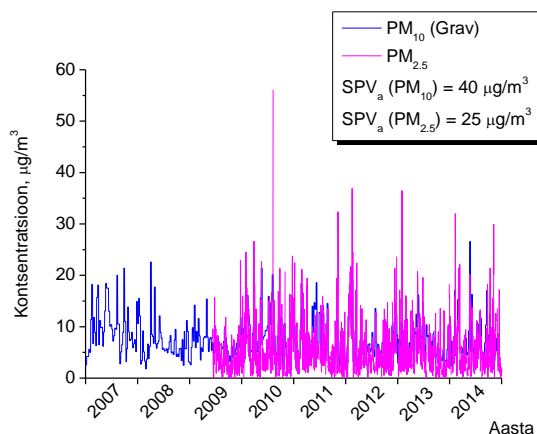
1h max	30,5	55,2	-
24h max	23,1	36,9	19 (nädala max)
Aasta keskm.	0,51	6	6,8
2013			
1h max	17,1	38,8	-
24h max	11,2	36,5	16,2 (nädala max)
Aasta keskm.	0,41	5,7	6,7
2014			
1h max	24,1	61,1	-
24h max	15,6	32	26,9 (nädala max)
Aasta keskm.	0,41	6,5	7,3



Joonis 39 SO₂ 1 h keskmine kontsentratsioon Lahemaal



Joonis 40 SO₂ 24 h keskmine kontsentratsioon Lahemaal



Joonis 41 **PM₁₀ nädala keskmine ja PM_{2.5} ööpäeva keskmine kontsentratsioon Lahemaal**

7.2 Ettevõtete seire

Ida- ja Lääne-Virumaal paikneb kolm ettevõtetele kuuluvat pidevseirejaama: Kunda Nordic Tsement, Sillamäe Sadam ja Viru Keemia Grupp, mille eesmärgiks on anda operatiivselt infot välisõhu saastatuse kohta, iseloomustades seeläbi ettevõtte tegevuse mõju sellele.

7.2.1 Sillamäe seirejaam

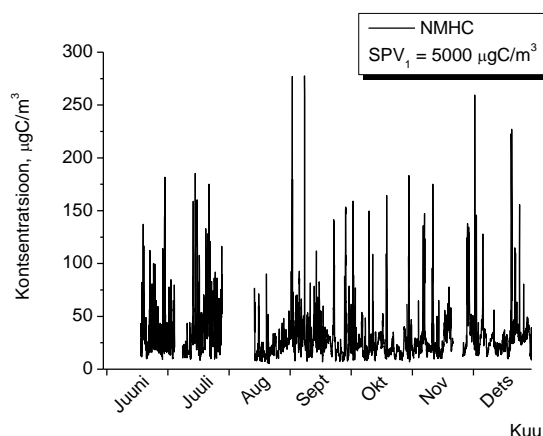
Sillamäe Sadama pidevseirejaamas mõõdetakse alates 2014. aasta juunist automaatanalüsaatoritega peente (PM₁₀) ja ülipeente osakeste (PM_{2.5}), alifaatsete süsivesinike (NMHC), aromaatsete süsivesinike (BTX) ning benseeni kontsentratsioone välisõhus, lisaks ka meteoroloogilisi parameetreid nagu õhuniiskus, temperatuur, tuule suund ja tuule kiirus.

Alifaatsete süsivesinike (NMHC) 1 h ja 24 h keskmised kontsentratsioonid Sillamäe Sadamas 2004. aasta teisel poolel kehtivaid piirväärtusi ei ületanud. Kui tunnikeskised maksimumid kõikusid aasta lõikes 100-280 µgC/m³ vahel (0,02-0,05 SPV₁), kusjuures maksimaalne kontsentratsioon 277,5 µgC/m³ mõõdeti 9. septembril, siis ööpäevakeskmised kontsentratsioonid tõusid maksimaalselt 80 µgC/m³ – ni (30.11 0,04 SPV₂₄). Sarnaselt alifaatsetele süsivesinikele ei ületanud ka aromaatsete süsivesinike summaarne kontsentratsioon vastavaid saastetaseme piirnorme, ehkki septembris mõõdetud kõrgeim

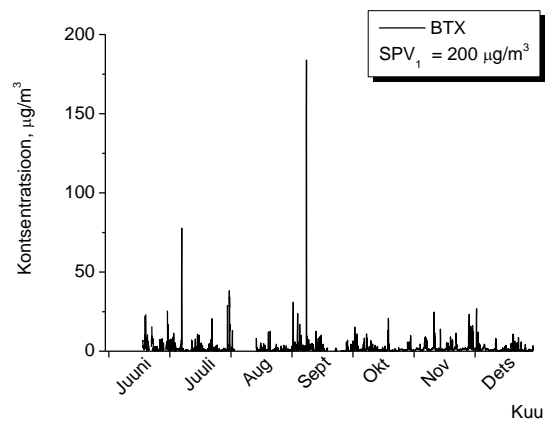
aromaatsete süsivesinike sisaldus oli $184 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (09.09 0,92 SPV₁). Benseenile kehtib lisaks aromaatsete süsivesinike 1 h ja 24 h piirväärtustele, milleks on $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ka aastakeskmise piirväärtus $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mida mõõteperioodil ei ületatud, keskmine benseeni kontsentratsioon 2014. aastal oli $0,56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,11 SPV_a). Peente (PM₁₀) ja ülipeente osakeste (PM_{2.5}) ööpäevakeskmised maksimaalsed kontsentratsioonid välisõhus kõikusid valdavalt $10\text{--}40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vahel, aasta keskmised, milleks oli PM₁₀ = $17,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,43 SPV_a) ja PM_{2.5} = $10,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,4 SPV_a) jäid madalamaks kui kehtivad piirväärtused. Lisaks välisõhu saastetaseme piirnormidele, mida ühegi saasteaine osas Sillamäel mõõteperioodil ei ületatud, kehtivad tootmisterritooriumil ka keemiliste ohutegurite piirnormid, mida maksimaalsed ööpäevakeskmised kontsentratsioonid samuti ei ületanud (Tabel 39, Joonis 42, Joonis 43, Joonis 44, Joonis 45, Joonis 46, Joonis 47, Joonis 48).

Tabel 39 Saasteainete maksimaalsed ja aasta keskmine kontsentratsioon Sillamäel

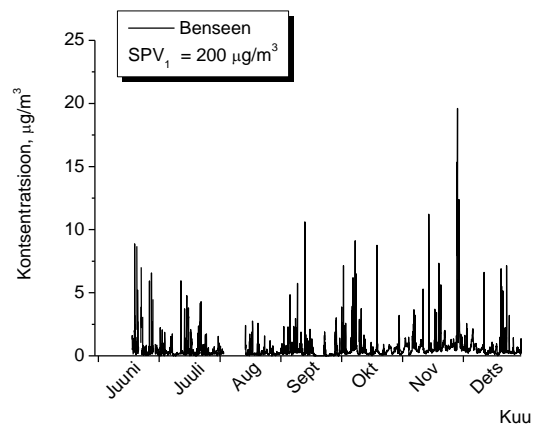
Aasta	PM ₁₀	PM _{2.5}	Benseen	NMHC	BTX
2014					
1 h max	144,1	91	19,6	277,5	183
24 h max	40,2	35,6	5	81	23,2
Aasta keskm.	17	10,1	0,56	30,6	1,7



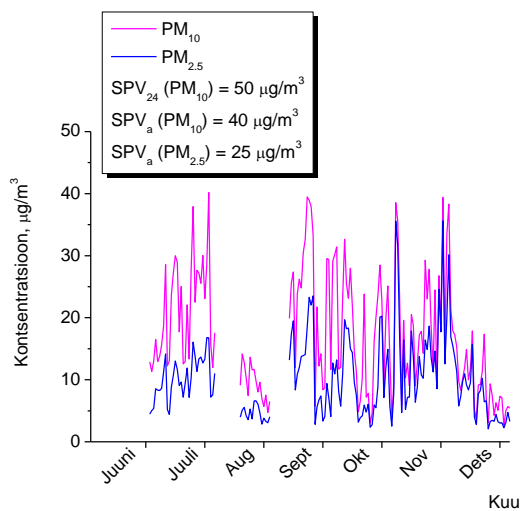
Joonis 42 NMHC 1 h keskmine kontsentratsioon Sillamäel



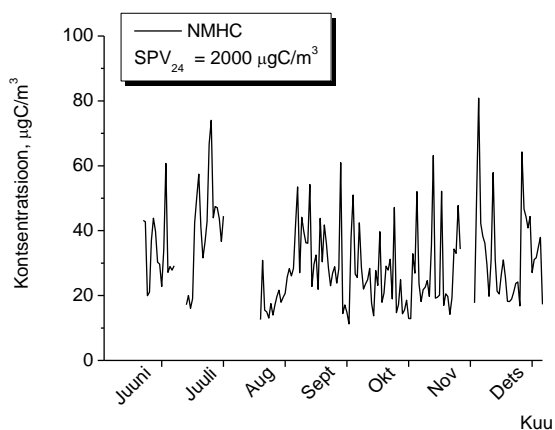
Joonis 43 BTX 1 h keskmine kontsentratsioon Sillamäel



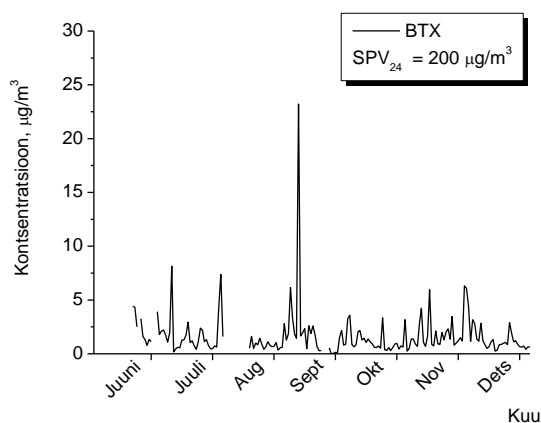
Joonis 44 Benseeni 1 h keskmine kontsentratsioon Sillamäel



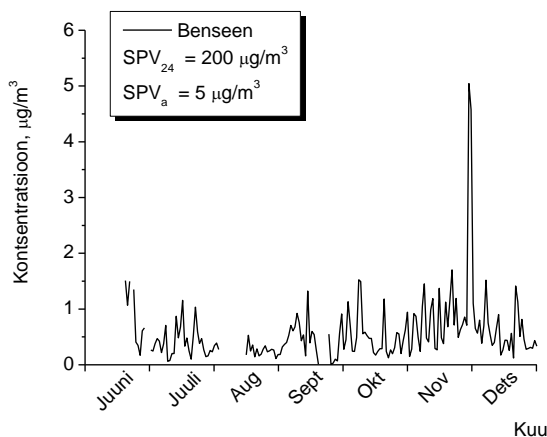
Joonis 45 **PM₁₀ ja PM_{2.5} 24 h keskmine kontsentratsioon Sillamäel**



Joonis 46 **NMHC 24 h keskmine kontsentratsioon Sillamäel**



Joonis 47 BTX 24 h keskmine kontsentratsioon Sillamäel



Joonis 48 Benseeni 24 h keskmine kontsentratsioon Sillamäel

7.2.2 Kunda seirejaam

Kunda Nordic Tsementi pidevseirejaamas mõõdetakse alates 2008. aasta detsembrist automaatanalüsaatoritega peente osakeste (PM_{10}) ning vääveldioksiidi (SO_2) kontsentratsioone välisõhus, lisaks ka meteoroloogilisi parameetreid nagu õhuniiskus, temperatuur, tuule suund ja tuule kiirus.

Vääveldioksiidi (SO_2) 1 h ja 24 h maksimaalsed kontsentratsioonid jäid mõõteperioodil 10 korda madalamaks kehtivatest välisõhu saastetaseme piirnormidest, ulatudes 2012. aasta lõpus vastavalt 35

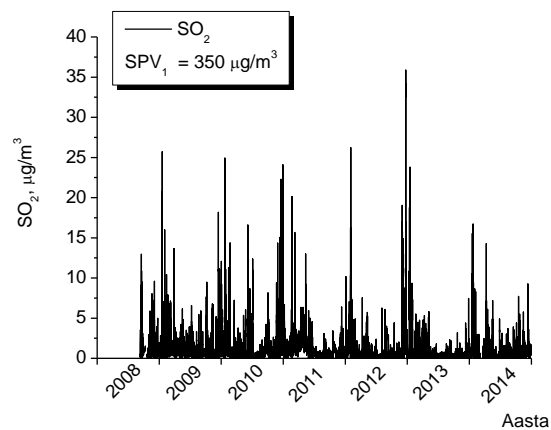
Välisõhu kvaliteedi ning põlevkivisektoriga kaasnevate saasteainete heitkoguste hindamine Ida- ja Lääne-Virumaal 83 (131)

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ - ni (22.12 10 SPV₁) ning $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - ni (22.12 10,4 SPV₂₄). Peente osakeste (PM₁₀) ööpäevakeskmised kontsentratsioonid välisõhus kõikusid valdavalt 20-60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vahel, kusjuures igal aastal on mõõdetud ka hulk piirväärtust ületavaid kontsentratsioone: enim 2011. aastal 30 ning vähim 2013. aastal 11. Kuna kalendriaasta jooksul on lubatud mõõta 35 24 h keskmist peente osakeste piirväärtust ületavat kontsentratsiooni, siis jäi ületamiste arv aastate lõikes lubatu piiresse. Ööpäevakeskmise PM₁₀ maksimum mõõdeti 2010. aasta suvel $121 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mis on 2,4 korda kõrgem kehtivast piirnormist (22.07 2,4 SPV₂₄), seevastu aasta keskmised kontsentratsioonid vastavat piirväärtust, milleks on SPV_a PM₁₀ $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ei ületanud. Kuna Kunda seirejaam asub tootmisala(de)st eemal, siis töökeskkonna keemiliste ohutegurite piirnorme mõõtmistulemuste iseloomustamisel pole vajalik kasutada (Tabel 40, Joonis 49, Joonis 50, Joonis 51, Joonis 52).

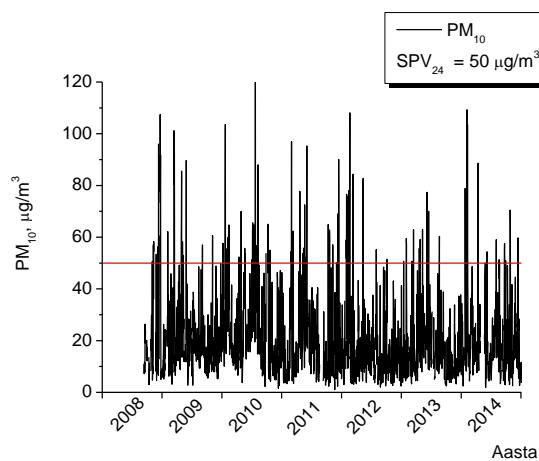
Tabel 40 Saasteainete maksimaalsed ja aasta keskmine kontsentratsioon Kundas

Aasta	PM ₁₀	SO ₂
2008		
1 h max	277,5	12,9
24 h max	107,4	4,4
Aasta keskm.	25,7	0,6
2009		
1 h max	600,5	25,7
24 h max	101	8,6
Aasta keskm.	20,9	0,99
2010		
1 h max	637	24,9
24 h max	120	5,9
Aasta keskm.	25,3	0,86
2011		
1 h max	314	20,2
24 h max	97	4,8
Aasta keskm.	20,8	1
2012		
1 h max	483	35,9
24 h max	108	11,6
Aasta keskm.	17,7	0,6
2013		
1 h max	351,4	23,8
24 h max	77	6,8
Aasta keskm.	17,6	0,5
2014		

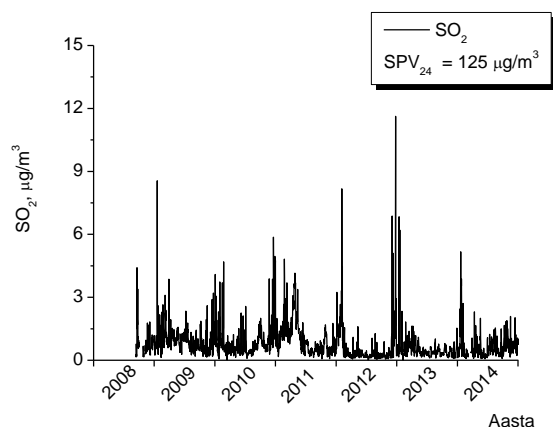
1 h max	293	16,7
24 h max	109	5,2
Aasta keskm.	20,6	0,65



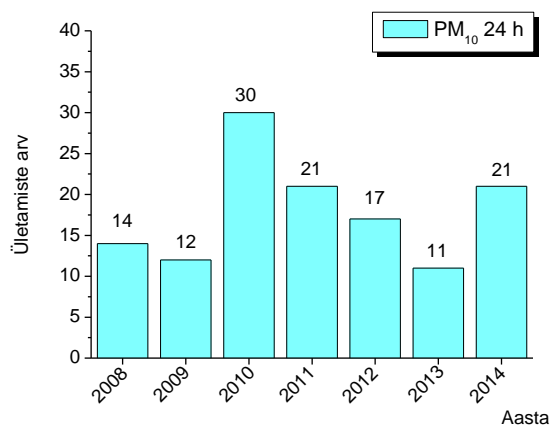
Joonis 49 SO₂ 1 h keskmine kontsentratsioon Kundas



Joonis 50 PM₁₀ 24 h keskmine kontsentratsioon Kundas



Joonis 51 SO₂ 24 h keskmine kontsentratsioon Kundas



Joonis 52 PM₁₀ ületamiste arv aastate lõikes Kundas

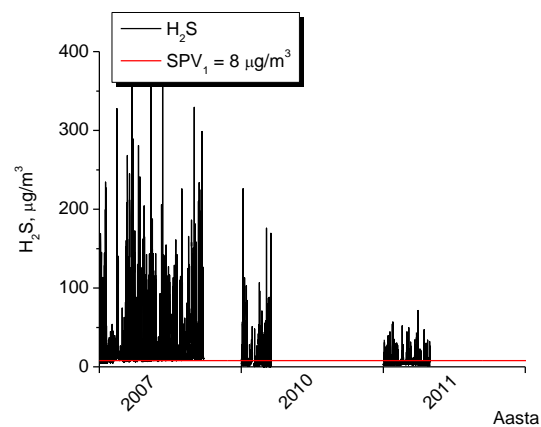
7.2.3 VKG seirejaam

Viru Keemia Grupp'i pidevseirejaamas mõõdeti automaatanalüsaatoritega peente osakeste (PM₁₀), vesiniksulfiidi (H₂S) ja vääveldioksiidi (SO₂) kontsentratsioone välisõhus, lisaks ka meteoroloogilisi parameetreid nagu õhuniiskus, temperatuur, tuule suund ja tuule kiirus. Käesolevas töös kasutatakse ainult neid andmeid, mis on erinevate projektide raames esitatud Eesti Õhukvaliteedi Juhtimissüsteemile, regulaarselt toob VKG SO₂ ja H₂S seireandmed välja oma koduleheküljel ning esitab teatud intervalliga ka Keskkonnaametile.

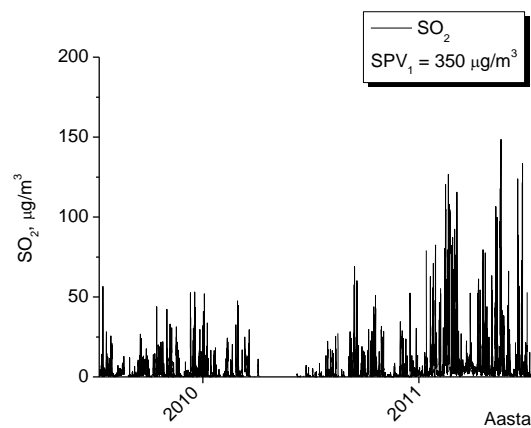
Väaveldioksiidi kontsentratsioone mõõdeti VKG seirejaamas 2010. ja 2011. aastal, mil tunnikeskised maksimaalsed SO₂ kontsentratsioonid vastavat piirnormi ei ületanud. 2010. aastal mõõdetud maksimum oli 70 µg/m³ (0,2 SPV₁) ning 2011. aastal 150 µg/m³ (0,43 SPV₁). Küll aga olid SO₂ ööpäevakeskmised maksimumid kahel juhul 24 h piirväärtusest suuremad: 29.01.2011 mõõdeti 24 h keskmine kontsentratsioon 158 µg/m³ (1,2 SPV₂₄) ja 28.03.2011 147 µg/m³ (1,2 SPV₂₄). Kokku on aastas lubatud ööpäevakeskmist piirnormi ületada 3. päeval, seega jäi ületamiste arv normi piiresse. Vesiniksulfiidi mõõdeti vaadeldud ajavahemikul kolmel mõõteperioodil: 2007. aastal jaanuar-juuni, 2010. aasta jaanuar-märts ning 2011. aasta jaanuar-aprill. Registreeritud tunni- ja ööpäevakeskmised kontsentratsioonid ületasid pidevalt välisõhu saastetaseme piirväärtusi, milleks on SPV₁ = 8 µg/m³ ja SPV₂₄ = 8 µg/m³, kusjuures maksimaalne vesiniksulfiidi sisaldus VKG seirejaamas tõusis 2007. aastal 650 µg/m³ – ni (25.03 81,2 SPV₁) , 2010. aastal 226 µg/m³ – ni (05.01 28,2 SPV₁) ja 2011. aastal 72 µg/m³ – ni (30.03 9 SPV₁). 24 h maksimaalne kontsentratsioon mõõdeti 2007. aastal 22. septembril 99,5 µg/m³ (12,4 SPV₂₄). Kokku mõõdeti mõõteperioodidel 2007., 2010. ja 2011. aastal vastavalt 5547, 652 ja 544 H₂S 1 h keskmist piirnormi ületavat kontsentratsiooni ning 254, 37 ja 27 H₂S 24 h keskmist piirnormi ületavat kontsentratsiooni, kusjuures aastas on lubatud ööpäevakeskmist piirväärtust ületada 18. päeval, mis tähendab, et VKG territooriumil oli välisõhu saastatus tugevalt üle lubatud piirmäärade. Samas töökeskkonna keemiliste ohutegurite piirnormi, milleks on SPV₂₄ H₂S = 7000 µg/m³, ei ületatud. Peente osakeste (PM₁₀) sisaldust välisõhus mõõdeti ajavahemikus 2010-2014, mil aasta keskmised kontsentratsioonid jäid 30 µg/m³ piiresse, mis on väiksem kui vastav piirnorm SPV_a = 40 µg/m³. Samas ööpäevakeskmised maksimumid olid pidevalt kõrgemad 24 h piirväärtusest SPV₂₄ = 50 µg/m³, ulatudes 2014. aastal maksimaalselt 347 µg/m³ – ni (31.12 6,9 SPV₂₄). Vähim piirväärtuse ületamisi mõõdeti 2010. aastal 1 (mõõtmised algasid detsembri lõpus, mistõttu on ka andmeid 2010. aasta kohta vähe) ning enim 2014. aastal 56, kokku on aastas lubatud 35 piirväärtust ületavat 24 h keskmist kontsentratsiooni, seega oli ainult 2014. aastal ületamisi rohkem kui lubatud (2011 30, 2012 35 ja 2013 22 ületamist). Töökeskkonna ohutegurite piirnormi, milleks on SPV₂₄ PM₁₀ = 5000 µg/m³, VKG seirejaamas mõõteperioodide vältel ei ületatud (Tabel 41, Joonis 53, Joonis 54, Joonis 55, Joonis 56, Joonis 57).

Tabel 41 Saasteainete maksimaalsed ja aasta keskmine kontsentratsioon VKG-s

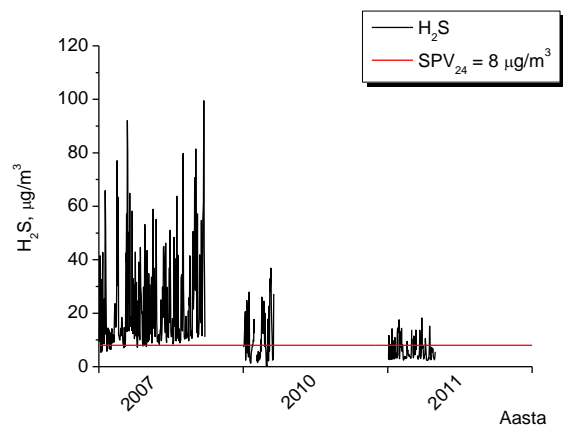
Aasta	PM ₁₀	SO ₂	H ₂ S
2007			
1 h max	-	-	651,4
24 h max	-	-	99,5
Aasta keskm.	-	-	23
2010			
1 h max	437,8	70	226,3
24 h max	118,1	58,7	36,9
Aasta keskm.	26,6	7,5	10,1
2011			
1 h max	741,5	150	71,6
24 h max	158,8	158	18,2
Aasta keskm.	27,6	10,4	6,1
2012			
1 h max	1346	-	-
24 h max	230,2	-	-
Aasta keskm.	29,9	-	-
2013			
1 h max	765,1	-	-
24 h max	152,2	-	-
Aasta keskm.	27	-	-
2014			
1 h max	812,3	-	-
24 h max	24,7	-	-
Aasta keskm.	33,2	-	-



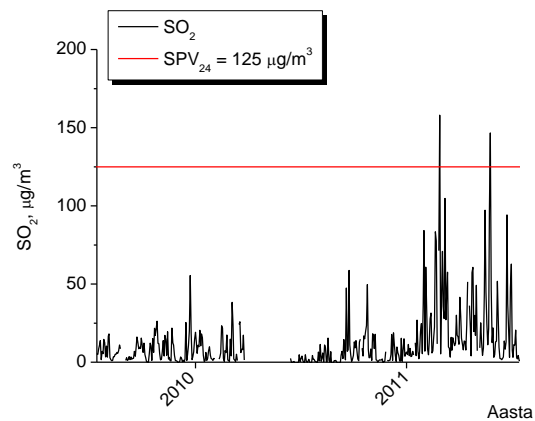
Joonis 53 H₂S 1 h keskmised kontsentratsioonid Kohtla-Järvel (VKG)



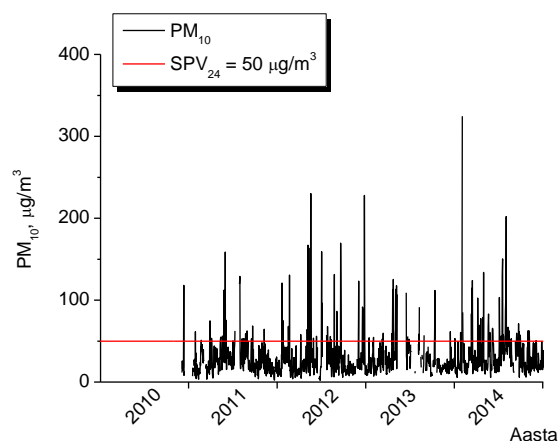
Joonis 54 SO₂ 1 h keskmised kontsentratsioonid Kohtla-Järvel (VKG)



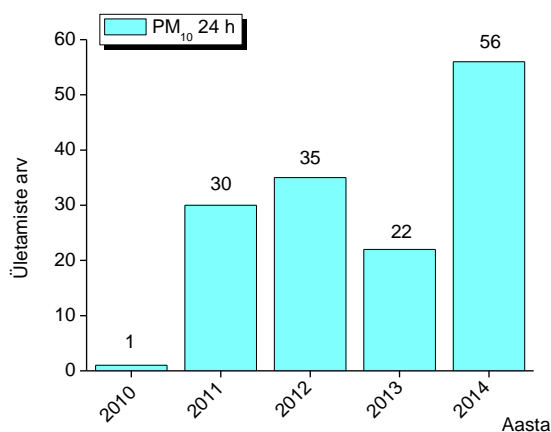
Joonis 55 H₂S 24 h keskmised kontsentratsioonid Kohtla-Järvel (VKG)



Joonis 56 SO₂ 24 h keskmised kontsentratsioonid Kohtla-Järvel (VKG)



Joonis 57 PM₁₀ 24 h keskised kontsentratsioonid Kohtla-Järvel (VKG)



Joonis 58 PM₁₀ ületamiste arv aastate lõikes Kohtla-Järvel (VKG)

7.3 Saastetasemete analüüs

Kiireim viis välisõhu saastatuse taset ning selle ohtlikkust/ebameeldivust hinnata on saasteainete kontsentratsioonide võrdlemine kehtivate piirväärtustega, mis aga ei anna informatsiooni kõrgeunud tasemete tekkepõhjustest ja/või potentsiaalsetest saasteallikatest. Alljärgnevalt leitakse saasteainete kuu, nädala ja ööpäevased trendid ning saasteainete omavaheline korrelatsioon, mis iseloomustab saasteainete üheaegse esinemise võimalikkust õhus ning seeläbi võib leida/mitteleida sarnusi saasteallikas. Ühtlasi teostatakse tuule suuna analüüs, milleks on nii kontsentratsiooniroos, mis

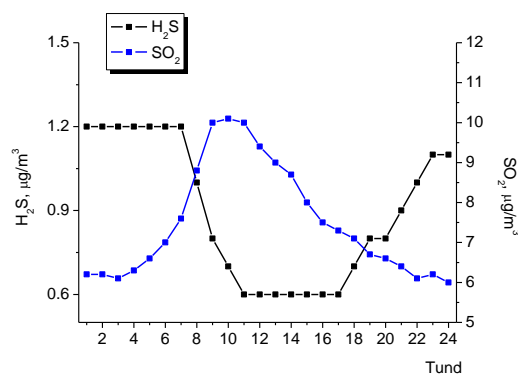
iseloomustab maksimaalsete kontsentratsioonide mõõtmise ajal valitsenud tuule suunda, kui summaarse saastevoos roos, mis näitab, millisest suunast on mõõtepunktideni enim õhusaastet kandunud. Summeeritud saastevoos arvutamise aluseks on tuule kiiruse ja tunnikeskmiste kontsentratsioonide korrutis (saastevoog), mis on summeeritud tuule suundade järgi.

7.3.1 Trendid

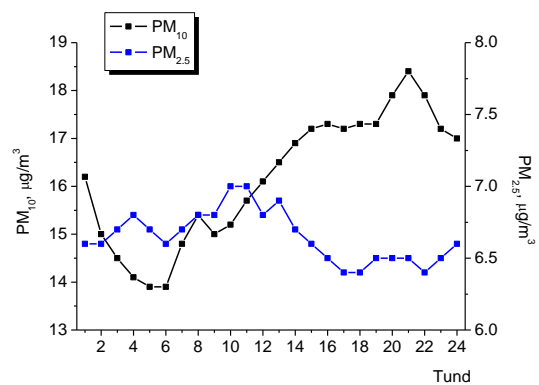
Saasteainete kontsentratsioonide ajalist kõikumist Kohtla-Järve Kalevi tänava seirejaama andmete põhjal kuude, nädalate ning ööpäeva lõikes kirjeldavad alljärgnevad joonised, kuhu on kantud keskmised kontsentratsioonid.

Kohtla-Järvel Kalevi tänaval mõõdetud vääveldioksiidi ning vesiniksulfiidi keskmised kontsentratsioonid ööpäeva jooksul käituvad mõningase nihkega justkui peegelpildis, st kui H₂S keskmine kontsentratsioon suureneb siis SO₂ langeb ja vastupidi. Kui vesiniksulfiidi keskmine sisaldus välisõhus oli kõrgeim öösel ja varahommikul (1,2 µg/m³) ning madalaim päevasel ja pärastlõunasel ajal (0,6 µg/m³), siis SO₂ keskmine kontsentratsioon oli maksimaalne keskpäeval 10-12 (10 µg/m³) ning väikseim öötundidel (6 µg/m³). Peente ja ülipeente osakeste puhul oli samuti täheldatav erinev käitumismuster, seda just vahemikus 14-24, mil PM₁₀ sisalduste tõustes PM_{2.5} langes, kusjuures ööpäevane kõikumine oli PM_{2.5} puhul vaid 0,6 µg/m³ piires (maksimaalne keskmine mõõdeti kell 10-11 7 µg/m³ ja minimaalne kell 17, 18, 22 6,4 µg/m³). Peente osakeste sisaldus välisõhus päeva jooksul tasapisi kasvas, tipnedes kell 22 7,7 µg/m³-e keskmise kontsentratsiooniga. Saasteainete sisaldus nädala lõikes mõnevõrra erineb ööpäevasest variatsioonist. Nimelt järgivad H₂S ja SO₂ küllaltki üheselt samu tõusu- ja langustrende, ehkki vääveldioksiidi puhul on muutused veidi sujuvamad kui vesiniksulfiidi puhul, kus keskmiste kontsentratsioonide vaheline kõikumine on pisut järsem, seevastu skaala ise jääb kõigest 0,8 µg/m³ (teisipäev) ja 1 µg/m³ (reede) vahele. Maksimaalne SO₂ nädalakeskmise mõõdeti kolmapäeval 8 µg/m³ ning minimaalne laupäeval 7,1 µg/m³. PM₁₀ ja PM_{2.5} nädalakeskmised sisaldused olid kõrgeimad nädala keskpaigas kolmapäeval, vastavalt 17,6 µg/m³ ja 6,9 µg/m³. Kui osakeste keskmised kontsentratsioonid kuude lõikes käituvad küllalt sarnaselt, siis vääveldioksiidi ja vesiniksulfiidi puhul on märgata mõningast erinevust. Sügis- ja talvekuudel, mil vääveldioksiidi sisaldused tõusevad, vesiniksulfiid pigem ei muutu või väheneb pisut, kusjuures maksimaalsed keskmised kontsentratsioonid mõõdeti H₂S puhul juulis (1,3 µg/m³) ja septembris (1,6

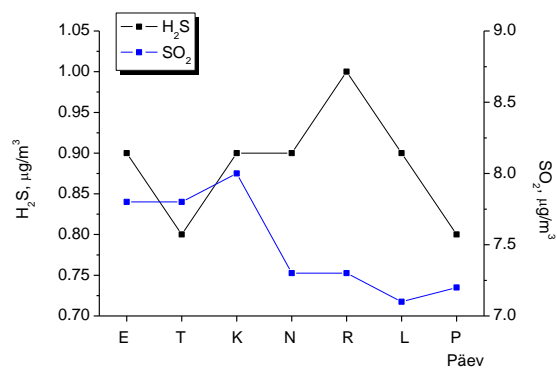
$\mu\text{g}/\text{m}^3$) ning SO_2 osas jaanuaris ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Kohtla-Järvel mõõdetud saasteinete trendianalüüsi põhjal võib järeldada, et just vääveldioksiid ja vesiniksulfiid ei pruugi pärineda samast saasteallikast ja/või esineb piirkonnas lisaks tööstustele ja tootmisettevõtetele saasteallikaid, mis mõjutavad ühe ja ei mõjuta niivõrd teise saasteaine kontsentratsiooni. Vaadates ööpäeva ning aasta analüüsi võib välja tuua ilmselge kohtkütte ja liikluse mõju vääveldioksiidi kontsentratsioonidele välisõhus, mis suurendab küll viimase sisaldust ent ei mõjutada vesiniksulfiidi saastetasemeid. Võimalik on ka, arvestades meteoroloogilisi tingimusi, et kaugemalasuivate saasteallikate mõju on oodatust väiksem, ning saasteainete kontsentratsioonid välisõhus kujunevad pigem lokaalsete saasteallikate tegevusest, arvestades ka küllalt madalaid keskmiseid kontsentratsioone. Osakeste puhul on aastase kõikumise põhjal võimalik öelda, et kui PM_{10} kontsentratsioon mõjutab lisaks tööstuslikule saastele ka teedelt ja tänavatelt tulev tolmu, mis kvalifitseerub peente osakeste alla, siis $\text{PM}_{2.5}$ kõrgemate keskmiste kontsentratsioonide mõõtmine talvel viitab ka kohtkütte võimalikule mõjule, kus suitsutahm kuulub ülipeente osakeste hulka. Meteoroloogiliste näitajate põhjal teostatud kontsentratsioonide ning saastevoogude analüüs näitab selgemalt võimalike saasteallikate esinemise tõenäosust (Joonis 59, Joonis 60, Joonis 61, Joonis 62, Joonis 63, Joonis 64).



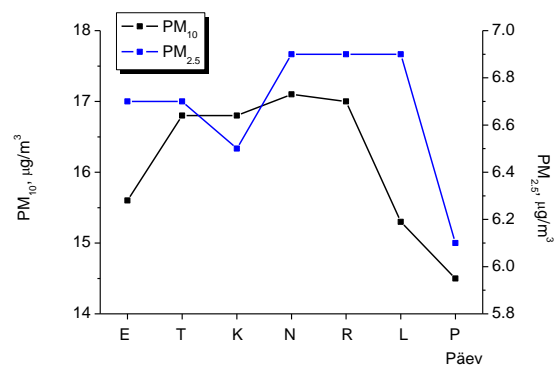
Joonis 59 SO₂ ja H₂S ööpäeva keskmine variatsioon, Kohtla-Järve



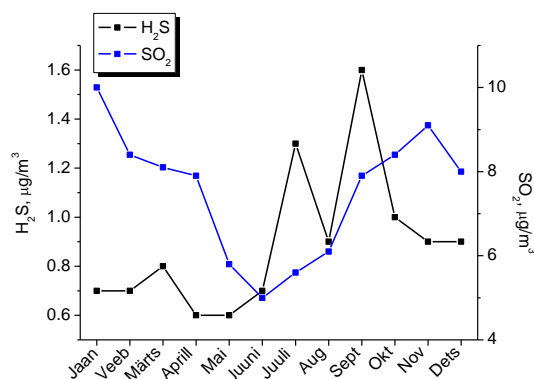
Joonis 60 PM₁₀ ja PM_{2.5} ööpäeva keskmine variatsioon, Kohtla-Järve



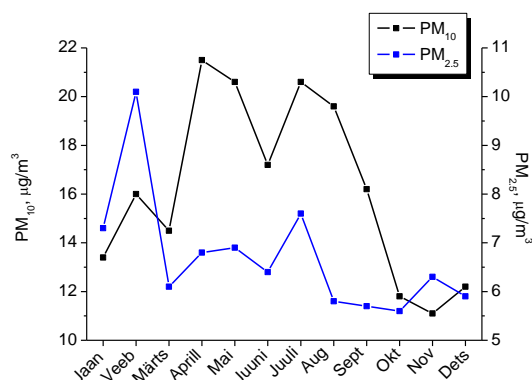
Joonis 61 SO₂ ja H₂S nädala keskmine variatsioon, Kohtla-Järve



Joonis 62 PM₁₀ ja PM_{2.5} nädala keskmine variatsioon, Kohtla-Järve



Joonis 63 SO₂ ja H₂S aasta keskmine variatsioon, Kohtla-Järve

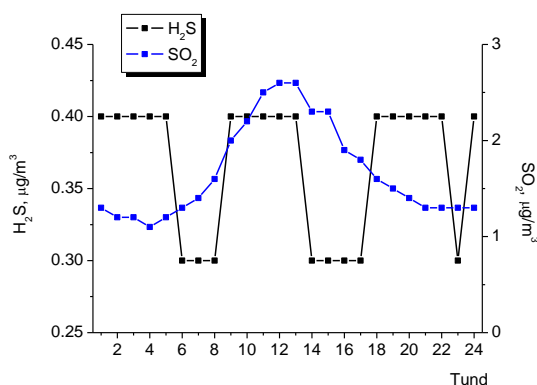


Joonis 64 PM₁₀ ja PM_{2.5} aasta keskmine variatsioon, Kohtla-Järve

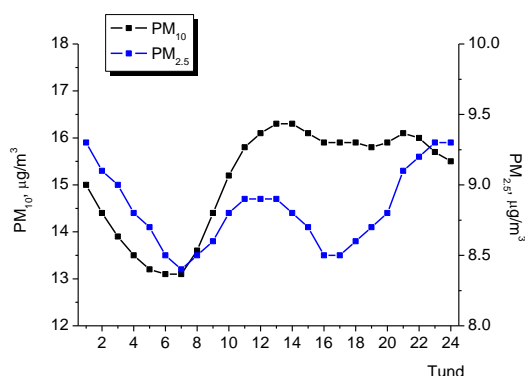
Saasteainete kontsentratsioonide ajalist kõikumist Narva Kreenholmi tänava seirejaama andmete põhjal kuude, nädalate ning ööpäeva lõikes kirjeldavad alljärgnevad joonised, kuhu on kantud keskmised kontsentratsioonid.

Narvas Kreenholmi tänaval mõõdetud väveldioksiidi keskmised kontsentratsioonid ööpäeva jooksul käituvad sarnaselt Kohtla-Järvel mõõdetud kontsentratsioonidele, st maksimumid (2,5 µg/m³) on mõõdetud päevasel ajal vahemikus 10-13, hakates siis vaikselt langema kuni 1 µg/m³ – ni hilisõhtul ja öösel. Vesiniksulfiidi mõõtmistega alustati alles 2014. aasta sügisel, mistõttu ei joonistu ka trendide analüüsis väga selget käitumismustrit välja, kusjuures keskmine kontsentratsioon on ööpäeva lõikes vahemikus 0,4-0,6 µg/m³. Peente ja ülipeente osakeste kontsentratsioonid järgisid ööpäeva jooksul samu tõusu- ja langustrende, viidates nende pärinemisele samast saasteallikast ja/või üheaegsele

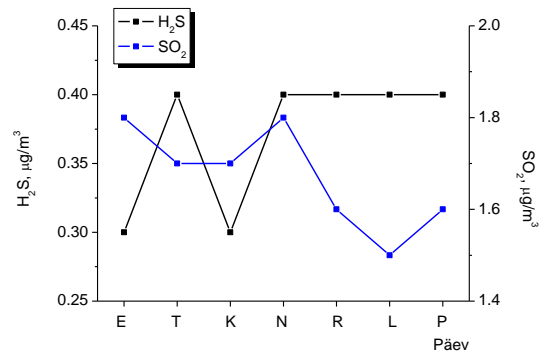
esinemisele välisõhus. Vääveldioksiidi puhul on hästi märgatav nädala alguses mõõdetud kõrgemad keskmised kontsentratsioonid kuni $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mis alates neljapäevast vähenema hakkavad, olles nädala lõpus $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sarnaselt vääveldioksiidile vähenevad ka PM_{10} ja $\text{PM}_{2.5}$ nädalakeskmised sisaldused alates neljapäevast, mil mõõdeti maksimaalsed keskmised kontsentratsioonid, vastavalt $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kuude lõikes on hästi täheldatav ülipeente osakeste ja vääveldioksiidi sarnane käitumismuster, kusjuures maksimaalne keskmine sisaldus mõõdeti talvel vastavalt $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$, viidates kohtkütte mõjule. Peente osakeste keskmine kontsentratsioon oli kõrgeim kevadel ja suvel kuni $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, iseloomustades tõenäoliselt teedelt ja liiklusest pärinevate tolmuosakeste hulka. Seda, kas ja kui palju lokaalsed saasteallikad välisõhu saastatust tegelikult mõjutanud on ning kui palju saastet pärineb kaugemalasuvatest võimalikest tööstusliku iseloomuga saasteallikatest, saab selgemalt välja tuua meteoroloogiliste näitajate alusel teostatud kontsentratsioonide suunaanalüüsi põhjal (Joonis 65, Joonis 66, Joonis 67, Joonis 68, Joonis 69).



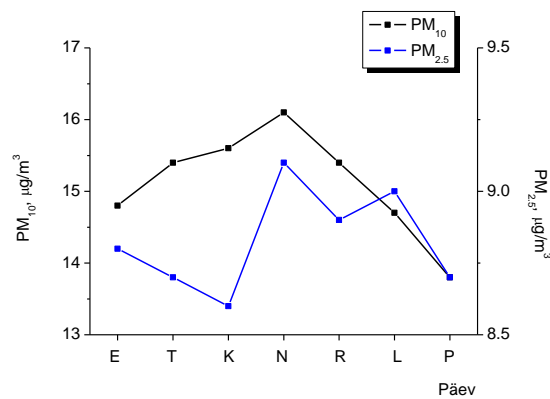
Joonis 65 SO₂ ja H₂S ööpäeva keskmine variatsioon, Narva



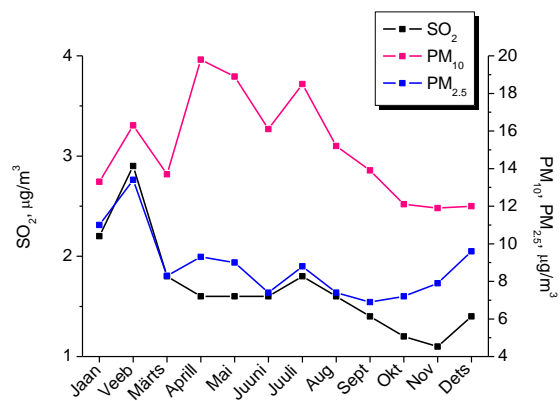
Joonis 66 PM₁₀ ja PM_{2.5} ööpäeva keskmine variatsioon, Narva



Joonis 67 SO₂ ja H₂S nädala keskmine variatsioon, Narva



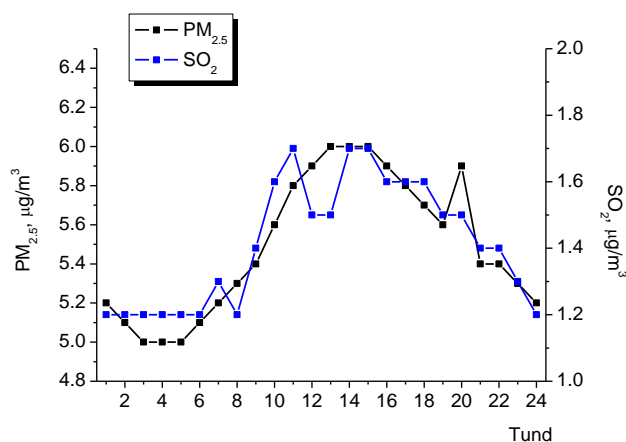
Joonis 68 PM₁₀ ja PM_{2.5} nädala keskmine variatsioon, Narva



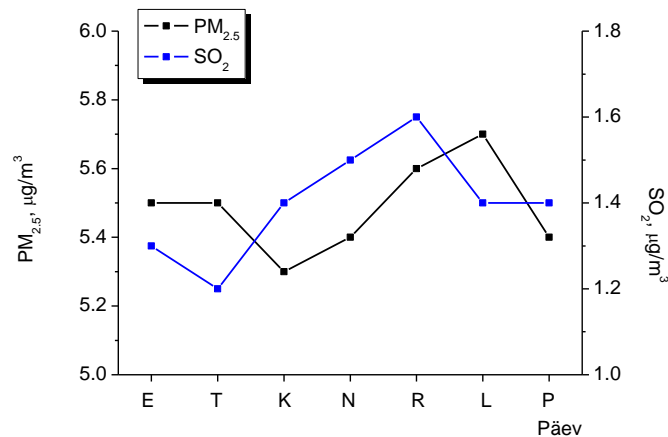
Joonis 69 SO₂, PM₁₀ ja PM_{2.5} aasta keskmine variatsioon, Narva

Saasteainete kontsentratsioonide ajalist kõikumist Lahemaa seirejaama andmete põhjal kuude, nädalate ning ööpäeva lõikes kirjeldavad alljärgnevad joonised, kuhu on kantud keskmised kontsentratsioonid.

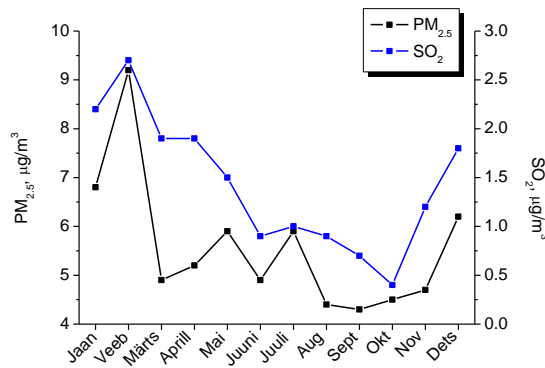
Lahemaal mõõdetud väeveldioksiidi ja ülipeente osakeste keskmised kontsentratsioonid järgivad nii ööpäeva, kuude kui aasta lõikes samu tõusu- ja langustrende. SO₂ ja PM_{2.5} ööpäevased maksimaalsed keskmised mõõdeti lõunal ja pärastlõunal, vastavalt 1,6 µg/m³ ja 6 µg/m³. SO₂ ja PM_{2.5} nädala maksimaalsed keskmised mõõdeti nädala lõpus, vastavalt 1,6 µg/m³ ja 5,7 µg/m³. SO₂ ja PM_{2.5} aasta maksimaalsed keskmised mõõdeti sügis- ja talvekuudel, vastavalt 2,5 µg/m³ ja 9 µg/m³. Lahemaa seirejaama ülesanne on registreerida kaugemalt tulevat saastet, mistõttu asub ta suurtest teedest ja muudest kohalikest võimalikest saasteallikatest piisavalt eraldi, ometi on, vaadates ööpäeva ning aasta analüüsi, täheldatavad ka kohtküttele ning liiklusele iseloomulikud jooned. Seda, kas ja kui palju lokaalsed saasteallikad välisõhu saastatust mõjutanud on ning kui palju saastet pärineb kaugemalasuivatest võimalikest tööstusliku iseloomuga saasteallikatest, saab selgemalt välja tuua kontsentratsioonide ja saastevoogude suunaanalüüsi põhjal (Joonis 70, Joonis 71, Joonis 72).



Joonis 70 SO₂ ja PM_{2.5} ööpäeva keskmine variatsioon, Lahemaa



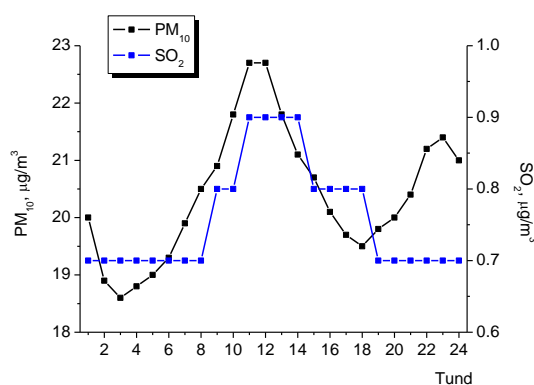
Joonis 71 SO₂ ja PM_{2.5} nädala keskmine variatsioon, Lahemaa



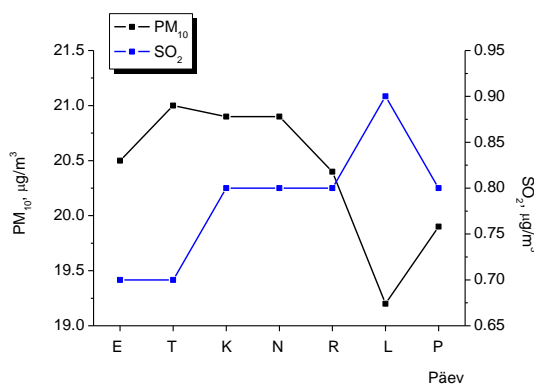
Joonis 72 SO₂ ja PM_{2.5} aasta keskmine variatsioon, Lahemaa

Kunda Nordic Tsementi seirejaamas mõõdetud väeveldioksiidi ja peente osakeste keskmised kontsentratsioonid järgivad mõne üksiku erinevusega nii ööpäeva, kuude kui aasta lõikes samu tõusu- ja langustrende. SO₂ ja PM₁₀ ööpäevased maksimaalsed keskmised mõõdeti vahemikus 10-13, vastavalt 0,9 µg/m³ ja 23 µg/m³. SO₂ ja PM₁₀ nädala maksimaalsed keskmised mõõdeti, vastavalt nädala lõpus 0,9 µg/m³ ja nädala alguses 21 µg/m³. SO₂ aasta maksimaalsed keskmised mõõdeti talvekuudel 1,2 µg/m³ ning ja PM₁₀ veebruaris ja kevadel kuni 26 µg/m³. Kunda seirejaama ülesanne on registreerida Kunda Nordic Tsementi töoga kaasnevat välisõhu saastet, hindamaks tegevuse keskkonnasõbralikkust. Samas ei eralda seirejaam oma mõõtmistel kohalikust ettevõttest ning kaugemalt tulevat või teistest lokaalsetest allikatest pärinevat saastet, mistõttu on soodsatel tingimustel võimalik saastetasemeid mõjutada nii näiteks liikluse kui ka teiste tööstuste poolt, mis piirkonnas asuvad, arvestades ka, et [Välisõhu kvaliteedi ning põlevkivisektoriga kaasnevate saasteainete heitkoguste hindamine Ida- ja Lääne-Virumaal 101 \(131\)](#)

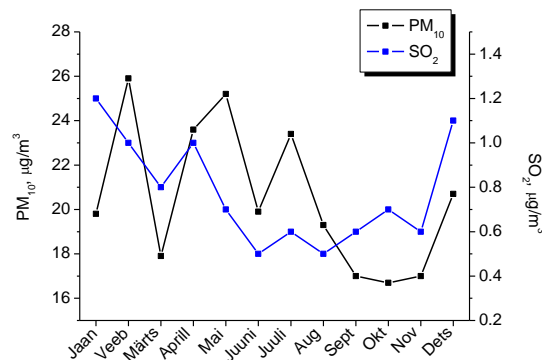
seirejaam ise asub Kunda Nordic Tsementi territooriumist poole kilomeetri kaugusel põhja suunas. Võrreldes saasteainete kontsentratsioonide käitumist linnaõhuseirejaama tulemustega, siis on käitumismustris märgata teatav sarnasus eriti vääveldioksiidi osas. Seda, kas ja kui palju lokaalsed saasteallikad välisõhu saastatust mõjutanud on ning kui palju saastet pärineb kaugemalasuvatest tööstusliku iseloomuga saasteallikatest, saab selgemalt välja tuua kontsentratsioonide ning saastevoogude suunaanalüüsi põhjal (Joonis 73, Joonis 74, Joonis 75).



Joonis 73 SO₂ ja PM₁₀ ööpäeva keskmine variatsioon, Kunda

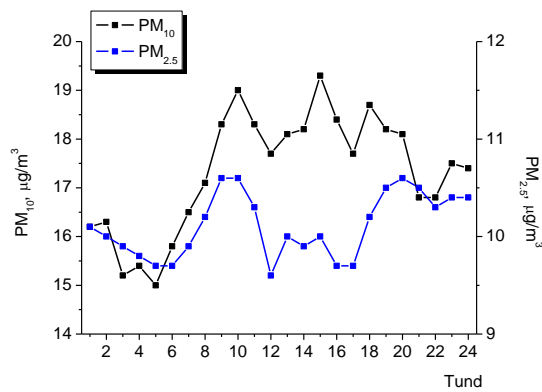


Joonis 74 SO₂ ja PM₁₀ nädala keskmine variatsioon, Kunda

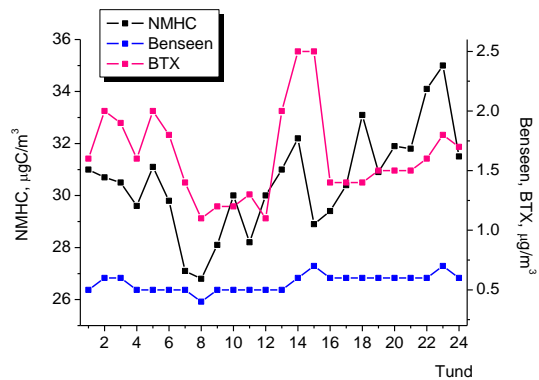


Joonis 75 SO₂ ja PM₁₀ aasta keskmine variatsioon, Kunda

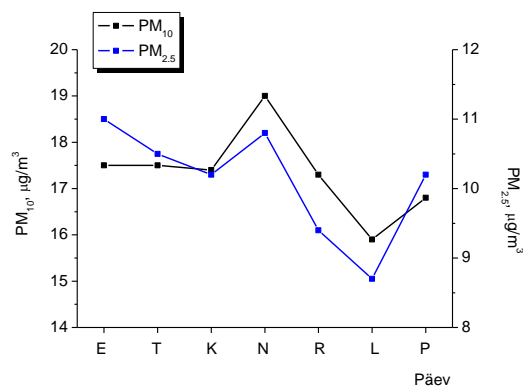
Sillamäe Sadama seirejaamas mõõdetud peente ja ülipeente osakeste keskmised kontsentratsioonid järgivad mõne üksiku erinevusega nii ööpäeva, kuude kui aasta lõikes samu tõusu- ja langustrende. PM₁₀ ja PM_{2.5} ööpäevased maksimaalsed keskmised mõõdeti kell 10, vastavalt 19 µg/m³ ja 10,5 µg/m³. PM₁₀ ja PM_{2.5} nädala maksimaalsed keskmised mõõdeti neljapäeval, vastavalt 19 µg/m³ ja nädala alguses 10,5 µg/m³. PM₁₀ ja PM_{2.5} aasta maksimaalsed keskmised mõõdeti, vastavalt juunis 26 µg/m³ ning novembris 15 µg/m³. Ka aromaatsed ning alifaatsed süsivesinikud on enamasti sarnase käitumisega nii ööpäeva, nädala kui aasta lõikes, mis viitab nende pärinemisele samast allikat ja/või üheaegsele esinemisele välisõhus. NMHC ja BTX maksimaalsed ööpäevakeskmised registreeriti, vastavalt kell 23 34 µgC/m³ ning kell 13-14 2,5 µg/m³. NMHC ja BTX maksimaalsed nädalakeskmised registreeriti 34 µgC/m³ kolmapäeval ning 2 µg/m³. NMHC ja BTX maksimaalsed aastakeskmised registreeriti 40 µgC/m³ juulis ning 2 µg/m³ septembris. Benseeni keskmised kontsentratsioonid oli küllalt madalad, muutudes vaid 0,5-1 µg/m³ piires. Sillamäe seirejaama ülesanne on registreerida Sillamäe Sadama territooriumil asuvate ettevõtete tööga kaasnevat välisõhu saastet, hindamaks tegevuse keskkonnasõbralikkust. Samas ei eralda seirejaam oma mõõtmistel kohalikest ettevõtetest ning kaugemalt tulevat või teistest lokaalsetest allikatest pärinevat saastet, mistõttu on soodsatel tingimustel võimalik saastetasemeid mõjutada nii näiteks liikluse kui ka teiste tööstuste poolt, mis piirkonnas asuvad. Seda, kas ja kui palju lokaalsed saasteallikad välisõhu saastatust mõjutanud on ning kui palju saastet pärineb kaugemasuvatest tööstusliku iseloomuga saasteallikatest, saab selgemalt välja tuua kontsentratsioonide ning saastevoogude suunaanalüüsi põhjal (Joonis 76, Joonis 77, Joonis 78, Joonis 79, Joonis 80, Joonis 81).



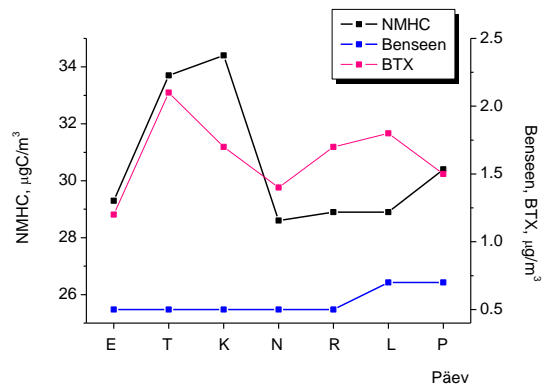
Joonis 76 PM_{2.5} ja PM₁₀ ööpäeva keskmine variatsioon, Sillamäe



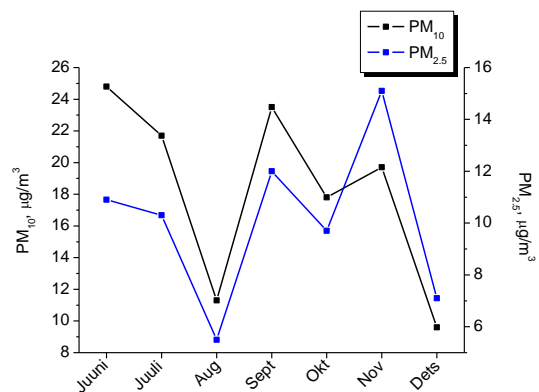
Joonis 77 NMHC, BTX ja benseeni ööpäeva keskmine variatsioon, Sillamäe



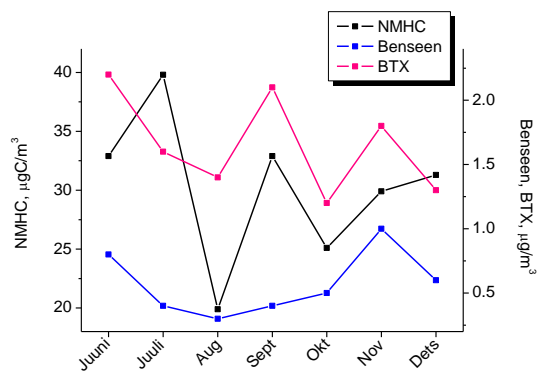
Joonis 78 PM_{2.5} ja PM₁₀ nädala keskmine variatsioon, Sillamäe



Joonis 79 NMHC, BTX ja benseeni nädala keskmine variatsioon, Sillamäe

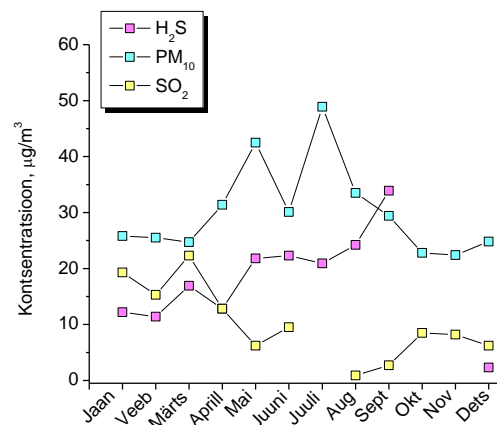


Joonis 80 PM_{2.5} ja PM₁₀ aasta keskmine variatsioon, Sillamäe

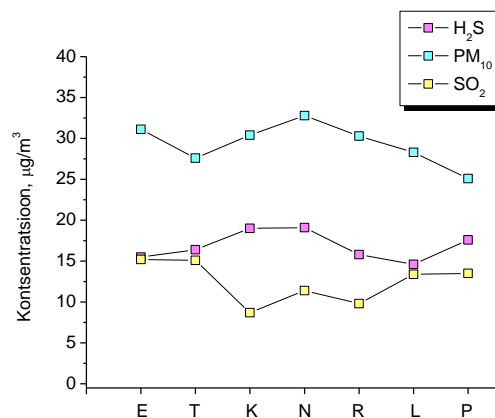


Joonis 81 NMHC, BTX ja benseeni aasta keskmine variatsioon, Sillamäe

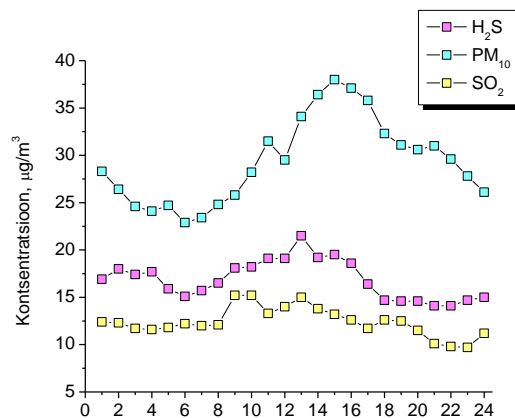
VKG seirejaamas mõõdetud peente osakeste keskmised kontsentratsioonid olid maksimaalsed soojal perioodil, ulatudes mais $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -ni ja juulis $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -ni. Väeveldioksiidi kõrgeimad keskmised kontsentratsioonid mõõdeti talvel ja varakevadel kuni $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ning vesiniksulfiidi sisaldus oli kõrgeim septembris, ulatudes $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -ni. Ööpäeva lõikes on kõikide saasteainete maksimaalsed keskmised kontsentratsioonid mõõdetud päevasel ajal, olles vastavalt PM_{10} $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$, H_2S $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja SO_2 $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ka nädala variatsioonis olulisi seaduspärasusi saasteainete käitumismustris välja tuua ei saa (Joonis 82, Joonis 83, Joonis 84).



Joonis 82 Saasteainete aasta keskmine variatsioon, VKG



Joonis 83 Saasteainete nädala variatsioon, VKG



Joonis 84 Saasteainete ööpäevane variatsioon, VKG

7.3.2 Saasteainete omavaheline korrelatsioon

Saasteainete korrelatsiooni analüüs iseloomustab saasteainete omavahelist seost. Lineaarse korrelatsiooni suunda ja tugevust iseloomustab Pearsoni korrelatsioonikordaja. Positiivne korrelatsioon ($0 < r < 1$) näitab, et ühe saasteaine kontsentratsiooni kasvades suureneb ka teine. Negatiivne korrelatsioon ($-1 < r < 0$) näitab, et ühe saasteaine kontsentratsiooni kasvades teise saasteaine kontsentratsioon väheneb. Tegemist võib olla põhjusliku seosega, st ühe saasteaine kontsentratsiooni suurenemine põhjustab teise kasvamist või kahanemist või on tegemist kolmandast suurusel põhjustatud muutustega. Käesoleva töö raames olenevad saasteainete kontsentratsioonid pigem saasteallikatest ja meteatingimustest, mitte niivõrd üksteisest. Alljärgnevatel tabelitel on toodud saasteainete omavahelise korrelatsiooni kordajad. Kohtla-Järve saasteainete trendianalüüs näitas nt vääveldioksiidi ning vesiniksulfiidi käitumismustrite erinevust, seda eriti selgelt ööpäeva lõikes, mida kinnitab korrelatsiooni analüüs, näidates väga nõrka negatiivset suhet ($r = -0,012$), ühtlasi näitab see ka, et saasteainetevaheline seos puudub. Narvas mõõdetud osakeste kontsentratsioonid järgisid ööpäeva, nädala ja aasta lõikes mõningate eranditega samu tõusu- ja langustrende, ka tugev korrelatsioonikordaja ($r=0,736$) kinnitab nende saasteainete üheaegset esinemist välisõhus ja/või pärinemist samast allikast. Lahemaal mõõdetud vääveldioksiidi ning ülipeente osakeste vahel oli nõrk positiivne seos ($r=0,212$), samas trendide analüüs näitas küllalt head kokkulangevust. Sillamäe seirejaamas mõõdetud saasteainete kontsentratsioonide vahel on seos küllalt tugev, eriti osakeste vahel ($r=0,778$), benseeni ja alifaatsete süsivesinike vahel ($r=0,458$) ning alifaatsete ja aromaatsete

süivesinike vahel ($r=0,376$). Kunda seirejaamas registreeritud SO_2 ja PM_{10} kontsentratsioonide vahel oli nõrk positiivne korrelatsioon ($r=0,153$). VKG seirejaama andmete põhjal korrelatsioonianalüüsi andmete vähesuse tõttu teostada ei saanud, kuna erinevate saasteainete mõõtmised toimusid katkendlikult ja erinevatel aegadel.

Tabel 42 Saasteainete omavaheline korrelatsioon, Kohtla-Järve

		Correlations			
		H ₂ S	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂
H ₂ S	Pearson Correlation	1	0,034**	0,145**	-0,012*
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,024
	N	87309	83596	86383	35457
PM ₁₀	Pearson Correlation	0,034**	1	0,035**	0,033**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000
	N	83596	104127	102321	35267
PM _{2.5}	Pearson Correlation	0,145**	0,035**	1	0,007
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,204
	N	86383	102321	106779	35703
SO ₂	Pearson Correlation	-0,012*	0,033**	0,007	1
	Sig. (2-tailed)	,024	,000	,204	
	N	35457	35267	35703	36189

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

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Tabel 43 Saasteainete omavaheline korrelatsioon, Lahemaa

		Correlations	
		PM _{2.5}	SO ₂
PM _{2.5}	Pearson Correlation	1	0,212**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	42720	41461
SO ₂	Pearson Correlation	0,212**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	41461	115812

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

Tabel 44 Saasteainete omavaheline korrelatsioon, Narva

Correlations

		PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂
PM10	Pearson Correlation	1	0,736**	0,167**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000
	N	51232	49735	50070
PM2.5	Pearson Correlation	0,736**	1	0,137**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000
	N	49735	50291	49160
SO2	Pearson Correlation	0,167**	0,137**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	
	N	50070	49160	50955

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

Tabel 45 Saasteainete omavaheline korrelatsioon, Kunda

Correlations

		PM ₁₀	SO ₂
PM ₁₀	Pearson Correlation	1	0,153**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	50672	49244
SO ₂	Pearson Correlation	0,153**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	49244	53205

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

Tabel 46 Saasteainete omavaheline korrelatsioon, Sillamäe

		Correlations				
		NMHC	BTX	PM ₁₀	PM _{2.5}	Benseen
NMHC	Pearson Correlation	1	0,376**	0,301**	0,183**	0,458**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000
	N	4086	3828	3611	3611	3997
BTX	Pearson Correlation	0,376**	1	0,138**	0,110**	0,296**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000	,000
	N	3828	4153	3730	3730	4152
PM ₁₀	Pearson Correlation	0,301**	0,138**	1	0,778**	0,303**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000	,000
	N	3611	3730	3942	3942	3902
PM _{2.5}	Pearson Correlation	0,183**	0,110**	0,778**	1	0,351**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000		,000
	N	3611	3730	3942	3942	3902
Benseen	Pearson Correlation	0,458**	0,296**	0,303**	0,351**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	
	N	3997	4152	3902	3902	4326

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

7.3.3 Saasteainete suundanalüüs

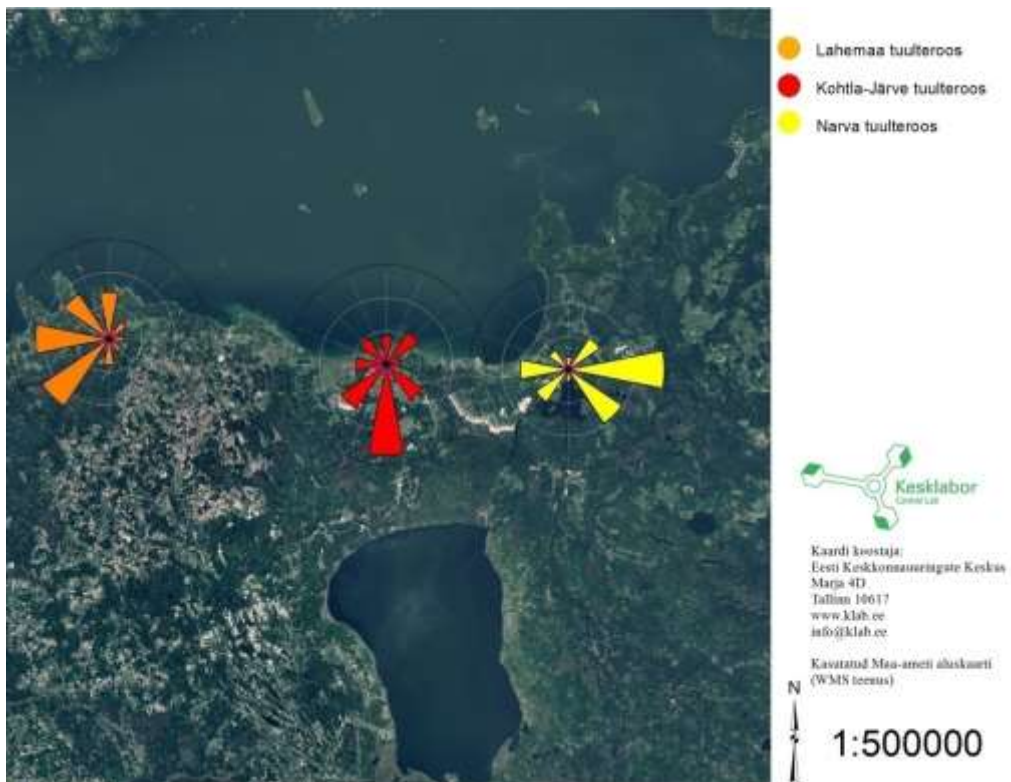
Meteoroloogilised tingimused nagu õhutemperatuur, tuule suund ja kiirus määravad ära saasteainete püsimise ja levimise õhus. Tuulise ilmaga on saasteainete kontsentratsioonid reeglina madalamad, mis on tingitud parematest hajumistingimustest. Mida tugevam tuul, seda rohkem on õhus turbulentsid keeriseid 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.

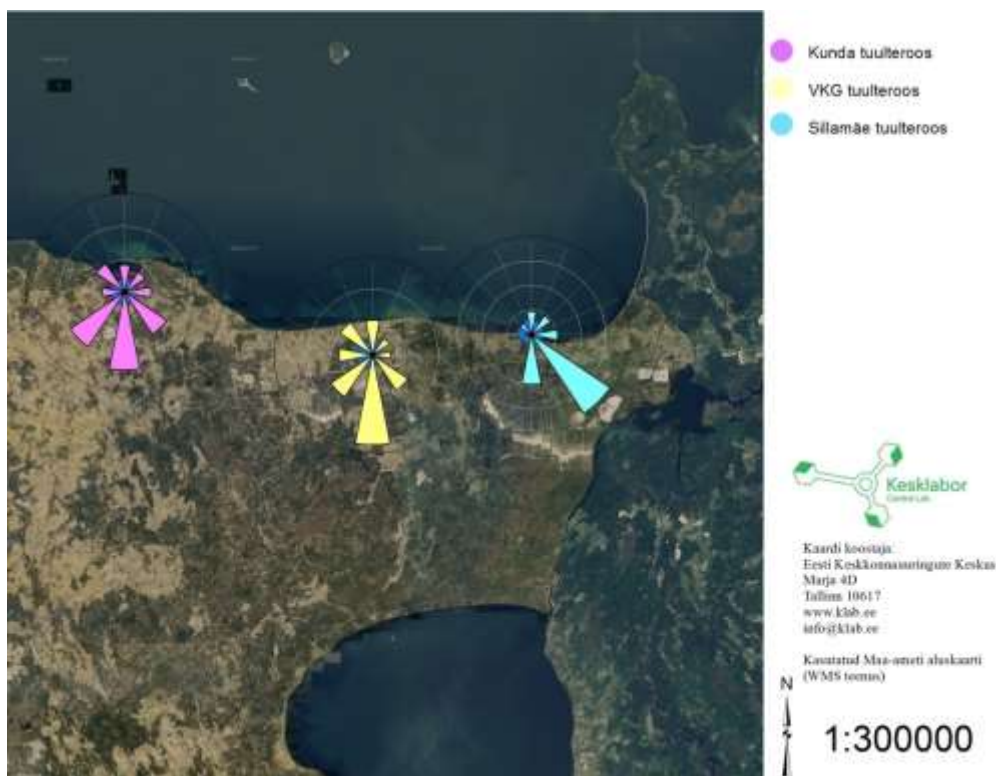
Mõõteperioodidel mõõdetud tuulte esinemissagedus seirejaamades on toodud allolevas tabelis (Tabel 47).

Tabel 47 Tuulte esinemissagedus mõõteperioodil

Tuule suund		Kohtla-Järve (%)	Narva (%)	Lahemaa (%)	Sillamäe (%)	Kunda (%)	VKG (%)
Põhi (N)	337.5-22.5 °	8,5	3,7	14,1	9,4	8,3	10,6
Kirre (NE)	22.5-67.5 °	11,6	11,4	6,2	9,4	7,5	6,1
Ida (E)	67.5-112.5 °	4,6	28,9	4,5	10,6	8,1	5,5
Kagu (SE)	112.5-157.5 °	13,1	19,4	4,6	38,4	15,3	12,9
Lõuna (S)	157.5-202.5 °	27,3	3,5	7,9	20,1	23,7	27,3
Edel (SW)	202.5-247.5 °	16,2	11,7	24,3	3,7	19,9	15,3
Lääs (W)	247.5-292.5 °	9,2	14,4	22,2	2,8	6,8	10,3
Loe (NW)	292.5-337.5 °	9,5	7	16,3	5,5	10,4	12



Joonis 85 Tuultereros riiklikes seirejaamades



Joonis 86 Tuuleroos ettevõtete seirejaamades

Kohtla-Järvel registreeritud vesiniksulfiidi maksimaalsed kontsentratsioonid, mis ületasid $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mõõdeti edelatuulte esinemisel, kusjuures tuule kiirused jäid vahemikku $0,04\text{-}1,7 \text{ m/s}$, mis viitab saasteaine pärinemisele pigem lokaalsest saasteallikast nt Kohtla-Järve Reoveepuhastusjaamast, mis asub Kalevi tänavast edelas. Narvas on vesiniksulfiidi mõõdetud mõned kuud 2014. aastal, valdavalt puhusid sel ajal idakaarte tuuled, maksimaalne H_2S kontsentratsioon $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mõõdeti samuti ida tuulega, mis puhus keskmiselt 4 m/s , samas olid kontsentratsioonid mõõteperioodi lõikes küllalt madalad, jäädes valdavalt $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ piiresse, mis iseloomustab tööstuslike saasteallikate minimaalset mõju mõõteperioodil vesiniksulfiidi sisaldustele välisõhus. Kohtla-Järvel mõõdeti enamus kõrgeid vääveldioksiidi kontsentratsioone vahemikus $100\text{-}260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ edela tuule esinemisel $3\text{-}7 \text{ m/s}$, viidates üheselt Viru Keemia Grupi tegevusele, kusjuures vesiniksulfiidi sisaldus välisõhus jäi samal ajal keskmiselt $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ piiresse. Narvas mõõdeti maksimaalsed vääveldioksiidi kontsentratsioonid $70\text{-}126 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lõuna ja edela tuulega, tuule kiirus jäi vahemikku $0,3\text{-}2 \text{ m/s}$, mis Välisõhukaitse Seaduse tähenduses liigitub tuulevaikuseks, soodustades saasteainete akumulereumist maapinnalähedases õhukihis, mis tähendab pigem kohalike saasteallikate (peamiseks linnaõhu saastajaks on liiklus ja kütmine) mõju saastetasemetele. Lahemaal registreeritud vääveldioksiidi maksimaalsed kontsentratsioonid $25\text{-}44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olid pärit kagu suunast, kus asuvad ka põlevkiviõli ja põlevkivi

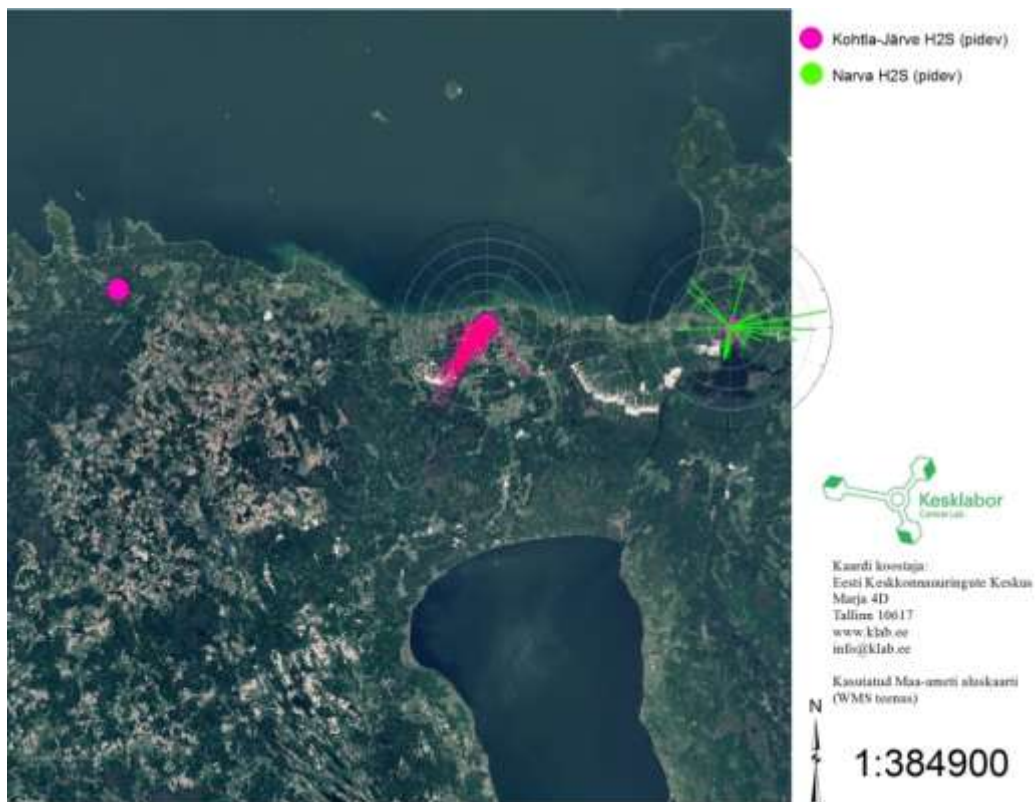
[Välisõhu kvaliteedi ning põlevkivisektoriga kaasnevate saasteainete heitkoguste hindamine Ida- ja Lääne-Virumaal 114 \(131\)](#)

põletamisega seotud ettevõtted. Arvestades, et tuule kiirus oli keskmiselt 2 m/s ning võimalike lähimate saasteallikate kaugus Lahemaa seirejaamast rohkem kui 20 kilomeetrit, siis võib arvata, et pigem pärines vääveldioksiid seirejaamale lähemal asuvatest allikatest. PM_{10} maksimumid 500-800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Kohtla-Järvel mõõdeti edela tuule esinemisel, kiirusega 3-6 m/s, mis viitab saasteainete pärinemisele kaugemal asuvatest allikatest nagu VKG Oil ja/või VKG Energia, samas ei saa välistada ka piirkonnas paiknevaid kaevandusi nagu Aidu või Ojamaa. Narva puhul on täheldatav PM_{10} pärinimine väga erinevatest suundadest, kuna maksimaalsete kontsentratsioonide 130-150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mõõtmise ajal oli tuule kiirus väga väike, st valitses tuulevaikus, siis on tõenäoliselt tegemist lokaalse saasteallikaga. Nii Narva kui Lahemaa puhul on täheldatav $PM_{2.5}$ pärinimine erinevatest suundadest, kusjuures kontsentratsioonidevaheline erinevus pole suur. Kohtla-Järvel on seevastu edelasuunast pärinevate kontsentratsioonide erinevus võrreldes teistest suundadest pärineva saastega märgatavam, jäädes 110-120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vahele, kusjuures tuule kiirus oli mõõtmise hetkel kuni 1 m/s, mistõttu on tegu pigem kohtküttega, seda kinnitab ka asjaolu, et kõrgeimad kontsentratsioonid mõõdeti jaanuaris õhtupoolikuti vahemikus 15-19 (Joonis 87, Joonis 88, Joonis 89, Joonis 90).

Vesiniksulfiidi summaarne saastevoog Kohtla-Järvel näitab selget pärinimist edelasuunast, tõenäolisemaks saasteallikaks on Kohtla-Järve reoveepuhastusjaam, mõningal määral ka VKG Oil. Arvestades, et maksimaalsete voogude mõõtmisel oli tuule kiirus 2 m/s ning mõlemad ettevõtted asuvad Kalevi tn seirejaamast edela suunas, siis on raske päris kindlalt väita, milline osa H_2S saastest tuli lähemal asuvast Järve Biopuhastist ning milline osa VKG-st, siiski on tõenäolisemaks saasteallikaks tuule kiirust silmas pidades esimene. Narvas on vesiniksulfiidi maksimaalne saastevoog pärit ida suunast, arvestades, et mõõteperiood on lühike ning valdavalt puhusid idatuuled, siis ilmselt põlevkiviettevõtteid kui saasteallikaid siinkohal välja tuua ei saa. Vääveldioksiidi maksimaalne saastevoog Kohtla-Järvel pärines lisaks edelasuunast ka kagu poolt, kusjuures tuule kiiruseks registreeriti maksimaalsete voogude mõõtmisel 6-7 m/s, mis viitab pigem kaugemalt pärit saastele. Võimalikud allikad on kagus asuvad kohalikud katlamajad ning edelas paiknevad VKG ettevõtted. Lahemaa ja Narva maksimaalsed vääveldioksiidi saastevood mõõdeti kagu suunast, kusjuures mõlemal juhul oli tuule kiirus 2-4 m/s, mis näitab mõõtepunkti eemal asuvate võimalike saasteallikate mõju. Peente osakeste puhul nähtub selgelt maksimaalse saastevoogu pärinimine edelasuunast, seda nii Narva kui Kohtla-Järve mõõtmistulemuste põhjal, kusjuures ka tuule kiirused olid maksimaalsete saastevoogude mõõtmise hetkel 4-6 m/s, seega võib väita, et kui Kohtla-Järvel on PM_{10} sisaldus välisõhus mõõteperioodil olnud küllalt üheselt mõjutatud tööstusettevõtete tegevusest, siis Narvas on maksimaalsed kontsentratsioonid küll lokaalsete saasteallikate mõju, ent summarselt pärineb saastet [Välisõhu kvaliteedi ning põlevkivisektoriga kaasnevate saasteainete heitkoguste hindamine Ida- ja Lääne-Virumaal 115 \(131\)](#)

enam siiski kaugemalt. Lahemaal on kõrgeimad ülipeente osakeste saastevood mõõdetud kagu suunast, kus paiknevad ka põlevkivi/põlevkiviõli põletamisega tegelevad ettevõtted, mis soodsatel meteoroloogilistel tingimustel ka taustaala õhukvaliteeti mõjutavad. Maksimaalsed PM_{2.5} saastevood Kohtla-Järvel on mõõdetud erinevalt peentest osakestest kagust. Narvas on mõõtepunktini jõudnud enim saastet Narva elektrijaama suunast, mida saaks põlevkiviettevõtetest pidada ehk olulisemaks PM_{2.5} saastetasemete mõjutajaks lokaalsel tasandil (Joonis 91, Joonis 92, Joonis 93, Joonis 94).

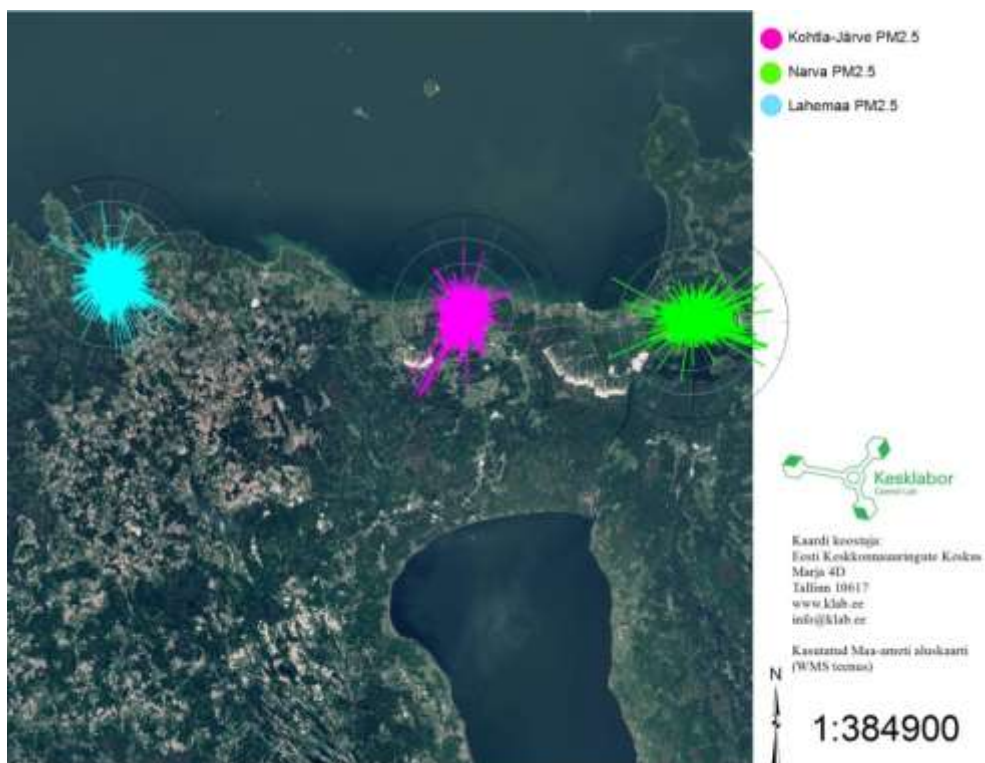
Ehkki esinevate tuule suundade ja kiiruste põhjal ei saa konkreetselt nimetatada kõrgeinud kontsentratsioonide põhjustajat, kinnitavad sellised analüüsid teatud saasteainete pärinemist väga kindlast suunast või sektorist, mis kitsendab potentsiaalsete saasteallikate hulka, ning teiste puhul on tegu pigem komplekse saastega.



Joonis 87 H₂S kontsentratsiooniroos pidevseire jaamades



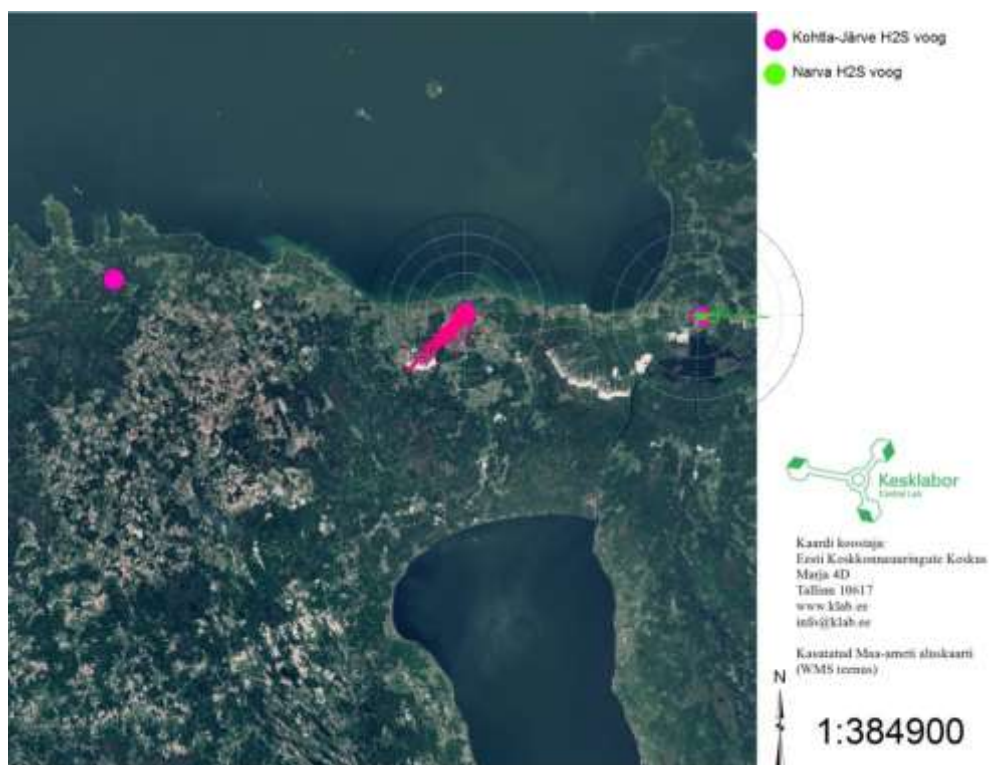
Joonis 88 PM₁₀ kontsentratsiooniroos pidevseire jaamades



Joonis 89 PM_{2.5} kontsentratsiooniroos pidevseire jaamades



Joonis 90 SO₂ kontsentratsiooniroos pidevseire jaamades



Joonis 91 H₂S summaarne saastevoog pidevseire jaamades



Joonis 92 PM₁₀ summaarne saastevoog pidevseire jaamades



Joonis 93 PM_{2.5} summaarne saastevoog pidevseire jaamades



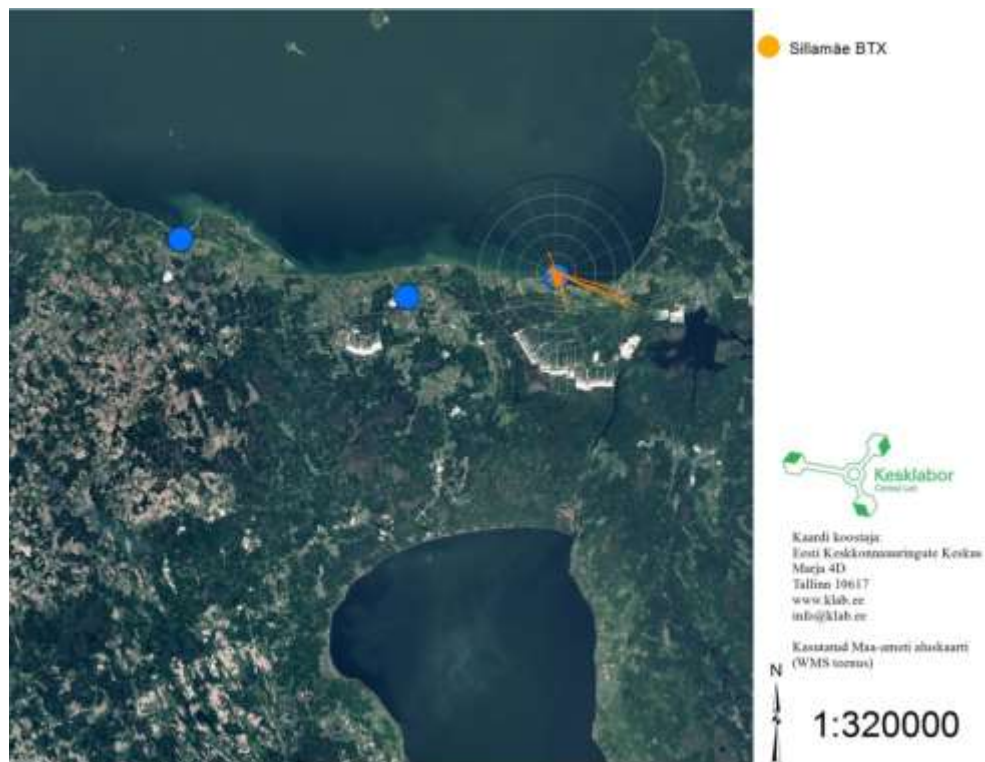
Joonis 94 SO₂ summaarne saastevoog pidevseire jaamades

Aromaatsete süsivesinike ja ülipeente osakeste kontsentratsioonid mõõdetakse regulaarselt vaid Sillamäe Sadama territooriumile paigaldatud seirejaamas. Tunnikeskmised maksimaalsed saasteainete sisaldused kuni 183 µg/m³ registreeriti väga nõrga kagu tuule (0,7 m/s) esinemisel, raskendades saasteainete hajumistingimusi ja soodustades nende kogunemist välisõhku, mis viitab saaste pärinemisele sadama territooriumilt, kusjuures 98 % aromaatsete süsivesinike kontsentratsioonist moodustas ksüleen. Samas asuvad kõik ettevõtted seirejaamast loode ja edela suunas, mistõttu pole võimalik saasteallikat täpselt määratleda. Üheks võimaluseks on ka uute saasteallikate lisandumine Sillamäe Sadamast kagu poole. Vesiniksulfiidi mõõdeti vaid VKG seirejaamas, maksimaalsed kontsentratsioonid kuni 651 µg/m³ pärinesid lõuna, edela ja loode suunast, kusjuures tuule kiirus oli mõõtmise hetkel 1-4 m/s. Seirejaam ise asub VKG territooriumi idaosas ning nii tuhamäed kui tootmisettevõtted paiknevad seirejaamast lääne ning lõuna suunas, arvestades ka territooriumi suurust, võib arvata, et saasteained pärinesid tõenäoliselt tööstusalalt. Alifaatsete süsivesinike maksimaalsed kontsentratsioonid kuni 277 µg/m³ Sillamäe sadamas mõõdeti ajal, mil puhus lõuna tuul keskmise kiirusega 4 m/s, viidates potentsiaalsele saasteallikale, milleks on SilSteve, või väga nõrk kagu tuul. Peente osakeste sisaldus välisõhus oli maksimaalne Kundas (maksimaalselt 637 µg/m³) ja [Välisõhu kvaliteedi ning põlevkivisektoriga kaasnevate saasteainete heitkoguste hindamine Ida- ja Lääne-Virumaal 120 \(131\)](#)

Sillamäel (maksimaalselt $144 \mu\text{g}/\text{m}^3$) loode ning kagu tuulte korral ning VKG-s (maksimaalselt $1346 \mu\text{g}/\text{m}^3$) lõunakaarte ja põhja tuulega, kusjuures kõikides seirejaamades mõõdeti tuule kiiruseks kuni 3 m/s , arvestades, et maksimaalsed tunnikeskmised kontsentratsioonid olid küllalt kõrged, siis võib oletada, et valdav enamus peente osakeste saastest pärines tootmisettevõtetest. Vääveldioksiidi kõrgeimad sisaldused kuni $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mõõdeti Kundas kagutuulte esinemisel, ka Kunda Nordic Tsement asub seirejaamast umbes poole kilomeetri kaugusel kagu suunas. VKG seirejaamas mõõdetud vääveldioksiidi maksimaalsed kontsentratsioonid kuni $149 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registreeriti edela poolt puhuva tuulega, seirejaamast edelasse jääb peamine osa VKG tootmisettevõtetest (Joonis 95, Joonis 96, Joonis 97, Joonis 98, Joonis 99, Joonis 100).

Aromaatsete süsivesinike maksimaalne saastevoog on Sillamäe seirejaamani kandunud kagu ning edela suunast, kui edela pool asub SilSteve, siis seirejaamast kagus lõpeb sadama piir ning rohkem tootmisettevõtteid teadaolevalt lähiümbruses pole. Kuna kõrgeimate BTX sisalduste mõõtmise hetkel valitses sisuliselt tuulevaikus (kogu päev oli tuule kiirus kuni 1 m/s), mis soodustab saasteainete kontsentreerumist õhku ning halvendab hajumistingimusi, võivad saasteained siiski pärineda Sillamäe sadama territooriumilt, arvestades ka asjaolu, et tegemist on pigem keemiatööstusele iseloomulike saasteainetega mitte niivõrd tavapäraste linna välisõhus esinevate saastekomponentidega. Üheks võimaluseks on siiski ka uute saasteallikate lisandumine sadamast kagu suunda. Ehkki vesiniksulfiidi maksimumid mõõdeti VKG seirejaamas lõuna ja loode tuultega, on enim saastet pärit siiski edelast, st tuhamägede poolt. Sillamäe alifaatsete süsivesinike saastevoog pärineb eelkõige sadama territooriumil asuvate ettevõtete (SilSteve, Alexela, Sillamäe SEJ ning Eurochem) suunast, kelle tegevusega kaasneb saastelubasid silmas pidades ka alifaatsete süsivesinike emissioon välisõhku. Kundas on selgesti täheldatav PM_{10} valdav pärinemine Kuna Nordic Tsement'i poolt. Ka Sillamäel ja VKG-s on suurem osa peente osakeste saastest pärit seal asuvate tootmisettevõtete poolt. Samas ülipeente osakeste puhul on enim saastet Sillamäe sadama seirejaamani tulnud pigem väljast poolt sadamat ning väga väike osa pärines sadama alal tegutsevate ettevõtete suunast, kusjuures vastvalt heitkoguste aruannetele, on ainsaks emiteerijaks seal Sillamäe SEJ. Vääveldioksiidi saastevoog on Kundas üheselt pärit Kunda Nordic Tsement'i poolt (tuule kiirus on olnud $5\text{-}6 \text{ m/s}$) ning VKG-s soojuselektrijaamade suunast, teistest suunadest pärit saaste osakaal kogusaastest on marginaalse tähtsusega (Joonis 101, Joonis 102, Joonis 103, Joonis 104, Joonis 105, Joonis 106).

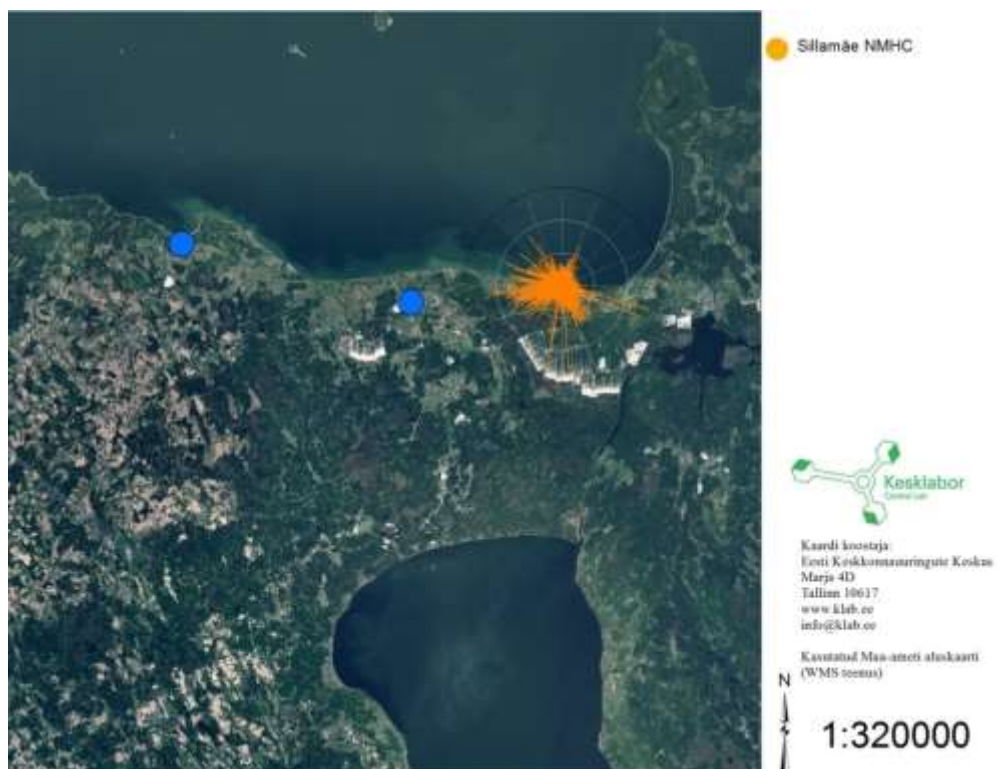
Tuule suundade ja kiiruste analüüs ettevõtete seirejaamades annab lisaks potentsiaalsete saasteallikate asukohtade viitamisele aimu ka seirejaama omavate ettevõtete enda tööga kaasneva õhusaaste mõjust ja tähtsusest summarsete saastetasemete kujunemisel.



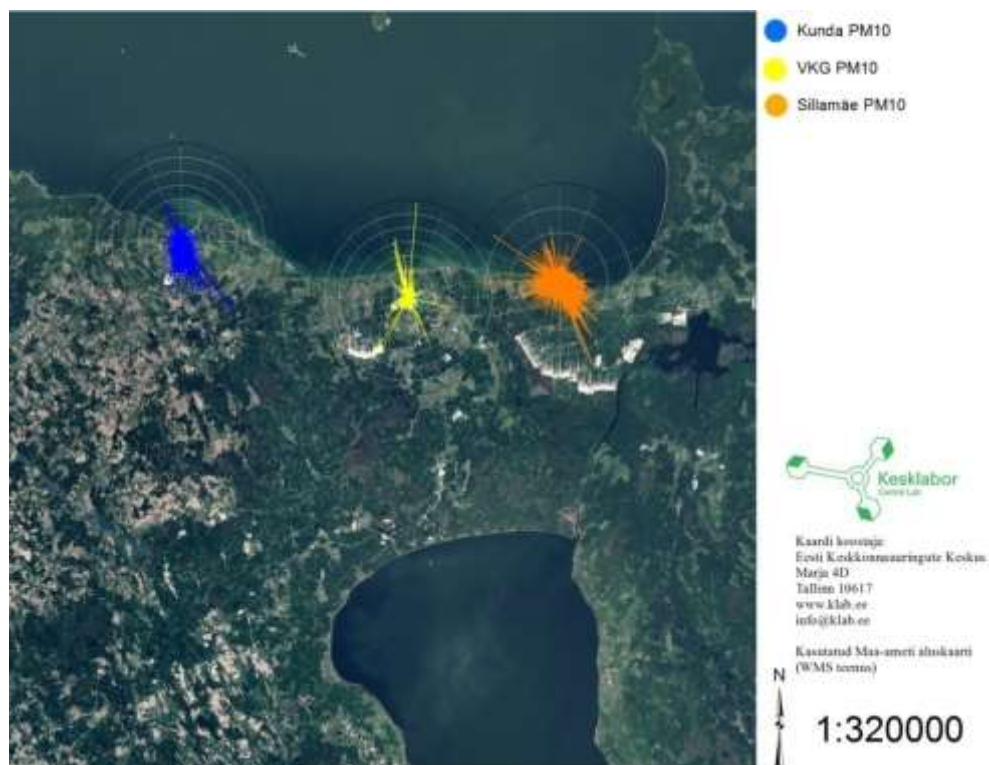
Joonis 95 BTX kontsentratsiooniroos ettevõtete seirejaamas



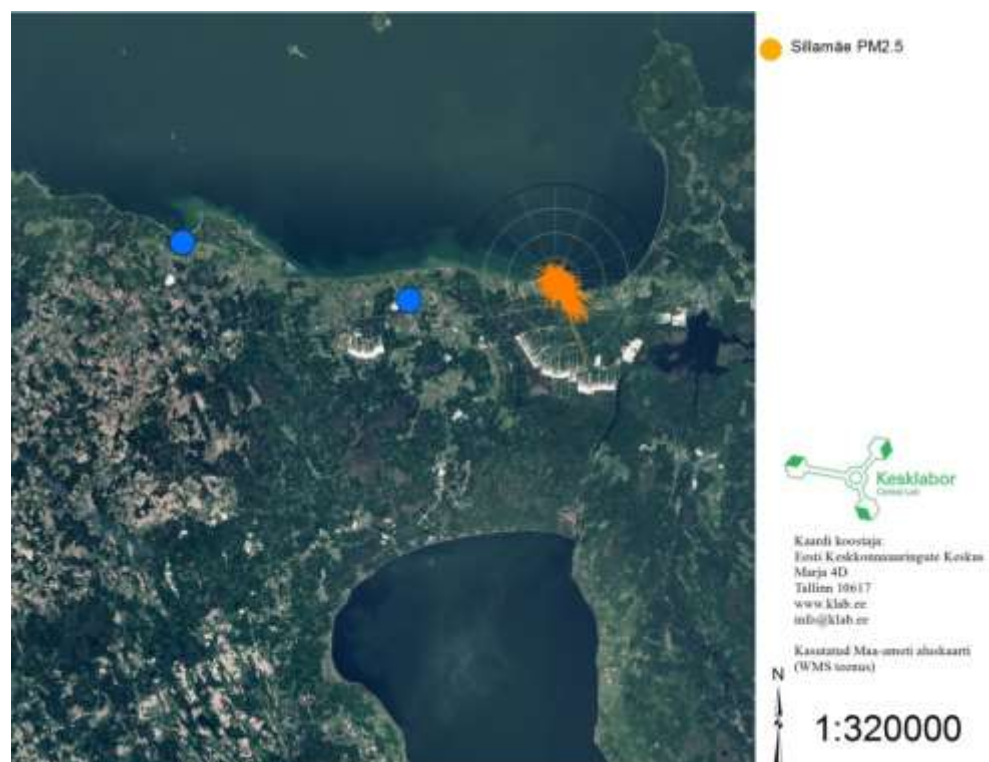
Joonis 96 H₂S kontsentratsiooniroos ettevõtete seirejaamas



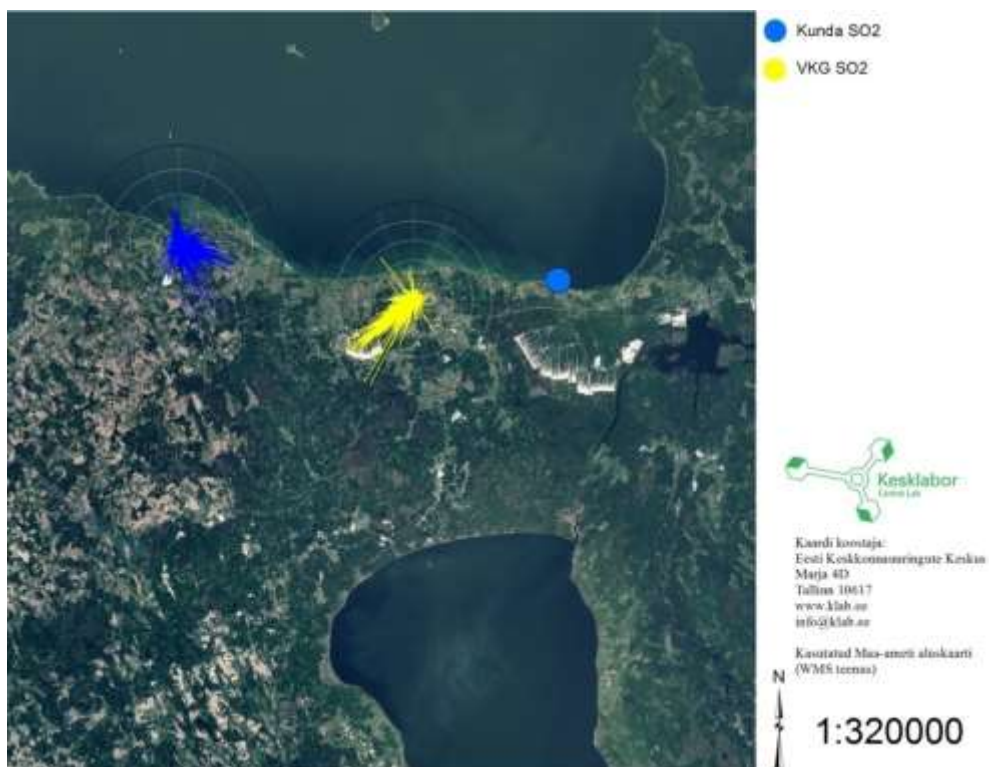
Joonis 97 NMHC kontsentratsiooniroos ettevõtete seirejaamas



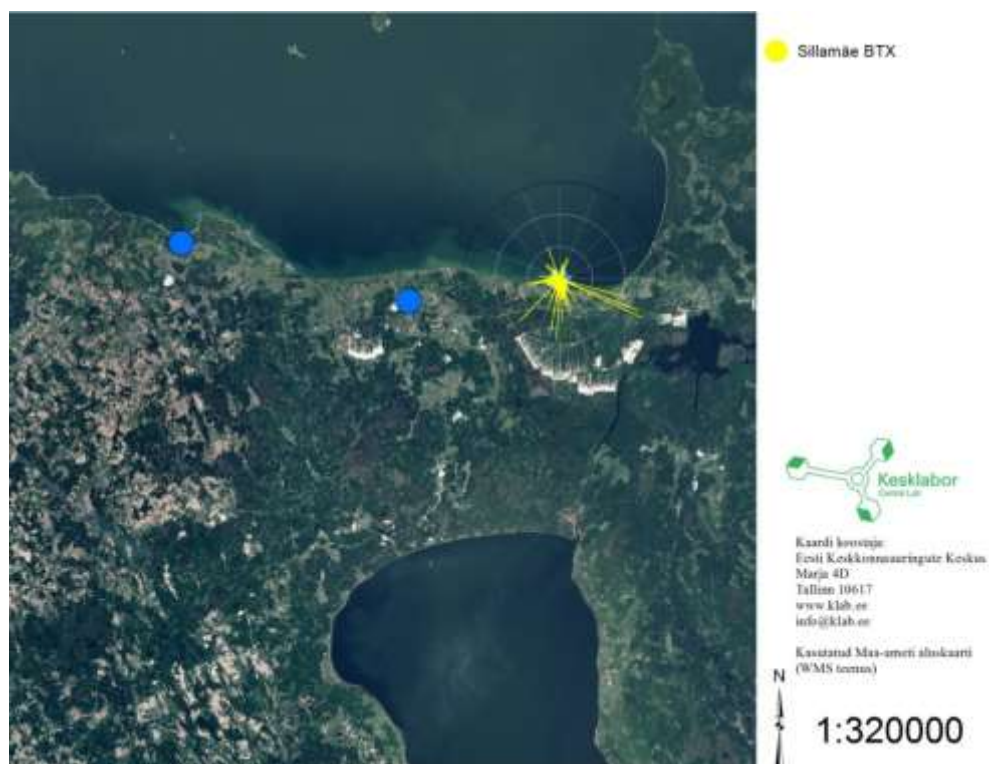
Joonis 98 PM₁₀ kontsentratsiooniroos ettevõtete seirejaamas



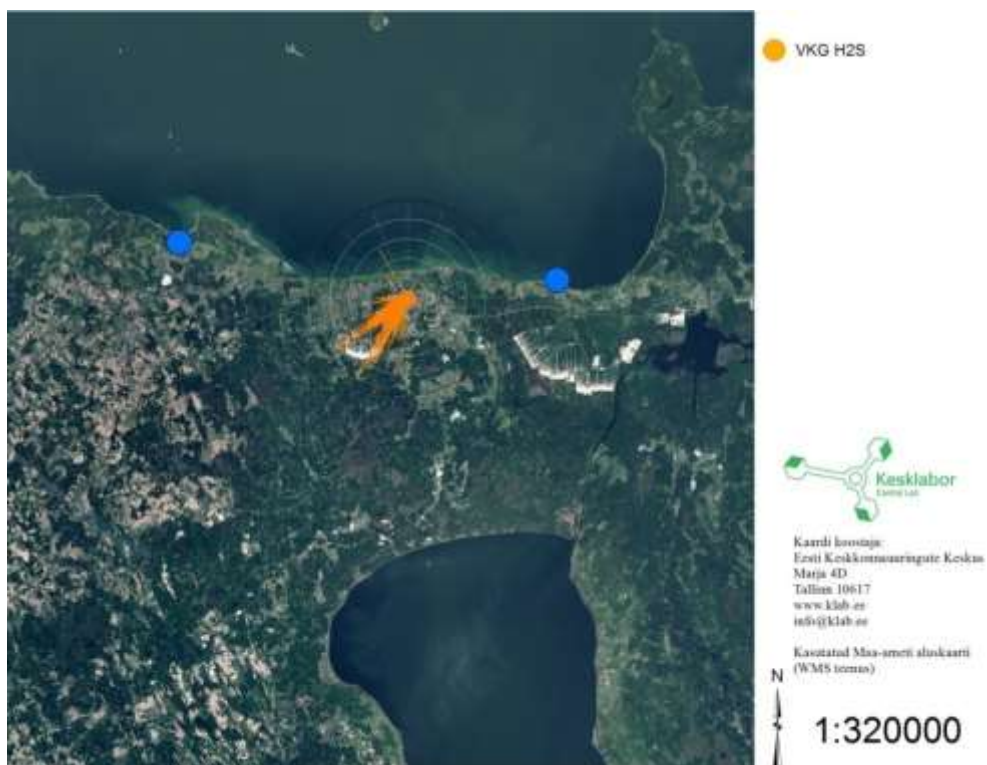
Joonis 99 PM_{2.5} kontsentratsiooniroos ettevõtete seirejaamas



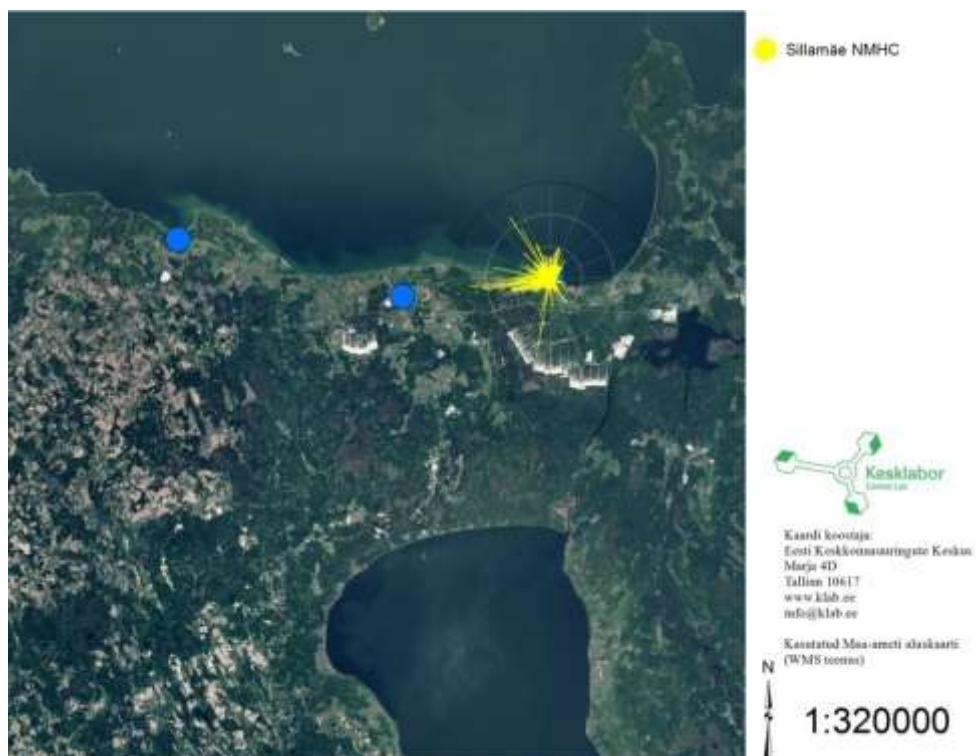
Joonis 100 SO₂ kontsentratsiooniroos ettevõtete seirejaamas



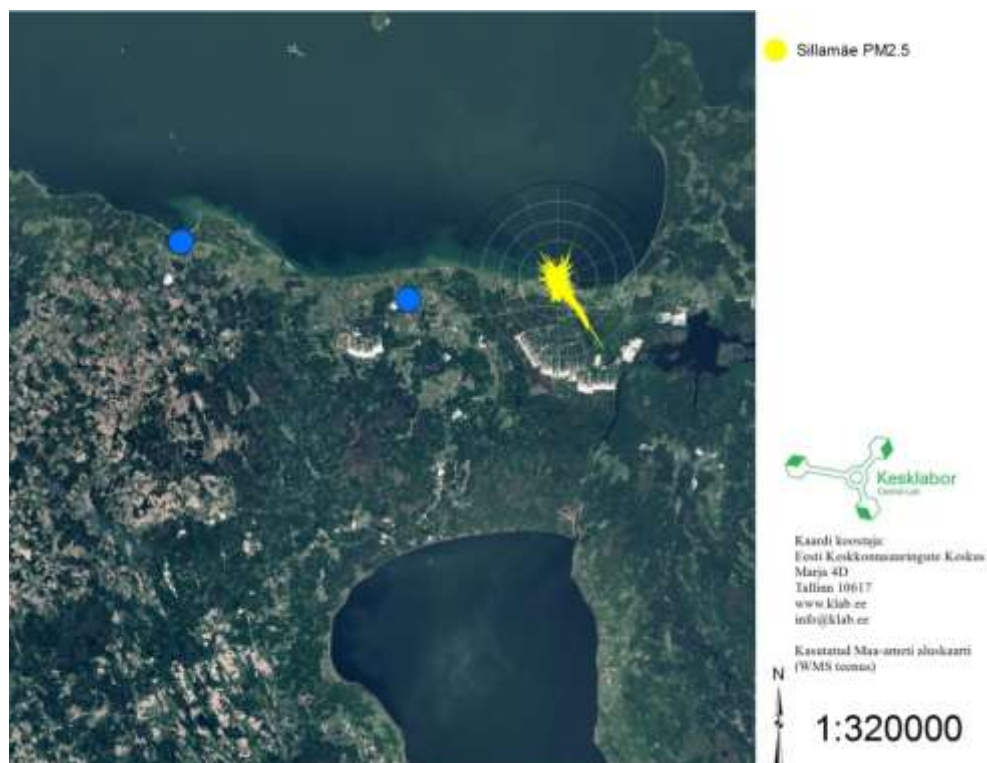
Joonis 101 BTX summaarne saastevoog ettevõtete seirejaamas



Joonis 102 H₂S summaarne saastevoog ettevõtete seirejaamas



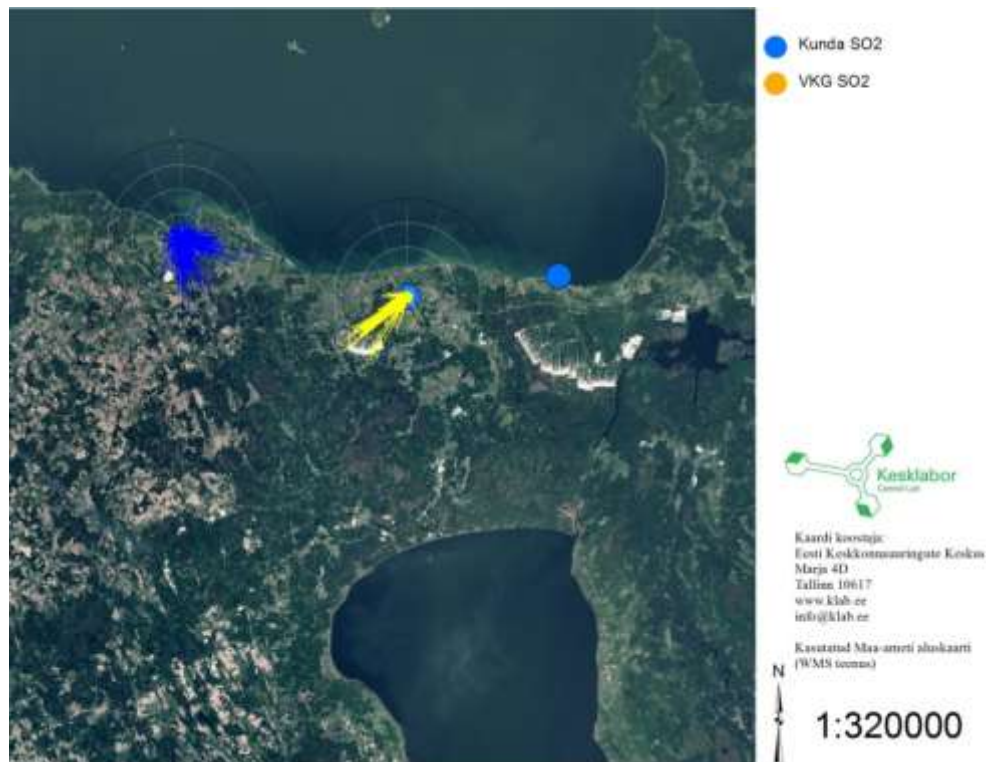
Joonis 103 NMHC summaarne saastevoog ettevõtete seirejaamas



Joonis 104 PM_{2.5} summaarne saastevoog ettevõtete seirejaamas



Joonis 105 PM₁₀ summaarne saastevoog ettevõtete seirejaamas



Joonis 106 SO₂ summaarne saastevoog ettevõtete seirejaamas

8. Kokkuvõte ja järeldused

Töö eesmärk oli uurida potentsiaalselt ohtlike saasteainete seire ulatust ning intensiivsust Ida- ja Lääne-Virumaal, et hinnata välisõhu kvaliteeti lähtuvalt põlevkivisektori tegevusest piirkonnas. Ühtlasi hinnati, kas hetkel mõõdetavad saasteained iseloomustavad põlevkivisektori mõju välisõhu kvaliteedile parimal viisil. Käesolev uuring on tellitud Terviseameti poolt projekti „Põlevkivisektori tervisemõjude uuring“ raames. Töö koosnes kolmest etapist, millest esimeses kaardistati põlevkivisektoriga seotud saasteallikad Ida- ja Lääne-Virumaal, teises analüüsiti saasteainete heitkoguseid ning kolmandas vaadeldava piirkonna välisõhu kvaliteeti.

Lääne-Virumaal on Keskkonnaagentuuri andmetel kokku 24 saasteallikat, mille tegevusalaks on põlevkiviõli/põlevkivi põletamine. Ida-Virumaal on kokku 30 kaitist, millest 19-ne tegevusalaks on samuti põlevkiviõli/põlevkivi põletamine, lisaks on 6 kaevandust/karjääri ning 5 õlitööstust.

Saasteainete heitkoguste analüüsi aluseks olid suuremate ettevõtete (Viru Keemia Grupp, Kiviõli Keemiatööstus, Sillamäe Sadam ning Eesti Energia) saastelubades ning Keskkonnaagentuurile (KAUR) esitatud aruannetes nimetatud saasteainete aastased heitkogused. Lisaks teostati välisõhu saasteallikate kinnitatud andmebaasi OSIS2012 põhjal hajuvusarvutused, et võrrelda tegelikke mõõtmistulemusi arvutuslike kontsentratsioonidega, eesmärgiga hinnata raporteeritud heitkoguste tõepärasust. Uuritavateks saasteaineteks olid peened (PM_{10}) ja ülipeened osakesed ($PM_{2,5}$), vesiniksulfiid (H_2S), vääveldioksiid (SO_2), lenduvad orgaanilised ühendid, aromaatsed süsivesinikud, benseen, fenool ning formaldehüüd. Analüüsist nähtus, et ettevõtete poolt aastate lõikes esitatud heitkogused olid valdavalt väiksemad saastelubades maksimaalselt lubatud normidest. Väiksemas koguses ületati Eesti Energia kaevanduses lenduvate orgaaniliste ühendite heitkogust, Kiviõli Keemiatööstuses alifaatsete süsivesinike ning formaldehüüdi heitkogust ning Sillamäe Sadamas oli ühel aastal EuroChemi lenduvate orgaaniliste ühendite aastane heitkogus lubatust kõrgem. Reaalsete ning arvutuslike kontsentratsioonide võrdlus viitas eelkõige tööstuslike saasteainete heitkoguste ja/või antud saasteaineid emiteerivate saasteluba vajavate käitiste hulga alahindamisele uuritavas piirkonnas.

Välisõhukvaliteedi analüüs näitas probleemi tööstuslike saasteainete osas, milleks on formaldehüüd, fenool ning vesiniksulfiid, mille kontsentratsioonid ületasid aeg-ajalt vastavaid saastetaseme piirnorme, seda eriti mõõteperioodi algusaastatel. Tänu keskkonnakaitse nõuete karmistumisele ning investeeringutele uuenenud tehnoloogiasse ja puhastusseadmetesse on viimastel aastatel probleemsete saastekomponentide ületamise arv aastas jäänud siiski normi piiresse, st väiksemaks kui 18. Nii Kundas kui Kohtla-Järvel Kalevi tänaval ületasid peente osakeste kontsentratsioonid küll vastavat ööpäevakeskmist piirväärtust ($50 \mu g/m^3$), ent ületamise arv jäi samuti lubatust (35 ületamist aastas) väiksemaks. Küll aga ei saa sama öelda VKG seirejaama kohta, kuna seal olid nii vesiniksulfiidi kui peente osakeste kontsentratsioonid pidevalt lubatud välisõhu saastetaseme piirväärtusest kõrgemad, samas arvestades seirejaama paiknemist tootmisterritooriumil, siis on 24 h keskmiste kontsentratsioonide hindamiseks ka töökeskkonna ohutegurite piirnormid, mida antud mõõtmiste kontekstis ühelgi juhul ei ületatud. Lahemaal, kui piirkonna taustaalal, välisõhu kvaliteediga probleeme polnud. Saasteainete suunaanalüüsist nähtus, et maksimaalsed saastevood pärinesid kõigis seirejaamades peamiste potsentsiaalsete saasteallikate poolt. Tuule suuna ja kiiruse analüüsi alusel ühtegi konkreetset ettevõtet kõrgenenud saastetasemete eest vastutavaks teha ei saa, saab leida vaid kinnitust, et teatud saasteainete osas on väga selged suunad/sektoolid, kust saasteained pärinevad (H_2S) ja teiste puhul on näha saaste kompleksne iseloom (PM_{10}). Kontsentratsiooniroosid näitasid [Välisõhu kvaliteedi ning põlevkivisektoriga kaasnevate saasteainete heitkoguste hindamine Ida- ja Lääne-Virumaal 129 \(131\)](#)

mõnel juhul kõrgeimate kontsentratsioonide pärinemist suunast, kus tegelikult saasteallikaid olla ei tohiks (Sillamäe, Narva), kuna sel ajal valitses tuulevaikus ($WS < 2 \text{ m/s}$), mis välistab saaste kandumise mõõtepunktini kaugemal olevatest allikatest, on ilmselt tegemist siiski lokaalset päritolu saasteainetega. Lisaks ilmnes Kohtla-Järve mõõtmistulemuste põhjal, et vesiniksulfiid ja vääveldioksiidi esinemine välisõhus oleks justkui pöördvõrdelises seoses (ööpäeva variatsioon), korrelatsioon seda ei kinnitanud ($r = -0,012$), st ühe saasteaine kontsentratsiooni kõrgenemisel teine ei vähene. Pigem oli põhjus saasteallikate erinevuses, kuna vesiniksulfiidi maksimumid mõõdeti nõrga tuule korral Järve Biopuhasti poolt, mis lisaks põlevkivisektorile, on samuti üks väga oluline H_2S emiteerija Kohtla-Järve linnastus. Vääveldioksiidi maksimumid registreeriti tugeva tuule korral samast suunast, kus asuvad VKG ettevõtted, kusjuures vesiniksulfiidi sisaldus samal ajal oli küllalt madal.

Töö üheks eesmärgiks oli anda hinnang potentsiaalselt ohtlike saasteainete seire ulatusest ning intensiivsusest Ida- ja Lääne-Virumaal. Ohtlike ja nõrgameeldivusi põhjustavate saasteainete hulka kuuluvad lisaks vesiniksulfiidile, formaldehüüdile ning fenoolile ka aromaatsed süsivesinikud ning peened osakesed. Hetkel on regulaarsete mõõtmistega kaetud kaks suuremat asulat Ida- ja Lääne-Virumaal, mis iseloomustavad elanike kokkupuutemäära saasteainetega. Lisaks on kohaliku tähtsusega saasteainete osas mõõtepunktid Sillamäel ning Kundas. Kaetud on erineva iseloomuga piirkonnad: tööstusala Sillamäel, linnaõhu taustajaam Narvas ja Kundas ning linnaõhu tööstusala iseloomustav Kohtla-Järve seirejaam Kalevi tänaval, lisaks kohaliku tööstuse tegevuse hindamiseks kaks pistelise seire punkti (Kohtla-Järve ja Narva). Võib väita, et seirevõrgustik on piisav ning mitmekesine. Kõik olulised saastekomponendid on esindatud ning pole vajadust selle nimekirja pikendamiseks, kuna väga spetsiifilisi ühendeid emiteerub nii aastaaruannete kui saastelubade alusel välisõhku vähe. Enne kui mõõdetavate ühendite nimistusse veel aineid lisada, tuleks selle vajalikkust kinnitada näiteks pisteliste mõõtmiste kampaaniaga ja/või saastelubades toodud maksimaalselt lubatud heitkoguste modelleerimisega, eesmärgiga näha ära maksimaalsed võimalikud saastetasemed saasteallika ümbruses, millest lähtuvalt saab otsustada ka mõõtmiste ning seire vajalikkuse üle. Seirepunktide ega saastekomponentide lisamine nimekirja ei vähenda tööstusliku saaste hulka. Küll aga on arenguruumi ettevõtete seirejaamade paigaldamiseks, kuna riiklikud seirejaamad keskenduvad üldisele saastetasemele linnas, mis nagu öeldud, tekib kõikide saasteallikate koosmõjul, siis ettevõtete seirejaamad aitavad minna konkreetsemaks ning näitavad selgemalt ühe või teise ettevõtte tegevusega kaasnevaid saasteaineid ning nende hulka välisõhus. Ühtlasi tuleks keskenduda ettevõtete poolt esitatud heitkoguste/ettevõtete kontrollimisele, kuna arvutuslikud kontsentratsioonid näitavad, et heitkoguseid ja/või käitiste hulka piirkonnas on alahinnatud, eelkõige tööstuslike saasteainete osas.

[Välisõhu kvaliteedi ning põlevkivisektoriga kaasnevate saasteainete heitkoguste hindamine Ida- ja Lääne-Virumaal 130 \(131\)](#)

Hetkel on saastelubades näha, et heitkogused mõõdetakse, arvutatakse või kasutatakse mõõtmise+arvutamine meetodit, mis tuleks kriitilise pilguga üle vaadata, et kinnitada või ümberlükata nende täiendamisevajadus. Võimalik, et piirkonnas on ka ettevõtteid, kelle tegevusega kaasneb uuritavate komponentide emissioon välisõhku, kuid kes ei oma saasteluba. Kui esitatud heitkogused saaks vastavusse reaalse heitkogustega, on võimalik lisaks regulaarsele/pistelisele seirele, saada modelleerimise teel tõepäraseid andmeid ükskõik millise punkti/saasteaine kohta Eestis, kuna ka modelleerimine on üks seaduslik viis välisõhu saastatuse mõõtmiseks ja kaardistamiseks. Ühtlasi on oluline ka koostöö ettevõtete ning riigiasutuste vahel, seda just seiret silmas pidades. Kui ettevõtte on seirekohuslane, siis võiks seirejaam kuuluda Eesti Õhukvaliteedi Juhtimissüsteemi, esiteks seetõttu, et tagada mõõtmiste ja seadmete korrapärane kontroll ning seeläbi andmete õigsus, ning teiseks, et andmed oleks kasutatavad ka erinevates uuringutes ja analüüsiprotsessides, hinnates ettevõtte tegevuse mõju piirkonna välisõhu kvaliteedile.

Ehkki põlevkivitööstus on olnud aastakümnete vältel põhiliseks Kirde-Eesti loodusliku tasakaalu rikkujaks ja saasteallikaks, kahjustades lisaks välisõhu kvaliteedile ka maastikku, maapinda, veekeskonda ning mõjutades seeläbi ka elanike tervist ja heaolu, on viimastel aastakümnetel võetud kasutusele uued tehnoloogiad ning uuendatud/täiustatud puhastusseadmeid, mis on avaldunud ka välisõhu kvaliteedis. Siiski on tänaseni lahendamata kohalike elanikke häiriv spetsiifiline lõhna probleem, mis kaasneb eelkõige tööstuslike saasteainete esinemisega välisõhus.