

Õhusaaste uuringud Ida-Virumaal II etapp

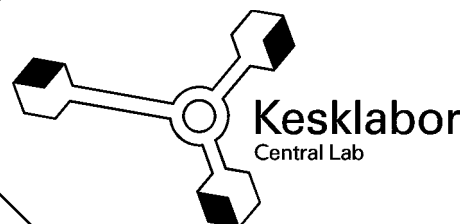
Tallinn 2007

Lepingu nr: K-13-2-2006/232
Tööde algus: 17.04.2006
Tööde lõpp: 30.11.2006

Tarmo Pauklin
Juhatuse liige

Erik Teinemaa
Õhukvaliteedi juhtimise
osakonna juhataja

Kaisa Kesanurm
Aruande koostaja



Sisukord

1	Sissejuhatus.....	6
2	Piirkonna kirjeldus.....	8
3	Tulemused.....	10
3.1	Passiivsed proovlid.....	10
3.1.1	Vesiniksulfiid.....	11
3.1.2	Vääveldioksiid.....	16
3.1.3	Formaldehüüd.....	20
3.1.4	Fenool.....	21
3.1.5	Saastetasemed Kohtla-Järve linnas 17.08-20.09.....	23
3.2	Pistelised mõõtmised.....	24
3.2	Saastetasemete mõõtmised OÜ Järve Biopuhasti territooriumil.....	31
3.3.1	Pidevmõõtmised 28.08.2006-01.02.2007.....	31
3.3.2	Emisioonide mõõtmised 14.12.2006-25.01.2007.....	36
3.3.2.1	Meteoroloogilised tingimused mõõtmiste ajal.....	37
3.3.2.2	Heitveepuhastusjaama poolt välisõhku suunatavad saasteained.....	39
3.3.2.3	Kasutatud seadmed ja meetodika.....	39
3.3.2.4	Ettevõtte saasteallikad ja saasteainete heitkogused.....	41
3.3.2.5	Tööstuslike heitvete vastuvõtukamber (V-1).....	42
3.3.2.6	Ühtlustusbasseinid (V-2).....	43
3.3.2.7	Aeratsioonibasseinid (V-3).....	44
3.3.2.8	Linna reovee vastuvõtukamber (V-4).....	46
3.3.2.9	Järelsetitid (V-5, V-6, V-7).....	49
3.3.2.10	Mudaväljakud (V-8).....	50
3.3.2.11	Maapinnalähedaste kontsentratsioonide leidmine.....	52
3.3.3	Veeproovide analüüs.....	61
3.4	Välisõhu kvaliteedi pidevmõõtmised Kohtla-Järvel.....	69
3.5	Vesiniksulfiidi ja vääveldioksiidi hajumisarvutused.....	73
3.5.1	Vesiniksulfiid.....	76
3.5.2	Vääveldioksiid.....	93
4	Kokkuvõte.....	106
5	Kasutatud kirjandus.....	109

Joonised

Joonis 1	Kohtla-Järve piirkonna asendiplaan.....	9
Joonis 2	Tuulteroo, Ida-Virumaa 2006.....	9
Joonis 3	Passiivsed proovlid	10
Joonis 4	Passiivsamplerite paiknemine.....	11
Joonis 5	H ₂ S nädalakeskmise kontsentratsioon (17-23.08.06).....	12
Joonis 6	H ₂ S nädalakeskmise kontsentratsioon (23-31.08.06).....	13
Joonis 7	H ₂ S nädalakeskmise kontsentratsioon (31.08-06.09.06).....	13
Joonis 8	H ₂ S nädalakeskmise kontsentratsioon (06.09-14.09.06).....	14
Joonis 9	H ₂ S nädalakeskmise kontsentratsioon (14.09-20.09.06).....	15
Joonis 10	SO ₂ nädalakeskmise kontsentratsioon (17 – 23.08.2006).....	16
Joonis 11	SO ₂ nädalakeskmise kontsentratsioon (23–31.08 2006).....	17
Joonis 12	SO ₂ nädalakeskmise kontsentratsioon (31.08 – 06.09 2006).....	18
Joonis 13	SO ₂ nädalakeskmise kontsentratsioon (06.09 – 14.09 2006).....	19
Joonis 14	Formaldehüüdi nädalakeskmise kontsentratsioon (06 – 14.09.2006).....	20
Joonis 15	Formaldehüüdi nädalakeskmise kontsentratsioon (14 – 20.09.2006).....	21
Joonis 16	Fenooli nädalakeskmise kontsentratsioon (06-14.09.2006).....	22
Joonis 17	Vesiniksulfiidi tunnikeskmine kontsentratsioon.....	23
Joonis 18	Vääveldioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon	24
Joonis 19	H ₂ S analüsaator.....	25
Joonis 20	Vesiniksulfiidi kontsentratsioon 17.08.2006	26
Joonis 21	Vesiniksulfiidi kontsentratsioon 23.08.2006	27
Joonis 22	Vesiniksulfiidi kontsentratsioonid OÜ Järve Biopuhasti territooriumil 14.09.2006	29
Joonis 23	Vesiniksulfiidi kontsentratsioonid 14.09.2006	30
Joonis 24	Vesiniksulfiidi kontsentratsioonid 20.09.2006	31
Joonis 25	Automaatne mõõtejaam	32
Joonis 26	Mõõtepunkt.....	33
Joonis 27	Tuulteroo, 28.08.2006-01.02.2007.....	34
Joonis 28	Vesiniksulfiidi tunnikeskmine kontsentratsioon.....	34
Joonis 29	Vääveldioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon	35
Joonis 30	H ₂ S ja SO ₂ summaarne saastevoog.....	35
Joonis 31	Kohtla-Järve heitveepuhasti asendiplaan ja olulisemate saasteallikate asukohad 36	
Joonis 32	Ajutiste mudaväljakute asendiplaan	37
Joonis 33	Tuule suund ja kiirus 14. dets. mõõtmistel	38
Joonis 34	Tuule suund ja kiirus 15. dets. mõõtmistel	38
Joonis 35	Mõõtepunktide asukohad heitveepuhastusjaamas	41
Joonis 36	Tööstuslike heitvete vastuvõtukamber.....	42
Joonis 37	Ühtlustusbasseinid	43
Joonis 38	Aeratsioonibasseinid	45
Joonis 39	H ₂ S mõõtmine linna reovee vastuvõtukambri pinna kohalt	47
Joonis 40	H ₂ S kontsentratsioon vastuvõtukambri kohal.....	47
Joonis 41	Radiaalsetiti (V-5).....	49
Joonis 42	Osaliselt kaetud ajutine mudaväljak (V-8)	50
Joonis 43	Mõõdetud ja arvutuslik H ₂ S saastetase Kalevi jaamas	52
Joonis 44	Mõõdetud ja arvutusliku H ₂ S saastetaseme jaotus Kalevi jaamas.....	53
Joonis 45	H ₂ S maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon.....	54

Joonis 46	Fenooli maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon	55
Joonis 47	Ammoniaagi maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon.....	56
Joonis 48	LOÜ maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon	57
Joonis 49	Saasteallika V-8 põhjustatud H ₂ S maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon 58	
Joonis 50	Saasteallika V-8 põhjustatud NH ₃ maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon 59	
Joonis 51	Saasteallika V-8 põhjustatud LOÜ maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon 60	
Joonis 52	Sulfaadi kontsentratsioon.....	62
Joonis 53	Sulfiidioonide kontsentratsioon	63
Joonis 54	sissevoolude pH väärtus.....	64
Joonis 55	Vesiniksulfiidi ja vesiniksulfiidiooni vahetegur lahuses	68
Joonis 55	SO ₂ tunnikeskmine kontsentratsioon Kohtla-Järvel	69
Joonis 56	SO ₂ ööpäevakeskmine kontsentratsioon Kohtla-Järvel	70
Joonis 57	H ₂ S tunnikeskmine kontsentratsioon Kohtla-Järvel	70
Joonis 58	H ₂ S ööpäevakeskmine kontsentratsioon Kohtla-Järvel	71
Joonis 59	H ₂ S ja SO ₂ summaarne saastevoog.....	71
Joonis 60	SO ₂ kontsentratsiooni sõltuvus tuule kiirusest.....	72
Joonis 61	H ₂ S kontsentratsiooni sõltuvus tuule kiirusest.....	72
Joonis 62	H ₂ S tunnikeskmine kontsentratsioon (2007)	73
Joonis 63	Seirejaamad Kohtla-Järve piirkonnas	74
Joonis 64	H ₂ S maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon, 99,9-protsentiil (kõik allikad, 01.07.2005 – 31.12.2006)	78
Joonis 65	H ₂ S maksimaalne ööpäevakeskmine kontsentratsioon (kõik allikad, 01.07.2005 – 31.12.2006) 79	
Joonis 66	H ₂ S arvutuslik ja mõõdetud konts. Kalevi seirejaamas (kõik allikad, 01.07.05- 31.12.06) 80	
Joonis 67	H ₂ S arvutuslik ja mõõdetud konts. jaotus Kalevi seirejaamas (kõik allikad, 01.07.05-31.12.06).....	81
Joonis 68	H ₂ S arvutuslik ja mõõdetud konts. jaotus Kalevi seirejaamas (kõik allikad, 01.07.05-31.12.06).....	82
Joonis 69	H ₂ S arvutuslik ja mõõdetud konts. jaotus Kalevi seirejaamas (kõik allikad, 01.07.05-31.12.06).....	83
Joonis 70	H ₂ S arvutuslik ja mõõdetud konts. ööpäevane käik Kalevi seirejaamas (kõik allikad, 01.07.05-31.12.06)	84
Joonis 71	H ₂ S arvutuslik ja mõõdetud konts. konteinerjaamas (kõik allikad, 28.08.06- 31.12.06) 85	
Joonis 72	H ₂ S arvutuslik ja mõõdetud konts. jaotus konteinerjaamas (kõik allikad, 28.08.06-31.12.06).....	86
Joonis 73	H ₂ S arvutuslik ja mõõdetud konts. jaotus konteinerjaamas (kõik allikad, 28.08.06-31.12.06).....	87
Joonis 74	H ₂ S arvutuslik ja mõõdetud konts. jaotus konteinerjaamas (kõik allikad, 28.08.06-31.12.06).....	88
Joonis 75	H ₂ S arvutuslik ja mõõdetud konts. ööpäevane käik konteinerjaamas (kõik allikad, 28.08.06-31.12.06)	89
Joonis 76	Vesiniksulfiidi saasteallikate asukohtade paiknemise tõenäosus	92
Joonis 77	SO ₂ maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon, 99,9-protsentiil (kõik saasteallikad, 01.07.05-31.12.06)	95
Joonis 78	SO ₂ maksimaalne ööpäevakeskmine kontsentratsioon (kõik allikad, 01.07.2005 –	

31.12.2006)	96	
Joonis 79	SO ₂ arvutuslik ja mõõdetud konts. Kalevi seirejaamas (kõik allikad, 01.07.05-31.12.06)	97
Joonis 80	SO ₂ arvutusliku ja mõõdetud konts. jaotus Kalevi seirejaamas (kõik allikad, 01.07.05-31.12.06)	98
Joonis 81	SO ₂ arvutusliku ja mõõdetud konts. jaotus Kalevi seirejaamas (kõik allikad, 01.07.05-31.12.06)	99
Joonis 82	SO ₂ arvutusliku ja mõõdetud konts. ööpäevane käik Kalevi seirejaamas (kõik allikad, 01.07.05-31.12.06)	100
Joonis 83	SO ₂ arvutuslik ja mõõdetud konts. konteinerjaamas (kõik allikad, 28.08.06-31.12.06)	101
Joonis 84	SO ₂ arvutusliku ja mõõdetud konts. jaotus konteinerjaamas (kõik allikad, 28.08.06-31.12.06)	102
Joonis 85	SO ₂ arvutusliku ja mõõdetud konts. jaotus konteinerjaamas (kõik allikad, 28.08.06-31.12.06)	103
Joonis 86	SO ₂ arvutusliku ja mõõdetud konts. ööpäevane käik konteinerjaamas (kõik allikad, 28.08.06-31.12.06)	104

Tabelid

Tabel 1	H ₂ S kontsentratsioon välisõhus	24
Tabel 2	Vesiniksulfiidi kontsentratsioonid 17.08.2006	25
Tabel 3	Vesiniksulfiidi kontsentratsioonid 23.08.2006	27
Tabel 4	Vesiniksulfiidi kontsentratsioonid 14.09.2006	28
Tabel 5	Vesiniksulfiidi kontsentratsioonid 14.09.2006	29
Tabel 6	Vesiniksulfiidi kontsentratsioonid 20.09.2006	30
Tabel 7	Mõõtmised tuuletunneliga mõõtepunktides nr 5, 6, 7	44
Tabel 8	Mõõtmised tuuletunneliga mõõtepunktis nr 8	45
Tabel 9	Sulfaadi keskmine kontsentratsioon, mgS/L	62
Tabel 10	Sulfiidiooni keskmine kontsentratsioon, mg/L	63
Tabel 11	pH keskmine väärtus	64
Tabel 12	Pearsoni korrelatsioonikoeffitsiendid, sulfaadid	65
Tabel 13	Pearsoni korrelatsioonikoeffitsiendid, sulfiidioonid	66
Tabel 14	Pearsoni korrelatsioonikoeffitsiendid, pH	66
Tabel 15	Pidevseire jaamad Kohtla-Järvel	74

Lisad

LISA 1	Tuulteroo 17-23.08 2006	110
LISA 2	Tuulteroo 23-31.08 2006	110
LISA 3	Tuulteroo 31.08-06.09 2006	111
LISA 4	Tuulteroo 06-14.09 2006	111
LISA 5	Tuulteroo 14-20.09 2006	112
LISA 6	Passiivsamplerite analüüsitulemused	113

1 Sissejuhatus

Ida-Virumaal paiknevad Eesti suurimad tööstuspiirkonnad. Paraku kaasnevad suuremahulise tööstusega reeglina mitmesugused elukvaliteeti halvendavad keskkonnaprobleemid. Viimastel aastatel on keskkonnakaitsega seotud küsimused Kirde-Eestis olnud üheks prioriteetsemaks teemaks ja saavutatud on ka märkimisväärsed tulemusi nagu elektrijaamade rekonstrueerimine, vee- ja kanalisatsioonisüsteemide ning puhastusseadmete uuendamine, põlevkivikarjääride rekultiveerimine, radioaktiivsete jäätmete hoidla lõplik katmine Sillamäel jms. Siiski kaasneb pideva tööstuse laienemise, töökoormuse suurenemise ning tootmistehnoloogia amortiseerumisega keskkonnaprobleemide jätkuv kasv. Viimastel aastatel on pidevalt suurenenud kaebuste arv halva õhukvaliteedi kohta Kohtla-Järve elanike hulgas. Ühelt poolt on kindlasti põhjuseks inimeste suurenenud teadlikkus oma õiguste kohta, suurenenud ootused elukvaliteedile ja mure oma tervise pärast. Teiselt poolt võib põhjuseks olla õhukvaliteedi reaalne halvenemine. Ehkki erinevad seadused ja määrused peaksid limiteerima ettevõtete tegevusega kaasnevate välisõhku sattuvate saasteainete hulka, ning vastavate tasemete saavutamiseks tuleks uuendada tootmistehnoloogiat, vähendada tootmist või täiendada puhastussüsteeme, esineb Kirde-Eesti piirkonnas sageli teatud spetsiifiliste ühendite (vesiniksulfiid, fenool) osas piirväärtuste ületamisi. Kohtla-Järve on määratletud tiheasustusega piirkonnaks, kus on vajalik teostada tihendatud õhuseiret. Linna on paigaldatud automaatne seirejaam, mis võimaldab vesiniksulfiidi saastetasemeid jälgida 24 h ööpäevas ning vähemalt kord nädalas mõõdetakse märgkeemiliste meetoditega vesiniksulfiidi, fenooli, ammoniaagi ja formaldehüüdi sisaldust välisõhus. Samuti on igal aastal teostatud erinevate projektide raames lisauuringuid. Vastavalt teadus ja arendustegevuse korralduse seaduse § 2 punktidele 1 ja 2 on teostatud alates 2005 a. alusuuringute ja arendustegevuse raames välisõhu saastetasemete mõõtmisi Kohtla-Järve linnas eesmärgiga selgitada välisõhu halva kvaliteedi põhjuseid, kaardistada saastetasemed ning pakkuda välja meetmeid olukorra parandamiseks. Uuringud viidi läbi kahes etapis. Esimeste pisteliste mõõtmistega alustati juba 2005. a. augusti lõpus ja vesiniksulfiidi pidevseiret liikuva õhulaboriga 2005. a. novembri lõpus. Mõõtmised toimusid kuni 2006. a. veebruarini. Esimeses etapis teostatud mõõtmised näitasid, et oluline osa vesiniksulfiidi saastest pärineb heitveepuhastusjaamast. Kuna heitveepuhastusjaama jooksevad kokku erinevatest tööstusettevõtetest pärinevad heitveed, mis põhjustavad vesiniksulfiidi teket heitveepuhastusjaamas või sinna suubuvates heitveetorustikes, siis tuleb paralleelselt

välisõhu mõõtmistega teostada heitveepuhastusjaama sissevoolude põhjalikku seiret. Teine etapp hõlmas lisaks välisõhu saastetasemete mõõtmistele ka Kohtla-Järve biopuhastusseadme sissevooludest võetud veeproovide keemilisi analüüse. Saadud tulemused annavad teavet väävliühendite päritolu kohta ning võimaldavad võtta kasutusele asjakohaseid meetmeid. Välisõhu saastetasemete mõõtmised viidi läbi 2006. aasta augustis ja septembris, mil toimus viis ühenädalase kestusega passiivproovlite mõõtettsükli. Mõõtmiste jooksul olid passiivsed proovivõtjad üleval 17 valitud mõõtepunktis Kohtla-Järve linnas ning suuremate tööstusettevõtete territooriumil. Määrati vesiniksulfiidi, formaldehüüdi, fenooli ja vääveldioksiidi kontsentratsiooni välisõhus. Eesti Keskkonnauuringute Keskuse laborist saadud tulemuste ning vastava perioodi keskmise õhutemperatuuri (saadud Kohtla-Järve Kalevi tn õhuseirejaamast) põhjal arvutati välja nimetatud saasteainete nädalakeskmised kontsentratsioonid. Samal ajal teostati Kohtla-Järve veepuhastusjaama territooriumil vesiniksulfiidi ja vääveldioksiidi saastetasemete mõõtmisi ajutises pidevseirejaamas. Saadud mõõtmistulemuste analüüsimisel arvestati ka Kalevi tänava seirejaamast pidevseire käigus saadud vesiniksulfiidi ning vääveldioksiidi kontsentratsioone. Olenevalt hetkeolukorrast mõõdeti pisteliselt vesiniksulfiidi kontsentratsioone ka automaatanalüsaatoriga Jerome 631-X. Heitveepuhastusjaama sissevoolude veeproove võeti ajavahemikus august-detsember 2006. a. Ajavahemikus detsember 2006-jaanuar 2007 viidi läbi emissioonide mõõtmised OÜ Järve Biopuhasti territooriumil, hinnates erinevatest saasteallikatest väljuvate saasteainete heitkoguseid ning teostades välisõhu saastatuse taseme mõõtmisi saasteallikate ümbruses.

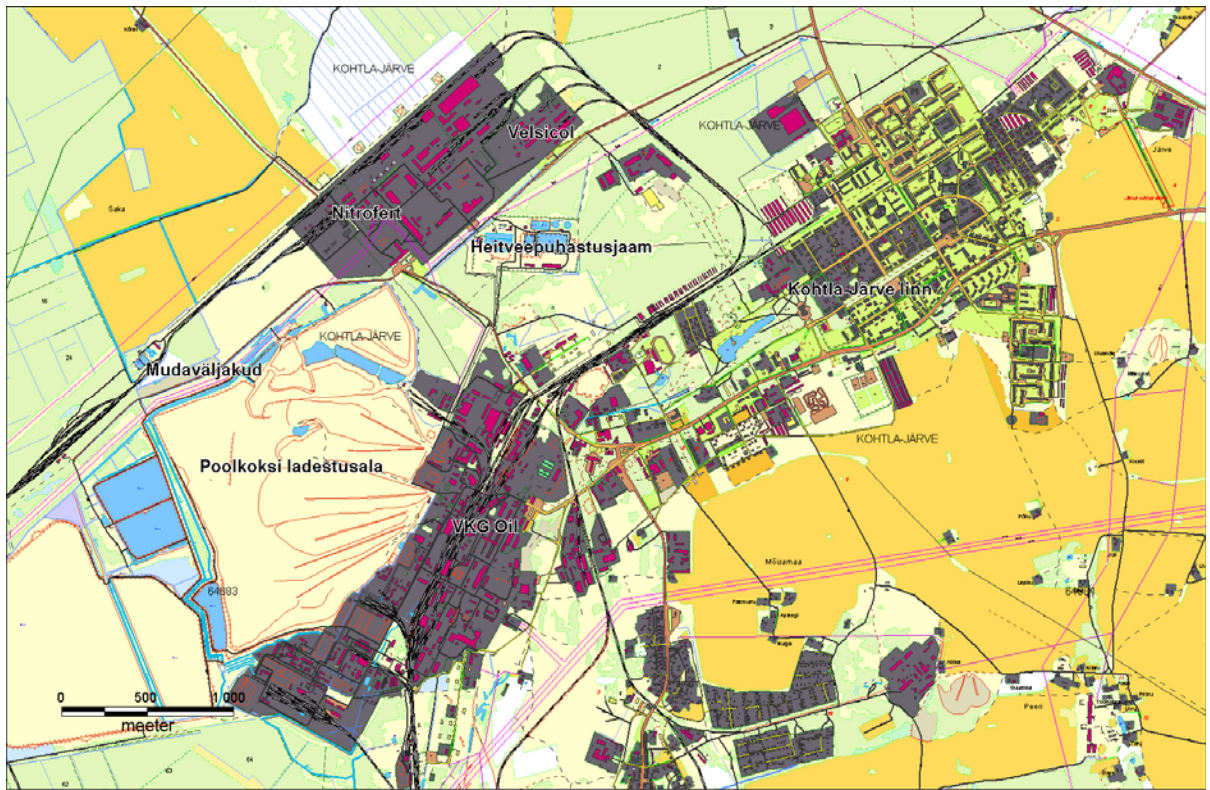
2 Piirkonna kirjeldus

Ehkki Kalevi tänava seirejaama mõõtmistulemused iseloomustavad küllaltki hästi õhukvaliteedi olukorda Kohtla-Järve linnas, teostatakse igal aastal ka erinevate projektide raames lisamõõtmisi, hindamaks Kohtla-Järvel paiknevate tööstusettevõtete mõju välisõhu saastatusele. Õhusaaste uuringud Ida-Virumaal II etapp keskendus saastetasemete mõõtmistele Kohtla-Järve linnas ning suurimate tööstusettevõtete, eelkõige OÜ Järve biopuhasti, territooriumil.

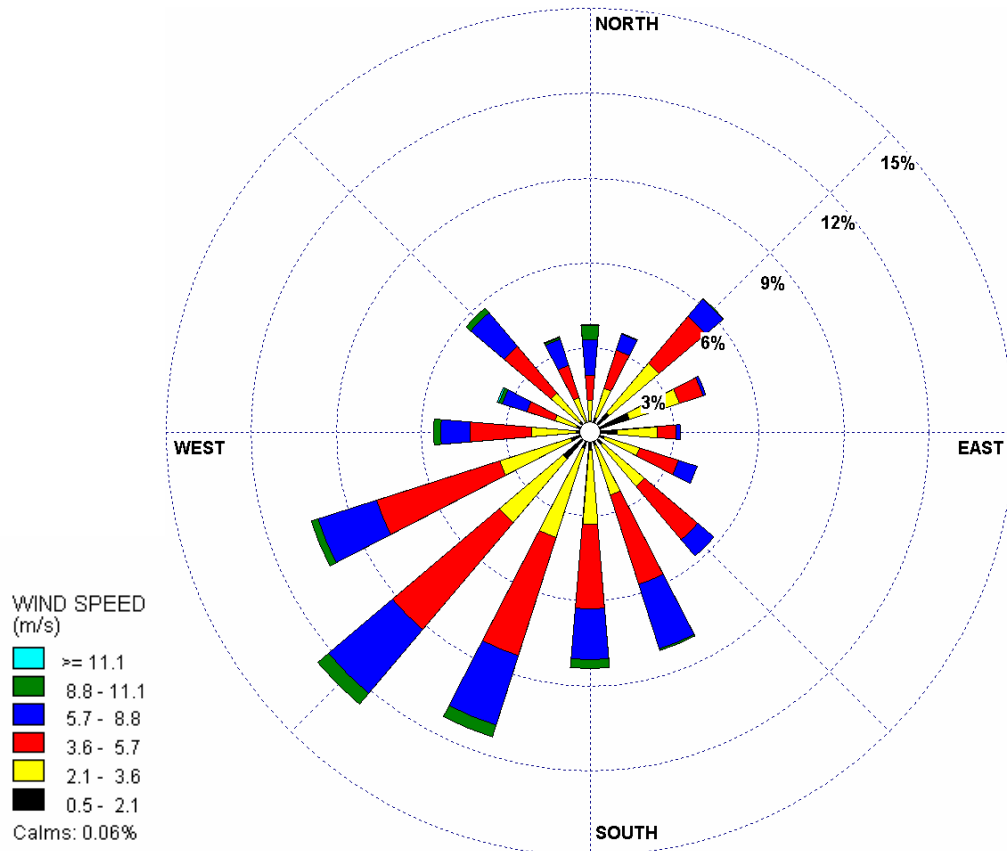
Kohtla-Järve linnas elab ligikaudu 46 000 inimest. Linn asub tasasel maal, linna edelaküljel VKG Oil AS territooriumil paiknevad üle 100 m kõrgused poolkoksimäed, mille pindala on ligikaudu 200 ha ja kuhu on ladestatud ligikaudu 70-75 miljonit tonni tahkeid jäätmeid. Poolkoksimäed omavad mõningat mõju õhusaasteainete hajumisele piirkonnas. Ebasobivate ilmastikutingimuste korral võib õhusaaste jääda mägede taha „kotti” ja ilmastikutingimuste muutumisel ehk tuule suuna muutumisel sealt korraga vabaneda, põhjustades seeläbi kõrge saastetaset ümbritsevas piirkonnas.

Kohtla-Järve linnas ja selle lähiümbruses paiknevad mitmed suured tööstusettevõtted. Nagu näiteks OÜ Järve Biopuhastus, Viru Keemia Grupp, AS Nitrofert, AS Velsicol, AS Viru Vesi ja AS Fortum Termest (Joonis 1). Loetletud ettevõtted paiknevad kõik Kohtla-Järve kesklinna suhtes läänes ja edelas, mistõttu edela- või läänetuule korral kanduvad nimetatud ettevõtete saasteallikate heitmed linna suunas, mis muudab õhusaaste ja eelkõige ebameeldiva lõhna päritolu tuvastamise küllaltki keeruliseks.

Kohtla-Järve piirkonnale on iseloomulik mereline kliima kuna linn paikneb mererannikust ligikaudu 4,5 km kaugusel. Linna ja ranniku vahele jääv piirkond on tasane ja seal puuduvad suuremad geograafilised objektid, mis võiksid oluliselt takistada saasteainete hajumist. Peamiselt puhuvad piirkonnas edela- ja lõunakaarte tuuled (Joonis 2).



Joonis 1 Kohtla-Järve piirkonna asendiplaan



Joonis 2 Tuulterros, Ida-Virumaa 2006

3 Tulemused

3.1 Passiivsed proovlid

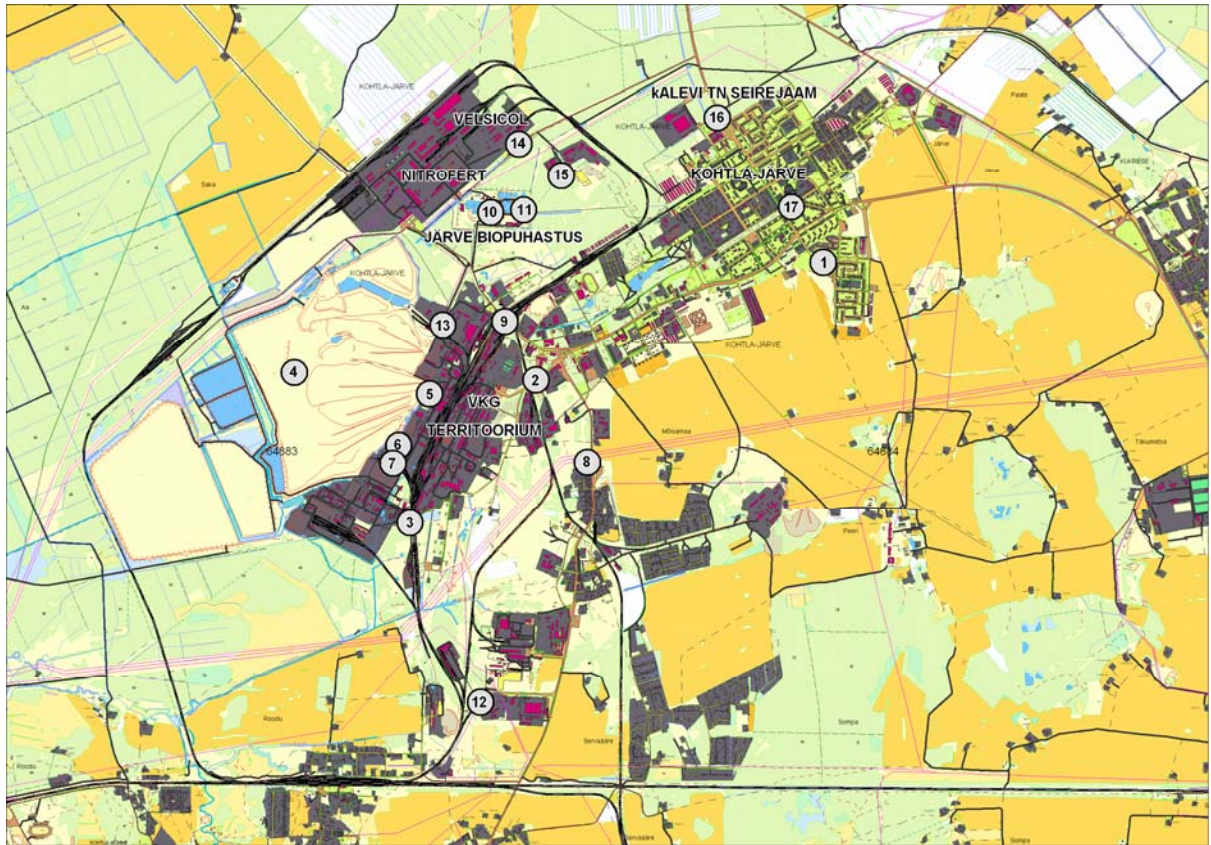
Välisõhu kvaliteedi kaardistamiseks kasutatakse laialdaselt niinimetatud passiivseid proovivõtjaid, kus saasteaine sidumist absorbendiga limiteerib saasteaine difusiooniprotsessi kiirus. Passiivsed proovivõtjad sobivad pikemate perioodide (mõni päev kuni üks kuu) keskmise kontsentratsiooni määramiseks välisõhus.

Fenooli passiivsampleri sorbendiks oli Tenax TA ja analüüs toimus termodesorberiga gaaskromatograaf-massspektromeetril. Formaldehüüdi passiivsampleri tööreaktiiv oli 2,4-dinitrofenüülhüdrasiin ja analüüs viidi läbi pöördfaasilise HPLC-UV peal. Vesiniksulfiidi passiivsampleri tööreaktiiviks oli tsinkatsetaat ning analüüsiks kasutati spektromeetriat. Väaveldioksiidi passiivsampleri tööreaktiiviks oli trietanoolamiin, analüüs viidi läbi ioonkromatograafil.

Kohtla-Järvel olid vesiniksulfiidi passiivsamplereid üleval viie, väaveldioksiidi passiivsamplereid nelja, formaldehüüdi passiivsamplereid kahe ning fenooli passiivsamplereid ühe ühenädalase kestusega kampaania vältel ajavahemikus 18 august kuni 20 september 2006 a. Passiivsamplereid analüüsiti Eesti Keskkonnauuringute Keskuse laboris. Järgneval joonisel on välja toodud passiivsamplereite paiknemine Kohtla-Järvel asuvate suuremate tööstusettevõtete suhtes (Joonis 4).



Joonis 3 Passiivsed proovlid



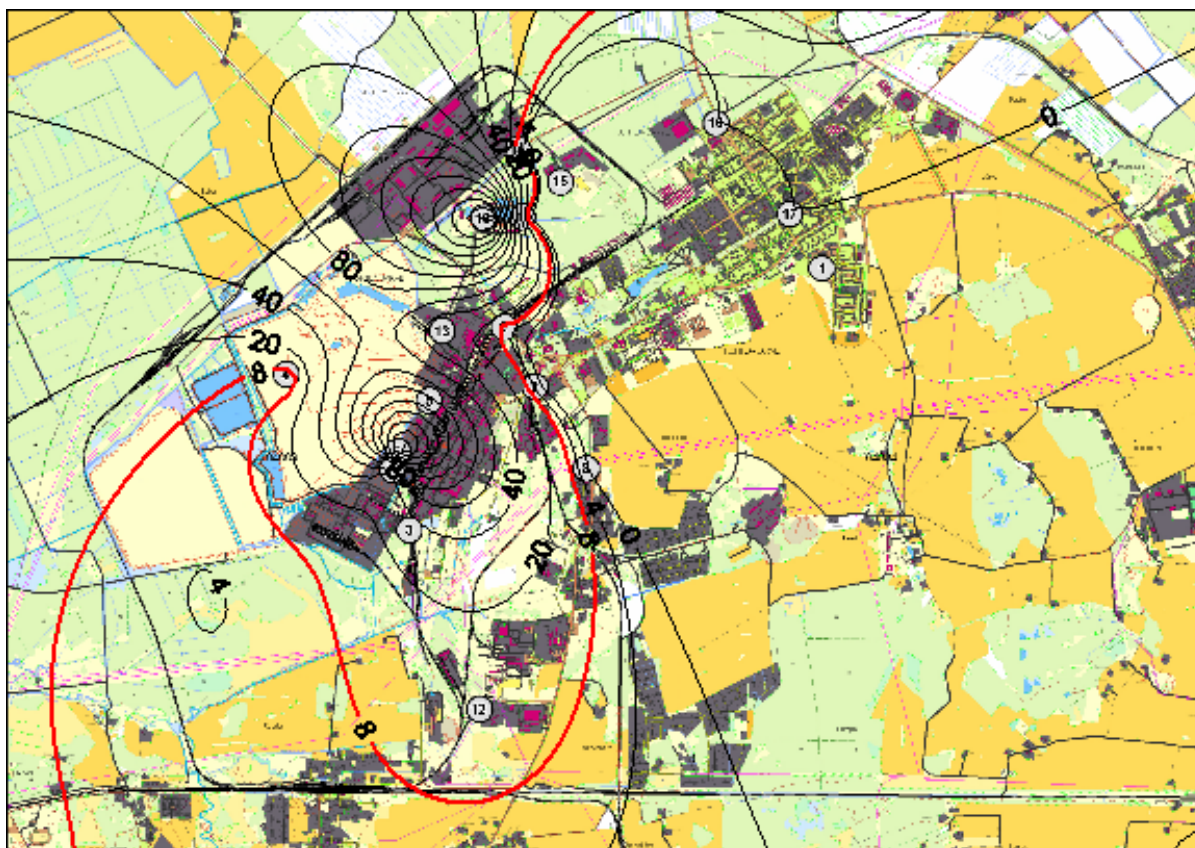
Joonis 4 Passiivsamplerite paiknemine

3.1.1 Vesiniksulfiid

Vesiniksulfiidi passiivsamplerid olid üleval viie järjestikuse nädala vältel ajavahemikus august-september 2006 a. Mõõtmisperiodid olid vastavalt:

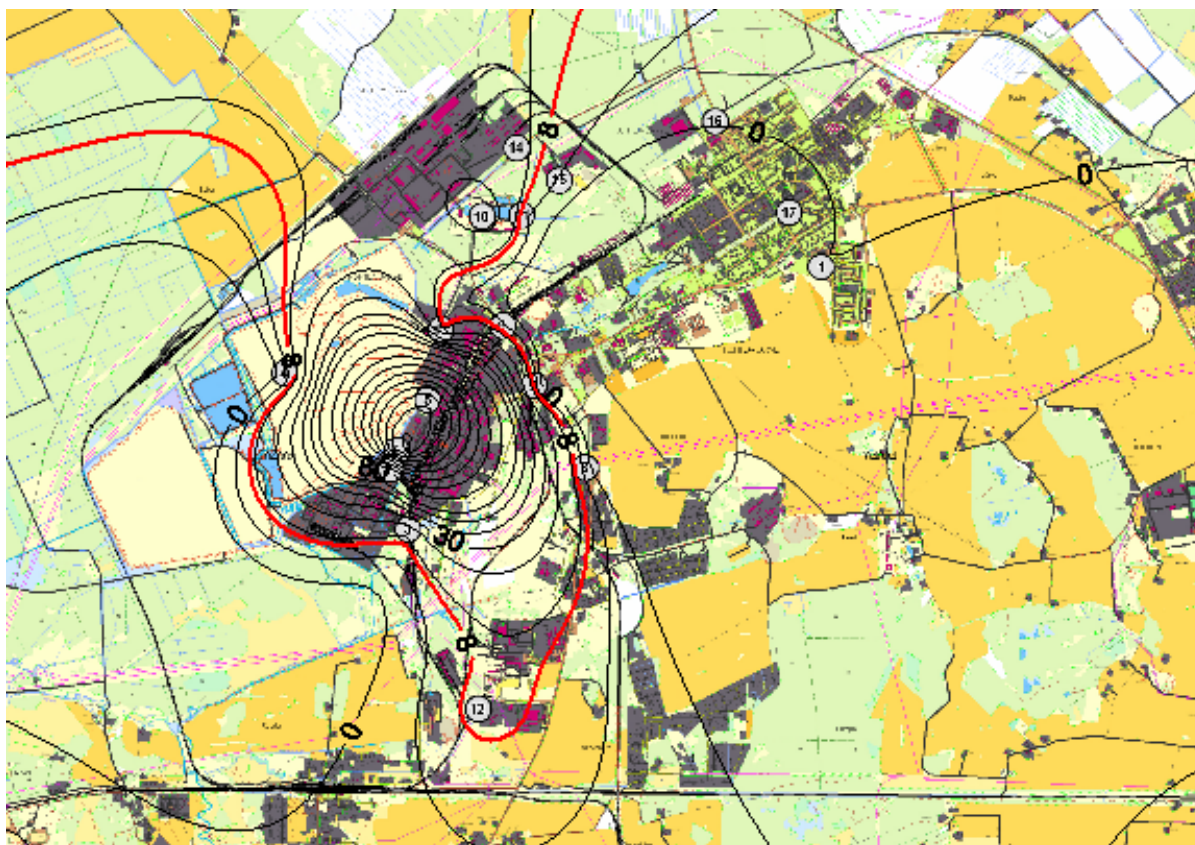
- 1) 17.08-23.08.2006
- 2) 23.08-31.08.2006
- 3) 31.08-06.09.2006
- 4) 06.09-14.09.2006
- 5) 14.09-20.09.2006

Samplereid analüüsiti Eesti Keskkonnauuringute Keskuse laboris ja saadud tulemuste ning vastava perioodi keskmise õhutemperatuuri põhjal arvutati välja saasteaine nädalakeskmine kontsentratsioon, mis on kantud allolevatele joonistele.



Joonis 5 H₂S nädalakeskmise kontsentratsioon (17-23.08.06)

Joonisele 5 on märgitud punase joonega vesiniksulfiidile kehtestatud piirväärtus $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, millest lähtuvalt jaotuvad kampaania käigus mõõdetud vesiniksulfiidi kontsentratsioonid piirkonnas vastavast normist kõrgemaks ja madalamaks. Antud perioodi maksimaalsed kontsentratsioonid mõõdeti AS VKG territooriumil $230,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ning Kohtla-Järve biopuhasti territooriumil $238,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ehkki piirväärtus $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ on kehtestatud vesiniksulfiidi tunni ja ööpäevakeskmistele kontsentratsioonidele, on tõenäoline, et kui nädalakeskmise H₂S sisaldus välisõhus ületab vastavat väärtust, siis on ka tunni- ja ööpäevakeskmised kontsentratsioonid piirnormist kõrgemad. Mõõtmisperioodil puhusid valdavalt kirdetuuled (LISA 1), mistõttu olid Kohtla-Järve linna kirde- ja läänepoolsemas osas vesiniksulfiidi kontsentratsioonid piirväärtusest oluliselt madalamad.



Joonis 6 H₂S nädalakeskmise kontsentratsioon (23-31.08.06)

Joonisele 6 on märgitud punase joonega vesiniksulfiidile kehtestatud piirväärtus $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, millest lähtuvalt jaotuvad kampaania käigus mõõdetud vesiniksulfiidi kontsentratsioonid piirkonnas vastavast normist kõrgemaks ja madalamaks. Antud perioodi maksimaalsed kontsentratsioonid mõõdeti AS VKG territooriumil, kus vesiniksulfiidi sisalduseks välisõhus mõõdeti mõõtepunktis nr 5 $223,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja mõõtepunktis nr 6 $256,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ehkki piirväärtus $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ on kehtestatud vesiniksulfiidi tunni- ja ööpäevakeskmistele kontsentratsioonidele, on tõenäoline, et kui nädalakeskmise H₂S sisaldus välisõhus ületab vastavat väärtust, siis on ka tunni- ja ööpäevakeskmised kontsentratsioonid piirnormist kõrgemad. Mõõtmisperioodil puhusid valdavalt kirdetuuled (LISA 2), mistõttu olid Kohtla-Järve linna kirde- ja läänepoolsemas osas vesiniksulfiidi kontsentratsioonid piirväärtusest oluliselt madalamad.

Tõrge! Väljakoodide redigeerimise teel ei saa objekte luua.

Joonis 7 H₂S nädalakeskmise kontsentratsioon (31.08-06.09.06)

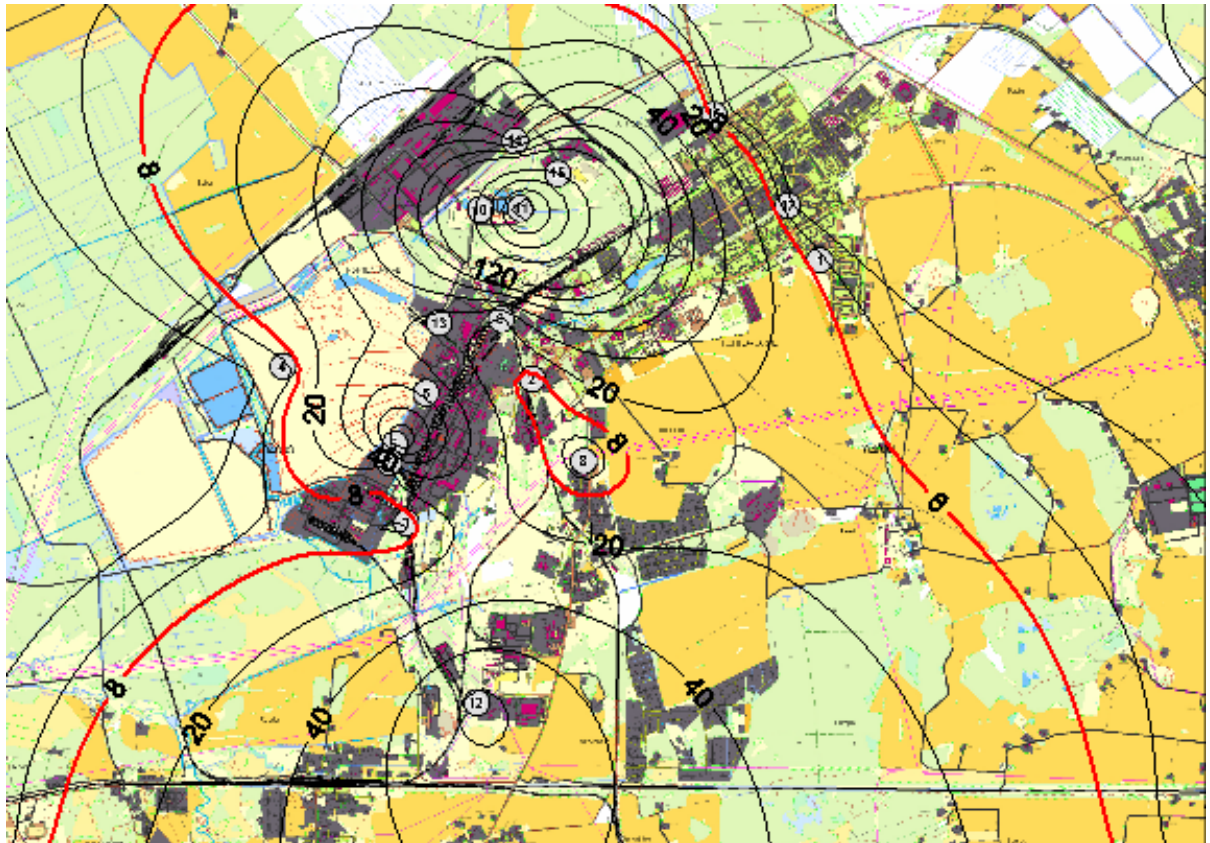
Joonisele 7 on märgitud punase joonega vesiniksulfiidile kehtestatud piirväärtus $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, millest lähtuvalt jaotuvad kampaania käigus mõõdetud vesiniksulfiidi kontsentratsioonid piirkonnas vastavast normist kõrgemaks ja madalamaks. Antud perioodi maksimaalsed kontsentratsioonid mõõdeti AS VKG territooriumil $171,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ning Kohtla-Järve

biopuhasti territooriumil $96,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ehkki piirväärtus $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ on kehtestatud vesiniksulfiidi tunni- ja ööpäevakeskmistele kontsentratsioonidele, on tõenäoline, et kui nädalakeskmise H_2S sisaldus välisõhus ületab vastavat väärtust, siis on ka tunni- ja ööpäevakeskmised kontsentratsioonid piirnormist kõrgemad. Mõõtmisperiodil puhusid valdavalt loode-ja kagutuuled (LISA 3).



Joonis 8 H₂S nädalakeskmise kontsentratsioon (06.09-14.09.06)

Joonisele 8 on märgitud punase joonega vesiniksulfiidile kehtestatud piirväärtus $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, millest lähtuvalt jaotuvad kampaania käigus mõõdetud vesiniksulfiidi kontsentratsioonid piirkonnas vastavast normist kõrgemaks ja madalamaks. Antud perioodi maksimaalsed kontsentratsioonid mõõdeti Kohtla-Järve biopuhasti territooriumil $279,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ehkki piirväärtus $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ on kehtestatud vesiniksulfiidi tunni- ja ööpäevakeskmistele kontsentratsioonidele, on tõenäoline, et kui nädalakeskmise H_2S sisaldus välisõhus ületab vastavat väärtust, siis on ka tunni- ja ööpäevakeskmised kontsentratsioonid piirnormist kõrgemad. Mõõtmisperiodil puhusid valdavalt läänekaarte tuuled (**Tõrge! Ei leia viiteallikat.**)



Joonis 9 H₂S nädalakeskmise kontsentratsioon (14.09-20.09.06)

Joonisele 9 on märgitud punase joonega vesiniksulfiidile kehtestatud piirväärtus $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, millest lähtuvalt jaotuvad kampaania käigus mõõdetud vesiniksulfiidi kontsentratsioonid piirkonnas vastavast normist kõrgemaks ja madalamaks. Antud perioodi maksimaalsed kontsentratsioonid mõõdeti Kohtla-Järve biopuhasti territooriumil, kus vesiniksulfiidi sisalduseks välisõhus mõõdeti mõõtepunktis nr 10 $208,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja mõõtepunktis nr 11 $342,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ehkki piirväärtus $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ on kehtestatud vesiniksulfiidi tunni- ja ööpäevakeskmiste kontsentratsioonidele, on tõenäoline, et kui nädalakeskmise H₂S sisaldus välisõhus ületab vastavat väärtust, siis on ka tunni- ja ööpäevakeskmised kontsentratsioonid piirnormist kõrgemad. Mõõtmisperioodil puhusid valdavalt lõuna-ja edelatuuled (LISA 5).

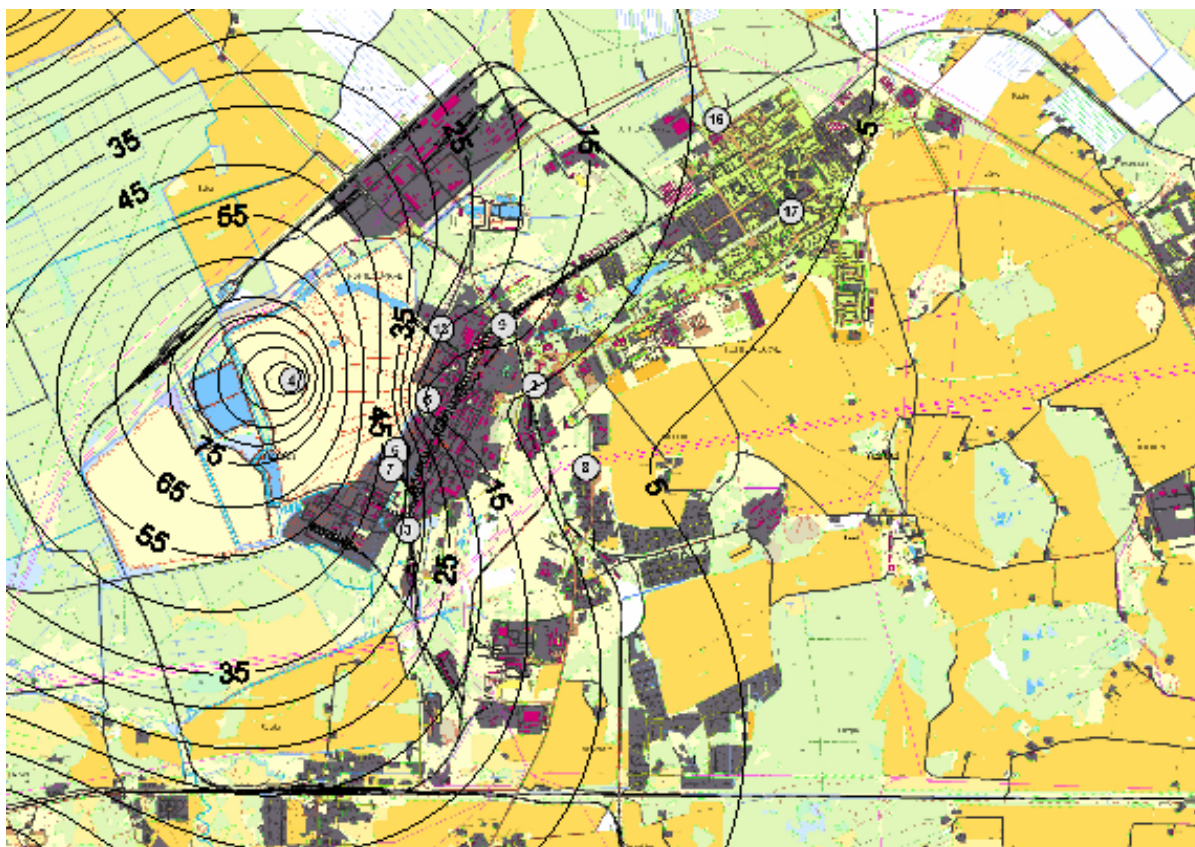
Kõigi viie passiivsamplerite mõõtekampaania tulemused viitavad VKG territooriumilt ning Kohtla-Järve biopuhastist lähtuvale vesiniksulfiidi emissioonile. Mõnevõrra madalamaid kontsentratsioone mõõdeti Kohtla-Järve linnas. Kõik kampaania käigus mõõdetud vesiniksulfiidi nädalakeskmised kontsentratsioonid mõõtepunktide lõikes on välja toodud LISAs 6.

3.1.2 Väaveldioksiid

Väaveldioksiidi passiivsamplerid olid üleval nelja järjestikuse nädala vältel ajavahemikus august-september 2006 a. Mõõtmisperioodid olid vastavalt:

- 1) 17.08-23.08.2006
- 2) 23.08-31.08.2006
- 3) 31.08-06.09.2006
- 4) 06.09-14.09.2006

Samplereid analüüsiti Eesti Keskkonnauuringute Keskuse laboris ja saadud tulemuste põhjal arvutati välja saasteaine nädalakeskmise kontsentratsioon, mis on kantud allolevatele joonistele.



Joonis 10 SO₂ nädalakeskmise kontsentratsioon (17 – 23.08.2006)

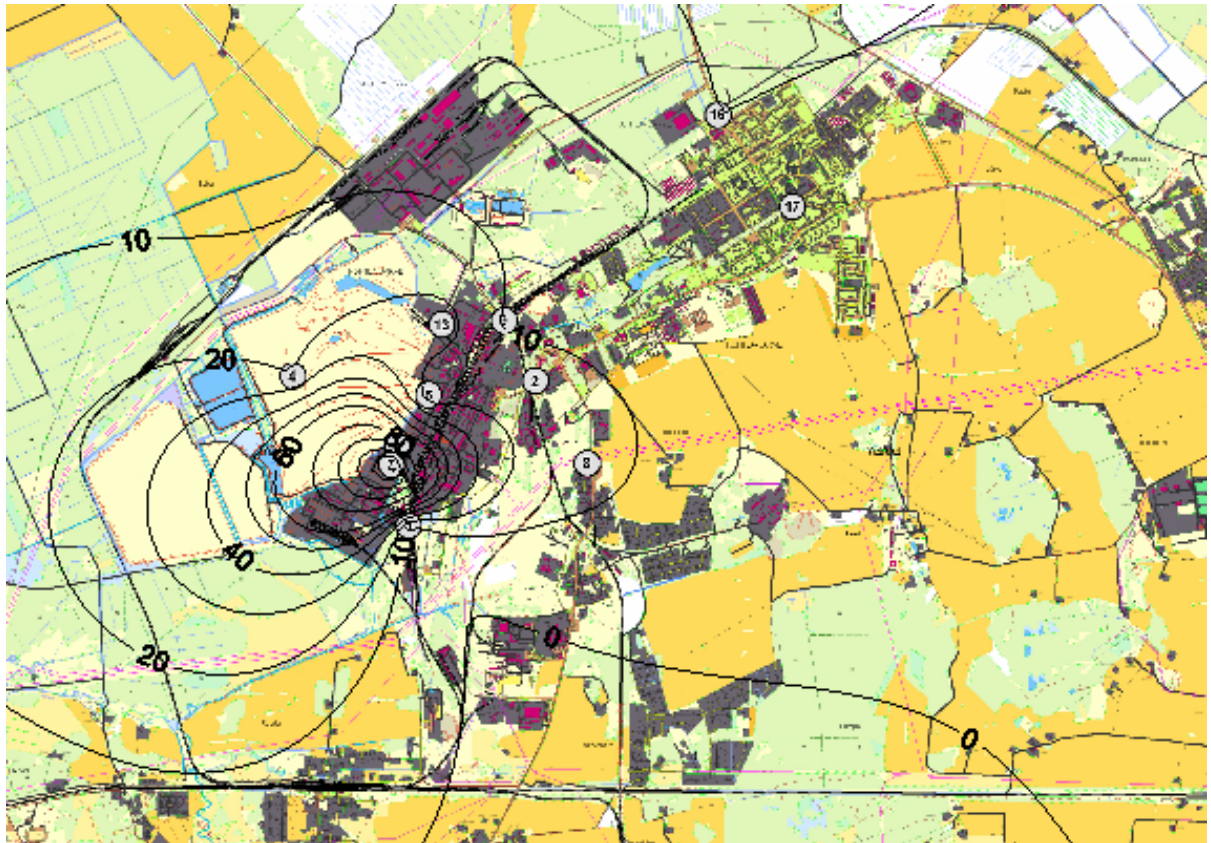
Perioodi 17-23.08.2006 maksimaalne kontsentratsioon mõõdeti AS VKG territooriumil poolkoksimäe otsas 101,8 µg/m³. Väaveldioksiidile on kehtestatud tunnikeskmine ja ööpäevakeskmise piirväärtus vastavalt 350 µg/m³ ja 125 µg/m³, mida vaadeldud perioodil

tõenäoliselt ei ületatud. Mõõtmisperioodil puhusid valdavalt kirdetuuled (LISA 1).



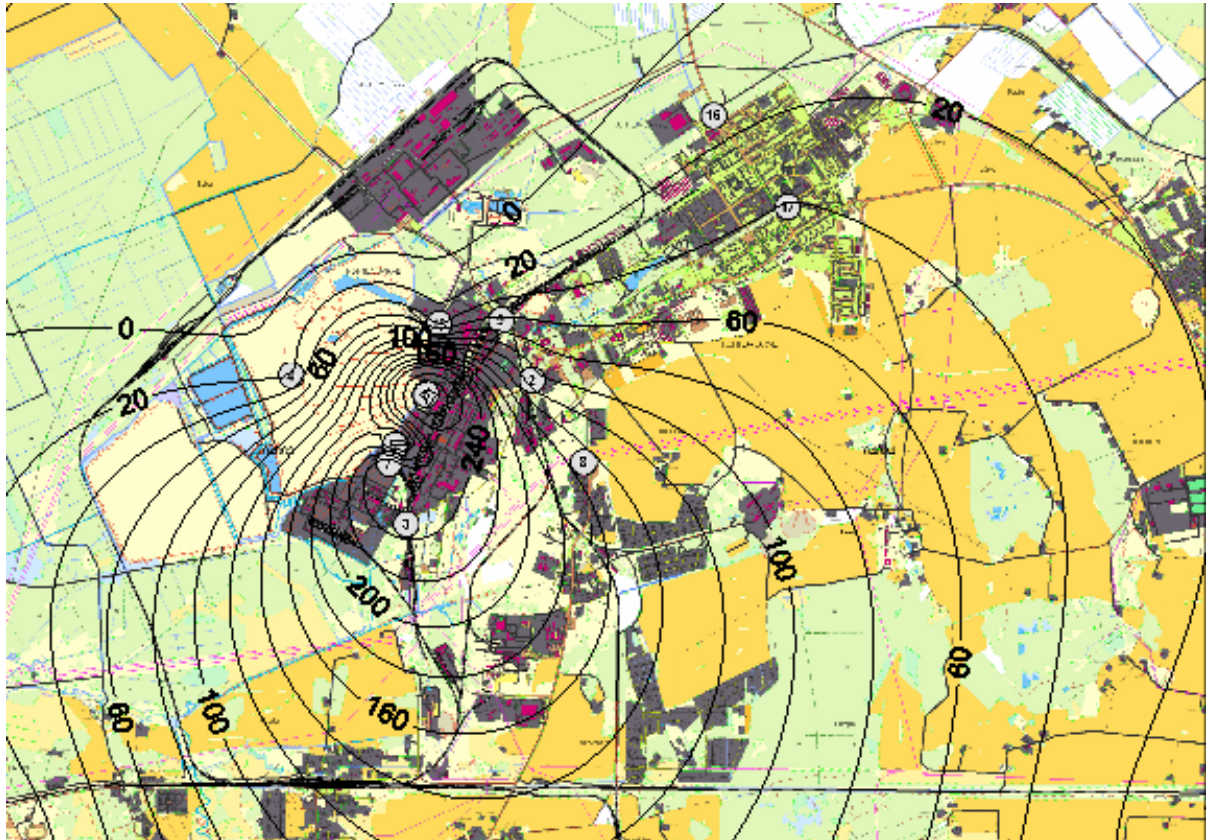
Joonis 11 SO₂ nädalakeskmine kontsentratsioon (23–31.08 2006)

Perioodi 23-31.08.2006 maksimaalsed kontsentratsioonid mõõdeti AS VKG territooriumil mõõtepunktides nr 6 ja nr 7, vastavalt 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja 69,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Väaveldioksiidile on kehtestatud tunnikeskmine ja ööpäevakeskmine piirväärtus vastavalt 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mida vaadeldud perioodil tõenäoliselt ei ületatud. Mõõtmisperioodil puhusid valdavalt kirdetuuled (LISA 2).



Joonis 12 SO₂ nädalakeskmine kontsentratsioon (31.08 – 06.09 2006)

Perioodi 31.08-06.09.2006 maksimaalne kontsentratsioon mõõdeti AS VKG territooriumil $180,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ehkki vääveldioksiidile on kehtestatud tunnikeskmine ja ööpäevakeskmine piirväärtus vastavalt $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, on tõenäoline, et kui nädalakeskmine SO₂ sisaldus välisõhus ületab nimetatud väärtusi, siis on ka tunni ja ööpäevakeskmised kontsentratsioonid piirnormist kõrgemad. Mõõtmisperioodil puhusid valdavalt loode- ja kagutuuled (LISA 3).



Joonis 13 SO₂ nädalakeskmise kontsentratsioon (06.09 – 14.09 2006)

Perioodi 06-14.09.2006 maksimaalsed kontsentratsioonid mõõdeti AS VKG territooriumil mõõtepunktides nr 5, nr 6 ja nr 7, vastavalt 403,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 121,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja 286,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ehkki vääveldioksiidile on kehtestatud tunnikeskmine ja ööpäevakeskmise piirväärtus, vastavalt 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, on tõenäoline, et kui nädalakeskmise SO₂ sisaldus välisõhus ületab nimetatud väärtusi, siis on ka tunni ja ööpäevakeskmised kontsentratsioonid piirnormist kõrgemad. Mõõtmisperioodil puhusid valdavalt läänekaarte tuuled (**Tõrge! Ei leia viiteallikat.**).

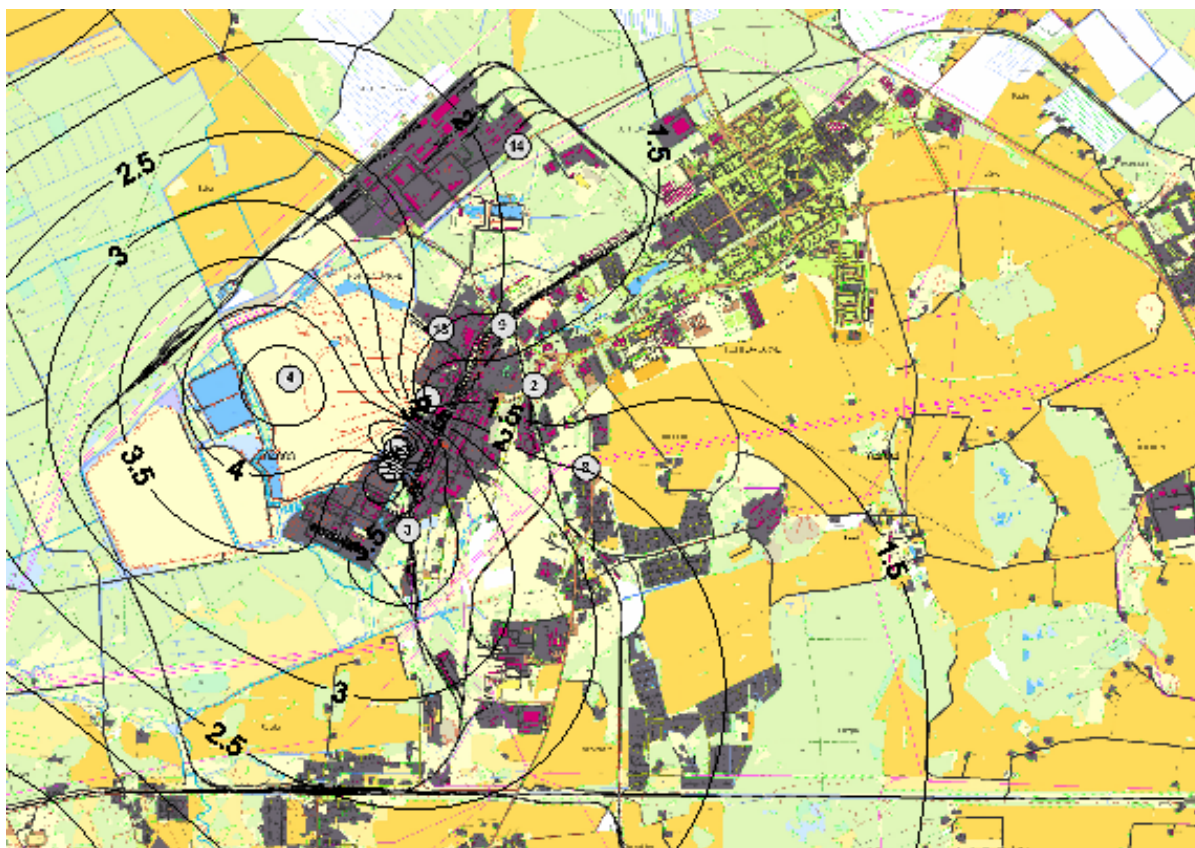
Kõigi nelja passiivsamplerite mõõtekampania tulemused viitavad VKG territooriumilt lähtuvale vääveldioksiidi emissioonile. Mõnevõrra madalamaid kontsentratsioone mõõdeti Kohtla-Järve linnas. Kõik kampania käigus mõõdetud vääveldioksiidi nädalakeskmised kontsentratsioonid mõõtepunktide lõikes on välja toodud LISAs 6.

3.1.3 Formaldehüüd

Formaldehüüdi passiivsamplerid olid üleval kahe järjestikuse nädala vältel. Mõõtmisperioodid olid vastavalt:

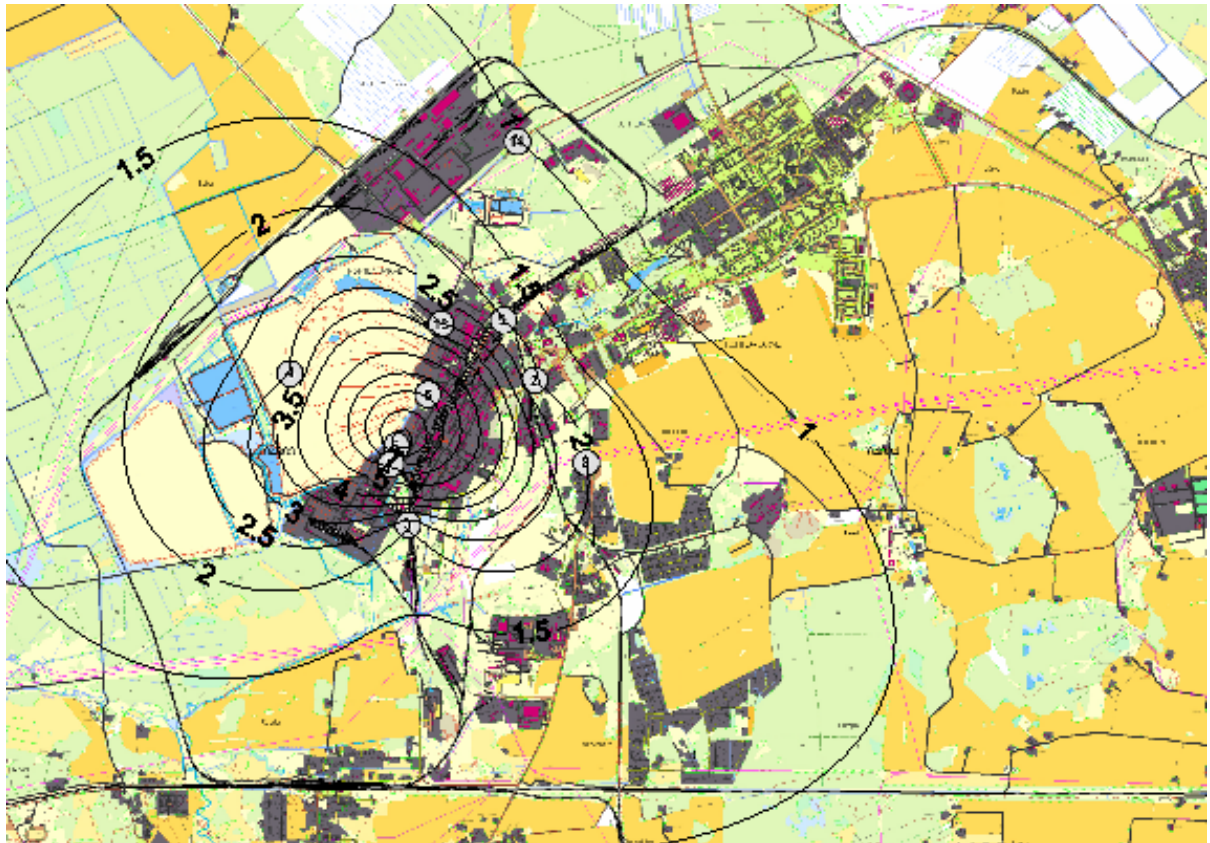
- 1) 06.09-14.09.2006
- 2) 14.09-20.09.2006

Samplereid analüüsiti Eesti Keskkonnauuringute Keskuse laboris ja saadud tulemuste ning vastava perioodi keskmise õhutemperatuuri põhjal arvutati välja saasteaine nädalakeskmise kontsentratsioon, mis on kantud allolevatele joonistele.



Joonis 14 Formaldehüüdi nädalakeskmise kontsentratsioon (06 – 14.09.2006)

Perioodi 06-14.09.2006 maksimaalne kontsentratsioon mõõdeti AS VKG territooriumil 7,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Formaldehüüdile on kehtestatud ööpäevakeskmise piirväärtus vastavalt 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mida vaadeldud perioodil tõenäoliselt ei ületatud. Mõõtmisperioodil puhusid valdavalt läänekaarte tuuled (**Tõrge! Ei leia viiteallikat.**).



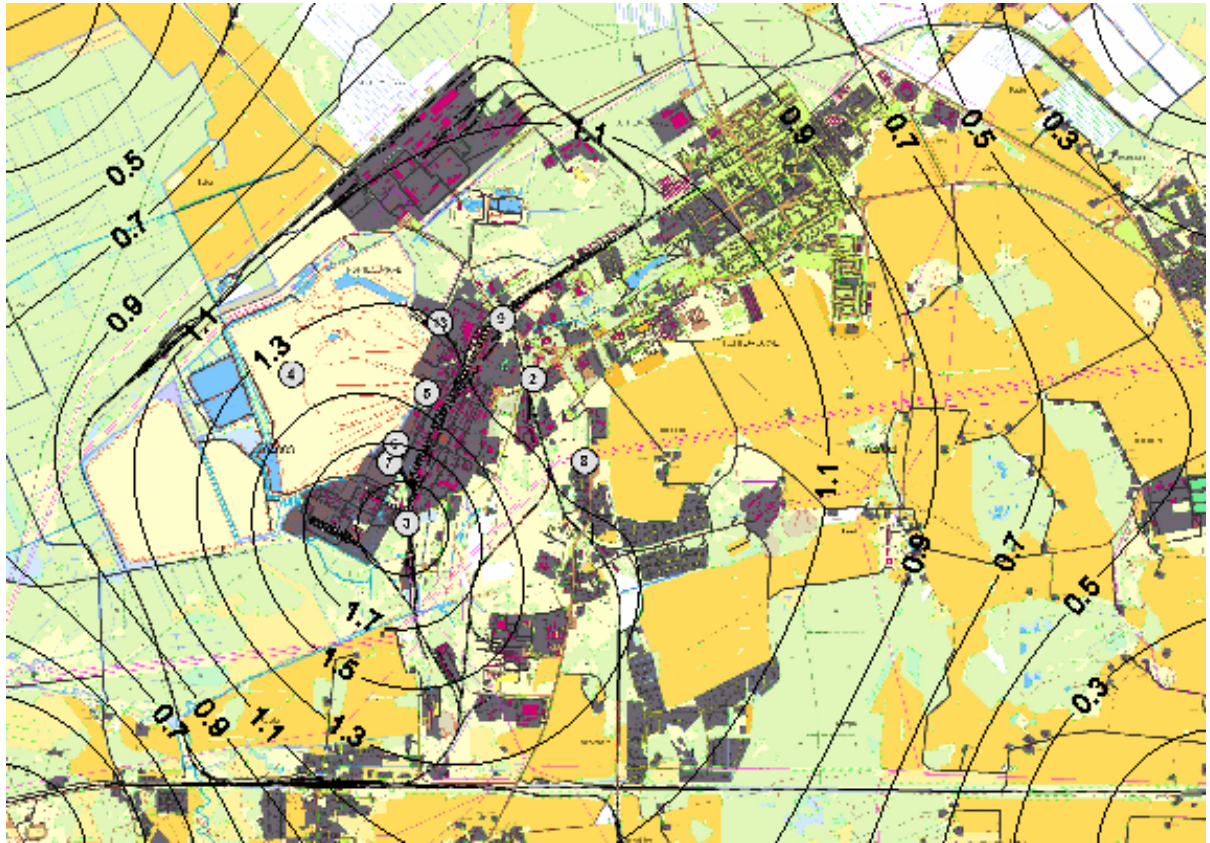
Joonis 15 Formaldehüüdi nädalakeskmise kontsentratsioon (14 – 20.09.2006)

Perioodi 14-20.09.2006 maksimaalne kontsentratsioon mõõdeti AS VKG territooriumi lääneservas $10,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Formaldehüüdile on kehtestatud ööpäevakeskmise piirväärtus vastavalt $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mida vaadeldud perioodil tõenäoliselt ei ületatud. Mõõtmisperioodil puhusid valdavalt lõuna- ja edelatuuled (LISA 5).

Kahe passiivsamplerite mõõtekampania tulemused viitavad VKG territooriumilt lähtuvale formaldehüüdi emissioonile. Kõik kampania käigus mõõdetud formaldehüüdi nädalakeskmised kontsentratsioonid mõõtepunktide lõikes on välja toodud LISAs 6.

3.1.4 Fenool

Fenooli passiivsamplereid olid üleval ühe nädala ajavahemikus 06.09-14.09.2006 a. Samplereid analüüsiti Eesti Keskkonnauuringute Keskuse laboris ja saadud tulemuste ning vastava perioodi keskmise õhutemperatuuri põhjal arvutati välja saasteaine nädalakeskmise kontsentratsioon, mis on kantud allolevale joonisele.



Joonis 16 Fenooli nädalakeskmine kontsentratsioon (06-14.09.2006)

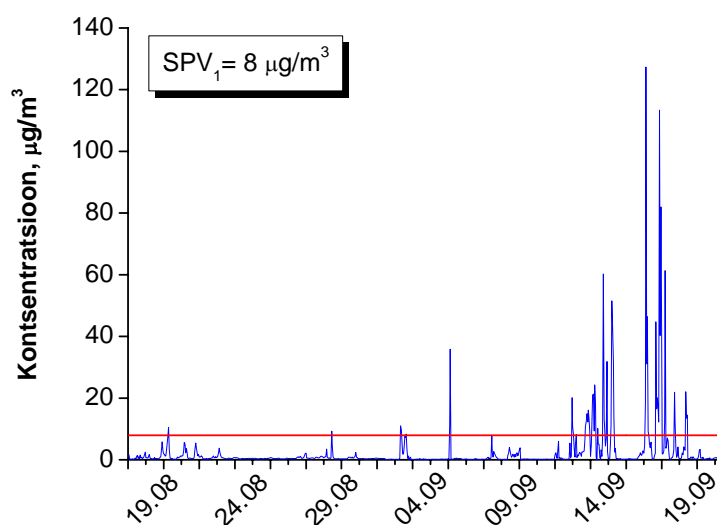
Perioodi 06-14.09.2006 maksimaalne kontsentratsioon mõõdeti AS VKG territooriumi kaguservas $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Fenoolile on kehtestatud ööpäevakeskmine piirväärtus vastavalt $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mida vaadeldud perioodil tõenäoliselt ei ületatud. Enamus mõõtepunktides jäi fenooli sisaldus välisõhus madalamaks kui $0,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mõõtmisperioodil puhusid valdavalt läänekaartetuuled (**Tõrge! Ei leia viiteallikat.**).

Passiivsamplerite mõõtekampaania tulemused viitavad VKG territooriumilt lähtuvale fenooli emissioonile. Kõik kampaania käigus mõõdetud fenooli nädalakeskmised kontsentratsioonid mõõtepunktide lõikes on välja toodud LISAs 6.

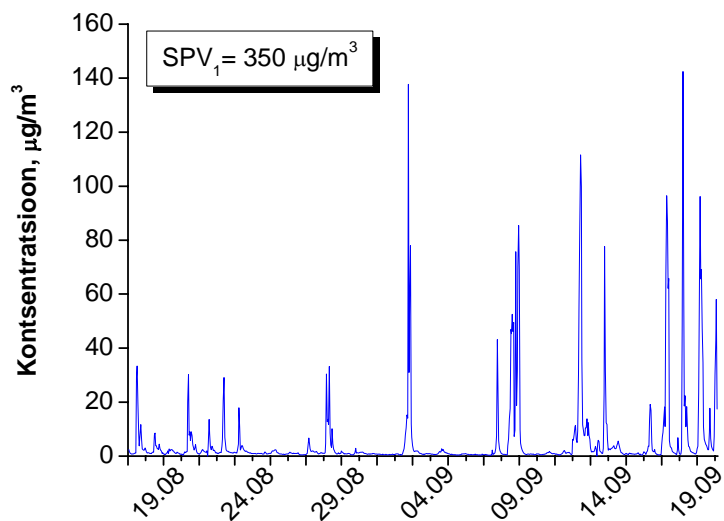
3.1.5 Saastetasemed Kohtla-Järve linnas 17.08-20.09

Kohtla-Järvel asub automaatne seirejaam Kalevi tänaval, saastetasemete pidevmõõtmistega alustati 2002. aastal. Lisaks klassikalistele saasteainetele (SO_2 , NO , NO_2 , O_3 , CO , PM_{10}) mõõdetakse alates 2004. aasta septembrist vesiniksulfiidi sisaldust välisõhus ning 2005. aastal lisandus nimistusse ka ammoniaak.

Kalevi tänava seirejaamas mõõdetud vesiniksulfiidi ja vääveldioksiidi saastetasemete ööpäevasest käigust annavad ülevaate tunnikeskiste kontsentratsioonide graafikud, iseloomustades Kohtla-Järvel ajavahemikus 17.08-20.09.2006 mõõdetud vesiniksulfiidi ja vääveldioksiidi sisaldusi välisõhus. Vesiniksulfiidi kontsentratsioonid ületasid vaadeldud perioodil 61. juhul vastavat tunnikeskist piirväärtust $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, maksimaalne kontsentratsioon mõõdeti septembris $127,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 17). Vääveldioksiidi kontsentratsioonid jäid kogu mõõtmisperioodi vältel kehtestatud tunnikeskisest piirväärtusest $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ madalamaks (Joonis 18).



Joonis 17 Vesiniksulfiidi tunnikeskmine kontsentratsioon



Joonis 18 Väeveldioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon

Passiivsampleritega saadud mõõtetulemusi võrreldi Kalevi tänava seirejaama pidevseire andmetega. Selleks mõõdeti Kalevi tänava seirejaama vahetus läheduses osade saasteainete sisaldust välisõhus paralleelselt ka passiivsete sampleritega (mõõtepunkt nr 16). Saadud tulemusi võrreldi automaatses õhuseirejaamas mõõdetud tulemustega (Tabel 1).

Tabel 1 H₂S kontsentratsioon välisõhus

Ajavahemik	Passiivsampler µg/m ³	Pidevseire µg/m ³
17.08-23.08	0,68	1,2
23.08-31.08	<0,46	0,63
31.08-06.09	0,92	0,97
06.09-14.09	4,35	3,7
14.09-20.09	4,46	6,4

Tabelist on näha, et vesiniksulfiidi passiivsamplerite tulemused on proportsionaalsed pidevseire andmetega, erinevus seirejaama ja passiivsete samplerite mõõtetulemuste vahel on keskmiselt 1,3 kordne, mida võib pidada väga heaks tulemuseks, arvestades, et passiivsed samplerid on tundlikud temperatuuri kõikumistele ning, et neid kasutatakse eelkõige pikema perioodi keskmise kontsentratsiooni määramiseks välisõhus. Seega võib antud mõõtmiste kontekstis lugeda, et passiivsamplerite saastekaartidel toodud kontsentratsioonid on hinnanguliselt 1,3 korda madalamad kui seda on tegelik välisõhu kontsentratsioon.

3.2 Pistelised mõõtmised

Automaatse gaasianalüsaatoriga Jerome-631X mõõdeti pisteliselt vesiniksulfiidi kontsentratsioone Kohtla-Järve suuremate vesiniksulfiidi saasteallikate OÜ Järve Biopuhasti ja VKG territooriumil. Tabelis toodud mõõtetulemused on kantud allolevatele joonistele, kuhu on lisaks märgitud ka tuule suund ja kiirus mõõtmise hetkel. Ühe mõõtmise kestus oli keskmiselt 1 minut.

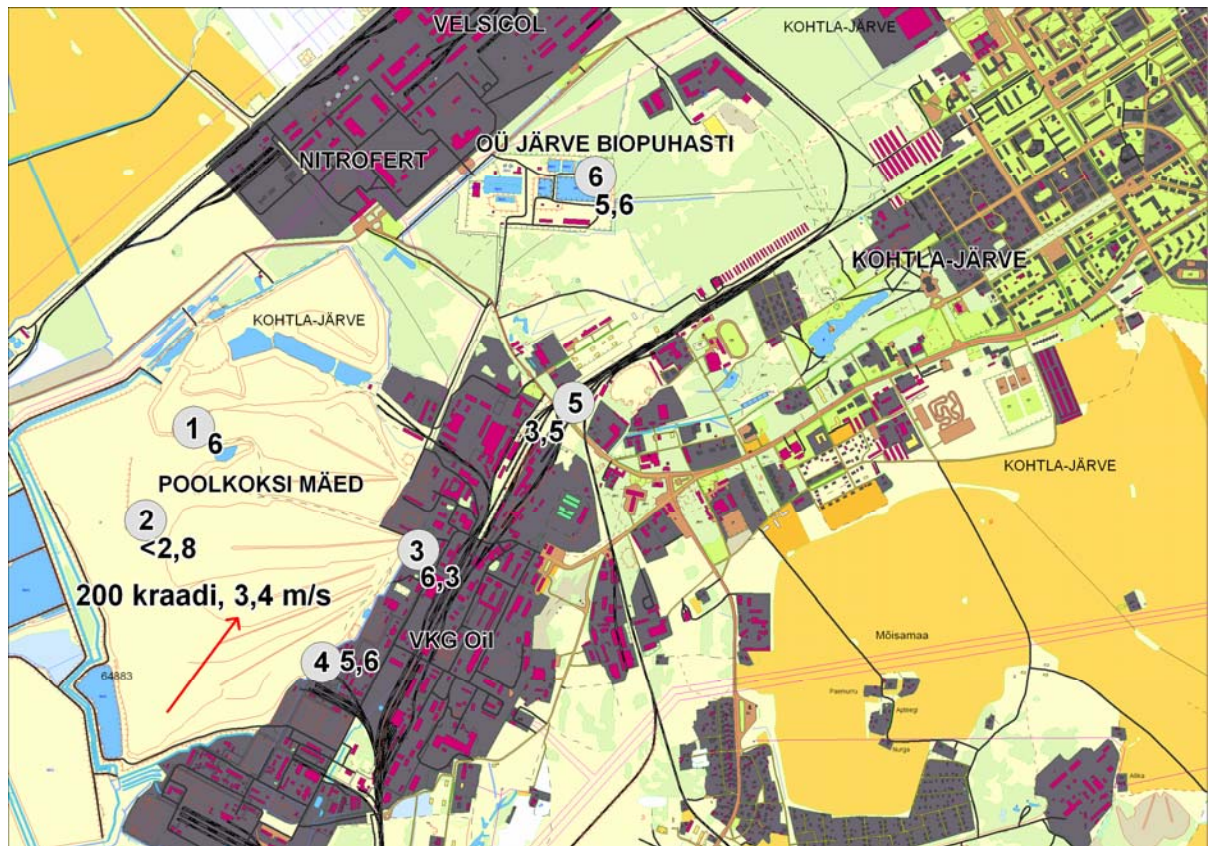


Joonis 19 H₂S analüsaator

Keskmine tuule suund ja kiirus 17.08.2006 ajavahemikus 13:00-14:50 oli vastavalt 200 ° (edelatuul); 3,4 m/s. 17.08 mõõdetud vesiniksulfiidi kontsentratsioonid jäid oodatust madalamaks, seda ka VKG Oil ning OÜ Järve biopuhasti territooriumil, mis on kõige suuremad väävliühendite emiteerijad piirkonnas (Tabel 2, Joonis 20).

Tabel 2 Vesiniksulfiidi kontsentratsioonid 17.08.2006

Mõõtepunkt	Koordinaadid	Mõõtmise aeg	Kontsentratsioon µg/m ³
1	682836E 6588508N	13:45	6
2	682630E 6588179N	13:20	<2,8
3	683757E 6587999N	13:00	6,3
4	683475E 6587559N	14:00	5,6
5	684338E 6588624N	14:37	3,5
6	684531E 6589554N	14:50	5,6

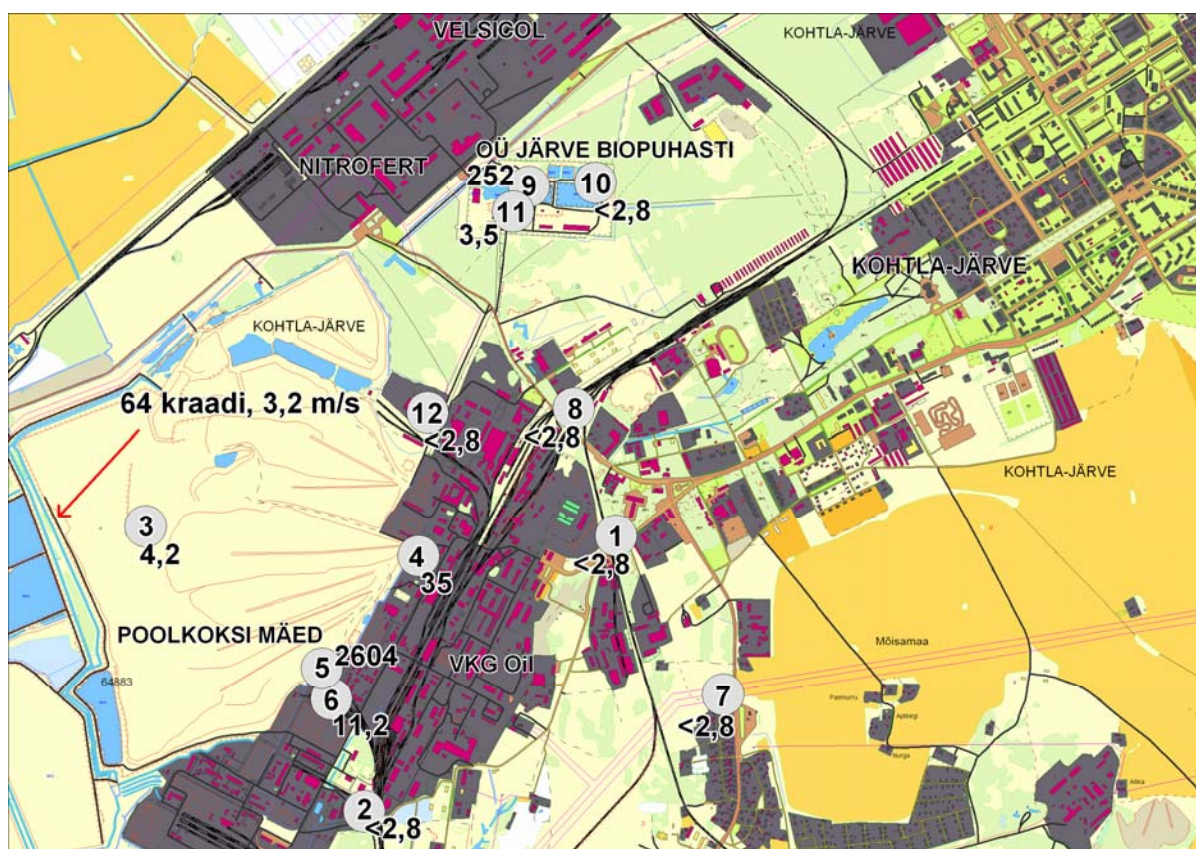


Joonis 20 Vesiniksulfiidi kontsentratsioon 17.08.2006

Keskmine tuule suund ja kiirus 23.08.2006 ajavahemikus 11:30-14:50 oli vastavalt $63,8^\circ$ (kirdetuul), 3,2 m/s. 23.08 mõõdetud vesiniksulfiidi kontsentratsioonid jäid kolmes mõõtepunktis määramispiirist madalamaks. Märkimisväärselt kõrgem kontsentratsioon mõõdeti VKG Oil territooriumil. Ehkki vesiniksulfiidi sisaldust välisõhus limiteerivad tunnikeskmine ning ööpäevakeskmine piirväärtus ning antud mõõtetulemus iseloomustab vaid hetkeolukorda, on tõenäoline, et vesiniksulfiidi kontsentratsioonid olid kõrgemad ka vastavatest piirväärtustest (Tabel 3, Joonis 21).

Tabel 3 Vesiniksulfiidi kontsentratsioonid 23.08.2006

Mõõtepunkt	Koordinaadid	Mõõtmise aeg	Kontsentratsioon $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	684581E 6588084N	12:37	<2,8
2	683559E 6586907N	12:47	<2,8
3	682630E 6588179N	13:20	4,2
4	683757E 6587999N	13:40	35
5	683475E 6587559N	13:52	2604
6	683439E 6587492N	14:00	11,2
7	685071E 6587428N	14:50	<2,8
8	684338E 6588624N	12:30	<2,8
9	684253E 6589509N	11:30	252
10	684531E 6589554N	12:00	<2,8
11	684145E 6585384N	14:10	3,5
12	683826E 6588570N	12:16	<2,8

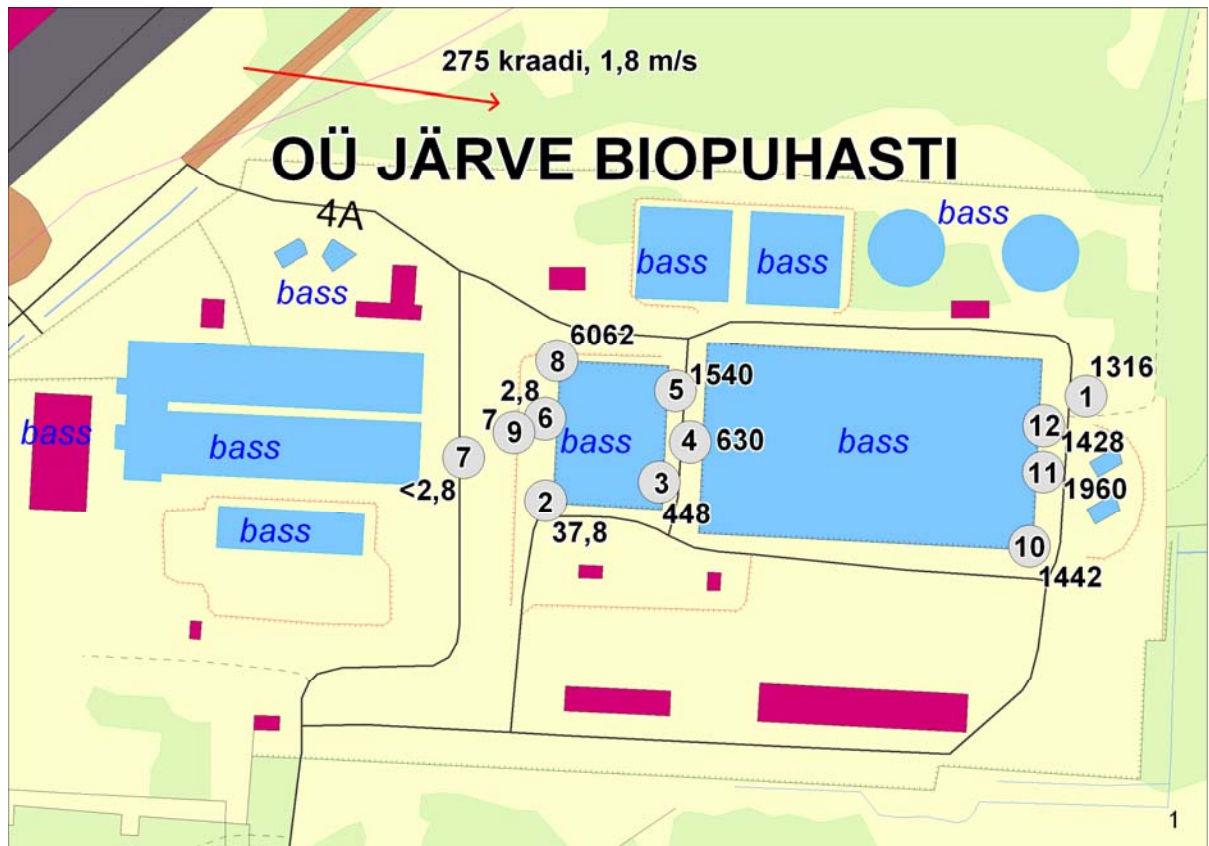


Joonis 21 Vesiniksulfiidi kontsentratsioon 23.08.2006

Keskmine tuule suund ja kiirus 14.09.2006 ajavahemikus 11:40-14:30 oli vastavalt 275 ° (läänetuul), 1,8 m/s. 14.09 keskenduti vesiniksulfiid saastetasemete hindamisele eelkõige OÜ Järve Biopuhasti territooriumil, mõned mõõtepunktid valiti ka Kohtla-Järve linnas ning VKG Oil territooriumil. Jooniselt on näha, et mõõdetud kontsentratsioonid olid kõrgemad aeratsioonibasseinide idapoolsemas osas, viidates tuule suunale mõõtmisperioodil (Tabel 4, Joonis 22).

Tabel 4 Vesiniksulfiidi kontsentratsioonid 14.09.2006

Mõõtepunkt	Koordinaadid	Mõõtmise aeg	Kontsentratsioon $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	684531E 6589554N	11:40	1316
2	684253E 6589509N	11:46	37,8
3	684312E 6589502N	11:50	448
4	684506E 6589546N	14:13	630
5	684317E 6589529N	14:15	1540
6	684250E 6589448N	14:18	2,8
7	684207E 6589529N	14:20	<2,8
8	684249E 6589545N	14:22	6062
9	684236E 6589543N	14:24	7
10	684500E 6589475N	14:28	1442
11	684505E 6589502N	14:30	1960
12	684507E 6589520N	14:31	1428

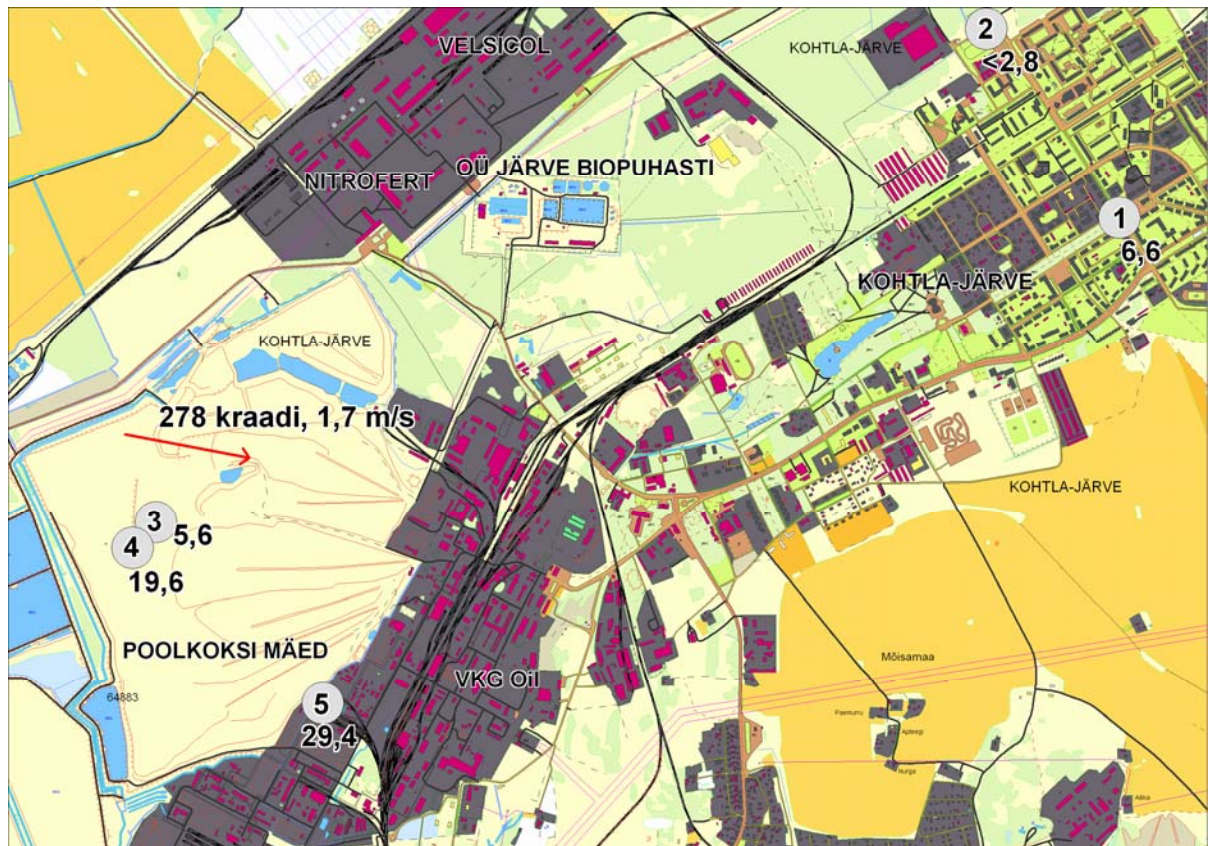


Joonis 22 Vesiniksulfiidi kontsentratsioonid OÜ Järve Biopuhasti territooriumil 14.09.2006

Keskmine tuule suund ja kiirus 14.09.2006 ajavahemikus 12:40-14:00 oli vastavalt 278 ° (läänetuul), 1,7 m/s. Vesiniksulfiidi kontsentratsioonid olid kõrgemad VKG Oil territooriumil, ületades tõenäoliselt nii tunni- kui ööpäevakeskmist piirväärtust (Tabel 5, Joonis 23).

Tabel 5 Vesiniksulfiidi kontsentratsioonid 14.09.2006

Mõõtepunkt	Koordinaadid	Mõõtmise aeg	Kontsentratsioon $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	686701E 6589565N	12:44	6,6
2	686122E 6590311N	12:50	<2,8
3	682630E 6588179N	13:30	5,6
4	682496E 6588132N	13:26	19,6
5	683439E 6587492N	14:00	29,4

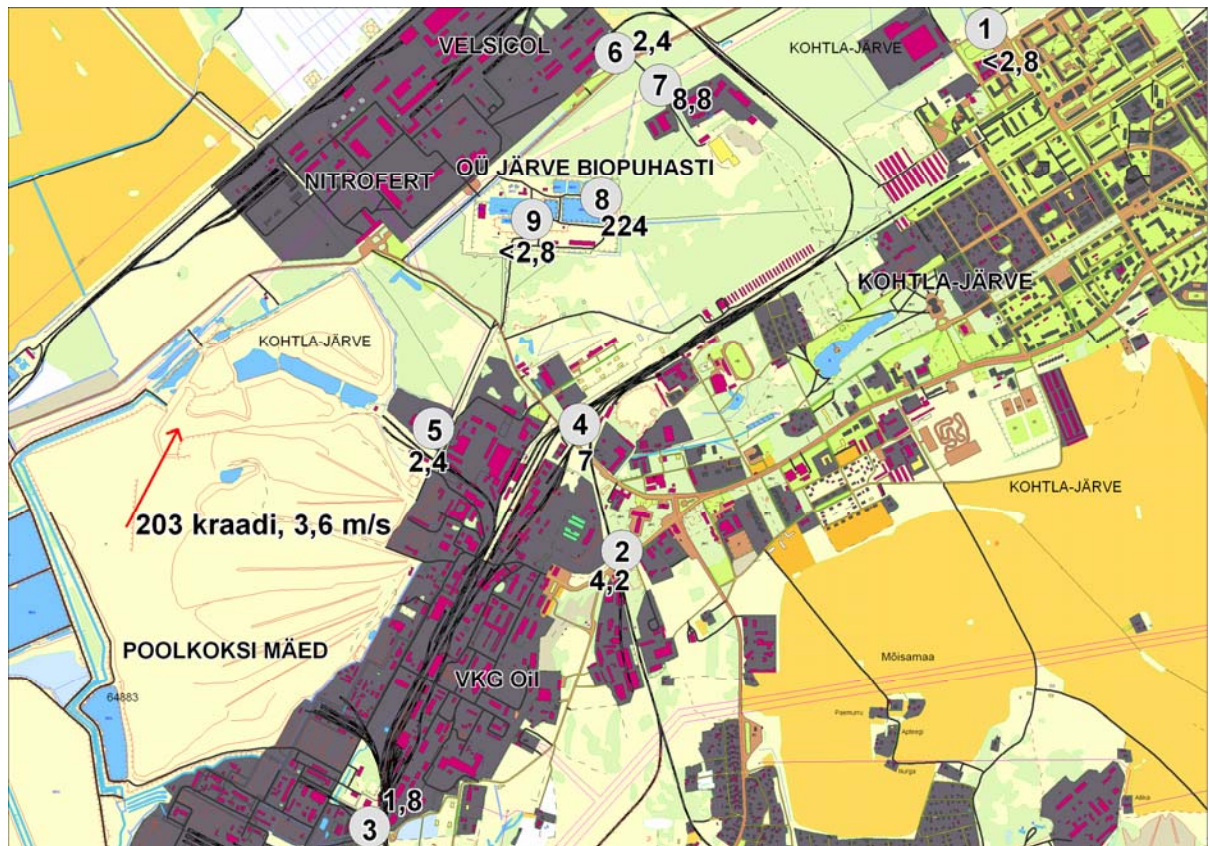


Joonis 23 Vesiniksulfiidi kontsentratsioonid 14.09.2006

Keskmine tuule suund ja kiirus 20.09.2006 ajavahemikus 11:20-13:00 oli vastavalt 203° (edelatuul), 3,6 m/s. Vesiniksulfiidi kontsentratsioonid olid kõrgemad OÜ Järve Biopuhastist kirdesse jäävates mõõtepunktidest, viidates tuule suunale mõõtmisperioodil (Tabel 6, Joonis 24).

Tabel 6 Vesiniksulfiidi kontsentratsioonid 20.09.2006

Mõõtepunkt	Koordinaadid	Mõõtmise aeg	Kontsentratsioon $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	686122E 6590311N	11:21	<2,8
2	684581E 6588084N	12:04	4,2
3	683559E 6586907N	12:07	1,8
4	684338E 6588624N	12:20	7
5	683826E 6588570N	12:30	2,4
6	684521E 6590123N	12:35	2,4
7	684758E 6590031N	12:43	8,8
8	684531E 6589554N	12:53	224
9	684253 6589509N	13:00	1,8



Joonis 24 Vesiniksulfiidi kontsentratsioonid 20.09.2006

Pidevmõõtmiste tulemustest on näha väga kõrgeid vesiniksulfiidi kontsentratsioonid, mis ületavad nii tunnikeskist ($8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) kui ööpäevakeskmist ($8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) piirväärtust mitmekümnekordselt, antud mõõtekampaania käigus mõõdeti samuti väga kõrgeid vesiniksulfiidi kontsentratsioone, seda eelkõige OÜ Järve biopuhasti ja VKG Oil territooriumil. Kuna vesiniksulfiid on madala lõhnalävega keemiline ühend, mis tähendab seda, et ka väga madalate kontsentratsioonide juures on tuntav ebameeldiv hais, piisab ebameeldiva lõhnataju tekkimiseks ka mõne mikrogrammisest vesiniksulfiidi sisaldusest kuupmeetris välisõhus. Tulemused iseloomustavad hetkeolukorda mõõtepunktidest, ning arvestades eelnevat väidet, võib oletada, et piirkonnas esines tugev ebameeldiv hais.

3.2 Saastetasemete mõõtmised OÜ Järve Biopuhasti territooriumil

3.3.1 Pidevmõõtmised 28.08.2006-01.02.2007

Kohtla-Järve reoveepuhasti paikneb linna keskusest lääne suunas ja on ümbritsetud madala võsa ja lehtpuudega. Põhjas ja lõunas paiknevad tööstusettevõtted (VKG Oil, AS Nitrofert ja AS Velsicol). Edelas ligikaudu 1 km kaugusel asuvad kuni 130 m kõrgused poolkoksimaed. Uuritavad aktiivsed saasteallikad paiknevad kõik Kohtla-Järve reoveepuhasti territooriumil.

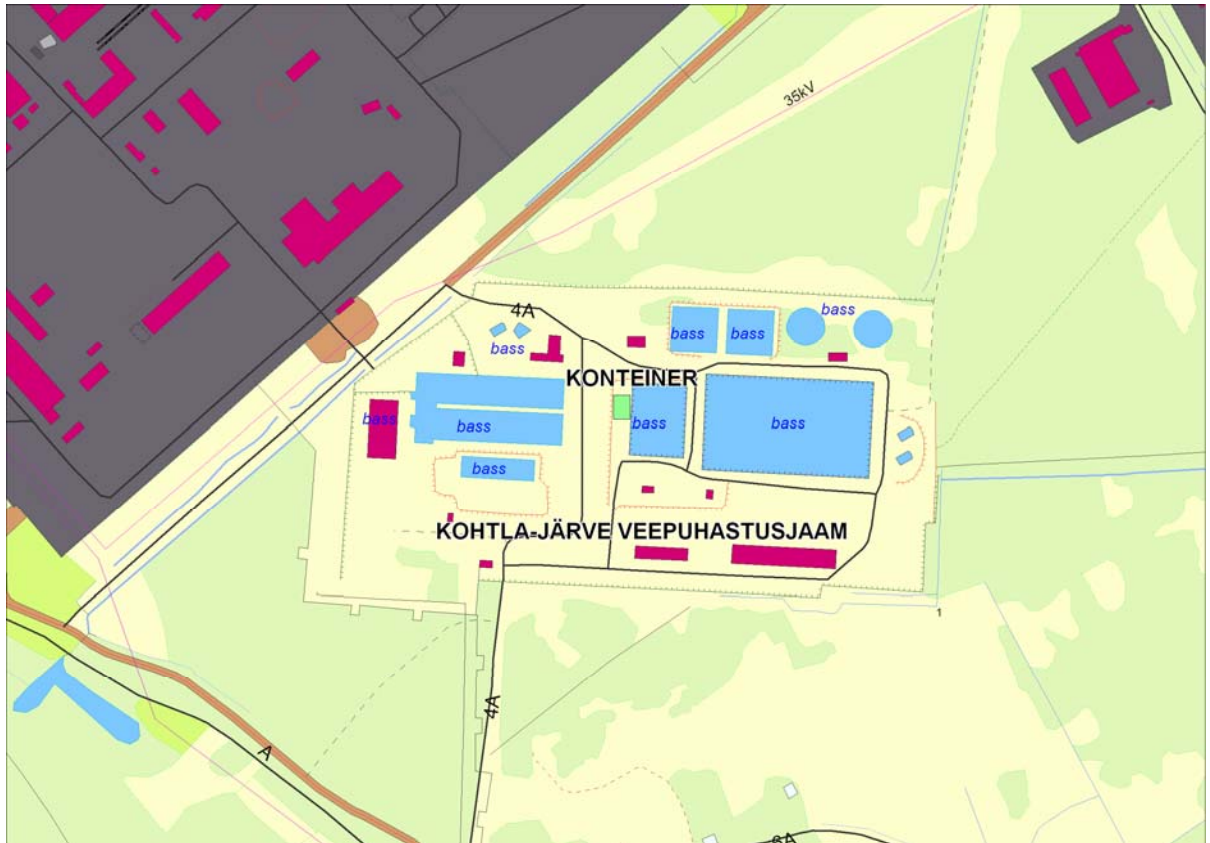
Ajutised mudaväljakud paiknevad poolkoksimägede taha jääval tühermaal linnast ligikaudu 4 km kaugusel. Kohtla-Järve heitveepuhastist jäävad lähimad elumajad ligikaudu 500 m kaugusele lõuna suunas. Linn paikneb heitveepuhastusjaamast lõuna ja kagu suunas. Linna ja mudaväljakute vahele jääb kuni 130 m kõrgune poolkoksi ladestusala (Joonis 1).

Kuna passiivsed proovlid on mõeldud saasteainete keskmiste kontsentratsioonide mõõtmiseks pikema perioodi vältel ning JEROME-631X analüsaatoriga registreeriti hetkelised vesiniksulfiidi kontsentratsioonid, mis annab aimu valitsevast õhukvaliteedi seisundist, hinnati vesiniksulfiidi ja vääveldioksiidi saastetasemeid ka automaatsete õhuanalüsaatoritega varustatud konteineriga, mis mõõtis nimetatud saasteainete tunnikeskmiseid kontsentratsioone, andes ülevaate saastetasemete ööpäevastest kõikumistest. Mõõtmised toimusid ajavahemikus 28.08.2006-01.02.2007, mõõtepunkt asus OÜ Järve Biopuhasti territooriumil, mõõtepunkti koordinaadid olid 684246E ja 6589553N.



Joonis 25 Automaatne mõõtejaam

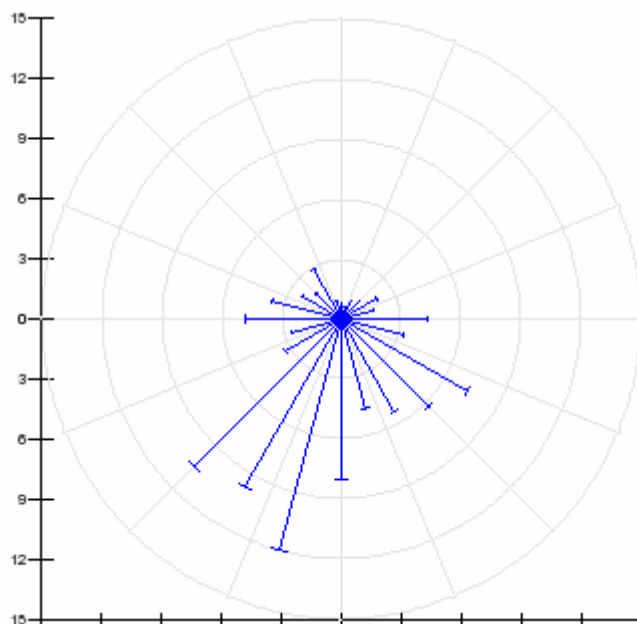
Mõõtepunkti asukoht veepuhastusjaama territooriumil on näidatud joonisel 26. Praegusel ajal toimub Kohtla-Järve reoveepuhasti rekonstrueerimine, mille käigus uuendatakse ühtlustus- ja aeratsioonibasseinid ning rajatakse mudaväljakud. Emissioonimõõtmiste ajaks olid likvideeritud pooled aeratsioonibasseinidest ja ühtlustusbasseinidest.



Joonis 26 Mõõtepunkt

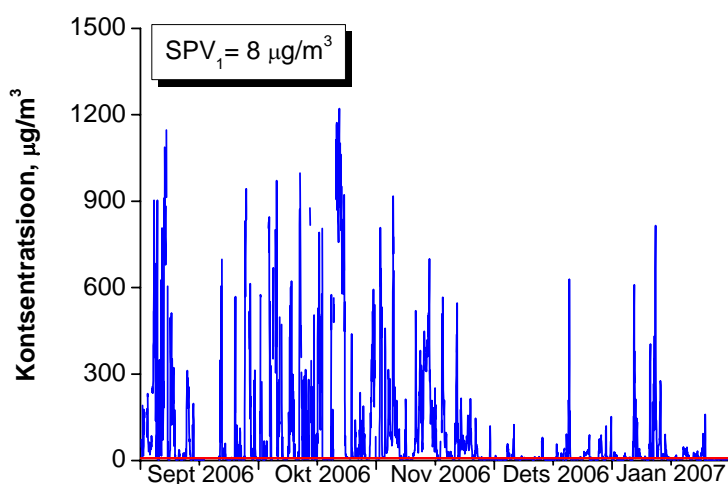
Meteoroloogilised tingimused nagu õhutemperatuur, tuule suund ja kiirus jms määravad ära saasteainete tekke ning püsimise ja levimise õhus. Tuulise ilmaga on saasteainete kontsentratsioonid reeglina madalamad, mis on tingitud parematest hajumistingimustest. Mida tugevam tuul, seda rohkem on õhus turbulentsid ning seda kiiremini hajub õhusaaste. Oluline saaste hajumist soodustav tegur on päikesekiirus, mis tekitab maapinna soojendamise kaudu tõusvaid õhuvoolu. Seega tekivad kohalikud õhusaaste probleemid peamiselt nõrga tuule korral ja tõusvate õhuvoolude puudumisel.

Mõõtmisperioodil puhusid valdavalt edelatuuled (Joonis 27), keskmine tuule kiirus oli 2,9 m/s, välisõhu keskmine temperatuur vaadeldud perioodil oli 6,5 °C.



Joonis 27 Tuulteroo, 28.08.2006-01.02.2007

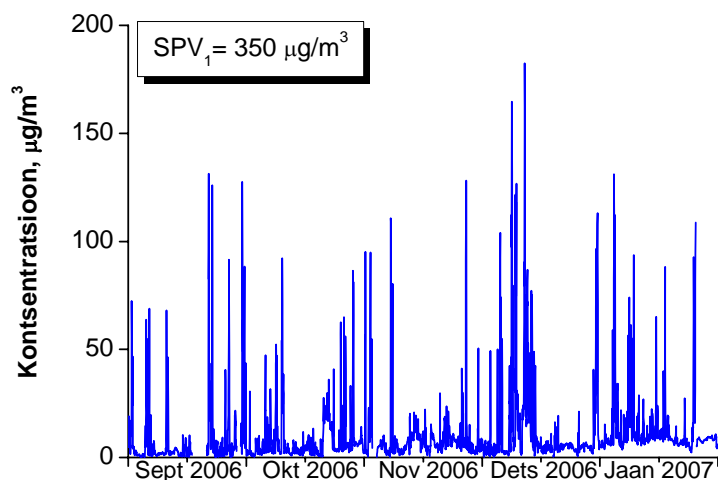
Vesiniksulfiidi tunnikeskised kontsentratsioonid ületasid mitmekümnekordselt keskkonnaministri 7. septembri 2004. aasta määruses toodud välisõhu tunnikeskist piirväärtust $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Maksimaalsed tunnikeskised kontsentratsioonid ulatusid sügisel üle $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 28). Seirejaam paiknes siiski ettevõtte tootmisterritooriumil, mistõttu tuleb saadud tulemusi vaadata töökeskkonna keemilistele ohuteguritele kehtestatud piirväärtuse $14\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ valguses.



Joonis 28 Vesiniksulfiidi tunnikeskmine kontsentratsioon

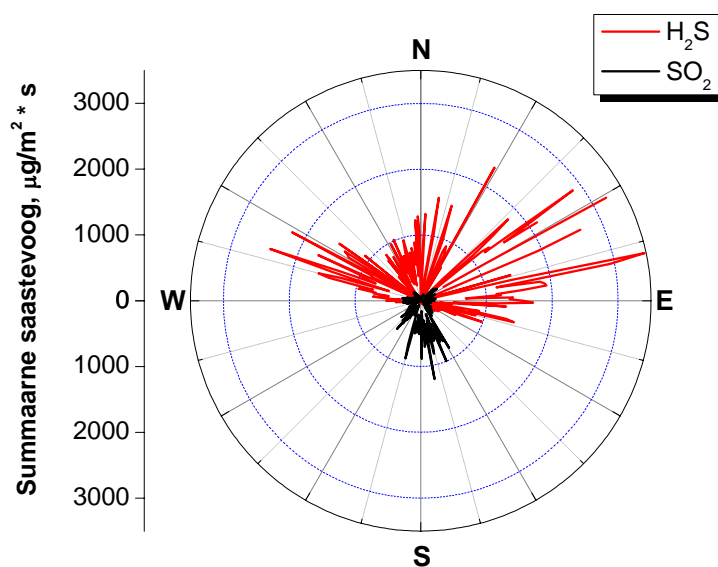
Vääveldioksiidi sisaldus välisõhus jäi kogu mõõteperioodi vältel vastavast tunnikeskisest piirväärtusest $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ madalamaks. Maksimaalsed vääveldioksiidi kontsentratsioonid

küündisid $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -ni (Joonis 29).



Joonis 29 Väaveldioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon

Arvestades meteoroloogilisi tingimusi mõõtmisperioodil, eelkõige tuule suunda ja kiirust, on võimalik määrata saaste pärinemise suund. Summaarne saastevoog näitab, millisest suunast on tulnud summaarselt kõige rohkem saastet. Jooniselt nähtub, et vesiniksulfiid ja väaveldioksiid on pärit erinevatest suundadest, viidates erinevatele emissiooniallikatele. Vesiniksulfiid on pärit põhjakaartest. Automaatselt mõõtejaamast loode pool asuvad OÜ Järve biopuhasti tööstuslike heitvete vastuvõtukamber, kirde pool asuvad setiid ja kagu suunda jäävad aeratsioonibasseinid. SO_2 pärineb tõenäoliselt VKG tootmisterritooriumilt, mis jäi automaatselt mõõtejaamast lõuna poole (Joonis 30).



Joonis 30 H_2S ja SO_2 summaarne saastevoog

3.3.2 Emisioonide mõõtmised 14.12.2006-25.01.2007

Projekti raames mõõdeti OÜ Järve Biopuhastus territooriumil paiknevatest saasteallikatest väljuvate saasteainete heitkoguseid ja teostati välisõhu saastatuse taseme mõõtmisi saasteallikate ümbruses. Mõõtmised toimusid ajavahemikus 14.12.2006-25.01.2007. Uuritavate saasteallikate asukohad ning Kohtla-Järve heitveepuhastusjaama asendiplaan on näidatud alljärgneval joonisel (Joonis 31).



Joonis 31 Kohtla-Järve heitveepuhasti asendiplaan ja olulisemate saasteallikate asukohad

Joonisel 32 on toodud Kohtla-Järve heitveepuhastusjaama ajutiste mudaväljakute asendiplaan ja uuritavate saasteallikate asukohad.



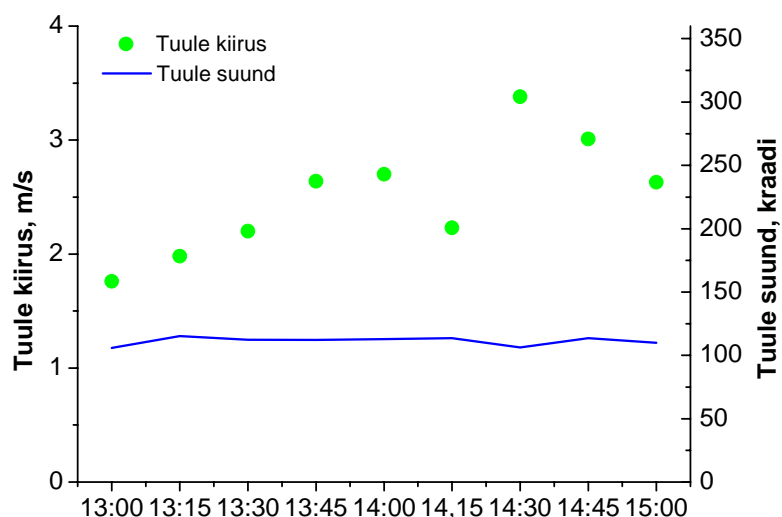
Joonis 32 Ajutiste mudaväljakute asendiplaan

Olulisemad saasteallikad (Joonis 31):

- V-1 Tööstuslike heitvete vastuvõtukamber
- V-2 Ühtlustusbasseinid
- V-3 Aeratsioonibasseinid
- V-4 Linna reovee vastuvõtukamber
- V-5, V-6, V-7 Järelsetitid
- V-8 Mudaväljakud (Joonis 32)

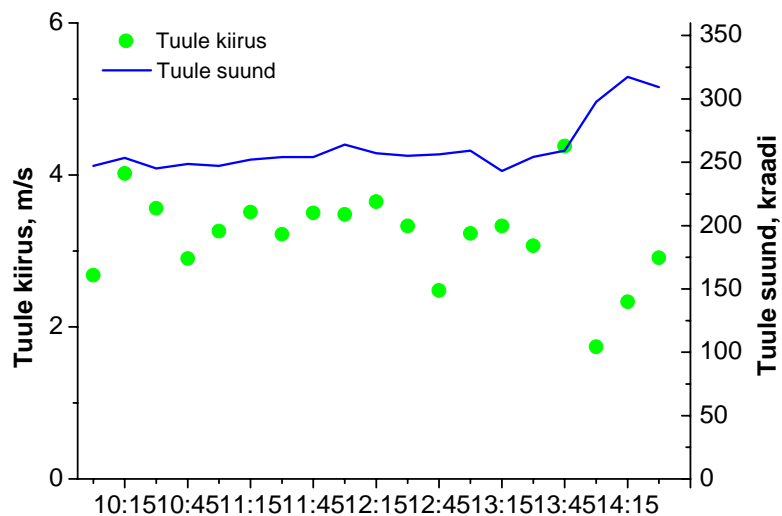
3.3.2.1 Meteoroloogilised tingimused mõõtmiste ajal

Mõõtmiste vältel määrati meteoroloogilisi tingimusi portatiivse ilmajaamaga ja arvestati Kalevi seirejaamas mõõdetud meteoroloogilisi parameetreid. Mõõdetud meteoroloogilised parameetrid olid aluseks heitkoguste arvutamisel pöördmodelleerimisega ja arvutuslike hetkeliste heitkoguste kontrollimisel hajumisarvutustes.



Joonis 33 Tuule suund ja kiirus 14. dets. mõõtmistel

14. detsembri mõõtmistel puhus ühtlane kagutuul kiirusega 2-3 m/s. Ilm oli pilvine ja päeva lõpuks hakkas sadama kerget vihma.



Joonis 34 Tuule suund ja kiirus 15. dets. mõõtmistel

15. detsembril puhus heitveepuhastusjaama territooriumil tehtud mõõtmiste ajal ühtlane edelatuul kiirusega 3-4 m/s. Ajutiste mudaväljakute ümbruses teostatud mõõtmiste ajal pöördus tuul läände ja loodesse ning tuule kiirus langes 2-3 m/s. Ilm oli selge ja sademeteta.

3.3.2.2 Heitveepuhastusjaama poolt välisõhku suunatavad saasteained

Heitveepuhastuse käigus eraldub erinevatest tehnoloogilistest etappidest välisõhku mitmesuguseid saasteaineid: ammoniaak, fenoolid, vesiniksulfiid ja lenduvad orgaanilised ühendid. Välisõhku eralduvate saasteainete kogused sõltuvad heitveepuhastisse juhitud reovete koostisest, puhastusprotsessi efektiivsusest ja puhasti tüübist. Kohtla-Järve reoveepuhasti poolt välisõhku suunatavate saasteainete heitkoguste ja eriheite määramiseks teostati 14-15 detsember 2006 a. üldnimetatud saasteainete mõõtmised saasteallikatest.

3.3.2.3 Kasutatud seadmed ja meetodika

Heitveepuhastusjaama saasteallikate näol on peamiselt tegemist pindaasteallikatega. Õhuheitmete määramisel tuleb kasutada spetsiaalseid proovivõtuseadmeid, mille abil isoleeritakse kindel osa uuritavast pinnast ja määratakse eraldatud pinnaosast lähtuvate gaaside mahtkulu ja saasteainete kontsentratsioon.

Mõõtmiste käigus kasutati tuuletunnelit (ECOMA) ja dünaamilist vookambrit (Odotech). Vookambrit kasutati staatilises režiimis (staatilise vookambrina) ehk ilma lisaõhu pealevooluta.

Lenduvate orgaaniliste ühendite proovid koguti SKC adsorbenttorudele (Tenax®), mida analüüsiti laboris gaaskromatograafil mass-spektromeetilise detektoriga (Varian, SATURN 2200 GC/MS). Proovi koguti kiirusega 200-250 ml/min kümne minuti jooksul. Proovi kogus oli 2,0-2,5 liitrit. Kogutud gaasiproovidest määrati summaarne lenduvate orgaaniliste ühendite kontsentratsioon ja aromaatsete süsivesinike (benseen, toluen, ksüleenid ja etüülbenseen ehk BTX) summaarne kontsentratsioon.

Vesiniksulfiidi kontsentratsioone määrati gaasianalüsaatoriga Jerome 631-x. Ammoniaagi kontsentratsioonide mõõtmiseks võeti 10 liitrit gaasiproov Tedlarkotti ja seda analüüsiti gaasianalüsaatoriga Horiba APNA-360, mis on varustatud ammoniaagi konverteriga.

Mõõtmistel tuuletunneliga on võimalik arvutada välja saasteainete hetkelised heitkogused uuritava pinnaühiku kohta. Tuuletunnelist juhitakse söefiltri kaudu läbi välisõhku kiirusega 6

m³/h ning tuuletunneli alune pindala on 0,32 m².

Hetkeliste heitkoguste arvutamisel olid aluseks tuuletunneli mõõtmised. Heitkogus µg/m²×s arvutati järgmise valemi põhjal:

$$Q = \frac{c \times V_m}{S} \quad (1)$$

kus

c on saasteaine kontsentratsioon väljuvates gaasides (µg/m³)

V_m on tuuletunnelist läbi juhitava õhu mahtkiirus (m³/s)

S on tuuletunneli alune pindala (m²)

Hetkeliste heitkoguste arvutamiseks saasteallikatest kasutati aeratsioonibasseini, ühtlustusbasseini ja radiaalsetitite hindamisel otseseid mõõtmisi tuuletunneliga. Linna ja tööstuslike heitvete vastuvõtukambri heitkoguste hindamisel kasutati otseseid mõõtmisi vastuvõtukambri pinna kohalt ja vastuvõtukambri ümbruses välisõhus. Saadud emissioonimõõtmiste tulemusi kasutati lihtsustatud kastimudelil ja esmastes hajumisarvutustes hinnangu andmiseks. Välisõhus mõõdetud vesiniksulfiidi saastetasemeid kasutati lähteandmetena pöördmodelleerimises. Saadud arvutuslikke hetkelisi heitkoguseid kasutati hajumisarvutustes ja saadud tulemusi võrreldi Kalevi seirejaama ja heitveepuhastusjaama territooriumil paikneva seirejaama mõõtetulemustega. Arvutuslike ja mõõdetud kontsentratsioonide võrdlemisel korrigeeriti arvutuslikke heitkoguseid ja parandatud heitkoguseid kasutati uuesti hajumisarvutustes sisendandmetena. Protsessi korrati kuni arvutuslike ja mõõdetud kontsentratsioonide erinevus jäi alla 50%. Saasteainete, mida piirkonnas pidevalt ei seirata, heitkoguste kontrollimisel lähtuti vesiniksulfiidi tasemetest eeldusel, et ülejäänud gaasilised saasteained hajuvad välisõhus analoogselt vesiniksulfiidiga.

3.3.2.4 Ettevõtte saasteallikad ja saasteainete heitkogused

Heitvee puhastuse käigus välisõhku eralduvate saasteainete heitkoguste määramiseks viidi 14-15 detsember läbi mõõtekampaania Kohtla-Järve heitveepuhastusjaama territooriumil ja ajutiste mudaväljakute ümbruses. Mõõtmiste käigus hinnati heitveepuhastusjaama territooriumil seitsme saasteallika hetkelisi heitkoguseid. Sõltuvalt saasteallikast kasutati erinevaid mõõtemetodeid. Heitveepuhastusjaama saasteallikad ja mõõtepunktid on toodud alloleval joonisel (Joonis 35).



Joonis 35 Mõõtepunktide asukohad heitveepuhastusjaamas

3.3.2.5 Tööstuslike heitvete vastuvõtukamber (V-1)

Tööstuslike heitvete vastuvõtukambrisse pumbatakse reovett piirkonna tööstusettevõtetest (Püssi vabrikud, VKG Oil, Velsicol, Nitrofert) ja lisaks poolkoksimägede nõrgvett.

Vastuvõtukamber on raudbetoonist risttahukas järgmiste mõõtudega: sügavus 4 m, laius 2,9 m ja pikkus 8 m. Vastuvõtukamber on pealt osaliselt kaetud roostetanud plekktahlitega (Joonis 36). Vastuvõtukambris oleva heitvee välisõhuga kokkupuutuv pind on 23,2 m².



Joonis 36 Tööstuslike heitvete vastuvõtukamber

Vastuvõtukambri õhuheidete mõõtmiseks kasutati õhuproovide võtmist vastuvõtukambri kohalt ja sellest allatuult. Kuna heitveed saavad vastuvõtukambrisse pidevalt, siis vaadeldi arvutustes vastuvõtukambrit homogeense pideva ruumallikana. Saadud mõõtetulemused on toodud lisades. Vastuvõtukambri kohal mõõdeti keskmiseks vesiniksulfiidi kontsentratsiooniks 98 µg/m³. Hetkeliste heitkoguste määramisel kasutati välisõhu seire andmeid. Heitveepuhastusjaama territooriumi paiknes alates 26.08.2006 kuni 21.01.2007 automaatne seirejaam, kus mõõdeti pidevalt vesiniksulfiidi ja vääveldioksiidi kontsentratsiooni ning meteoroloogilisi parameetreid. Pöördmodelleerimine ja saadud heitkoguste kontrollimine hajumisarvutustega andsid hetkeliseks heitkoguseks 0,000568 g/s.

Saasteallika V-1 parameetrid

Saasteallika tüüp hajusallikas

Saasteallika pindala 23,2 m²

Hetkelised heitkogused

H₂S 0,000568 g/s

Fenool 0,000139 g/s

NH₃ 0,000168 g/s

LOÜ 0,082777 g/s

3.3.2.6 Ühtlustusbasseinid (V-2)

Enne reoveepuhasti rekonstrueerimist segunesid ühtlustusbasseinis tööstuslikud ja kommunaalheitveed. Käesoleval ajal läbivad ühtlustusbasseini vaid tööstuslikud heitveed. Lisaks on ühtlustusbasseini mahtu vähendatud poole võrra. Mõõtmiste ajal oli ühtlustusbassein mõõtmega sügavus 4,85 m, pikkus 60 m ja laius 36 m. Ühtlustusbasseinis oleva heitvee välisõhuga kokkupuutuv pind on 2160 m².



Joonis 37 Ühtlustusbasseinid

Ühtlustusbasseini õhuheidete mõõtmiseks kasutati õhuproovide võtmist ühtlustusbasseini pinnalt tuuletunneli abil. Kuna heitveed saavad ühtlustusbasseini pidevalt, siis vaadeldi arvutustes ühtlustusbasseini homogeenne pideva pindallikana.

Tabel 7 Mõõtmised tuuletunneliga mõõtepunktides nr 5, 6, 7

Saasteaine	Kontsentratsioon $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Eriheide $\mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{s}$
Vesiniksulfiid	2551	13,286
Fenool	193	1,005
Ammoniaak	37,8	0,197
Lenduvad orgaanilised ühendid	2288	11,917

Saasteallika V-2 parameetrid

Saasteallika tüüp hajusallikas

Saasteallika pindala 2160 m²

Hetkelised heitkogused

H₂S 0,035944 g/s

Fenool 0,002171 g/s

NH₃ 0,000425 g/s

LOÜ 0,025133 g/s

3.3.2.7 Aeratsioonibasseinid (V-3)

Enne aeratsioonibasseini sisenemist segunevad linna reoveed ja tööstuslikud heitveed. Aeratsioonibasseinis toimub segunenud heitvee bioloogiline lagundamine. Aeratsioonibassein koosneb kahest astmes. Veepuhastusjaama rekonstrueerimise käigus on lammutatud pool aeratsioonibasseinist. Praegusel hetkel on aeratsioonibassein raudbetoonist risttahuka kujuline mahuti mõõtmetega: sügavus 2,8 m, pikkus 165 m (esimene aste 33 + 12 m ja teine aste 99 + 21 m) ja laius 48 m (Joonis 38). Aeratsioonibasseinis oleva heitvee välisõhuga kokkupuutuv pind on 7920 m².



Joonis 38 Aeratsioonibasseinid

Aeratsioonibasseinis toimub heitvee intensiivne aeratsioon, mistõttu vee mullitamise ja liikumise tõttu puudub võimalus teostada otseseid mõõtmisi tuuletunneliga reovee pinna kohalt. Seetõttu hinnati aeratsioonibasseini emissioone välisõhu mõõtmiste põhjal. Tuuletunneli abil mõõdeti aeratsioonibasseini siseneva linna ja tööstuslike heitvete segu õhuheitmeid. Saadud tulemusi ekstrapoleeriti tervele aeratsioonibasseinile ja kontrolliti välisõhu mõõtmistega.

Tuuletunneliga tehtud mõõtmised mõõtepunktis nr 8 andsid järgmised tulemused.

Tabel 8 Mõõtmised tuuletunneliga mõõtepunktis nr 8

Saasteaine	Kontsentratsioon $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Eriheide $\mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{s}$
Vesiniksulfiid	2551	13,286
Fenool	60	0,313
Ammoniaak	20	0,104
Lenduvad orgaanilised ühendid	2288	11,917

Saasteallika V-3 parameetrid

Saasteallika tüüp hajusallikas

Saasteallika pindala 7920 m²

Hetkelised heitkogused

H₂S 0,105229 g/s

Fenool 0,002475 g/s

NH₃ 0,000825 g/s

LOÜ 0,094380 g/s

3.3.2.8 Linna reovee vastuvõtukamber (V-4)

Linna reovee vastuvõtukambri kaudu saabub heitveepuhastisse Kohtla-Järve linna ja Jõhvi linna reovesi. Reovett pumbatakse vastuvõtukambrisse perioodiliselt. Õhuheidet pärinevad põhiosas vastuvõtukambri pinnalt. Intensiivne õhuheidete eraldumine toimub vastuvõtukambri täitmisel reoveega.

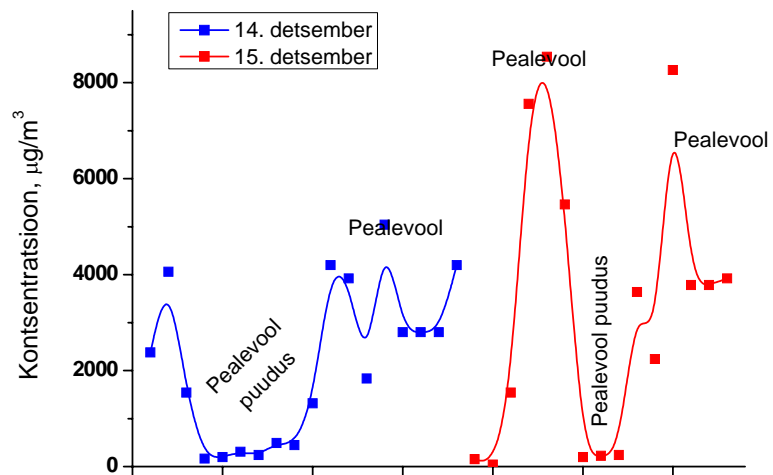
Vastuvõtukamber on raudbetoonist risttahukas järgmiste mõõtmetega: kõrgus 3,0 m, pikkus 4,0 m ja laius 2,9 m. Vastuvõtukambris oleva heitvee välisõhuga kokkupuutuv pind on 11,6 m².

Vastuvõtukambri õhuheidete mõõtmiseks kasutati õhuproovide võtmist vastuvõtukambri pinna kohalt. Arvutustes vaadeldi vastuvõtukambrit homogeense perioodilise ruumallikana.



Joonis 39 H₂S mõõtmine linna reovee vastuvõtukambri pinna kohalt

Sõltuvalt aastaajast ja sademetest täitub linna reovee vastuvõtukamber erineva perioodiga. Mõõtmiste ajal esines pealevoolu ligikaudu 50% ajast. Kuival perioodil pumbatakse reovett vastuvõtukambrisse ligikaudu 40-50% ajast, kuid vihmaste ilmadega võib pumpamist esineda kuni 90-100% ajast. Arvutuste aluseks võeti aasta lõikes keskmisena 70% ajast pealevoolu.



Joonis 40 H₂S kontsentratsioon vastuvõtukambri kohal

Mõõtmistulemuste põhjal on näha, et saasteainete emissioon sõltus otseselt vastuvõtukambri režiimist – pealepumpamise ajal tõusis vastuvõtukambri kohal vesiniksulfiidi tase võrreldes ilma pealevooluta režiimiga mitmekümnekordseks (Joonis 40).

Keskmine vesiniksulfiidi kontsentratsioon vastuvõtukambri täitmise ajal oli $3472 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja täitmise vahepealsel ajal $386 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mõõtmiste ajal toimus vastuvõtukambri täitumine ligikaudu 4 minuti jooksul. Selle aja jooksul tõusis veetase ligikaudu 2 m võrra ehk vastuvõtukambrisse pumbati 24 m^3 reovett. Vastuvõtukambrist tõrjuti sissevoolu ajal välja 24 m^3 õhku, mis sisaldas keskmiselt vesiniksulfiidi $3472 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sissevoolu puudumisel oli keskmine kontsentratsioon $386 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja puudus vastuvõtukambris oleva õhu aktiivne väljatõrjumine. Emissioon sõltus pealevoolu puudumisel tuule tugevusest ja vastuvõtukambris tekkivast turbulentsist. Pealevoolu puudumisel mõõdeti vastuvõtukambrist allatuult 10 m kaugusel vesiniksulfiidi kontsentratsiooniks välisõhus vaid $6,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Seega võeti hajumisarvutuste aluseks hetkeline heitkogus $0,7 \times 3472 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times 24 \text{ m}^3 / 240 \text{ s} = 0,000243 \text{ g/s}$ ja lisati sellele lihtsustatud kastimudeli arvutuste ja pöördmodelleerimise teel saadud tulemused.

Saasteallika V-4 parameetrid

Saasteallika tüüp hajusallikas

Saasteallika pindala 2160 m^2

Hetkelised heitkogused

H_2S $0,002483 \text{ g/s}$

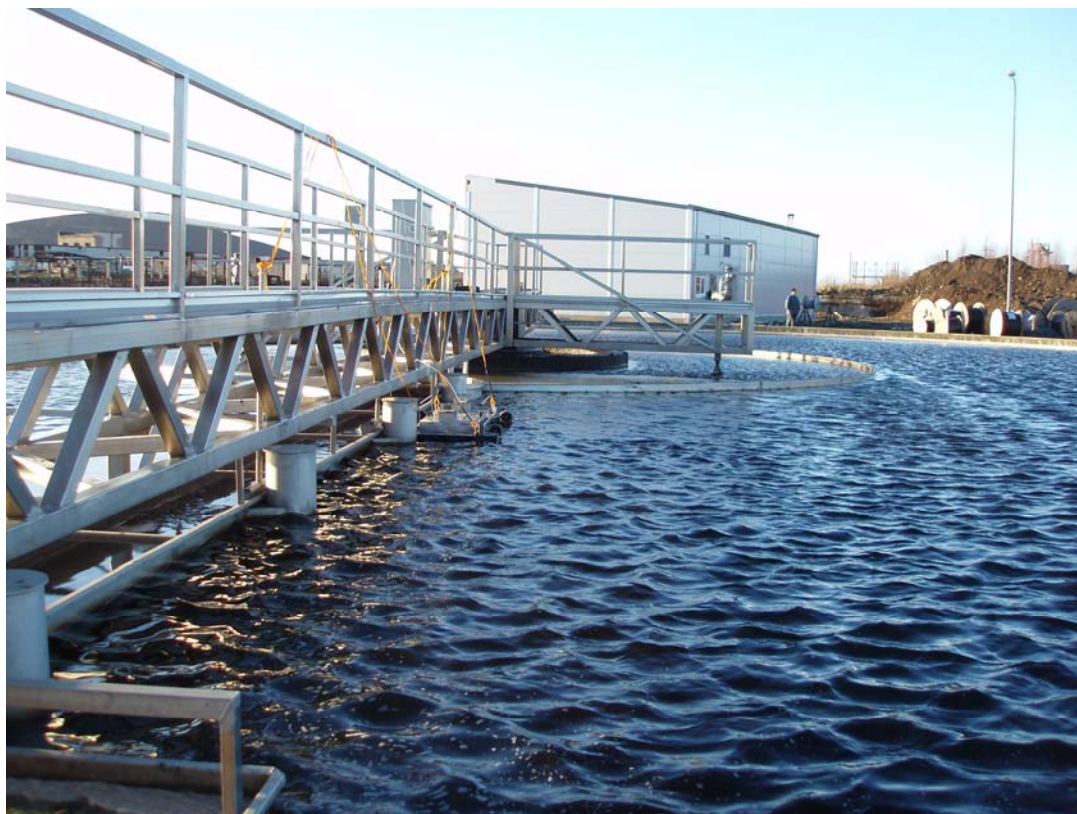
Fenool $0,000920 \text{ g/s}$

NH_3 $0,000051 \text{ g/s}$

LOÜ $0,002058 \text{ g/s}$

3.3.2.9 Järelsetitid (V-5, V-6, V-7)

Järelsetiti on 40 m diameetriga ja 4 m sügavune ümmarguse põhiplaani mahuti. Mahuti on projekteeritud kaheosalisena. Keskmise osa (~14 m) on varustatud aeglase segistitega reovee flokulatsiooniks ja välimine ring on seetamiseks. Järelsetitist kogutakse liigmuda. Järelsetiti välisõhuga kokkupuutuv pind on 1256 m². Selliseid järelsetiteid on heitveepuhastusjaamad 3 tk.



Joonis 41 Radiaalsetiti (V-5)

Järelsetiti pinnalt välisõhku eralduvate saasteainete heitkoguseid mõõdeti otse setiti pinnalt ujukitega tuuletunneli abil.

Saasteallika V-5, V-6 ja V-7 parameetrid

Saasteallika tüüp hajusallikas

Saasteallika pindala m²

Hetkelised heitkogused

H₂S 0,000042 g/s

Fenool 0,000013 g/s

NH ₃	0,000073 g/s
LOÜ	0,005430 g/s

3.3.2.10 Mudaväljakud (V-8)

Veepuhastusjaama rekonstrueerimise käigus on demonteeritud pool ühtlustusbasseinidest ja aeratsioonibasseinidest. Selle põhjas olev muda on ladustatud ajutiselt poolkoksimägede taha jäävale tühermaale ja kaetud osaliselt pinnasega (Joonis 42). Kokku on kahele väljakule ladustatud ligikaudu 7000 m³ muda. Väljaku mõõtmed on laius 43 m ja pikkus 76 m. Seega on välisõhuga kokkupuutuv ja osaliselt pinnasega kaetud pinnaosa ligikaudu 3268 m². Kokku on rajatud kaks mudaväljakut.



Joonis 42 Osaliselt kaetud ajutine mudaväljak (V-8)

Saasteallika V-8 heitkogused arvatati saasteallikast allatuult teostatud välisõhu mõõtmiste põhjal kasutades lihtsustatud kastimudelit ja hajumise pöördmodelleerimist. Kuna tegemist on mittehommogeense ja ebaühtlase saasteallikaga, mille heited sõltuvad meteoroloogilistest tingimustest (tuule kiirus, õhutemperatuur ja päikesekiirus), siis täpsemate andmete

saamiseks läheb vaja pikemaajalisi mõõtmisi. Arvutustes saadud heitkogused põhinevad 15. detsembri mõõtmistulemustel.

Saasteallika V-8 parameetrid

Saasteallika tüüp pindallikas

Saasteallika pindala 6536 m²

Hetkelised heitkogused

H₂S 0,000563 g/s

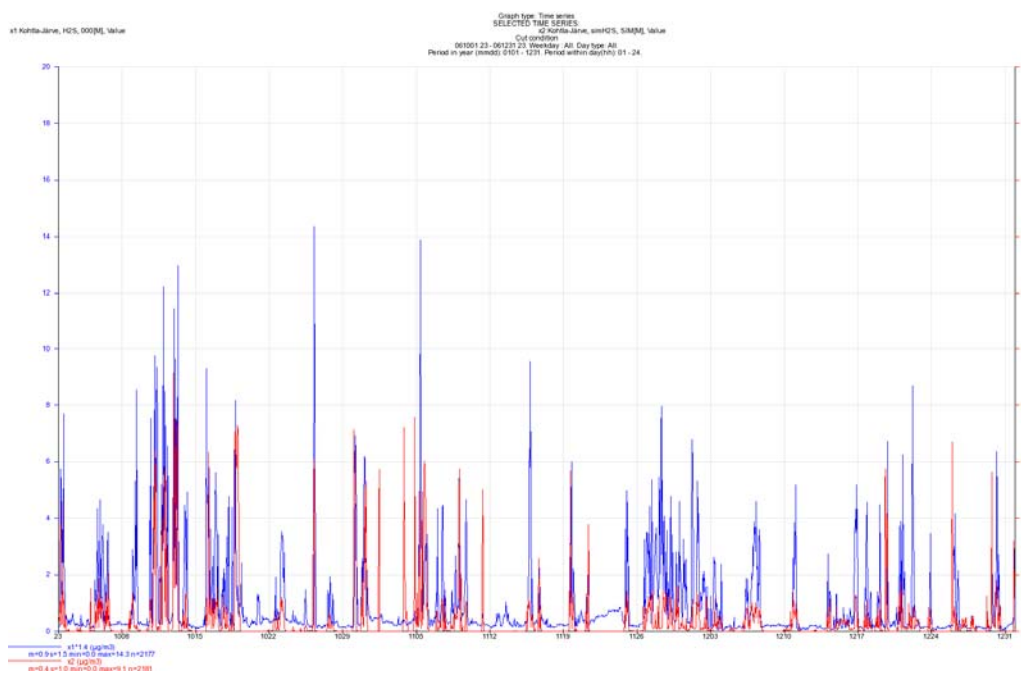
NH₃ 0,001460 g/s

LOÜ 0,020640 g/s

3.3.2.11 Maapinnalähedaste kontsentratsioonide leidmine

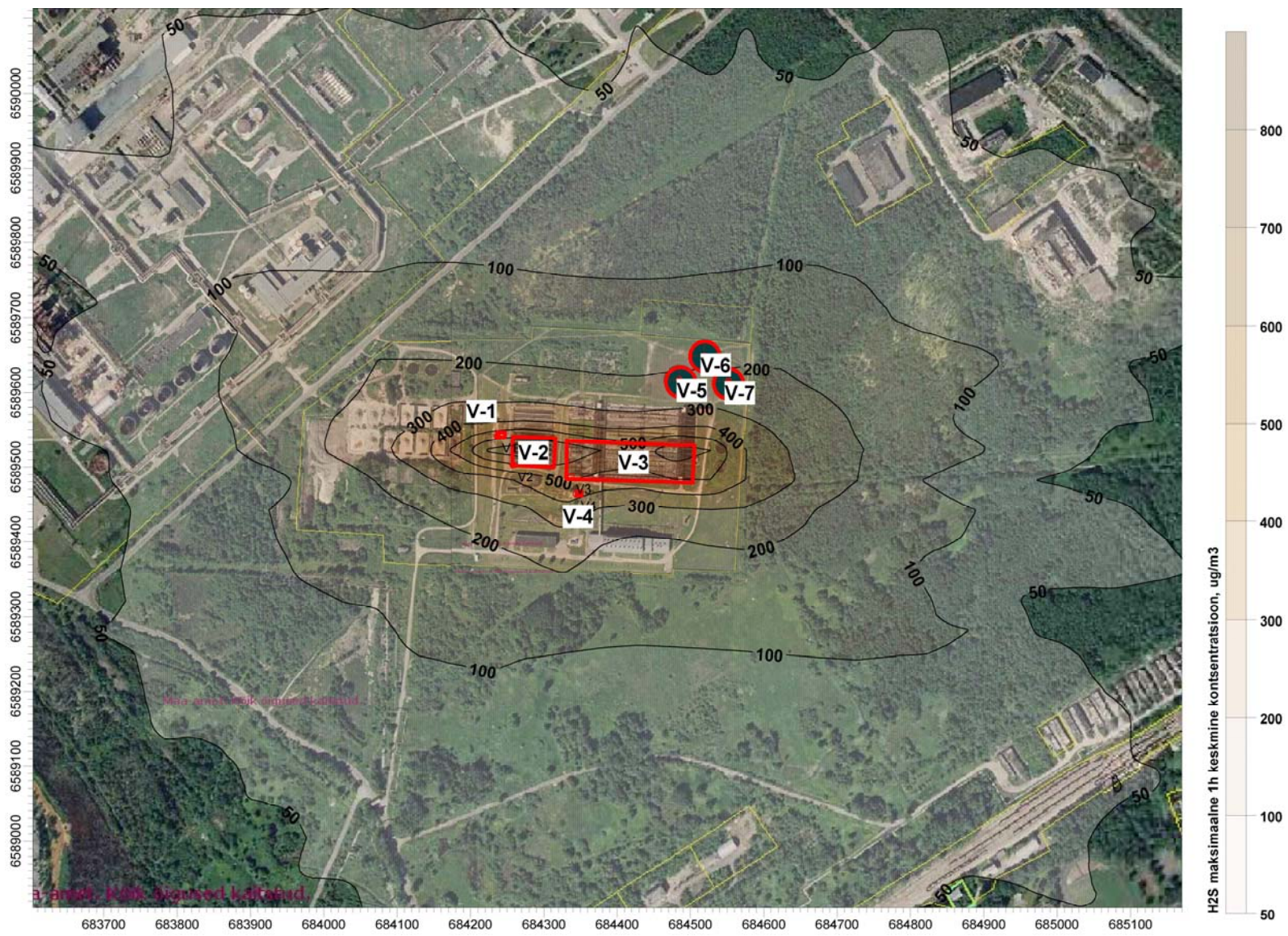
Hajumisarvutusteks kasutati Gaussi hajumismudelil põhinevat US-EPA mudelit ISC3. Ebasoodsaid ilmastikutingimusi hinnati allikate kaupa US-EPA mudeliga SCREEN3. Ümberkaudsete hoonete mõju hajumisele hinnati US-EPA programmiga BPIP. Arvutuslikke kontsentratsioone võrreldi seiretulemustega AirViro Euleri võrgustikumudeli abil. Piirkonna muude saasteallikate emissiooniandmetena kasutati kehtivates saastelubades toodud maksimaalseid hetkelisi heitkoguseid.

Saadud heitkoguste põhjal tehti hajumisarvutused ja kõikide saasteallikate koosmõjul tekkivat vesiniksulfiidi saastetaset võrreldi Kalevi tänava seirejaama mõõtetulemustega (Joonis 43).



Joonis 43 Mõõdetud ja arvutuslik H₂S saastetase Kalevi jaamas
(sinine – mõõdetud, punane – arvutuslik)

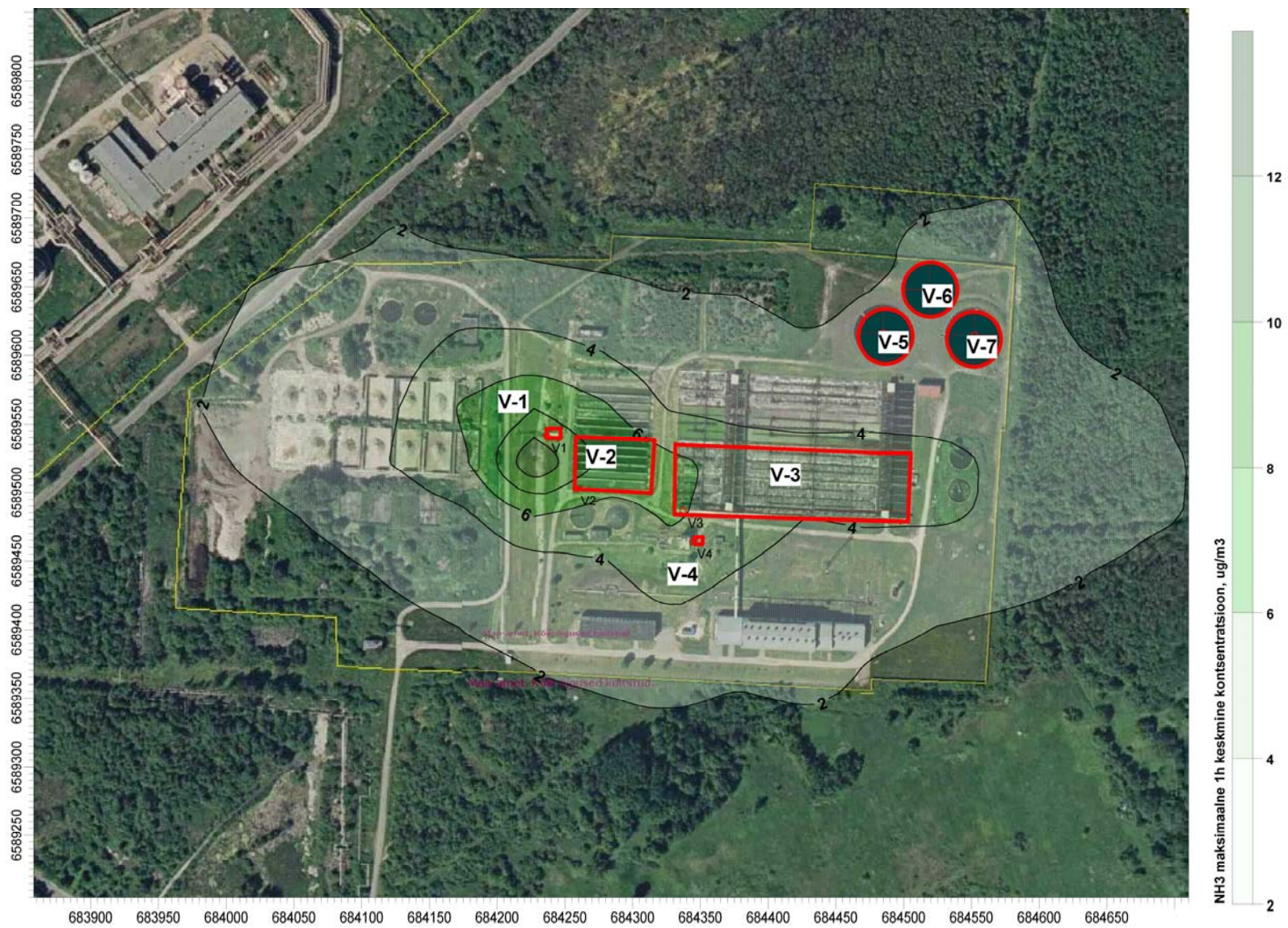
Vesiniksulfiidi arvutuslike kontsentratsioonide sagedusjaotus langeb heitveepuhastusjaama hetkelisi heitkoguseid kasutades küllaltki hästi kokku reaalsete mõõtmistulemustega (Joonis 44).



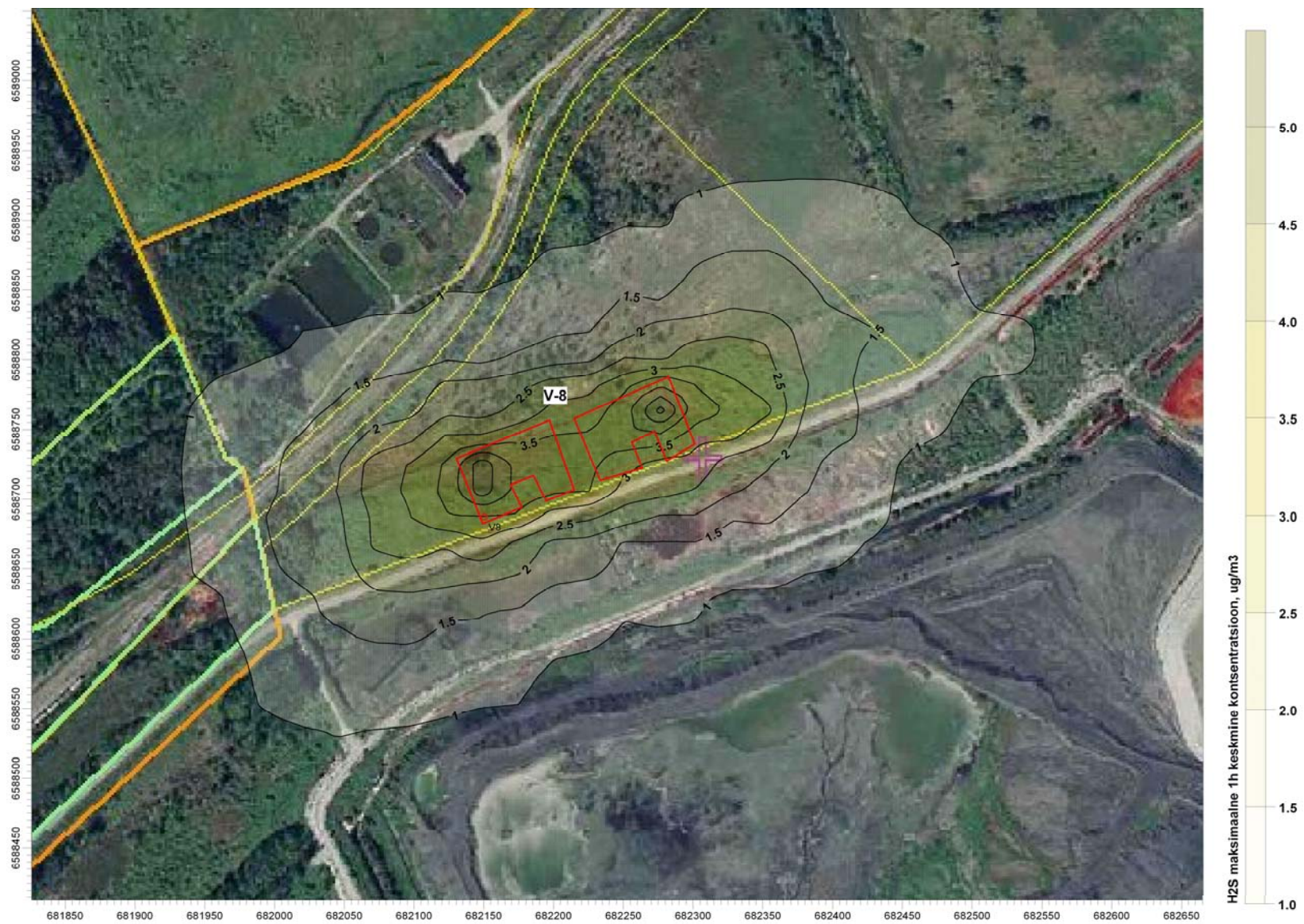
Joonis 45 H₂S maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon



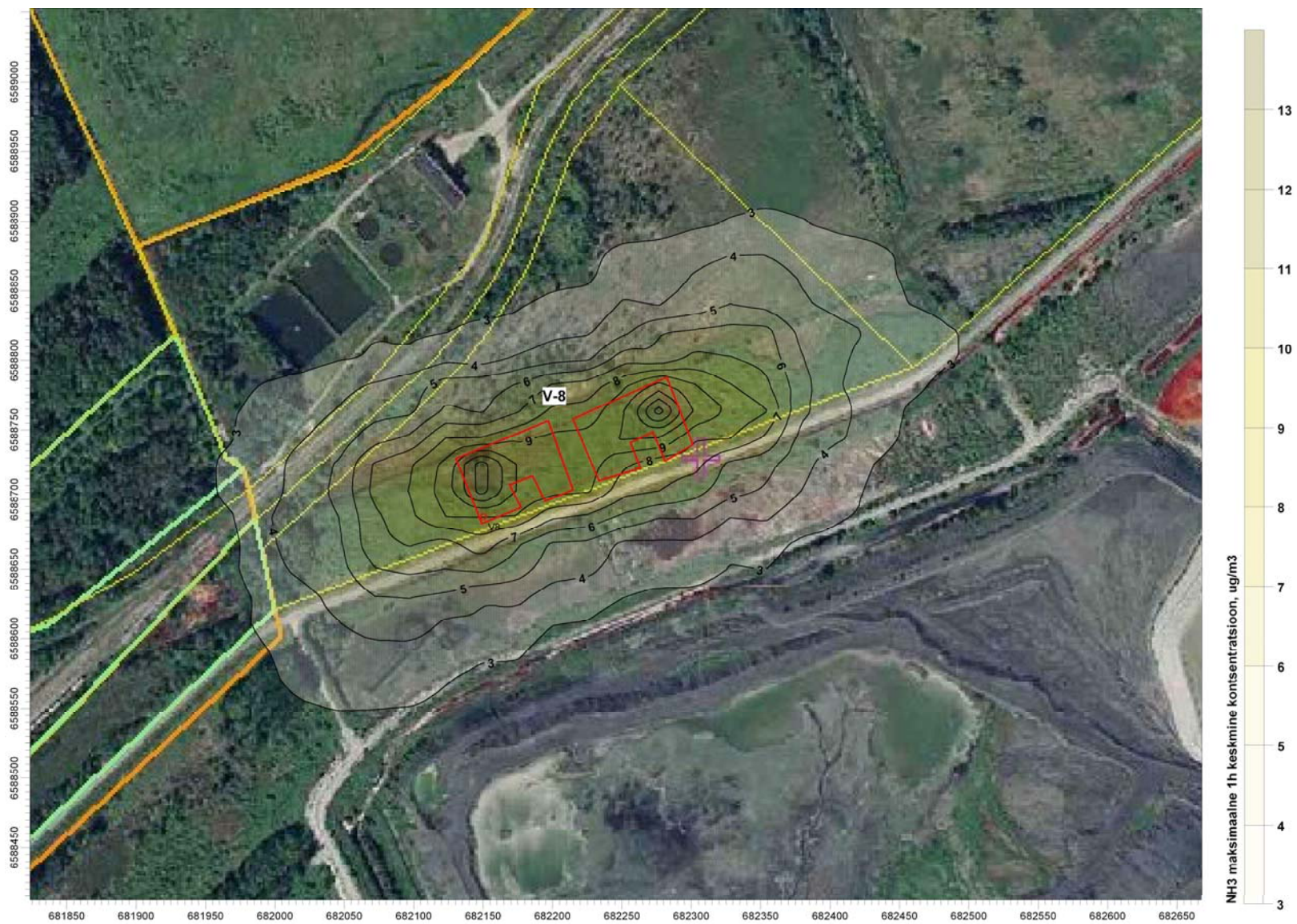
Joonis 46 Fenooli maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon



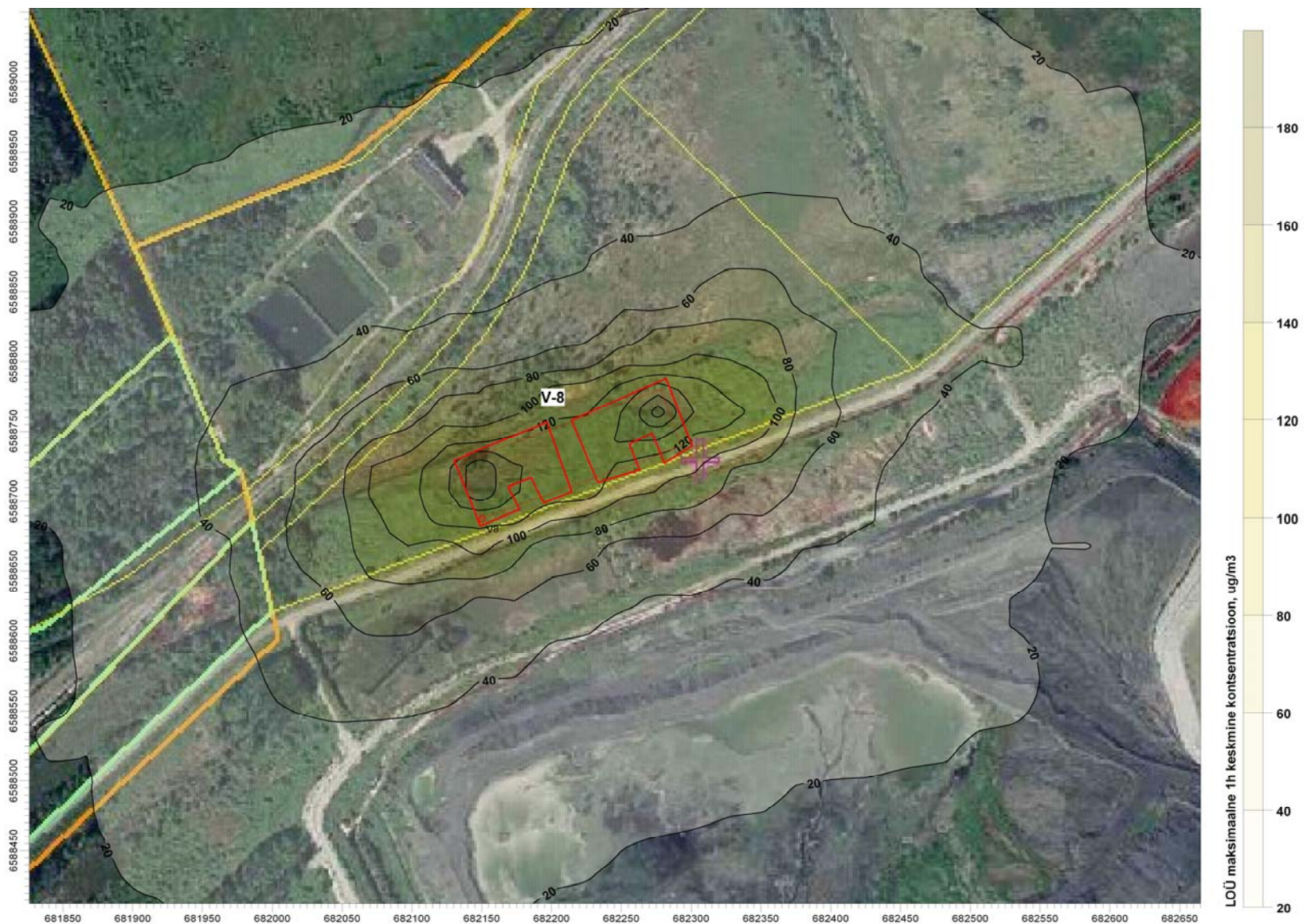
Joonis 47 Ammoniaagi maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon



Joonis 49 Saasteallika V-8 põhjustatud H₂S maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon



Joonis 50 Saasteallika V-8 põhjustatud NH₃ maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon



Joonis 51 Saasteallika V-8 põhjustatud LOÜ maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon

Reaalsete emissioonimõõtmiste tulemuste põhjal tehtud hajuvusarvutustest järeldeb, et OÜ Järve Biopuhastus tootmishoone saasteallikate koosmõjul maapinnalähedases õhukihis ületatakse vesiniksulfiidi saastetaset väljapool tootmisterritooriumi piire. Fenooli, ammoniaagi ja lenduvate orgaaniliste ühendite saastetasemed jäävad tootmisterritooriumist väljapool kehtestatud normide piiresse.

3.3.3 Veeproovide analüüs

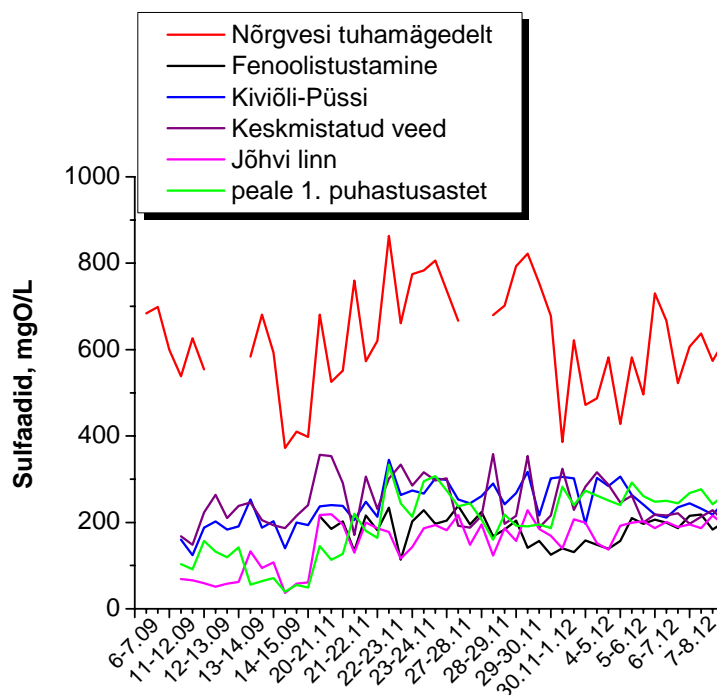
Lisaks välisõhu saastetasemete mõõtmistele hõlmas Ida-Viru välisõhu kvaliteedi uuringute II etapp ka Kohtla-Järve heitveepuhasti sissevooludest võetud veeproovide analüüse. Heitveepuhastisse jooksevad kokku nii tööstuslikud kui kommunaalheitveed. Heitveepuhastuse käigus eraldub erinevatest tehnoloogilistest etappidest välisõhku mitmesuguseid saasteaineid: ammoniaak, fenoolid, vesiniksulfiid ja lenduvad orgaanilised ühendid. Välisõhku eralduvate saasteainete kogused sõltuvad heitveepuhastisse juhitavate reovete koostisest, puhastusprotsessi efektiivsusest ja puhasti tüübist. Mõõtmiste eesmärgiks oli selgitada, kas ja kui palju mõjutavad saastetasemeid välisõhus väävliühendite sisaldus heitvetes. Veeproovidest määrati sulfaadi ja sulfiidiooni sisaldus. Proove võeti ööpäeva jooksul kolmes etapis ajavahemikus 8.00-16.00; 16.00-24.00 ja 24.00-8.00 septembrist detsembrini 2006 kuuest erinevast sisselaskekollektorist:

- Nõrgvesi tuhamägedelt
- Heitvesi, millele on lisatud fenooli
- Kiviõli-Püssi heitveed
- Keskmistatud heitveed
- Jõhvi linna heitveed
- Heitveed peale 1. puhastusastet

Järgnevatel graafikutel on erinevatest heitvee kollektoritest kogutud veeproovide keskmine sulfaadi ja sulfiidioonide sisaldus.

Sulfaadi kontsentratsioon vees oli kõrgeim tuhamägedelt tuleva nõrgvee kollektorist võetud veeproovis, ületades kahekordselt teistest kollektoritest võetud veeproovides mõõdetud sulfaadi sisaldust, mis jäävad ühte suurusjärku. Ka vääveldioksiidi saastetasemed välisõhus on erinevate mõõtekampaaniate käigus mõõdetud tulemuste põhjal kõrgeimad VKG

territooriumil. Samas järgib sulfaadi kontsentratsioon kõigist kollektoritest võetud veeproovides samu tõusu ja langustrende (Joonis 52). Sulfaadi kontsentratsioonid oli kõrgemad veeproovides, mis võeti ajavahemikus 8.00-16.00, erandiks oli Jõhvi linna heitvee kollektorist võetud proovid, kus keskmine sulfaadi sisaldus oli kõrgeim ajavahemikus 24.00-8.00 võetud veeproovides (Tabel 9).

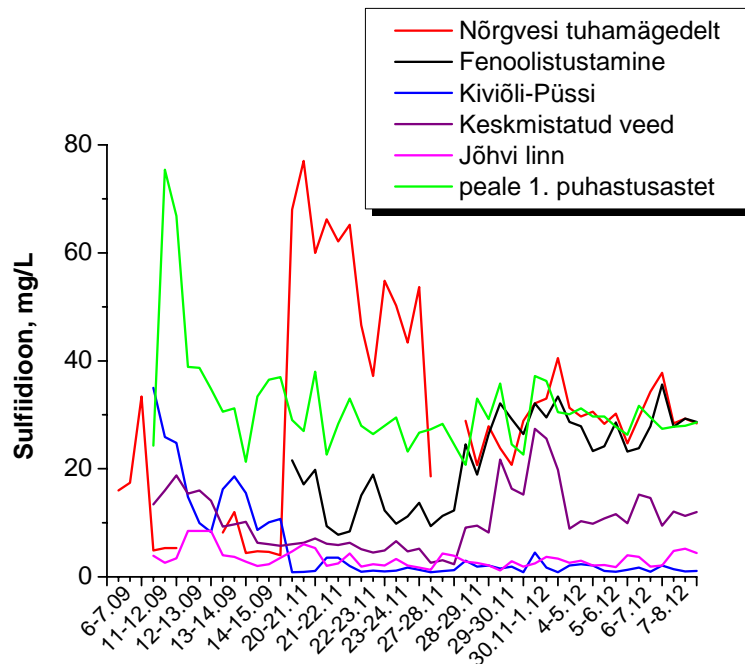


Joonis 52 Sulfaadi kontsentratsioon

Tabel 9 Sulfaadi keskmine kontsentratsioon, mgS/L

Kollektor	8.00-16.00	16.00-24.00	24.00-8.00
Nõrgvesi tuhamägedelt	637,06	615,53	610,33
Fenoolistustamine	189,33	173,67	190
Kiviõli-Püssi	248,94	233,13	240,13
Keskmistatud veed	265,25	237,88	237,25
Jõhvi linn	153	154,75	155,19
Peale 1. Puhastusastet	204,81	191,75	192,19

Maksimaalsed sulfidioonide sisaldused mõõdeti heitvees, mis oli läbinud 1. puhastusastme ning tuhamägedelt pärit nõrgvees. Sarnaselt sulfaadi sisaldusele, järgivad ka sulfidioonide kontsentratsioonid samu tõusu- ja langustrende (Joonis 53). Sulfidioonide keskmise sisalduse kellaajaline varieeruvus veeproovides oli suhteliselt väike (Tabel 10).

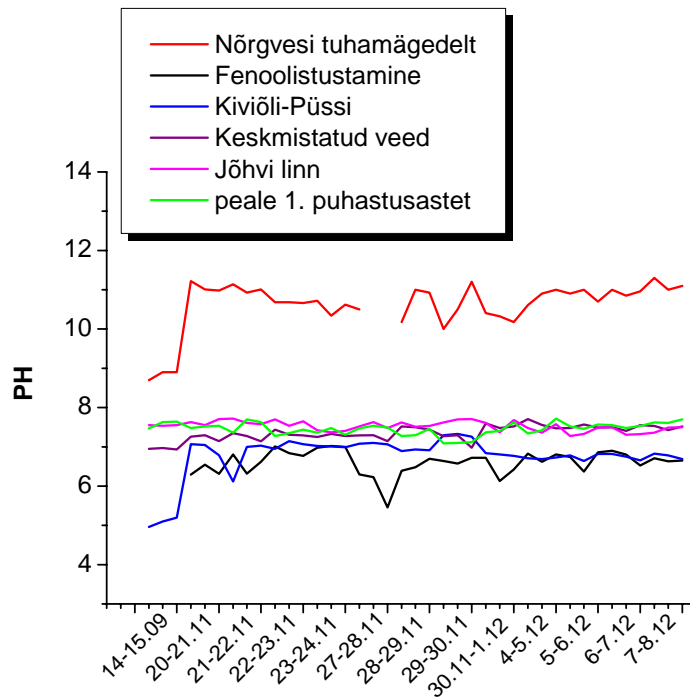


Joonis 53 Sulfiidioonide kontsentratsioon

Tabel 10 Sulfiidiooni keskmine kontsentratsioon, mg/L

Kollektor	8.00-16.00	16.00-24.00	24.00-8.00
Nõrgvesi tuhamägedelt	30,36	30,46	33,31
Fenoolistustamine	21,54	21,47	21,96
Kiviõli-Püssi	6,09	5,23	4,77
Keskmistatud veed	11	10,71	9,94
Jõhvi linn	3,21	3,46	3,47
Peale 1. Puhastusastet	29,79	32,83	31,53

Sissevoolude pH väärtused olid suhteliselt sarnased. Olulise erandi moodustasid tuhamägede nõrgveed, mille pH oli keskmiselt 10,5 ehk väga leeliseline. Kõikide muudes sissevoolude pH tasemed olid vahemikus 6,6 – 7,6. Leeliselise pH korral esineb vesiniksulfiid vesilahuses dissotsieerunud kujul ja ei ole võimeline eralduma gaasifaasi (Joonis 55). Kui sellises leeliselises heitvees sisaldub piisavalt sulfidset väävlit ja sellise heitvee pH muutub piisavalt kiiresti happelisemaks või neutraalseks (pH 7), siis toimub dissotsieerunud vesiniksulfiidi üleminek molekulaarseks vesiniksulfiidiks, mis on võimeline eralduma gaasifaasi. Selline olukord esineb tööstuslike heitvete vastuvõtukambris ja ühtlustusbasseinides, kus tuhamägede leeliseline ja sulfide sisaldav heitvesi seguneb muude tööstuste happelisemate heitvetega.



Joonis 54 sissevoolude pH väärtus

Tabel 11 pH keskmine väärtus

Kollektor	8.00-16.00	16.00-24.00	24.00-8.00
Nõrgvesi tuhamägedelt	10,6	10,6	10,7
Fenoolistustamine	6,7	6,6	6,6
Kiviõli-Püssi	6,7	6,8	6,8
Keskmistatud veed	7,4	7,4	7,3
Jõhvi linn	7,5	7,5	7,6
Peale 1. Puhastusastet	7,4	7,5	7,5

Andmehulkade analüüsimisel on tihti vajalik täpsustada kahe või enama muutuja vahelisi seoseid. Kui on vaja kvalitatiivseid hinnanguid kahe või enama muutuja vahelise sõltuvuse või nende tugevuse kohta, on sobivaks vahendiks korrelatsioonianalüüs. Järgnevad tabelid iseloomustab saasteainete vahelisi suhteid, selleks on koostatud Pearsoni korrelatsioon. Pearsoni korrelatsioon on üks tavalisemaid meetodeid, mis kajastab kahe muutuja vahelist lineaarset seost. Graafikul kujutatakse suhet lineaarse tõusu või langusena, mõõtevahemik on -1 - +1. +1 tähendab ideaalset positiivset suhet kahe muutuja vahel, st et kõrged X-telje väärtused on seotud kõrgete Y-telje väärtustega. Kui korrelatsiooniks saadakse -1, siis on tegu perfektse negatiivse lineaarse suhtega kahe muutuja vahel, st kõrged X-telje väärtused on seotud madalate Y-telje väärtustega. 0 korral kahe muutuja vahel lineaarne seos puudub.

Antud juhul huvitab meid seos välisõhus mõõdetud vesiniksulfiidi ja vääveldioksiidi kontsentratsioonide ning heitveepuhastusjaama sissevooludest analüüsitud väävliühendite vahel. Korrelatsioonide aluseks on erinevatest kollektoritest kogutud heitveest mõõdetud pH, sulfaatide ja sulfidioonide kontsentratsioonid ning samal ajavahemikul mõõdetud vääveldioksiidi ja vesiniksulfiidi sisaldused välisõhus.

Sulfaatide korrelatsioon näitab kindlat positiivset suhet vaid keskmistatud heitvee kollektorist kogutud proovist mõõdetud sulfaatide ja välisõhust mõõdetud vesiniksulfiidi vahel, mis tähendab, et kui nimetatud kollektorist tulevas heitvees suureneb sulfaatide hulk, suurenevad paralleelselt ka välisõhust mõõdetavad vesiniksulfiidi kontsentratsioonid. (Tabel 12).

Tabel 12 Pearsoni korrelatsioonikoefitsiendid, sulfaadid

		Correlations							
		H2S	SO2	TUHAMÄED	FENOOL	PÜSSI	KESKM	JÕHVI	PUHASTUS
H2S	Pearson Correlation	1	,108	,071	,202	,070	,498**	,262	-,102
	Sig. (2-tailed)		,459	,646	,238	,646	,000	,078	,500
	N	49	49	44	36	46	46	46	46
SO2	Pearson Correlation	,108	1	-,031	,103	,172	,196	,290	,261
	Sig. (2-tailed)	,459		,840	,549	,254	,192	,051	,080
	N	49	49	44	36	46	46	46	46
TUHAMÄED	Pearson Correlation	,071	-,031	1	,243	,351*	,118	,348*	,349*
	Sig. (2-tailed)	,646	,840		,165	,021	,450	,022	,022
	N	44	44	46	34	43	43	43	43
FENOOL	Pearson Correlation	,202	,103	,243	1	-,169	-,134	,426**	,133
	Sig. (2-tailed)	,238	,549	,165		,325	,437	,010	,439
	N	36	36	34	36	36	36	36	36
PÜSSI	Pearson Correlation	,070	,172	,351*	-,169	1	,588**	,576**	,627**
	Sig. (2-tailed)	,646	,254	,021	,325		,000	,000	,000
	N	46	46	43	36	48	48	48	48
KESKM	Pearson Correlation	,498**	,196	,118	-,134	,588**	1	,289*	,223
	Sig. (2-tailed)	,000	,192	,450	,437	,000		,046	,129
	N	46	46	43	36	48	48	48	48
JÕHVI	Pearson Correlation	,262	,290	,348*	,426**	,576**	,289*	1	,645**
	Sig. (2-tailed)	,078	,051	,022	,010	,000	,046		,000
	N	46	46	43	36	48	48	48	48
PUHASTUS	Pearson Correlation	-,102	,261	,349*	,133	,627**	,223	,645**	1
	Sig. (2-tailed)	,500	,080	,022	,439	,000	,129	,000	
	N	46	46	43	36	48	48	48	48

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

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

Tuhamägedelt veepuhastusjaama jõudva heitvee sulfidioonide sisaldus on tugevalt positiivses seoses välisõhust mõõdetud vesiniksulfiidi sisaldustega, seevastu neljast kollektorist kogutud heitveeproovi osas korrelatsioon vesiniksulfiidiga oli negatiivne (Tabel 13). Seega võib olemasolevate andmete valguses eeldada, et üheks välisõhku jõudva vesiniksulfiidi allikaks on just tuhamägede nõrgvesi. Selleks, et nõrgvees sisalduv dissotsieerunud vesiniksulfiid jõuaks molekulaarse vesiniksulfiidina välisõhku on vaja näiteks järsku pH muutust jms.

Tabel 13 Pearsoni korrelatsioonikoefitsiendid, sulfiidioonid

Correlations

		H2S	SO2	TUHAMÄED	FENOOL	PÜSSI	KESKM	JÕHVI	PUHASTUS
H2S	Pearson Correlation	1	,108	,550**	-,377*	-,054	-,314*	,071	-,132
	Sig. (2-tailed)	,	,459	,000	,024	,724	,033	,638	,382
	N	49	49	44	36	46	46	46	46
SO2	Pearson Correlation	,108	1	,183	,018	-,232	-,049	-,133	-,083
	Sig. (2-tailed)	,459	,	,236	,915	,121	,745	,377	,584
	N	49	49	44	36	46	46	46	46
TUHAMÄED	Pearson Correlation	,550**	,183	1	-,578**	-,602**	-,291	,196	-,320*
	Sig. (2-tailed)	,000	,236	,	,000	,000	,058	,208	,036
	N	44	44	46	34	43	43	43	43
FENOOL	Pearson Correlation	-,377*	,018	-,578**	1	,022	,746**	-,003	,266
	Sig. (2-tailed)	,024	,915	,000	,	,899	,000	,986	,117
	N	36	36	34	36	36	36	36	36
PÜSSI	Pearson Correlation	-,054	-,232	-,602**	,022	1	,216	,197	,519**
	Sig. (2-tailed)	,724	,121	,000	,899	,	,140	,181	,000
	N	46	46	43	36	48	48	48	48
KESKM	Pearson Correlation	-,314*	-,049	-,291	,746**	,216	1	,140	,387**
	Sig. (2-tailed)	,033	,745	,058	,000	,140	,	,342	,007
	N	46	46	43	36	48	48	48	48
JÕHVI	Pearson Correlation	,071	-,133	,196	-,003	,197	,140	1	,147
	Sig. (2-tailed)	,638	,377	,208	,986	,181	,342	,	,318
	N	46	46	43	36	48	48	48	48
PUHASTUS	Pearson Correlation	-,132	-,083	-,320*	,266	,519**	,387**	,147	1
	Sig. (2-tailed)	,382	,584	,036	,117	,000	,007	,318	,
	N	46	46	43	36	48	48	48	48

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

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

Tabel 14 Pearsoni korrelatsioonikoefitsiendid, pH

Correlations

		H2S	SO2	TUHAMÄED	FENOOLIS	KIVIÕLI	KESKMIS	JÕHVI	PUHASTUS
H2S	Pearson Correlation	1	,108	,189	,028	,216	-,233	,093	,071
	Sig. (2-tailed)	,	,459	,277	,870	,200	,165	,584	,675
	N	49	49	35	36	37	37	37	37
SO2	Pearson Correlation	,108	1	,150	,054	,030	,078	-,283	,085
	Sig. (2-tailed)	,459	,	,388	,755	,859	,645	,089	,617
	N	49	49	35	36	37	37	37	37
TUHAMÄED	Pearson Correlation	,189	,150	1	,033	,733**	,508**	-,096	,003
	Sig. (2-tailed)	,277	,388	,	,853	,000	,001	,572	,984
	N	35	35	37	34	37	37	37	37
FENOOLIS	Pearson Correlation	,028	,054	,033	1	-,127	,206	-,078	-,150
	Sig. (2-tailed)	,870	,755	,853	,	,462	,229	,652	,383
	N	36	36	34	36	36	36	36	36
KIVIÕLI	Pearson Correlation	,216	,030	,733**	-,127	1	,386*	,058	-,347*
	Sig. (2-tailed)	,200	,859	,000	,462	,	,015	,727	,031
	N	37	37	37	36	39	39	39	39
KESKMIS	Pearson Correlation	-,233	,078	,508**	,206	,386*	1	-,354*	,010
	Sig. (2-tailed)	,165	,645	,001	,229	,015	,	,027	,952
	N	37	37	37	36	39	39	39	39
JÕHVI	Pearson Correlation	,093	-,283	-,096	-,078	,058	-,354*	1	-,227
	Sig. (2-tailed)	,584	,089	,572	,652	,727	,027	,	,165
	N	37	37	37	36	39	39	39	39
PUHASTUS	Pearson Correlation	,071	,085	,003	-,150	-,347*	,010	-,227	1
	Sig. (2-tailed)	,675	,617	,984	,383	,031	,952	,165	,
	N	37	37	37	36	39	39	39	39

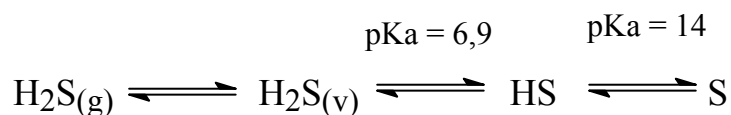
** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

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

Lisaks sulfiid- ja sulfaatiooni sisaldusele vaadeldi ka sissevoolude pH korrelatsiooni välisõhu vesiniksulfiidi kontsentratsioonide vahel (Tabel 14). Olemasolevad andmed ei näidanud

otsest seost sissevoolude pH tasemete ja välisõhu kontsentratsioonide vahel. Siiski ei saa välistada situatsiooni, kus dissotsieerunud vesiniksulfiid läheb suhteliselt leeliselise heitvee sattumisel happelisse keskkonda kiirelt üle molekulaarseks vesiniksulfiidiks, mis emiteerub välisõhku. Täpsemalt on tõenäoline sellise olukorra esinemine tuhamägede nõrgvee puhul, kus on täidetud vajalikud algtingimused – kõrge sulfiidiooni sisaldus ja leeliline pH. Sellise heitvee suubumisel vastuvõtukambrisse, kus toimub segunemine happelisemate heitvetega, toimub dissotsieerunud vesiniksulfiidi kiire üleminek molekulaarseks vesiniksulfiidiks. Tuhamägede nõrgvee pH oli ligikaudu 10, mis tähendab, et kogu vesiniksulfiid on dissotsieerunud vormis. Kui heitvee pH viia tasemeni 7 siis on pool vesiniksulfiidist molekulaarsel kujul ning võimeline tungima gaasifaasi.

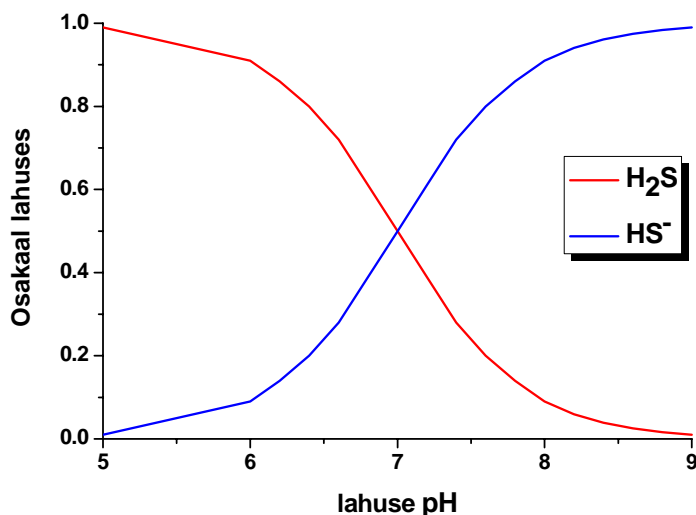
Vesiniksulfiid esineb reovees kolmes omavahel tasakaalulises vormis. Lisaks veel reovee kohal olev gaasifaas ja selles leiduv gaasiline divesiniksulfiid. Vesifaasis on vesiniksulfiid dissotsioneerunult sulfiidioonina ja vesiniksulfiidioonina ning dissotsioneerumata lahustunud kujul. Nende erinevate vormide vahel olev tasakaal sõltub lahuse pH-st. Kui keskkonna pH < 12, siis sulfiidiooni (S²⁻) praktiliselt ei esine. Kui pH = 6,9 siis on lahustunud molekulaarse H₂S ja vesiniksulfiidiooni (HS⁻) vahekord 1:1.



Arvestades, et tavalise reovee pH on ligikaudu 7, siis esineb sulfiid võrdses koguses lahustunud molekulaarse divesiniksulfiidina ja vesiniksulfiidioonina.

Lahustunud molekulaarne divesiniksulfiid võib ülaltoodud vormidest ainukesena kanduda gaasifaasi. Sellist lahustunud H₂S üleminekut gaasifaasi kirjeldab Henry seadus ja vastav divesiniksulfiidi Henry koefitsient.

Vesiniksulfiidi üleminekut veefaasist gaasifaasi suurendab ka intensiivne turbulents ja aeratsioon, mistõttu just reovee kogumismahutites ja aeratsioonitankides võib esineda suuremaid emissioone. Samas toimub aeratsioonitankides hapniku juuresolekul sulfiidi tarbimine mikroorganismide poolt.



Joonis 55 Vesiniksulfiidi ja vesiniksulfiidiooni vahekord lahuses

Sulfiidide tekke seisukohalt on kõige probleemsemad rõhutorustikud kuna seal puudub reaeratsiooni võimalus ja piisava orgaanilise aine olemasolul püstituvad sulfiidi tekkeks sobilikud anaeroobsed tingimused küllaltki kiiresti. Rõhutorustikes viibeajaga üle 10 minuti esineb sulfiidide teket juba suhteliselt jahedas kliimas.

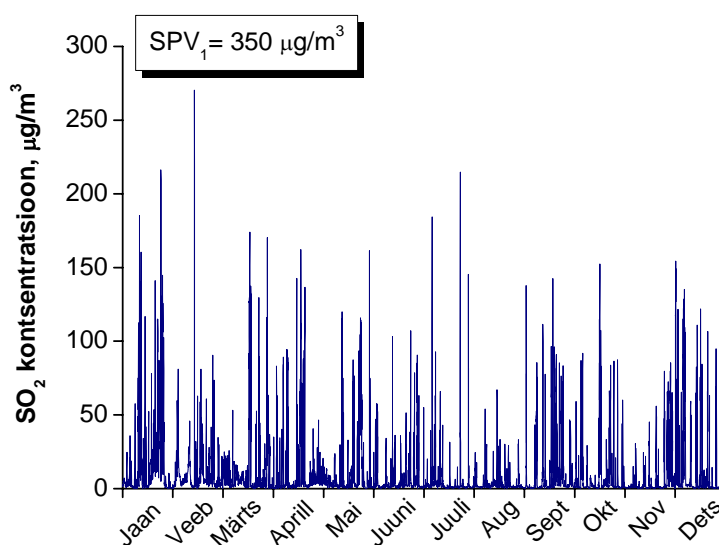
Tingimused iseoolsetes osaliselt täidetud torustikes erinevad sulfiiditekke seisukohast märkimisväärselt üleni täidetud rõhutorustikest. Erinevus on tingitud peamiselt hapniku esinemisest osaliselt täidetud torustikes. Hapniku olemasolu tingib kahe konkureeriva protsessi olemasolu - sulfiidide teke toruseinu katvas anaeroobses limakihis ja sulfiidide tarbimine hapnikku sisaldavas veefaasis. Sõltuvalt ühe või teise protsessi intensiivsusest toimub reovees üldise sulfiidisisalduse kasvamine või kahanemine.

2005 a. mõõtmistel oli veepuhastusjaama üheks olulisemaks vesiniksulfiidi allikaks just aeratsioonibassein, mis viitas ebapiisavale aeratsioonile, mis võimaldas sulfaatse väävli üleminekut anaeroobsetes tingimustes sulfiidseks väävliks. Käesoleval aastal teostatud mõõtmised näitasid, et aeratsioonibasseini osatähtsus saasteallikana oli küll mõnevõrra vähenenud kuid siiski paiknes enamuse vesiniksulfiidi õhku just aeratsioonibasseinist. See viitab jätkuvalt ebapiisavale aeratsioonile. Seoses heitveepuhasti rekonstrueerimisega leiab see probleem loodetavasti lahenduse. Tõenäoliselt on siiski vajalik vähemalt väävliirikaste heitvete eelnev puhastamine enne heitveepuhastusjaama jõudmist.

3.4 Välisõhu kvaliteedi pidevmõõtmised Kohtla-Järvel

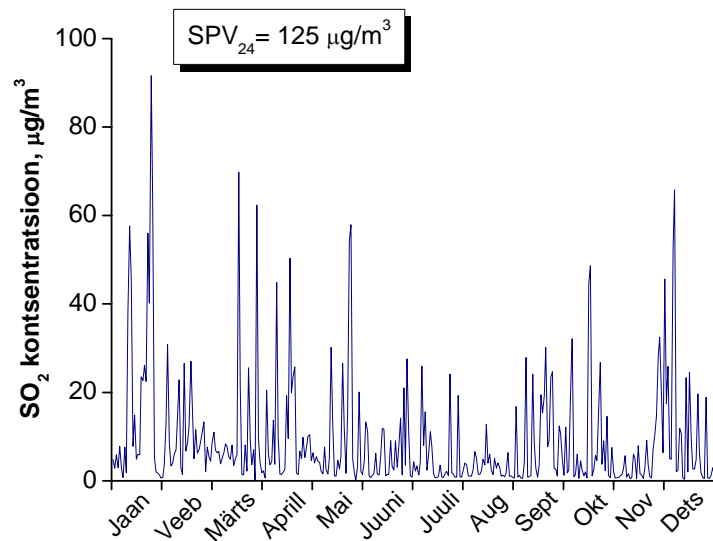
Kohtla-Järve linnas teostatakse välisõhu pidevseiret Kalevi tänava mõõtejaamas alates 2002 aastast. Seoses redutseeritud väävliühendite probleemiga piirkonnas alustati 2004 a. sügisel vesiniksulfiidi pidevseirega. Kuna antud töö raames pakuvad huvi eelkõige väävliühendid, siis käsitletakse alljärgnevalt Kalevi seirejaamas 2006. a. mõõdetud H₂S ja SO₂ kontsentratsioone.

Vääveldioksiidi tunnikeskmsed kontsentratsioonid on Kohtla-Järve linnas tunduvalt kõrgemad kui Tallinnas. Selle põhjuseks on kohaliku põlevkivitööstuse tootmisprotsesside käigus tekkiv vääveldioksiid ja muud väävliühendid. Möödunud aastal mõõdeti Kohtla-Järvel vääveldioksiidi maksimaalseks tunnikeskmses kontsentratsiooniks 270,2 µg/m³ (Joonis 56). Saadud mõõtmistulemusega siiski tunnikeskmsist saastetaseme piirväärtust 350 µg/m³ ei ületatud.



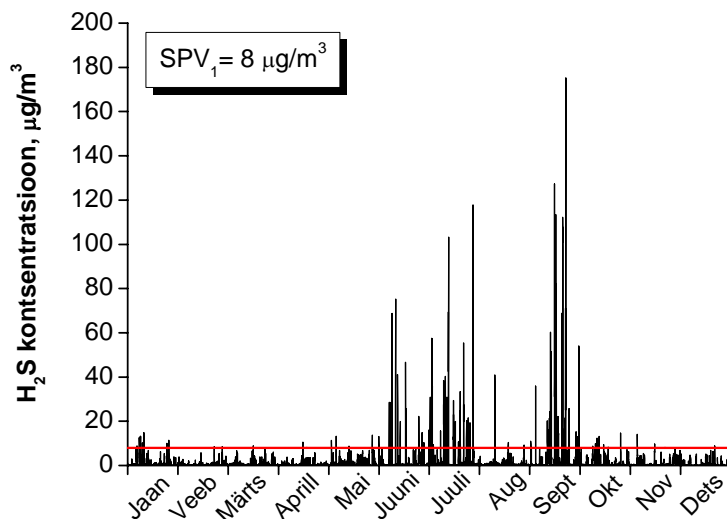
Joonis 56 SO₂ tunnikeskmine kontsentratsioon Kohtla-Järvel

Vääveldioksiidi maksimaalne ööpäevakeskmine kontsentratsioon oli 2006. aastal Kalevi tänava seirejaamas 91,6 µg/m³ (Joonis 57). Mõõdetud saastetase on madalam kui vastav ööpäevakeskmine saastetaseme piirväärtus 125 µg/m³. 2006. aasta keskmine vääveldioksiidi sisaldus välisõhus oli 9,3 µg/m³.



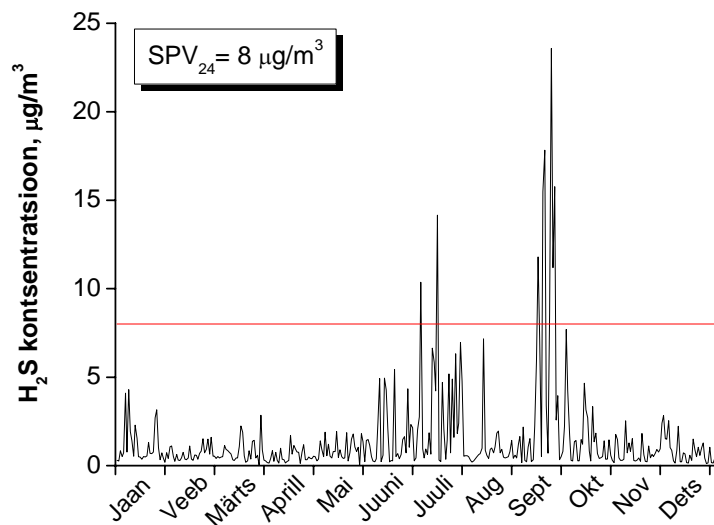
Joonis 57 SO₂ ööpäevakeskmise kontsentratsioon Kohtla-Järvel

Kõige tõsisemad probleemid olid eelmisel aastal Kohtla-Järvel vesiniksulfiidi saastetasemetega. Kehtestatud piirväärtust ületati 230 korral, 2005. aastal oli ületamiste arv 261. Kõige rohkem oli ületamisi suve algusest sügise keskpaigani. Piirväärtusest olid maksimaalsed mõõdetud kontsentratsioonid üle 20 korda kõrgemad, ulatudes 180 µg/m³-ni (Joonis 58).



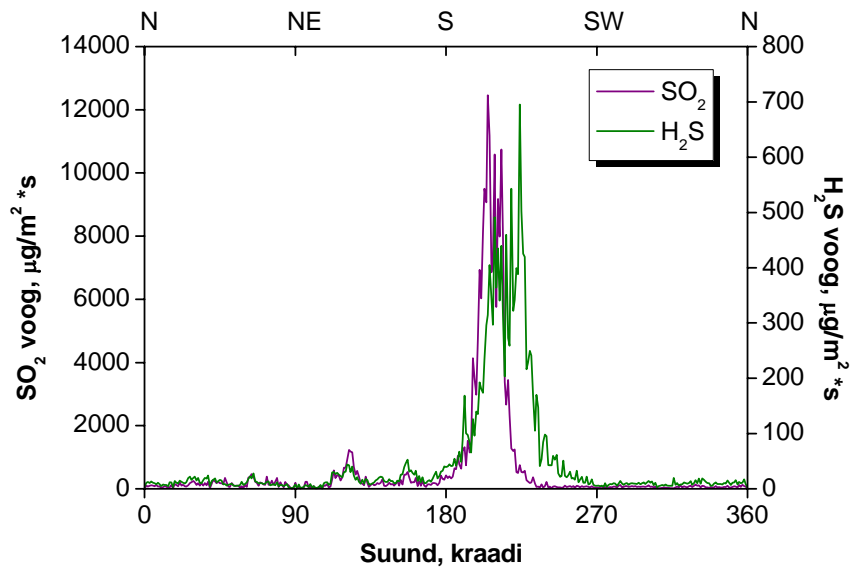
Joonis 58 H₂S tunnikeskmise kontsentratsioon Kohtla-Järvel

Maksimaalsed vesiniksulfiidi ööpäevakeskmised kontsentratsioonid mõõdeti septembris, mis jäid pisut alla 25 µg/m³, olles seega lubatust kolm korda kõrgemad (Joonis 59). 2006. aasta keskmine vesiniksulfiidi sisaldus välisõhus oli 1,5 µg/m³.



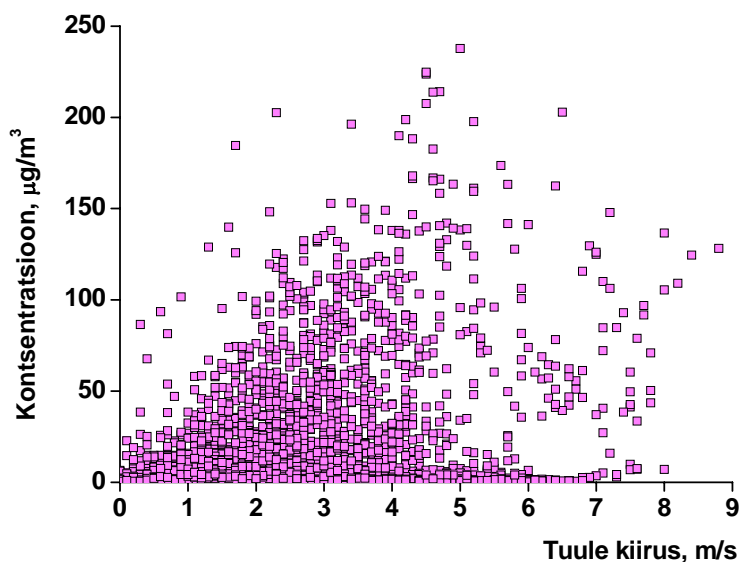
Joonis 59 H₂S ööpäevakeskmise kontsentratsioon Kohtla-Järvel

Saasteainete päritolu hindamiseks summeeriti vääveldioksiidi ja vesiniksulfiidi vood ning kanti need tuule suuna järgi joonisele. Vaadates väävliühendite kontsentratsioonivoo ja tuule suuna vahelist sõltuvust, siis on näha, et valdav enamus saastest pärineb kindlast suunast (Joonis 60). Selles suunas paikneb aga mitmeid vääveldioksiidi ja vesiniksulfiidi saasteallikaid, mistõttu täpse päritolu kindlakstegemine vaid saastevoo suuna põhjal on komplitseeritud.

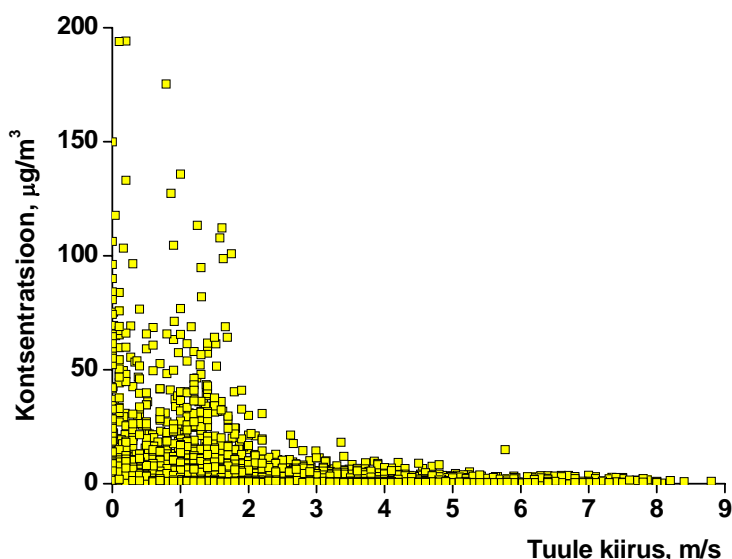


Joonis 60 H₂S ja SO₂ summaarne saastevoo

Kalevi seirejaamas mõõdetud vääveldioksiidi ja vesiniksulfiidi kontsentratsiooni sõltuvus tuule kiirusest on toodud allolevatel joonistel (Joonis 61, Joonis 62). Jooniselt on näha, et kõrgemaid vääveldioksiidi kontsentratsioone on mõõdetud eelkõige suuremate tuule kiiruste korral. Samas vesiniksulfiidi korral on kontsentratsiooni sõltuvus tuule suunast märkimisväärselt erineva mustriga. Kõrgemaid vesiniksulfiidi tasemeid on mõõdetud eelkõige madalamate tuule kiiruste juures (Joonis 62).



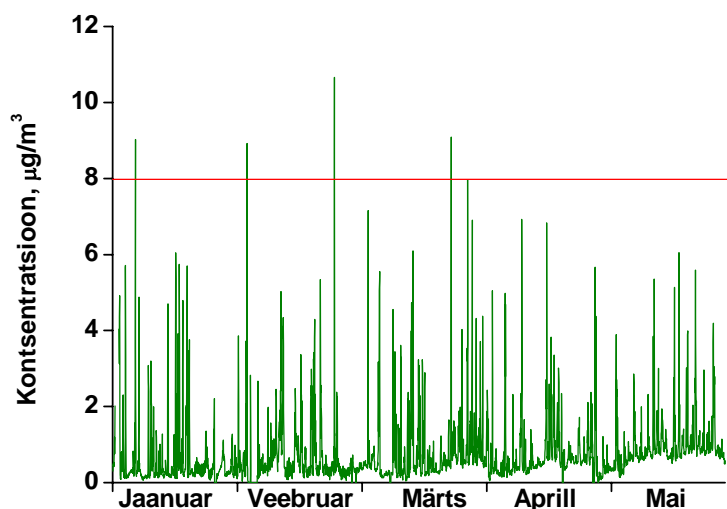
Joonis 61 SO₂ kontsentratsiooni sõltuvus tuule kiirusest



Joonis 62 H₂S kontsentratsiooni sõltuvus tuule kiirusest

2007. aasta esimesel poolel, jaanuar-mai, on mõõdetud viis tunnikeskmi piirväärtust

ületavat kontsentratsiooni, mil maksimaalsed sisaldused küündisid $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -ni.



Joonis 63 H_2S tunnikeskmine kontsentratsioon (2007)

3.5 Vesiniksulfiidi ja vääveldioksiidi hajumisarvutused

Hajumisarvutuste eesmärgiks oli illustreerida saastetasemete pidevmõõtmiste ning erinevate projektide raames korraldatud pisteliste mõõtmiste põhjal tehtud järeldusi, iseloomustades Ida-Viru Õhukvaliteedi uuringute I etapis VKG Oil AS tegevuse mõju Kohtla-Järve piirkonna õhukvaliteedile ehk kas nimetatud ettevõtte põhjustab oma tegevusega väljaspool tootmisterritooriumi piire saastetaseme normide ületamisi ning II etapis ehk käesolevas töös teise Kohtla-Järvel asuva suurima vesiniksulfiidi emiteerija OÜ Järve Biopuhastus tegevusega kaasneva õhusaaste ulatust.

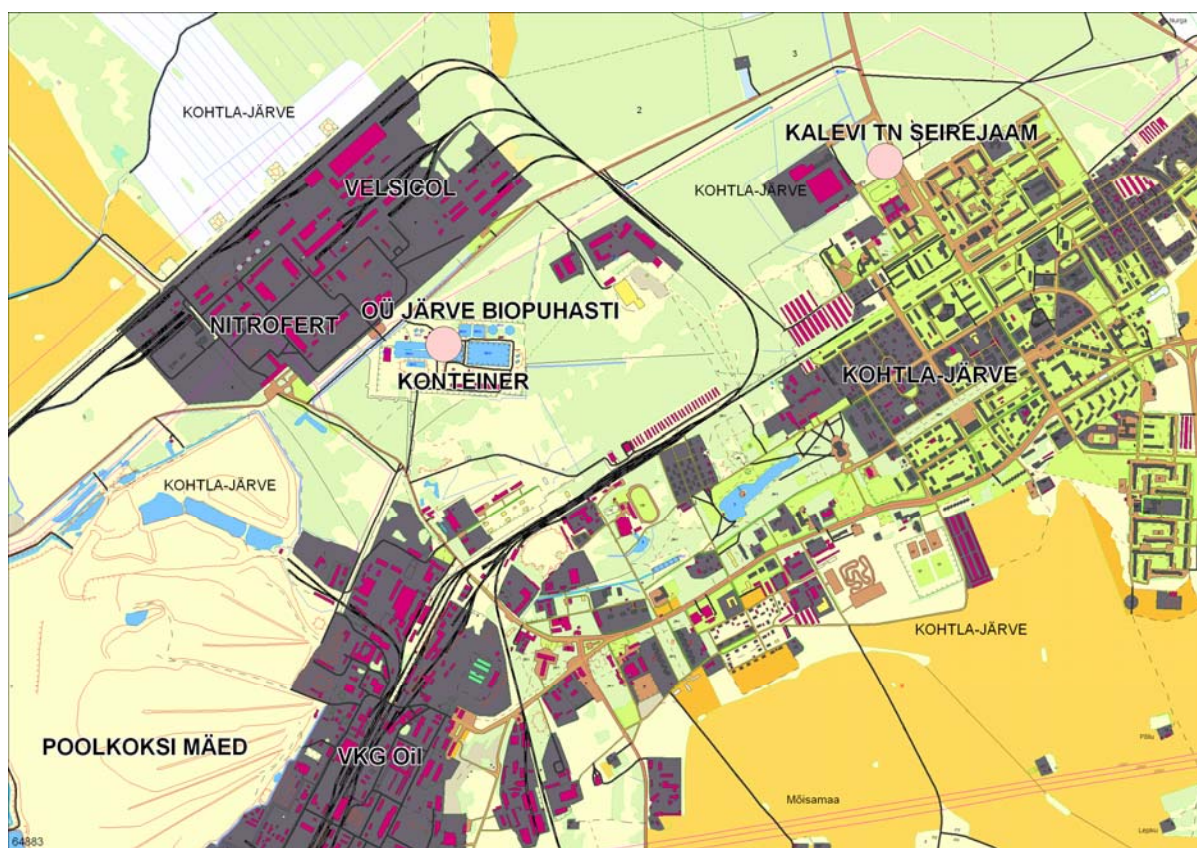
Saasteallikatest pärinevate saasteainete hajumisarvutuste tegemiseks kasutati AirViro Euleri hajumismudelit. Sisendandmeteks olid kehtivates saastelubades toodud hetkelised heitkogused ning Aseri ja Kohtla-Järve meteomastidest kogutavad meteoroloogilised parameetrid. Arvutuslikke tasemeid võrreldi Kalevi seirejaama ja OÜ Järve biopuhasti territooriumil asunud automaatse õhuseirejaama (konteiner) mõõtmistulemustega. Hajumisarvutuste tulemusena saadi saastekaardid huvipakkuvate saasteainete (vääveldioksiid ja vesiniksulfiid) kontsentratsioonidega Kohtla-Järve piirkonnas. Kui vääveldioksiidi peamine emissiooniallikas reaalsete mõõtmistulemuste alusel on VKG Oil tootmisterritoorium, siis vesiniksulfiidi puhul on tegemist saasteainega, mille korral tuleb

arvestada lisaks ka muid ümbruskonnas paiknevaid saasteallikaid, eelkõige veepuhastusjaama mõju.

Järgnevas tabelis on nimetatud Kohtla-Järve piirkonnas paiknenud pidevseirejaamade asukoht ning töötamise aeg, sellele järgneval kaardil on seirejaamade asukohad näidatud peamiste tööstusettevõtete suhtes (Tabel 15, Joonis 64).

Tabel 15 Pidevseire jaamad Kohtla-Järvel

Mõõtejaam	Asukoht	Koordinaadid (L-Est)	Mõõteperiood	
			algus	lõpp
Kalevi seirejaam	Kalevi tn	6 590 296 686 128	29.09.2004	Töötab siiani
Konteinerjaam 2	Veepuhastusjaam	6 589 530 684 244	28.08.2006	01.02.2007



Joonis 64 Seirejaamad Kohtla-Järve piirkonnas

Saasteained, mille arvutuslikke kontsentratsioone välisõhus hinnati on järgmised:

- vesiniksulfiid (H_2S);
- vääveldioksiid (SO_2);

Käesolevas töös kasutati hajumisarvutusteks Euleri difusiooni-adveksioonivõrrandil põhinevat hajumismudelit, mis on mõeldud õhusaaste modelleerimiseks kohalikus skaalas (mõnesajast meetrist kuni mõnekümne kilomeetrini). Tegemist on mudeliga, mis arvestab lisaks maapinna reljeefile ka saasteainete kuhjumist ebasoodsatel ilmastikutingimustel.

Vääveldioksiidi ja vesiniksulfiidi arvutuslikke kontsentratsioone võrreldi seirejaamades mõõdetud tulemustega. Arvutuslike ja mõõdetud kontsentratsioonide võrdlemine näitab hetkeliste heitkoguste paikapidavust ja annab teavet uute siiani kaardistamata saasteallikate kohta uuritavas piirkonnas.

Hajumisarvutuste tulemusena saadud vesiniksulfiidi kontsentratsioone võrreldi piirkonnas teostatud pidevmõõtmiste tulemustega. Täpsemalt võrreldi arvutuslikke kontsentratsioone kahes mõõtepunktis saadud tulemustega (Joonis 64).

Saasteainete maksimaalsete tunnikeskiste kontsentratsioonide saastekaartide koostamisel on arvestatud 99,9 % mudelarvutuste tulemustest ehk joonisel on kujutatud 99,9-protsentiile, st et mõõtmistulemustest on eemaldatud 0,1 % ulatuses kõige ebatõenäolisemad või ebareaalsemad tulemused.

3.5.1 Vesiniksulfiid

2006. aasta saasteallikate heitkoguste alusel teostatud hajumisarvutuste põhjal koostatud saastekaartidelt on näha, et vesiniksulfiidi kontsentratsioonid väljaspool VKG Oil tootmisterritooriumi on vastavatest piirväärtustest madalamad. Ehkki arvutuslikud kontsentratsioonid piirväärtust ei ületa, esineb Kohtla-Järvel Kalevi tänava seirejaamas siiski pidevalt vesiniksulfiidi piirnorme ületavaid kontsentratsioone. Samuti kaebavad kohalikud elanikud ebameeldiva haisu üle linnas. Üheks kaebuste suure arvu põhjuseks on kindlasti ka see, et H₂S näol on tegemist väga madala lõhnalävega ühendiga, mistõttu ebameeldivat lõhnataju täheldatakse juba selliste vesiniksulfiidi madalate kontsentratsioonide juures, mis ei pruugi veel ületada kehtivat piinormi.

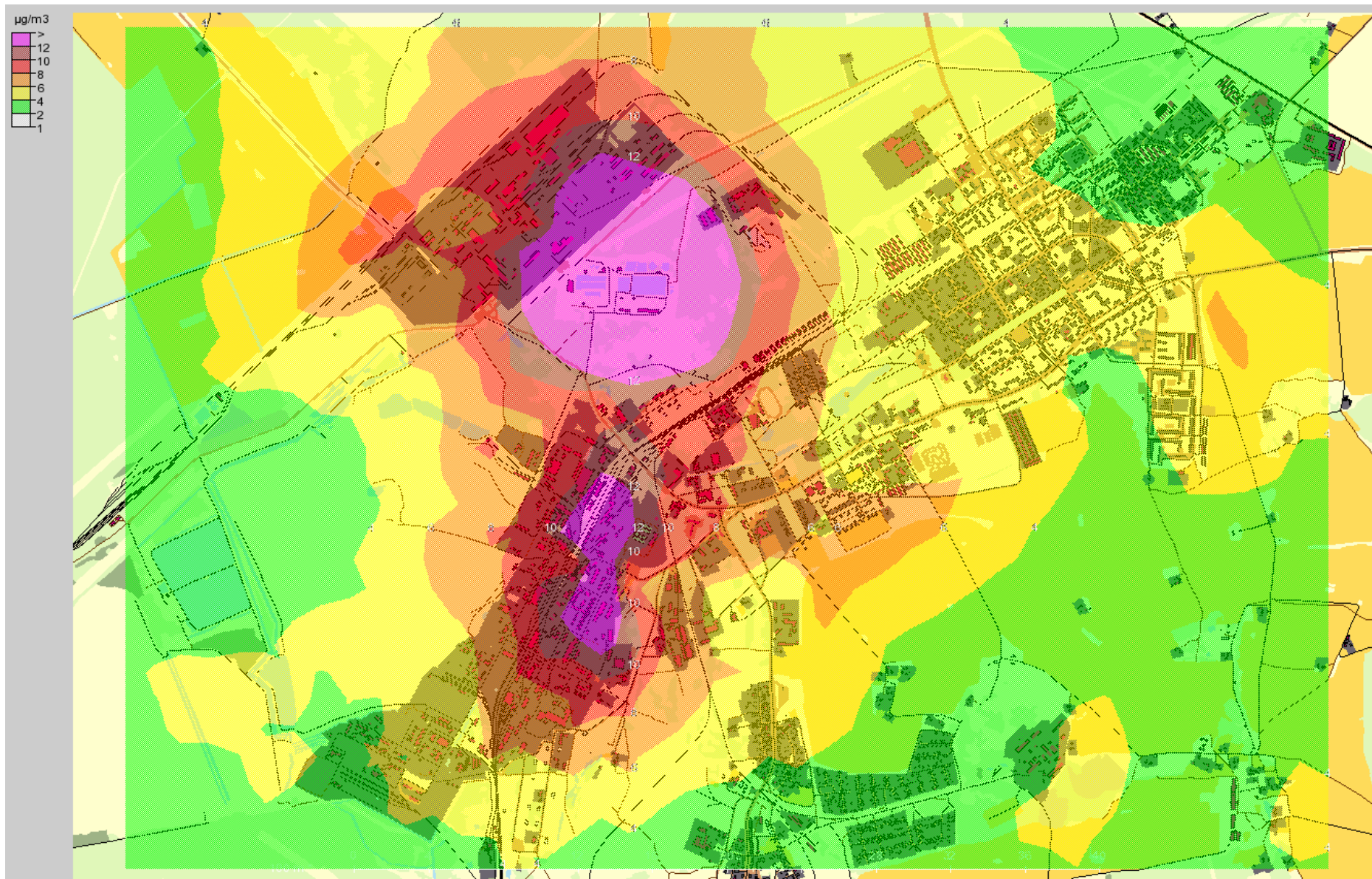
Kui Ida-Viru õhukvaliteedi uuringute I etapis keskenduti eelkõige VKG Oil territooriumilt välisõhku emiteeritava saaste kaardistamisele, siis II etapis olid tähelepanu all kõik saastelubades toodud vesiniksulfiidi saasteallikad Kohtla-Järve piirkonnas. Tulemustest on näha, et oluline osa vesiniksulfiidist pärineb lisaks VKG Oil territooriumile heitveepuhastusjaamast (Joonis 65). Kuigi VKG Oil saasteallikatest pärinev vesiniksulfiid ei põhjusta arvutuslikult piinormi ületamist väljaspool tootmisterritooriumi, siis VKG Oil ja veepuhastusjaama koosmõjul võivad Järveküla tee piirkonnas arvutuslikud kontsentratsioonid siiski piinormi ületada (Joonis 65, Joonis 66).

Hoolimata muude saasteallikate mõjust, eelkõige veepuhastusjaama arvestamisest, ei lange Kalevi seirejaamas mõõdetud saastetasemed kokku arvutuslike tulemustega, olles viimastest märkimisväärselt kõrgemad. Seega peab piirkonnas lisaks olemasolevatele allikatele paiknema muid vesiniksulfiidi allikaid või saastelubades toodud heitkogused ei vasta reaalsele olukorrale ehk on märkimisväärselt suuremad. Saastelubades ja loataotlustes toodud heitkogustega ei saa selgitada vesiniksulfiidi kõrgeid tasemeid Kalevi seirejaamas (Joonis 67).

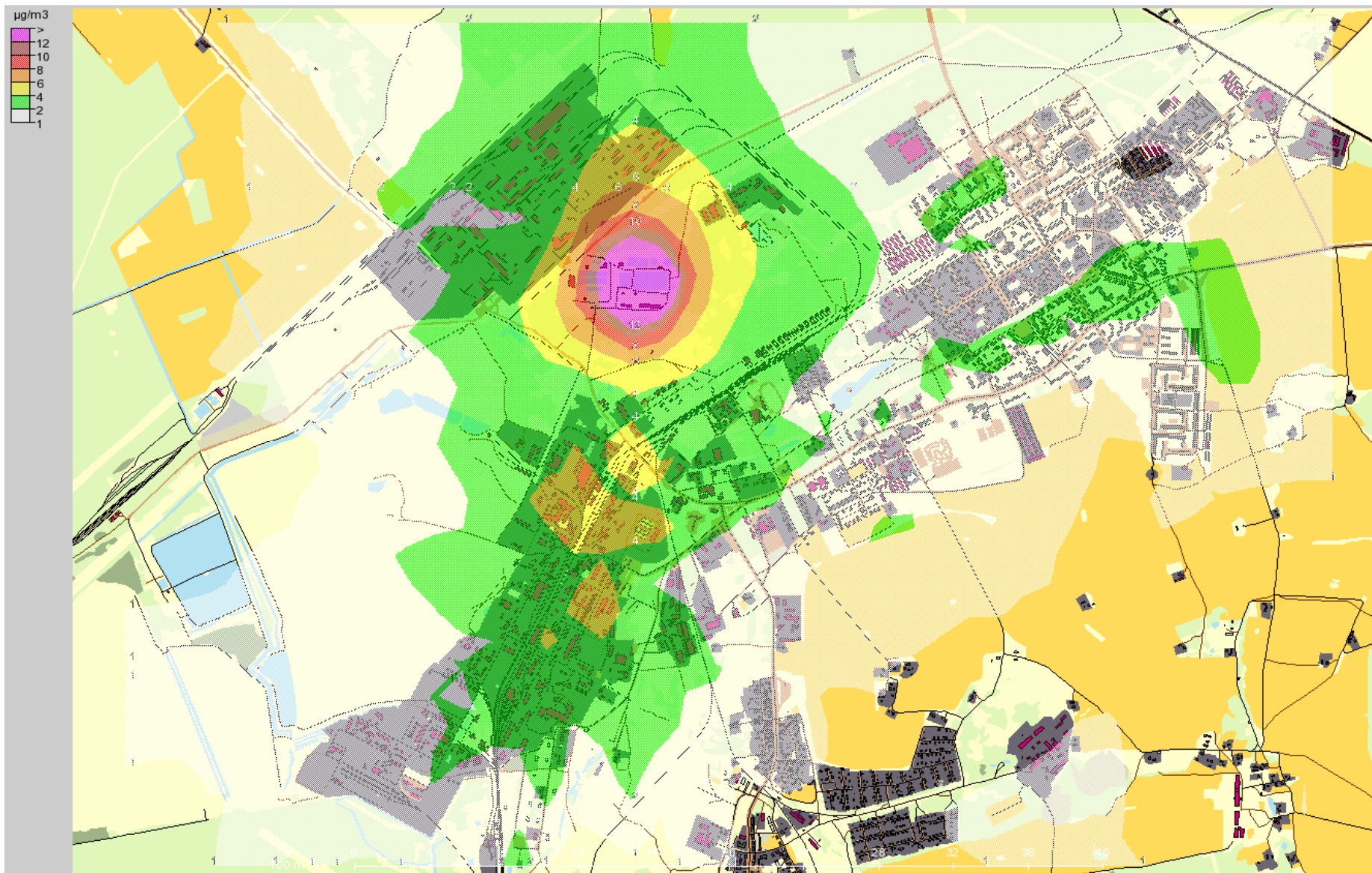
Mõõdetud ja arvutuslike kontsentratsioonide ajaline jaotus näitab, kas mõõdetud ja arvutuslike kontsentratsioonide protsentuaalne jaotus on proportsionaalne, ideaalis peaksid ajalised jooned kattuma. Kuna ajaline jaotus näitab, et 100 % arvutuslikust

vesiniksulfiidi kontsentratsioonist jääb alla $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ning reaalistest tulemustest on alla $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kontsentratsioonide osakaal 98 %, ei ühti ka tulemuste põhjal saadud jooned (Joonis 68). Esitatud on ka alla $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kontsentratsioonide ajaline jaotus, mis näitab, et ka selles osas suurt varieeruvust mõõdetud ja arvutuslike tulemuste vahel (Joonis 69). Valdav enamus nii arvutuslikest kui mõõdetud tulemustest omakorda on alla $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ka sagedusjaotusest on näha, et madalate kontsentratsioonide osakaal reaalseste mõõtmistulemuste seas on kõrgem kui arvutuslike kontsentratsioonide osas (Joonis 70). Võimalik, et emissiooniallikad küll kattuvad, ent arvestamata on jäänud taustakontsentratsioon ning mingi numbri juurde liites jooned kattuksid. Vesiniksulfiidi ööpäevane käik näitab nii mõõdetud kui arvutuslike kontsentratsioonide osas samu tõusu- ja langustrende (Joonis 71). Erinevus kontsentratsioonide numbriliste väärtuste vahel on ca kahekordne.

Konteinerjaamas mõõdetud kontsentratsioonid on kordades suuremad arvutuslikest kontsentratsioonidest (Joonis 72). Kuna antud juhul pärines vesiniksulfiid veepuhastusjaama suunast, siis võib kindlalt väita, et veepuhastusjaama tegelikud heitkogused peavad olema suuremad, kui on toodud kehtivas välisõhu saasteloas. 100 % arvutuslikest ja u 68 % konteinerjaamas mõõdetud vesiniksulfiidi kontsentratsioonidest jäid alla $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mistõttu koostati sagedusjaotusest parema ülevaate saamiseks arvutused ka ainult alla $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olevate kontsentratsioonidele, millest nähtub, et suur osa kontsentratsioonidest on selgelt väiksemad $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mille kohta samuti joonis on esitatud. Graafikud näitavad selgelt suurt erinevust mõõdetud ja arvutuslike saastetasemete vahel, millest järeldub andmebaasi puudulikkus emissioonide osas (Joonis 74, Joonis 75). Konteinerjaamas mõõdetud ning arvutuslike kontsentratsioonide varieeruvus kellaegade lõikes näitab kontsentratsioonidel sarnaseid tõusu- ja langustrende, samas on erinevus arvuliselt mitmekümnekordne (Joonis 76).



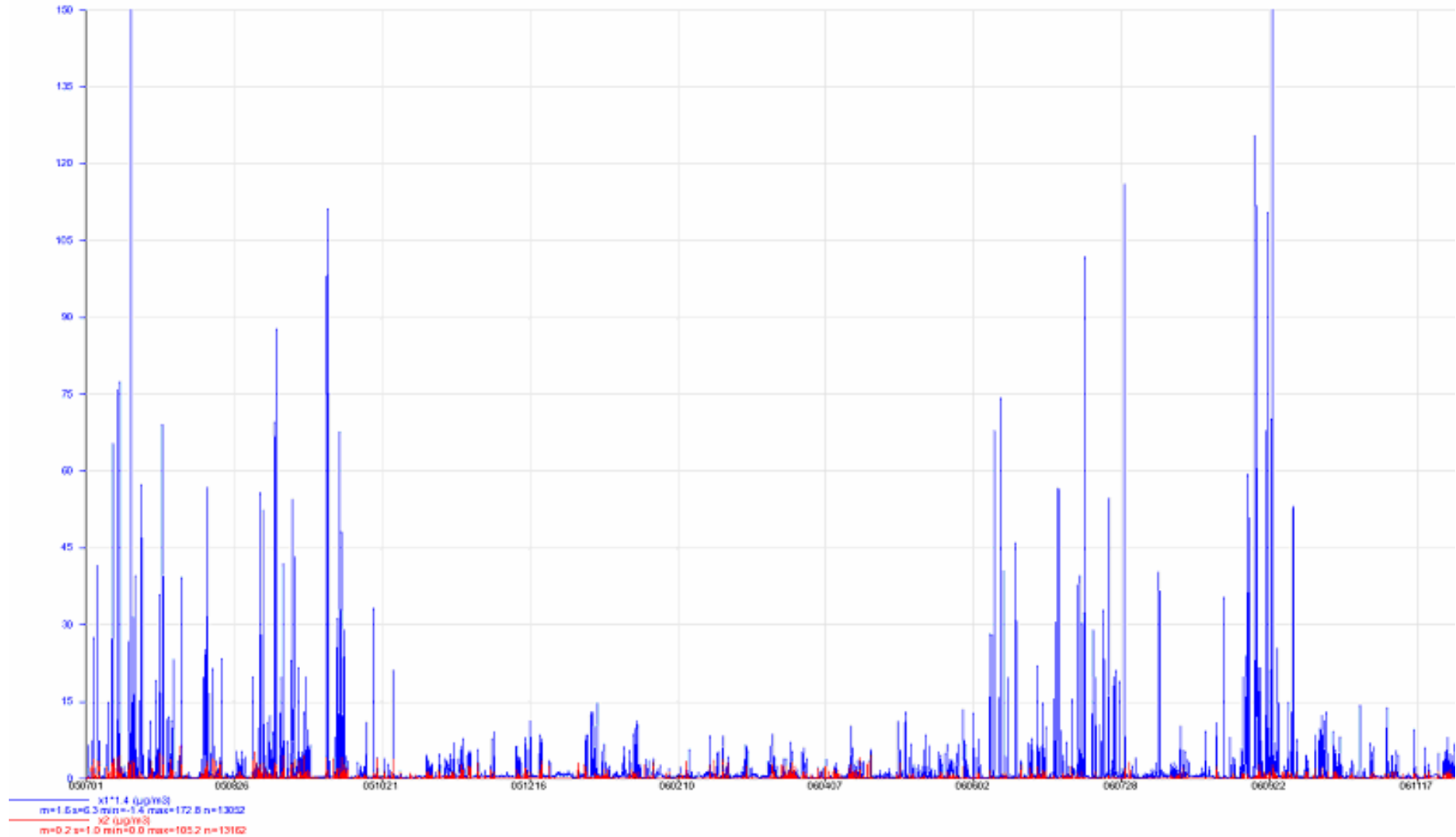
Joonis 65 H₂S maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon, 99,9-protsentiil (kõik allikad, 01.07.2005 – 31.12.2006)



Joonis 66 H₂S maksimaalne ööpäevakeskmine kontsentratsioon (kõik allikad, 01.07.2005 – 31.12.2006)

x1:Kõhla-Järve, H2S, 000[M], Value

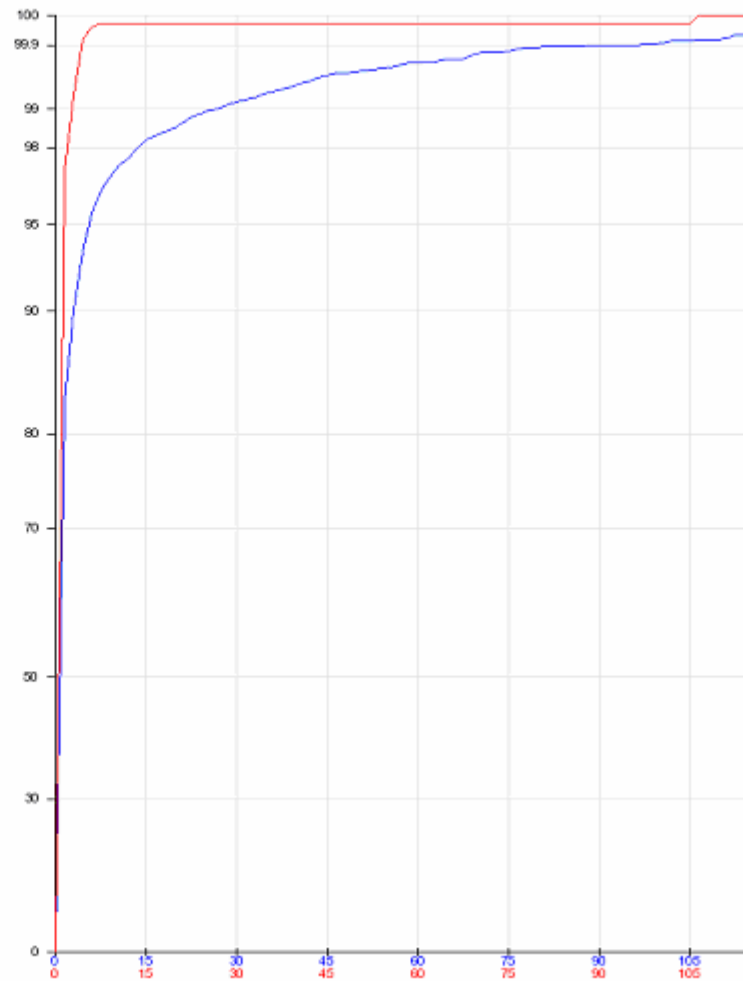
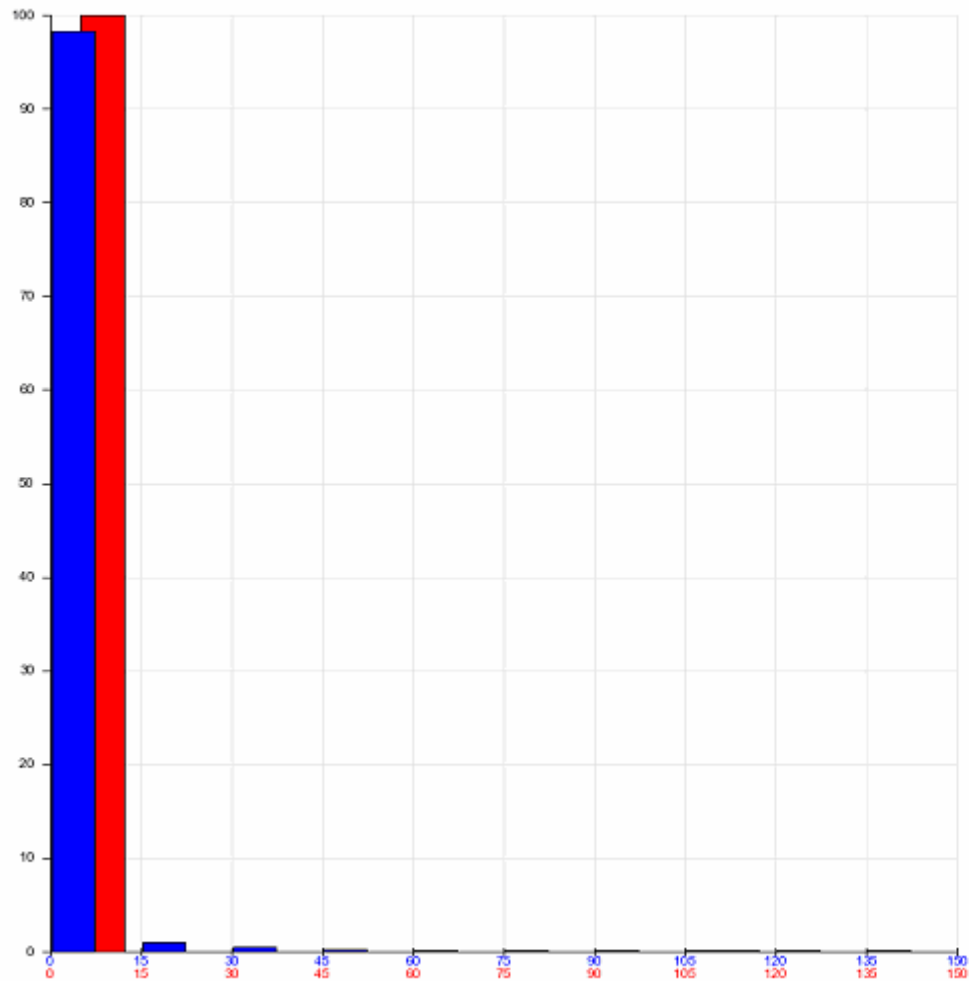
Graph type: Time series
SELECTED TIME SERIES:
x2:Kõhla-Järve, simH2S, SIM[M], Value
Cut condition
050701 00 - 070101 00, Weekday: All, Day type: All,
Period in year (mdd): 0101 - 1231, Period within day(h): 01 - 24.



Joonis 67 H₂S arvutuslik ja mõõdetud konts. Kalevi seirejaamas (kõik allikad, 01.07.05-31.12.06)

x1:Kõhla-Järve, H2S, 000[M], Value

Graph type: Frequency distrib
SELECTED TIME SERIES:
x2:Kõhla-Järve, simH2S, SIM[M], Value
Cut condition
05070100 - 07010100, Weekday: All, Day type: All
Period in year (mddy) 0101 - 1231, Period within day(hh): 01 - 24.



— x1*1.4 (µg/m3)
m=1.6 s=0.3 min=-1.4 max=172.8 n=13052
— x2 (µg/m3)
m=0.2 s=1.0 min=0.0 max=105.2 n=13162

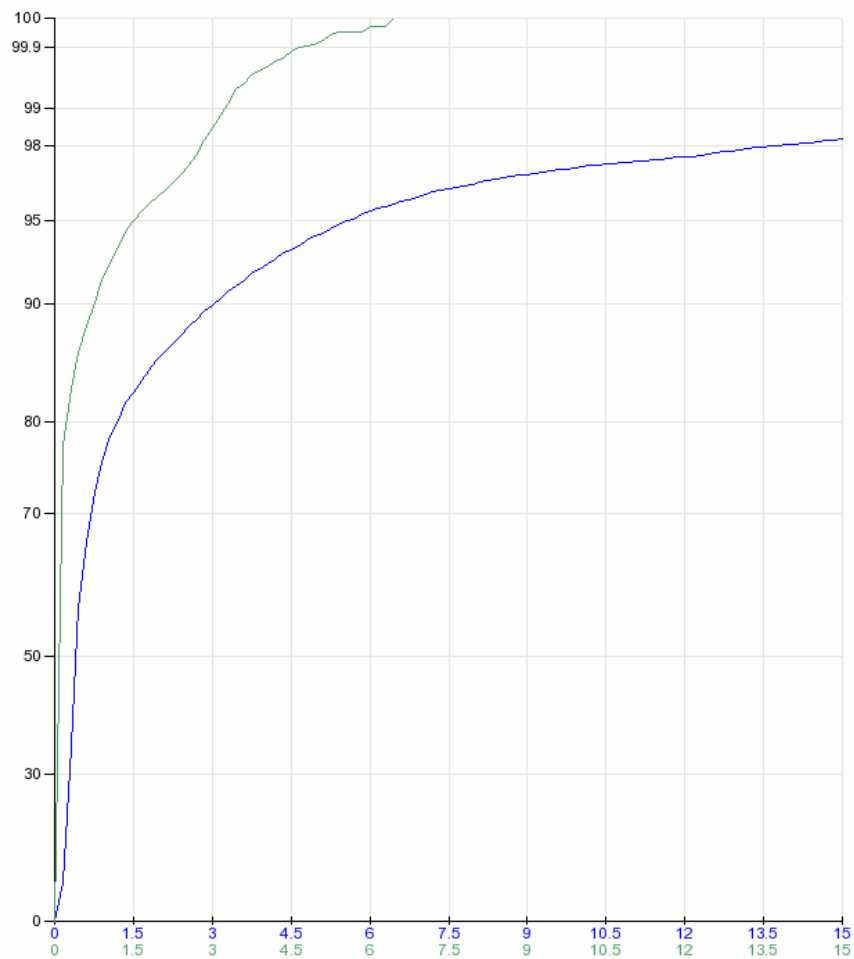
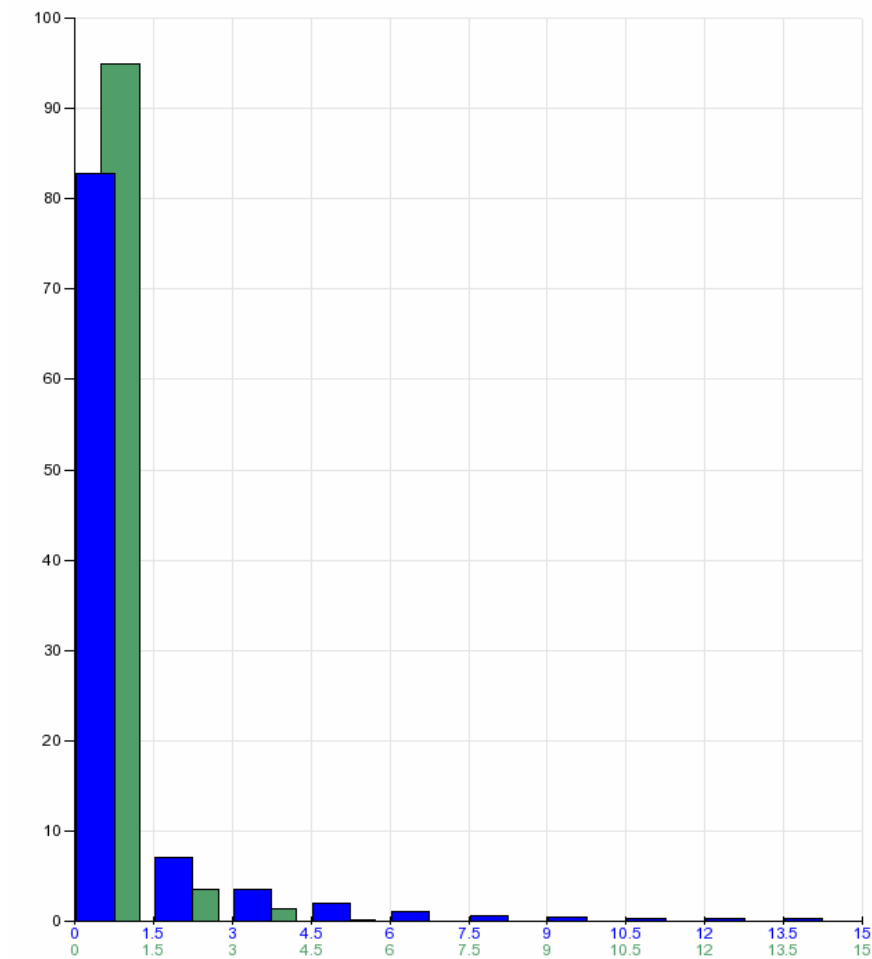
Joonis 68 H₂S arvutuslik ja mõõdetud konts. jaotus Kalevi seirejaamas (kõik allikad, 01.07.05-31.12.06)

Graph type: Frequency Distrib.
Selected Time Series:

x1:Kohtla-Järve, H2S, 000[M], Value

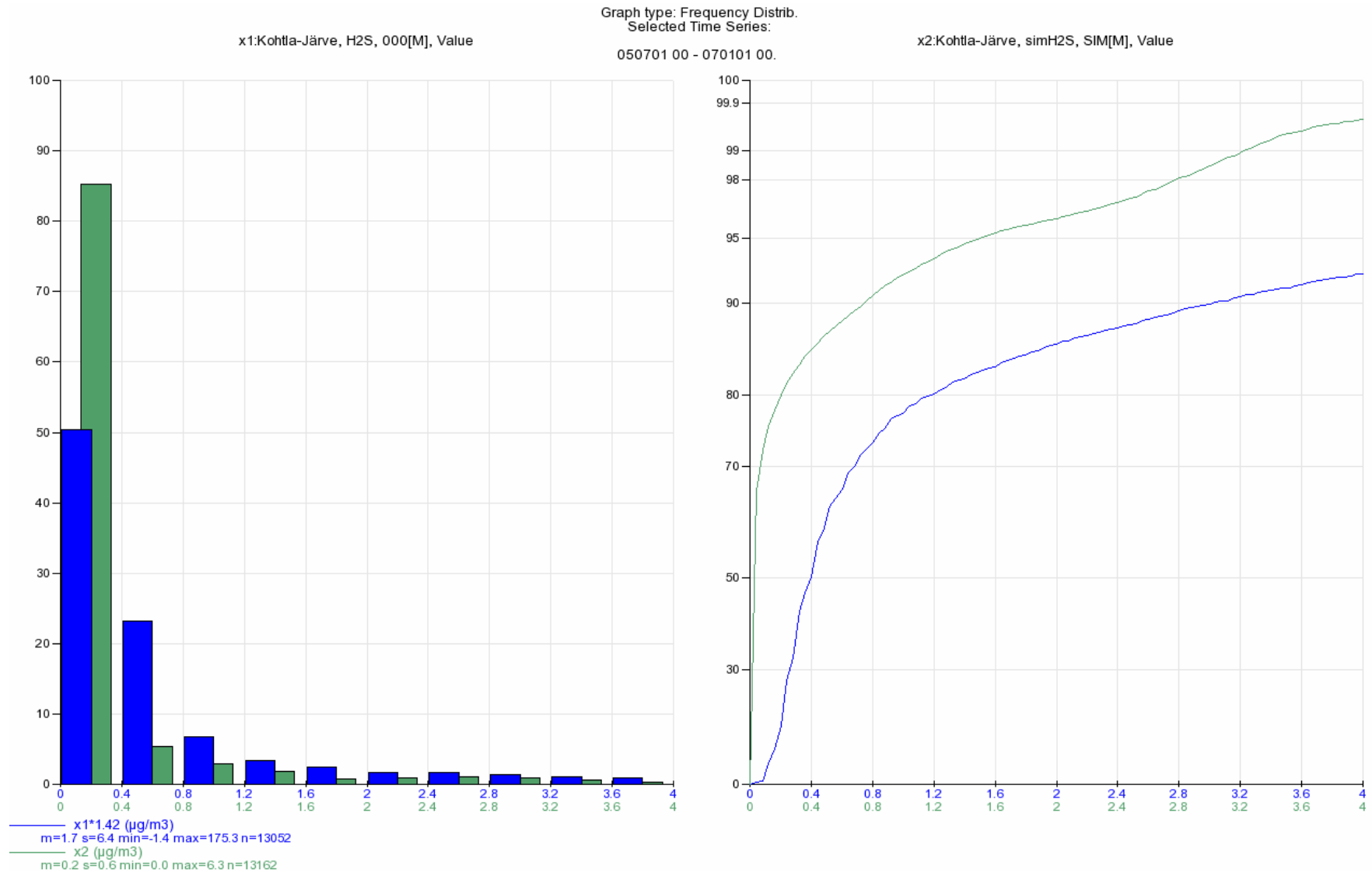
050701 00 - 070101 00.

x2:Kohtla-Järve, simH2S, SIM[M], Value

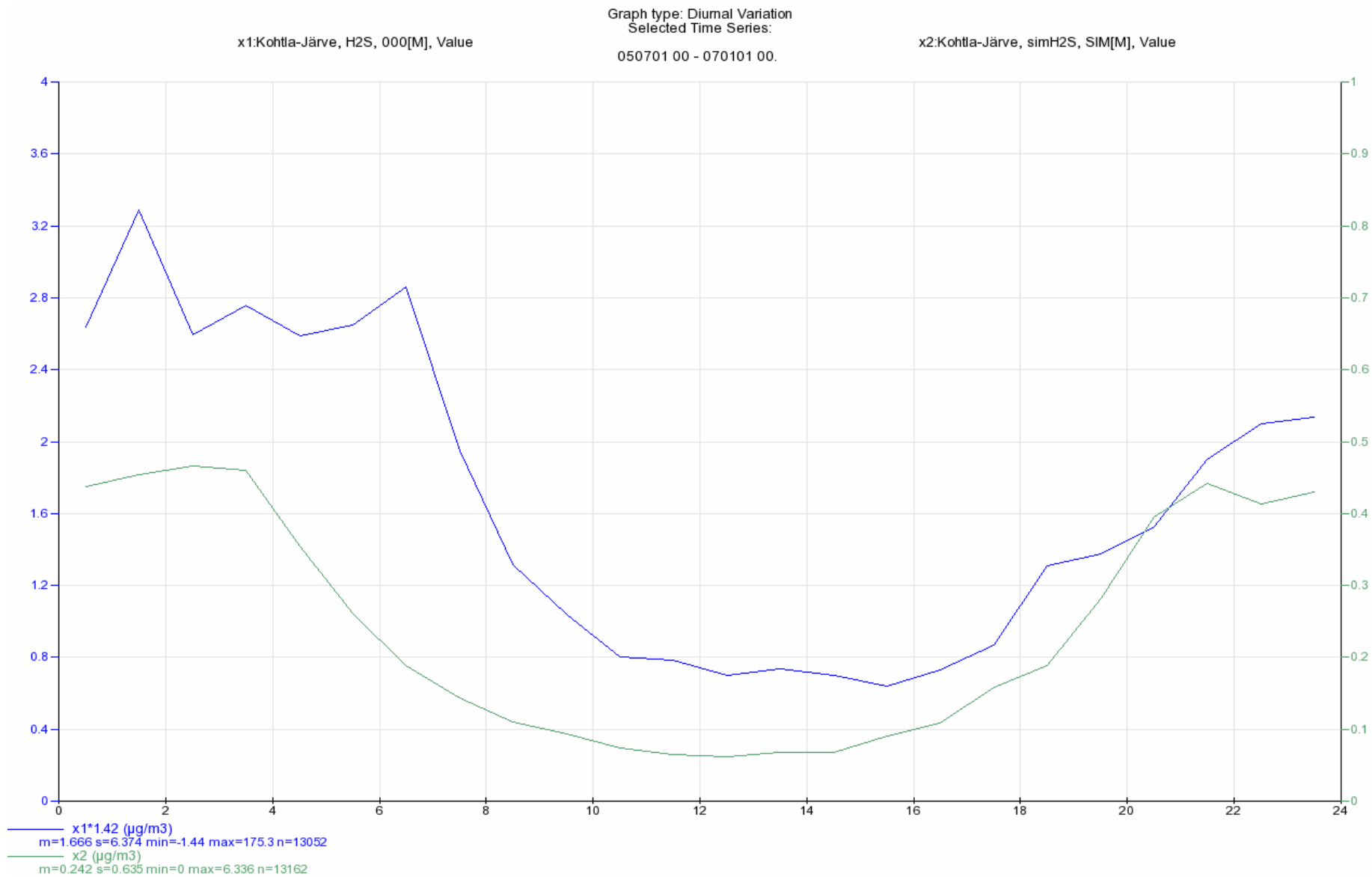


— x1*1.42 (µg/m3)
m=1.7 s=6.4 min=-1.4 max=175.3 n=13052
— x2 (µg/m3)
m=0.2 s=0.6 min=0.0 max=6.3 n=13162

Joonis 69 H₂S arvutuslik ja mõõdetud konts. jaotus Kalevi seirejaamas (kõik allikad, 01.07.05-31.12.06)



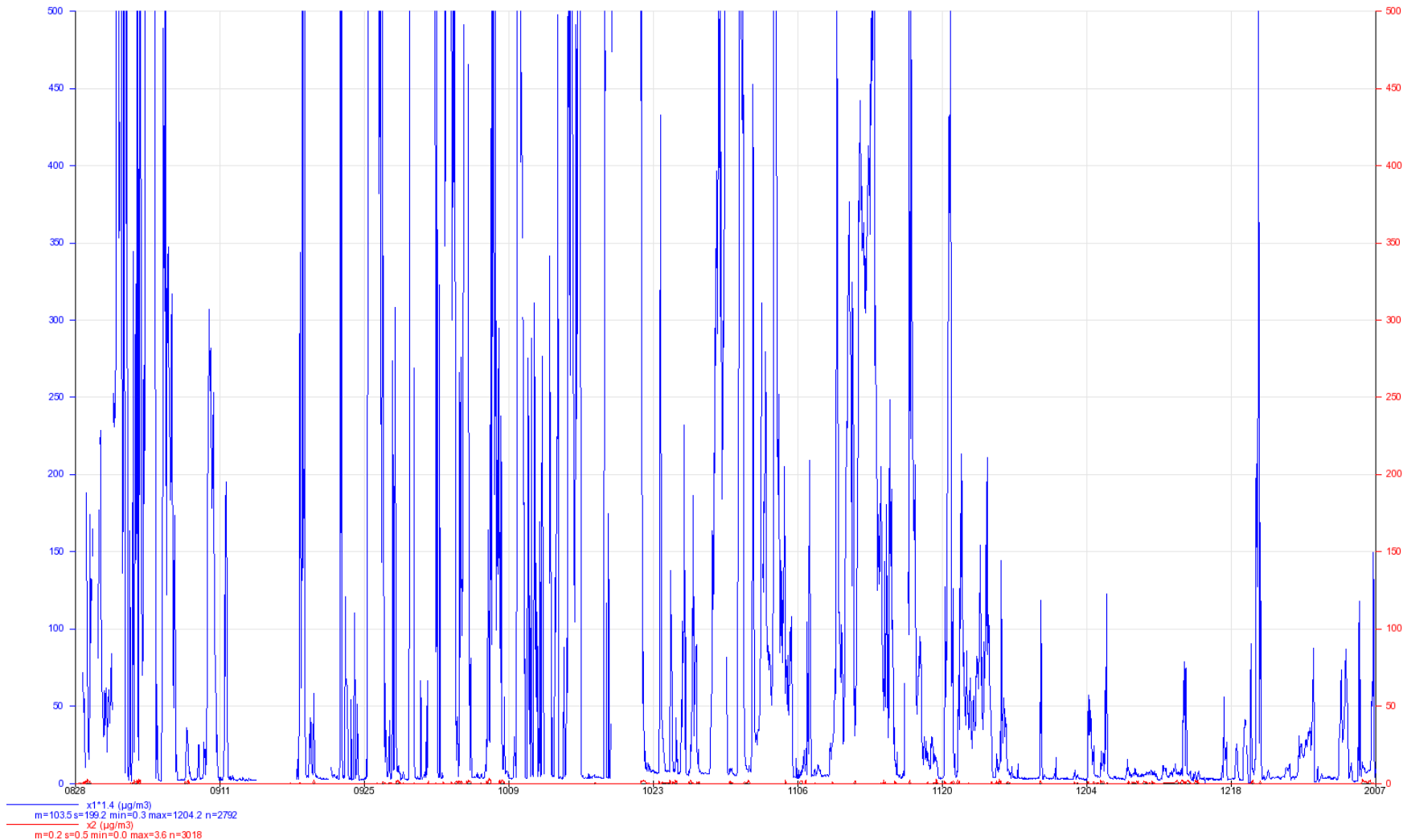
Joonis 70 H₂S arvutuslik ja mõõdetud konts. jaotus Kalevi seirejaamas (kõik allikad, 01.07.05-31.12.06)



Joonis 71 H₂S arvutuslik ja mõõdetud konts. ööpäevane käik Kalevi seirejaamas (kõik allikad, 01.07.05-31.12.06)

x1.Konteiner2, H2S, 002[M], Value

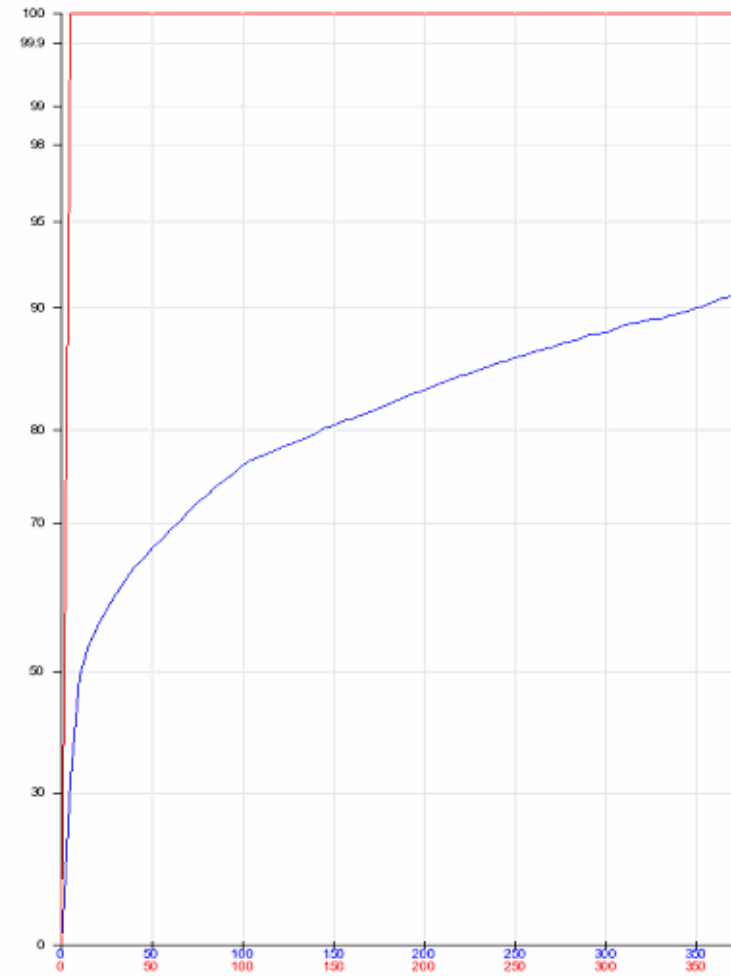
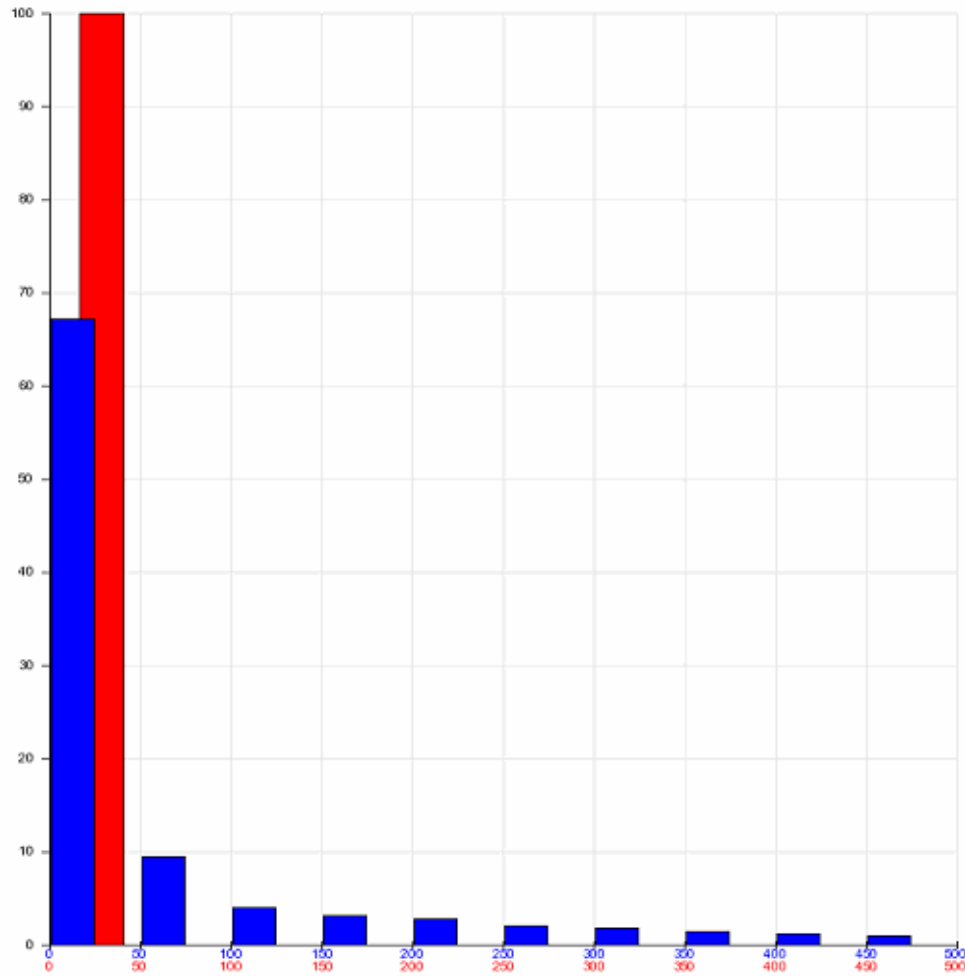
Graph type: Time series
SELECTED TIME SERIES:
x2.Konteiner2, simH2S, SIM[M], Value
Cut condition
060828 00 - 070101 00. Weekday: All. Day type: All.
Period in year (mmdd): 0101 - 1231. Period within day(hh): 01 - 24.



Joonis 72 H₂S arvutuslik ja mõõdetud konts. konteinerjaamas (kõik allikad, 28.08.06-31.12.06)

x1:Konteiner2, H2S, 002[M], Value

Graph type: Frequency distrib.
SELECTED TIME SERIES:
x2:Konteiner2, simH2S, SIM[M], Value
Cut condition
060828 00 - 070101 00, Weekday: All, Day type: All,
Period in year (mdd): 0101 - 1231, Period within day(hh): 01 - 24.

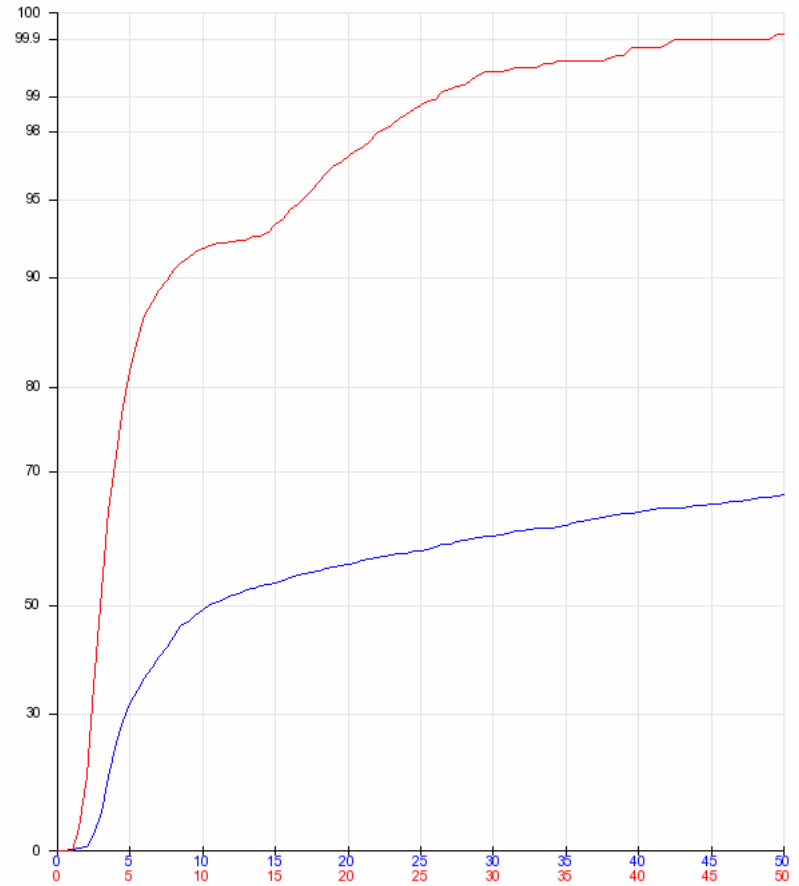
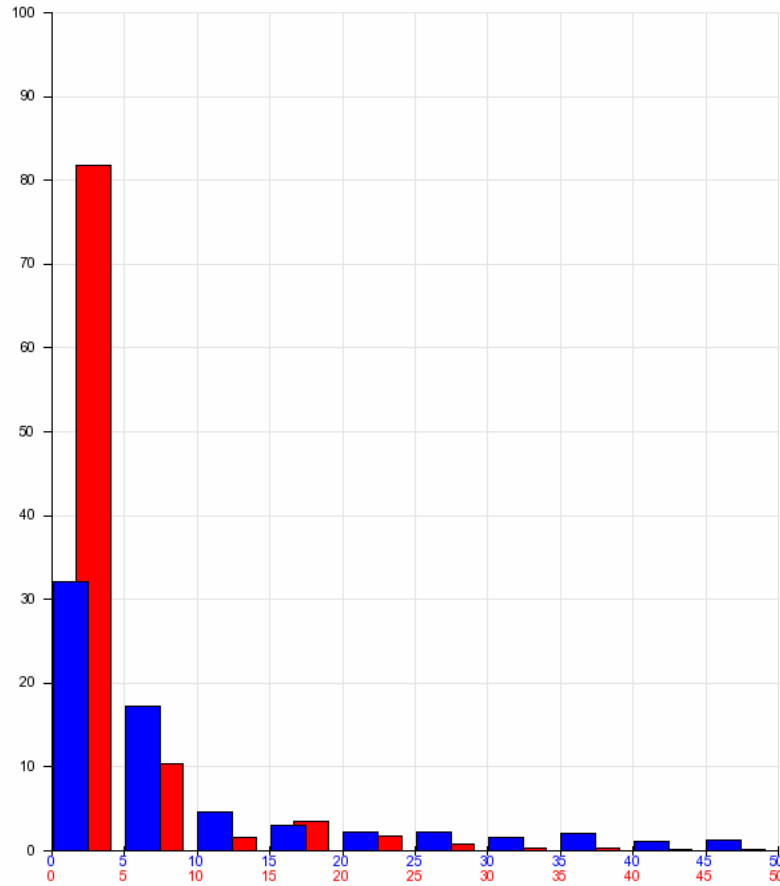


x1:1.4 (µg/m3)
m=103.5 s=199.2 min=0.3 max=1204.2 n=2792
x2:0.2 (µg/m3)
m=0.2 s=0.5 min=0.0 max=3.6 n=3018

Joonis 73 H₂S arvutuslik ja mõõdetud konts. jaotus konteinerjaamas (kõik allikad, 28.08.06-31.12.06)

x1:Konteiner2, H2S, 002[M], Value

Graph type: Frequency distrib.
SELECTED TIME SERIES:
x2:Konteiner2, simH2S, SIM[M], Value
Cut condition
060828 12 - 070101 00. Weekday : All. Day type: All.
Period in year (mmdd): 0101 - 1231. Period within day(hh): 01 - 24.



— x1*1.42 (µg/m3)
m=105.0 s=202.1 min=0.3 max=1221.4 n=2792
— x2 (µg/m3)
m=4.5 s=5.1 min=1.0 max=57.2 n=3006

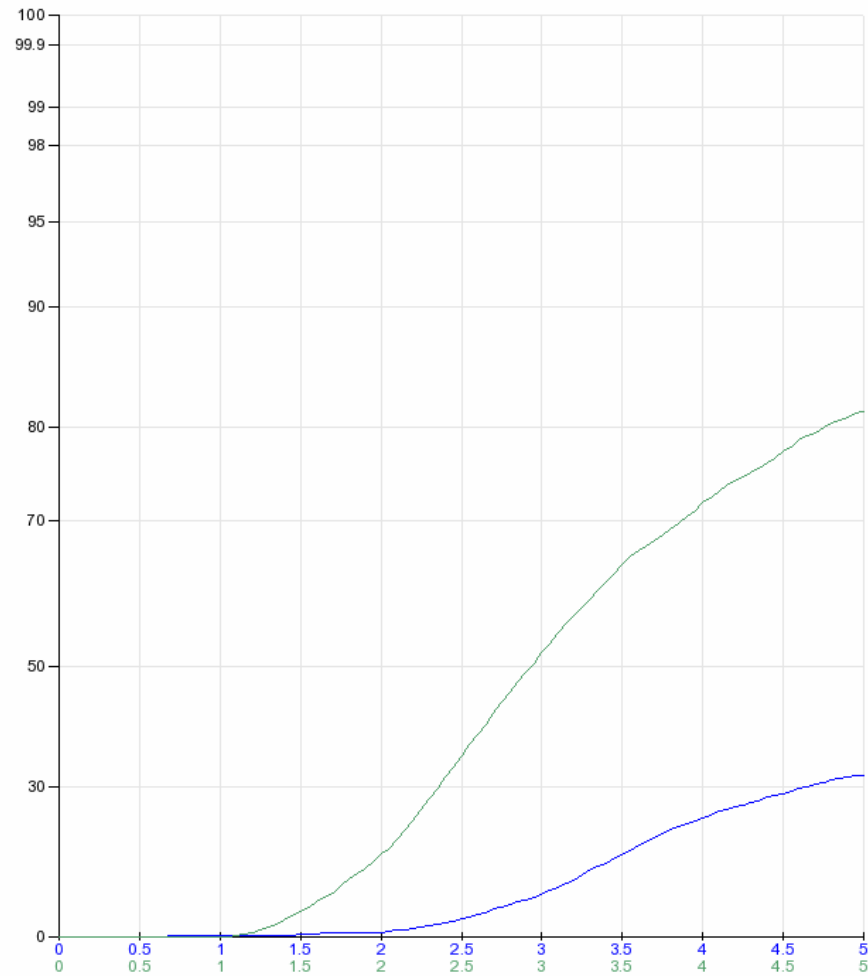
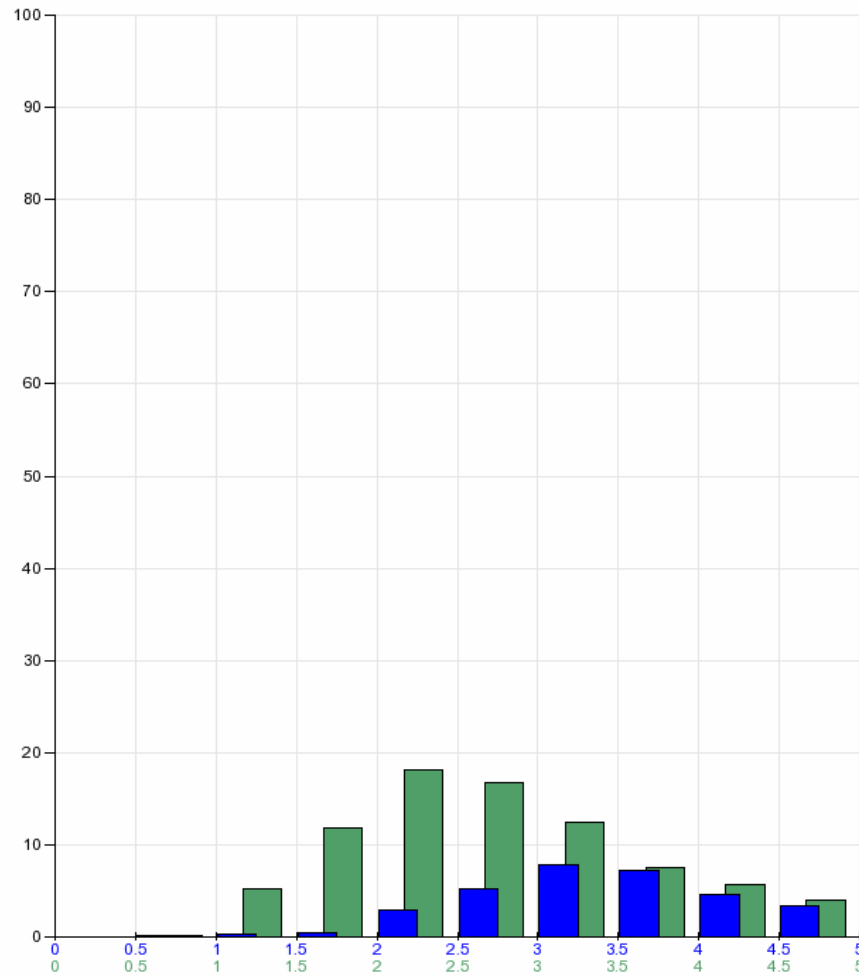
Joonis 74 H₂S arvutuslik ja mõõdetud konts. jaotus konteinerjaamas (kõik allikad, 28.08.06-31.12.06)

Graph type: Frequency Distrib.
Selected Time Series:

x1:Konteiner2, H2S, 002[M], Value

060828 00 - 070101 00.

x2:Konteiner2, simH2S, SIM[M], Value



x1*1.42 (µg/m3)
m=105.0 s=202.1 min=0.3 max=1221.4 n=2792
x2 (µg/m3)
m=4.5 s=5.2 min=1.0 max=57.2 n=3018

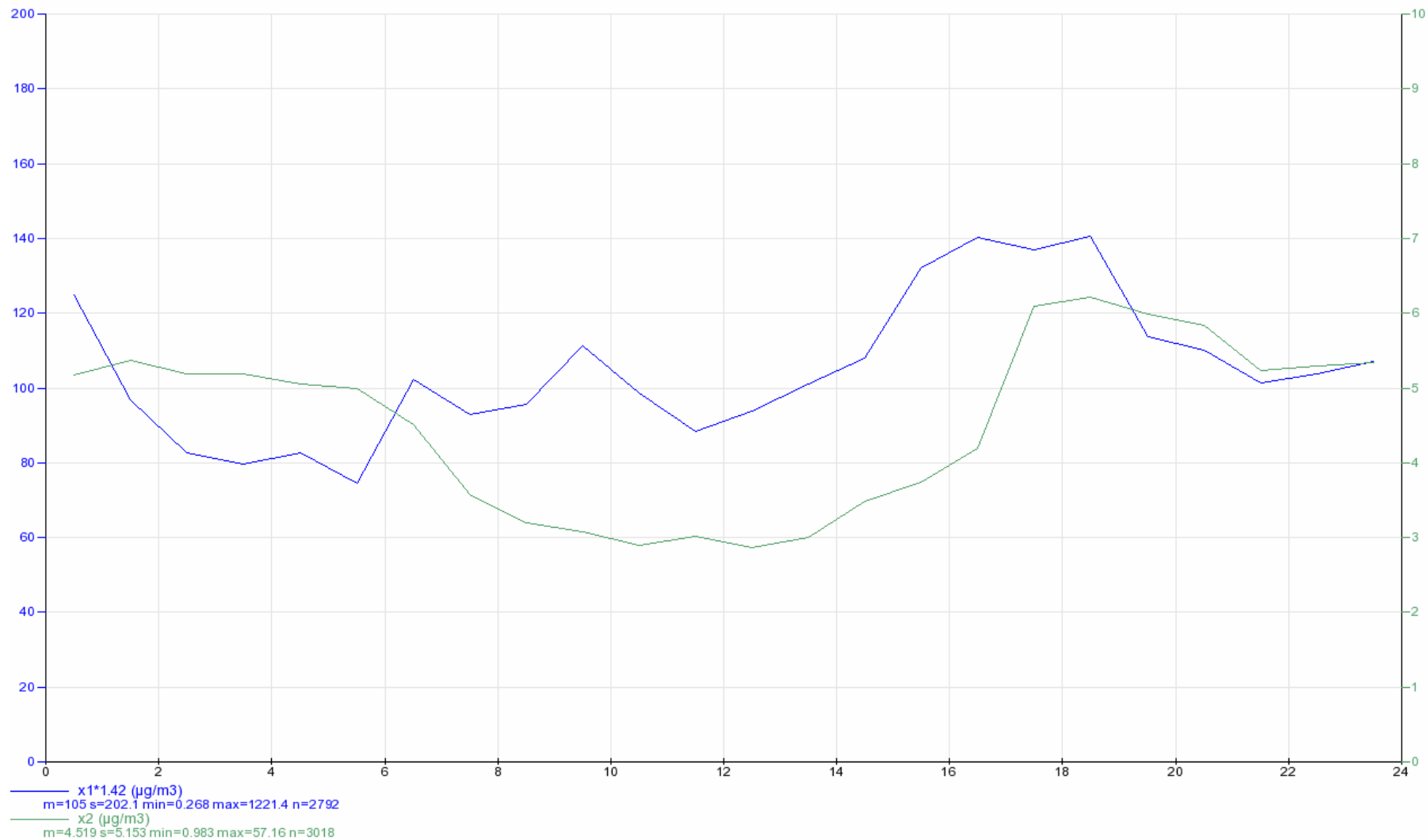
Joonis 75 H₂S arvutuslik ja mõõdetud konts. jaotus konteinerjaamas (kõik allikad, 28.08.06-31.12.06)

x1:Konteiner2, H2S, 002[M], Value

Graph type: Diurnal Variation
Selected Time Series:

060828 00 - 070101 00.

x2:Konteiner2, simH2S, SIM[M], Value



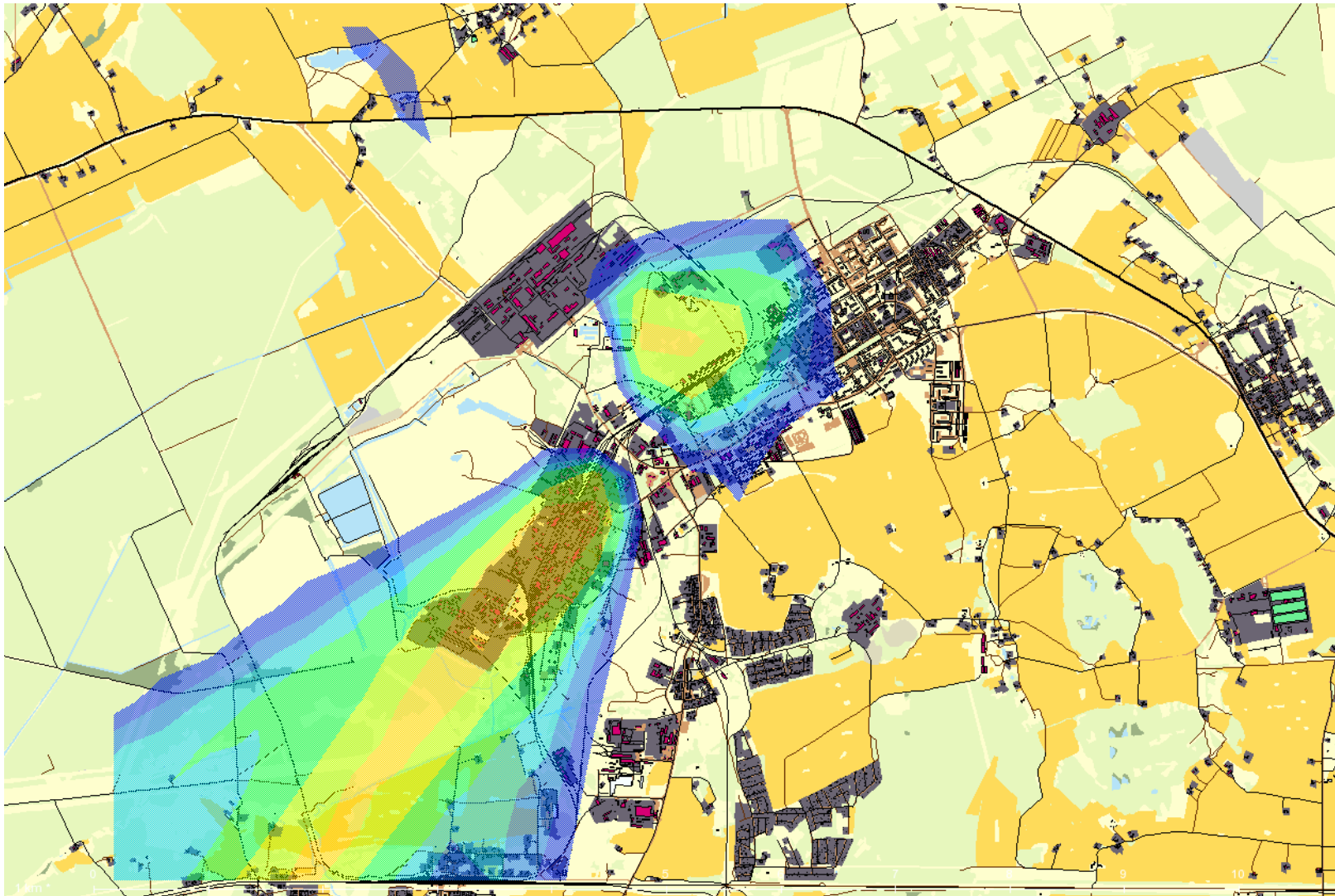
Joonis 76 H₂S arvutuslik ja mõõdetud konts. ööpäevane käik konteinerjaamas (kõik allikad, 28.08.06-31.12.06)

Modelleerimistulemustest on näha, et 2007 a. kevade seisuga kehtivate saastelubade põhjal saadud tulemused on oluliselt madalamad kui tegelikult seirejaamades mõõdetud vesiniksulfiidi tasemed. Siiski tuleb märkida, et OÜ Järve Biopuhastus taotles 2007 a. kevadel uut välisõhu saasteluba, mis põhines reaalsetel mõõtetulemustel. Samuti on VKG Oil alustanud uue keskkonnakompleksloa taotlemist. Seetõttu tuleb peale uute saastelubade väljastamist kindlasti üle kontrollida lubades toodud emissioonide ja reaalsete seireandmete kokkulangevus, mis seniste saastelubade puhul on olnud väga erinev ehk saastelubades on kajastatud oluliselt madalamaid heitkoguseid kui võib järeldada seireandmete põhjal. Hetkeliste heitkoguste kontrollimiseks oleks vajalik, et avalikkusele oleks vabalt kättesaadavad ettevõtete keskkonnaseire andmed, mida nõuab ka Keskkonnaregistri seadus. Praeguse seisuga ei ole ettevõtete seireandmed reeglina avalikkusele kättesaadavad. Väljastatavates saastelubades tuleks ühe kindla tingimusena seireandmete avalikustamise nõue kehtestada. Pidevseire andmed peaks analoogselt riikliku õhuseire andmetega olema kättesaadav reaalajas minimaalselt tunniajase nihkega.

Kõikide piirkonnas teostatud pidevseirete käigus saadud mõõtmistulemuste põhjal teostati Gaussi pöördmodelleerimine ehk arvutati välja saasteallikate asukohtade tõenäosused. Võrreldes 2006 a. tehtud arvutustega ei muutnud uute mõõtmistulemuste arvestamine saasteallikate asukohtade paiknemise tõenäosuseid (Joonis 77). Vesiniksulfiidi Seireandmete põhjal teostatud arvutuste järgi paikneb Kohtla-Järve piirkonnas vesiniksulfiidi saasteallikate osas kaks põhilist piirkonda kust vesiniksulfiidi välisõhku emiteeritakse – VKG Oil tootmisterrituum ja OÜ Järve Biopuhastus territoorium. Seoses biopuhasti rekonstrueerimistöödega tuleks peale ümberehituste lõppemist uuesti kriitiliselt üle vaadata seireandmed ja teostada hajumisarvutused, et võrrelda saastelubades toodud hetkelisi heitkoguseid reaalsete seireandmetega ja teostada tagasiarvutused piirkonnas paiknevate saasteallikate asukohtade tuvastamiseks.

Kuigi VKG Oil territooriumil paiknevad saasteallikad on oluliseks vesiniksulfiidi allikaks, pärineb seniste mõõtmiste ja mudelarvutuste põhjal suur osa saastest veepuhastusjaama territooriumilt. Eelkõige on Kalevi tänava seirejaamas mõõdetud

ülikõrgete vesiniksulfiidi kontsentratsioonide puhul tegemist veepuhastusjaama heitmetega. Hajumisarvutuste ja reaalsete mõõtmistulemuste võrdlusest on näha, et arvutatud ja mõõdetud kontsentratsioonide ajaline muster langeb kokku, kuid tase on erinev. Seega näitavad modelleerimistulemused seda, et veepuhastusjaama territooriumil paiknevate vesiniksulfiidi saasteallikate reaalsed hetkelised heitkogused on siiani olnud märgatavalt suuremad kui loataotluse projektis toodud emissioonid. Sama kehtib ka VKG Oil territooriumil paiknevate emissiooniallikate kohta, mida näitasid Ida-Viru õhukvaliteedi uuringute I etapis teostatud modelleerimistulemused. Välistada ei saa siiani kaardistamata saasteallikate mõju. Lisaks võib ühe tõenäolise vesiniksulfiidi saasteallikana esile tuua poolkoksi ladestusalasid. Senised pistelised mõõtmised on näidanud, et tegemist on küllaltki oluliste saasteallikatega. Samas põhjustavad need saasteallikad oma suure kõrguse tõttu peamiselt foonilise saastetaseme tõusu ning tulenevalt pidevast ühtlasest emissioonist ei põhjusta tõenäoliselt järske saastetasemete tõususid linnas.



Joonis 77 Vesiniksulfiidi saasteallikate asukohtade paiknemise tõenäosus

3.5.2 Väaveldioksiid

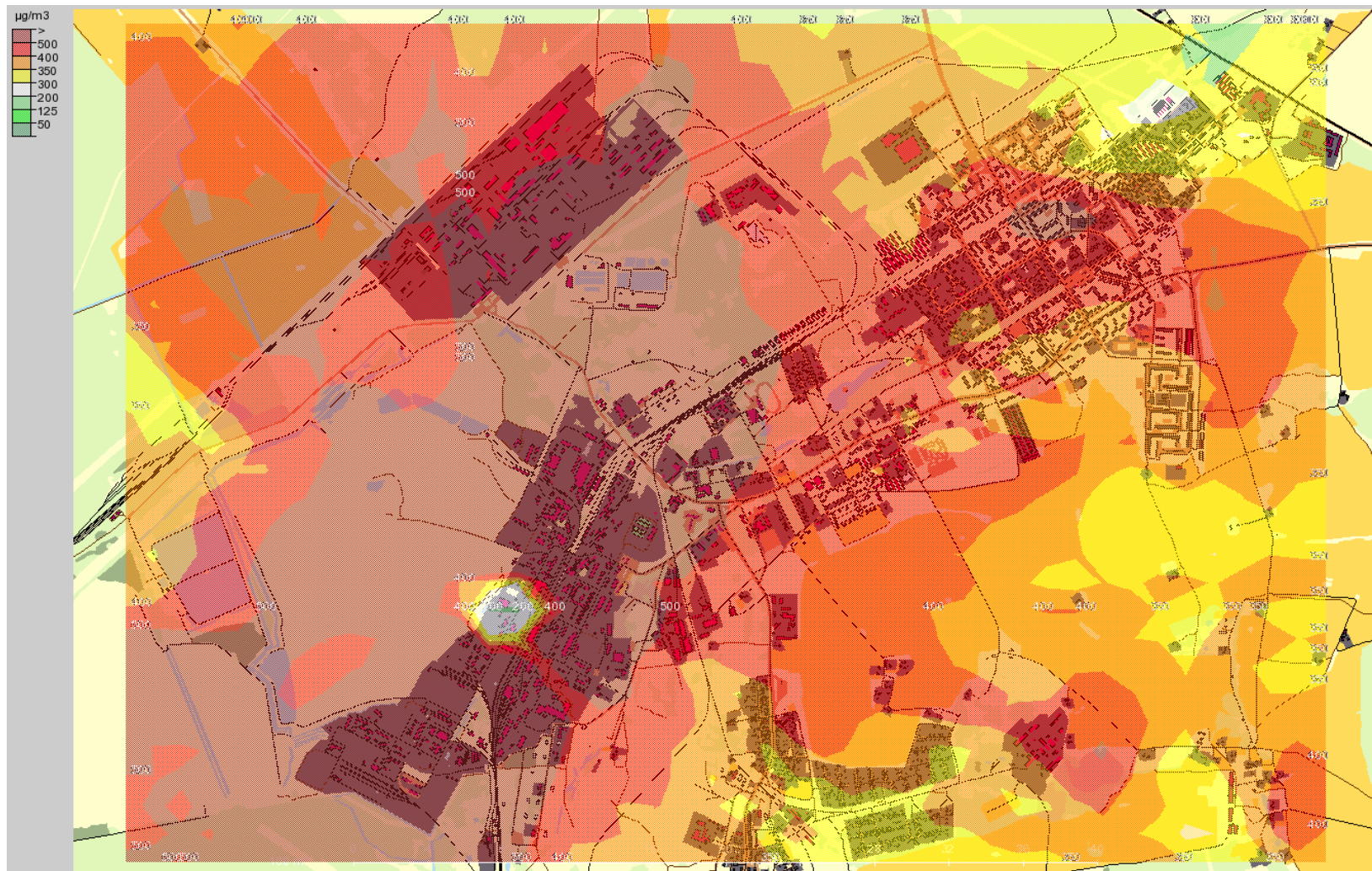
Väaveldioksiidi kontsentratsioonid on Ida-Virumaal märkimisväärselt kõrgemad võrreldes muude Eesti piirkondadega. Üheks peamiseks põhjuseks on põlevkiviõli ja elektrienergia tootmine selles piirkonnas. Kohtla-Järve linnas põhjustab väaveldioksiidi kõrgeid tasemeid peamiselt põlevkiviõli tootmine. Kehtivate normide järgi võib tunnikeskmist piirväärtust $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ületada aastas 24. korral ja ööpäevakeskmist piirväärtust $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kolmel korral.

Sarnaselt vesiniksulfiidile hõlmati hajumisarvutustes kõik piirkonnas asuvad emissiooniallikad vastavalt kehtivatele saastelubadele.

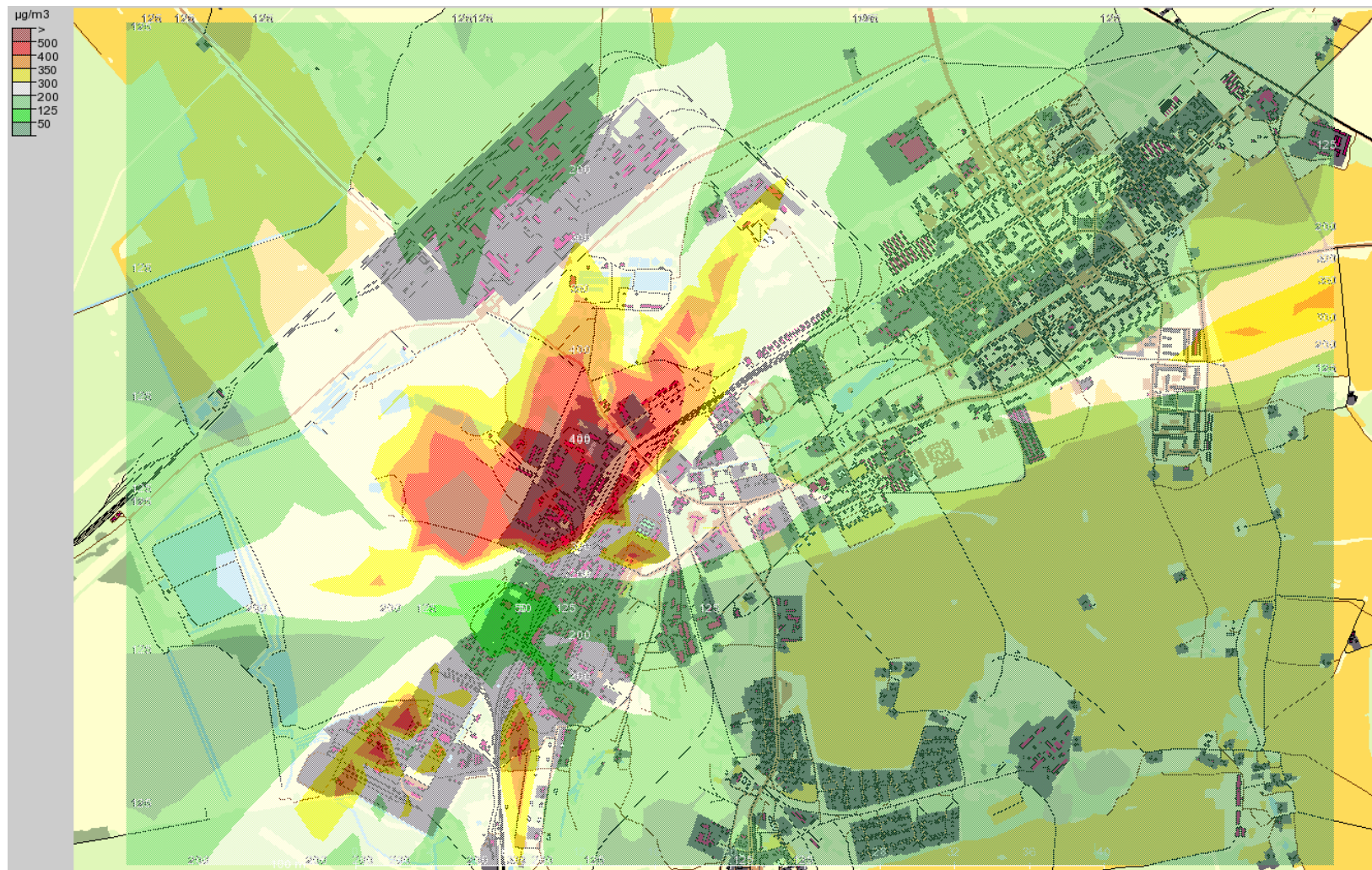
Tulemuste võrdlemisel Kalevi tänava seirejaama andmetega on arvutuslike ja mõõdetud saastetasemete vahelised erinevused küllalt suured (Joonis 80). Samuti ei ole sagedusjaotuse kokkulangevus märgatavalt parem (Joonis 81). Väaveldioksiidi sisalduse ööpäevane käik vaadeldud perioodil Kalevi tänava seirejaamas järgib realselt mõõdetud ja arvutuslike tulemuste osas sarnaseid tõusu- ja langustrende, ent kontsentratsioonide numbriline erinevus on siiski kahekordne (Joonis 83). Erinevalt vesiniksulfiidist on mõõdetud väaveldioksiidi kontsentratsioonid arvutuslikest tunduvalt madalamad. Kalevi tänava seirejaamast läänekaartes asuvad enamuse linna tööstusettevõtteid, mille tegevuse koosmõjul ning soodsate ilmastikutingimuste olemasolul ei saa välistada saastetasemete tõusu. Iseasi kui reaalne see on, et allikad töötavad üheaegselt ning täisvõimsusel.

Konteinerjaama mõõdetulemused ning arvutuslikud kontsentratsioonid langevad üldjuhul ajaliselt kokku, kuid on nendest märkimisväärselt kõrgemad (Joonis 84). Ka sagedusjaotusest on näha, et analoogiliselt teiste mõõtepunktidega on madalate kontsentratsioonide osakaal reaalsete mõõtmistulemuste seas kõrgem kui arvutuslike kontsentratsioonide osas (Joonis 85, Joonis 86). Väaveldioksiidi sisalduse ööpäevast käiku iseloomustab vaadeldud perioodil OÜ Järve Biopuhasti territooriumil asunud konteinerjaamas erinevaid tõusu- ja langustrende evivad arvutuslikud ning reaalsete mõõtmiste tulemuste põhjal saadud kontsentratsioonid (Joonis 87).

Suured erinevused kõrgemate kontsentratsioonide osas viitavad sellele, et saastelubades ja eelkõige VKG Oil loataotluses toodud hetkelised heitkogused on suuremad kui tegelikkuses nendest saasteallikatest välisõhku paisati. Samuti tuleb arvestada seda, et antud arvutustes kasutati maksimaalseid hetkelisi heitkoguseid, mis tegelikkuses võivad esineda ajaliselt vaid piiratud perioodil, mis ei pruugi kokku langeda ebasoodsate ilmastikutingimustega. Mudelarvutustes aga rakendatakse ebasoodsaid hajumistingimusi neile maksimaalsetele hetkelistele heitkogustele. Olemasolevates saastelubades ja loataotluse projektis toodud saasteallikate andmetes puudub kahjuks ajaline dünaamika.



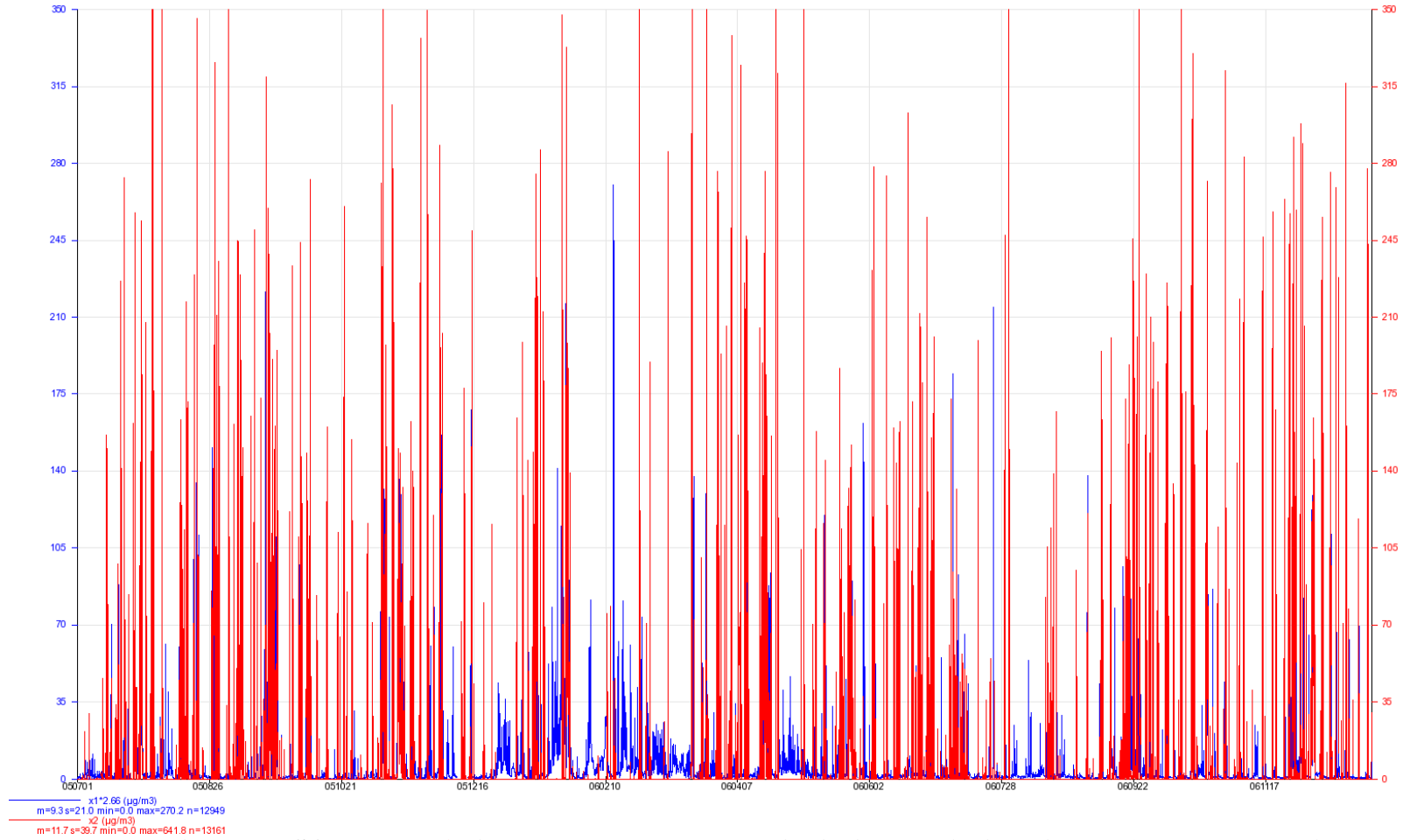
Joonis 78 SO₂ maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon, 99,9-protsentiil (kõik saasteallikad, 01.07.05-31.12.06)



Joonis 79 SO₂ maksimaalne ööpäevakeskmise kontsentratsioon (kõik allikad, 01.07.2005 – 31.12.2006)

x1:Kohila-Järve, SO2, 000[M], Value

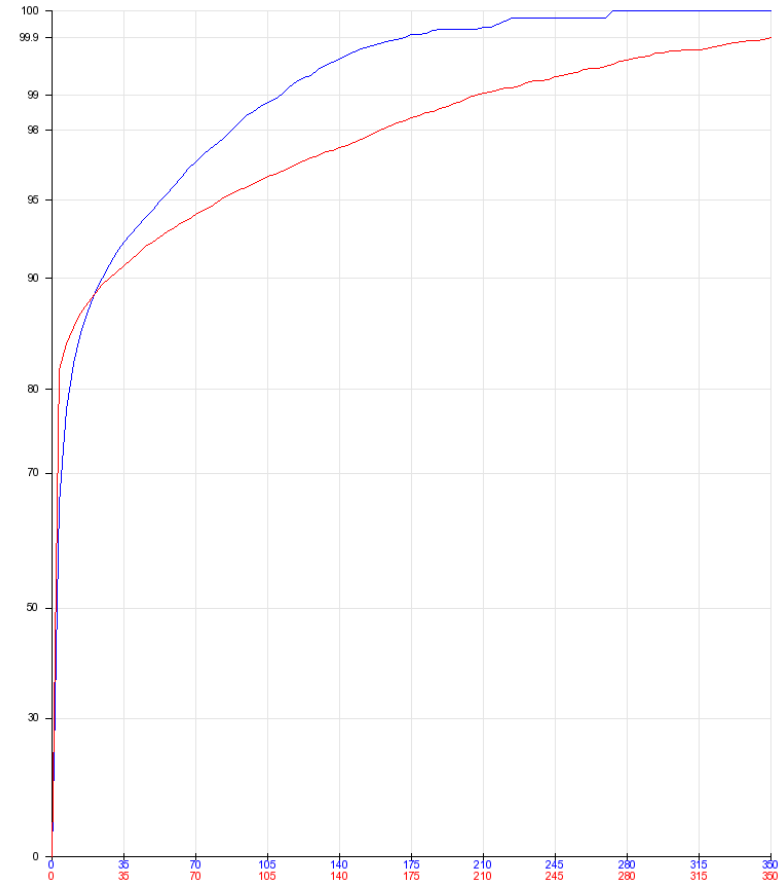
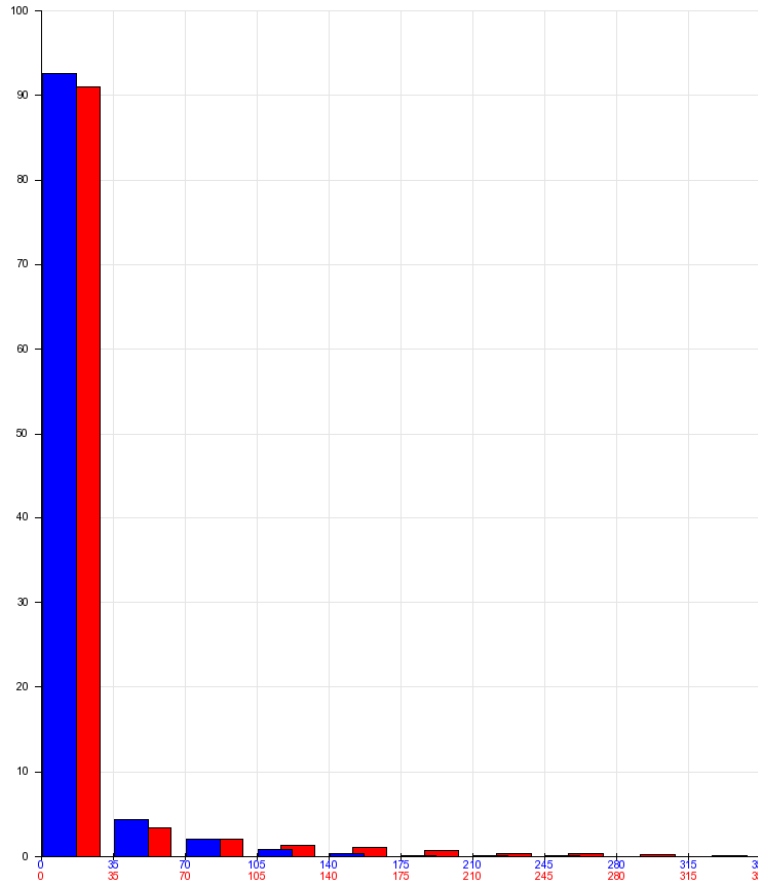
Graph type: Time series
SELECTED TIME SERIES:
x2:Kohila-Järve, simSO2, SIM[M], Value
Cut condition
050701 00 - 070101 00, Weekday: All, Day type: All,
Period in year (mmd): 0101 - 1231, Period within day(hh): 01 - 24.



Joonis 80 SO₂ arvutuslik ja mõõdetud konts. Kalevi seirejaamas (kõik allikad, 01.07.05-31.12.06)

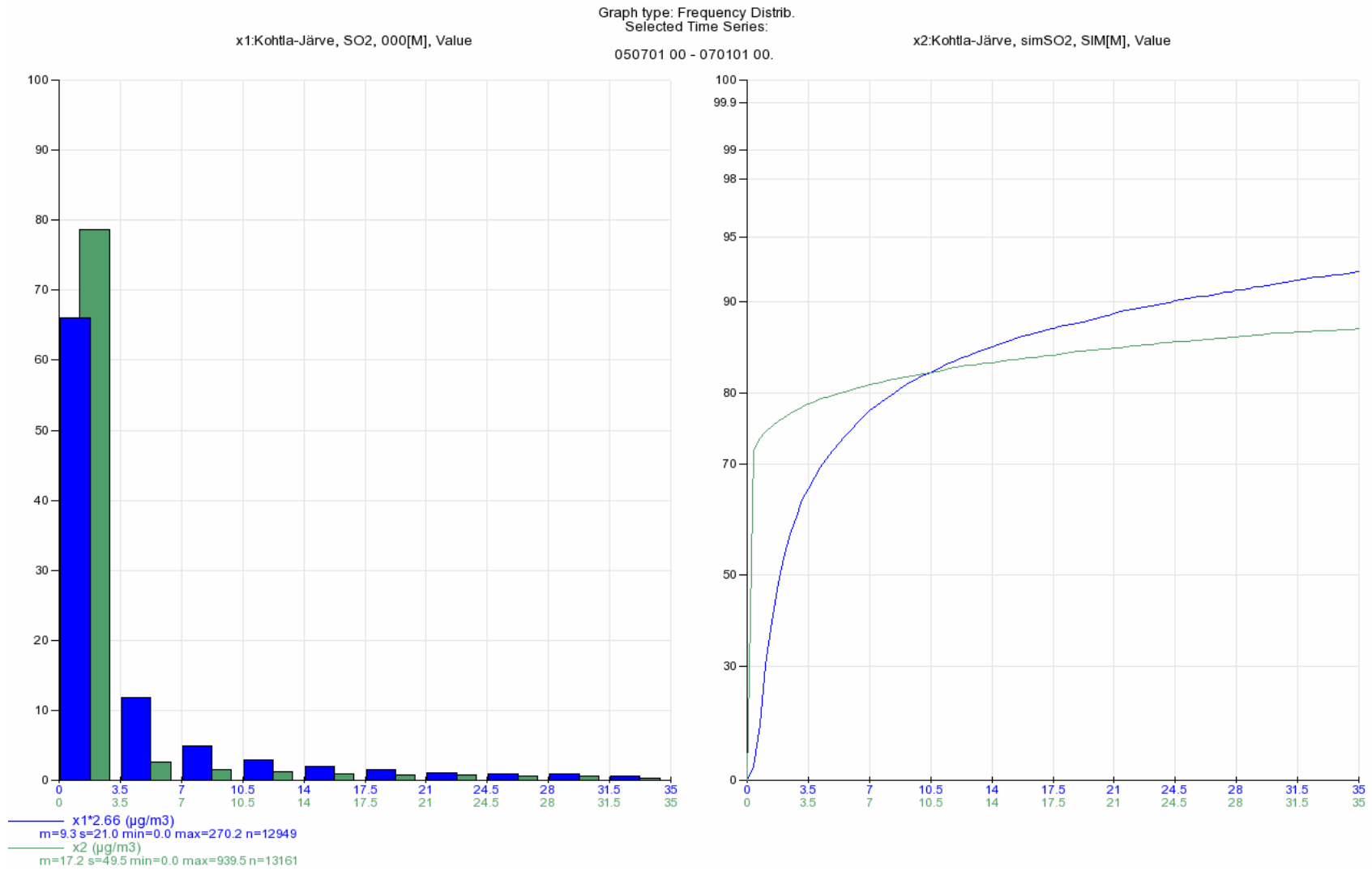
x1:Kohtla-Järve, SO2, 000[M], Value

Graph type: Frequency distrib.
SELECTED TIME SERIES:
x2:Kohtla-Järve, simSO2, SIM[M], Value
Cut condition
050701 00 - 070101 00, Weekday: All, Day type: All,
Period in year (mddd): 0101 - 1231, Period within day(hh): 01 - 24.

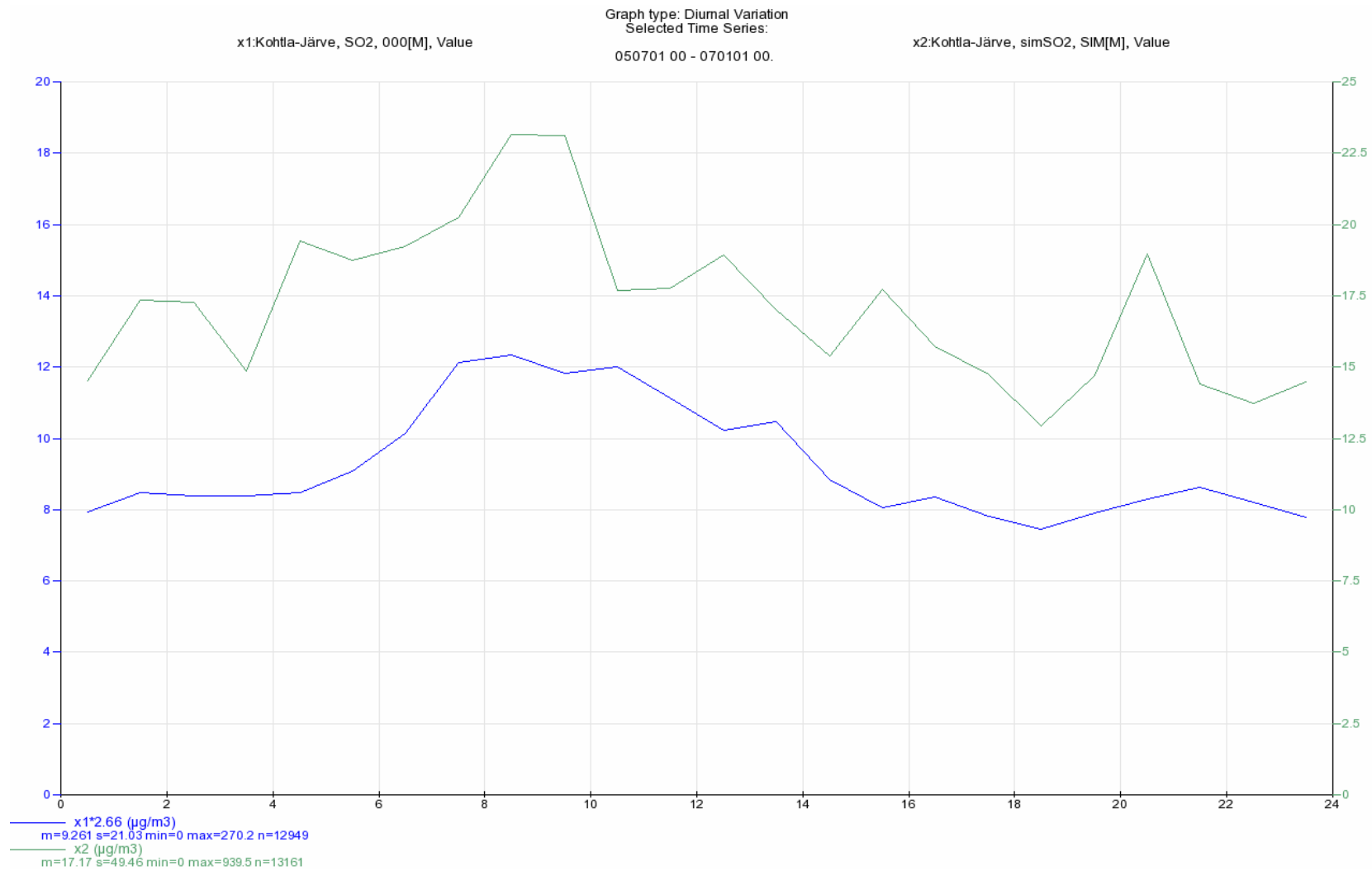


— x1*2.66 (µg/m3)
m=9.3 s=21.0 min=0.0 max=270.2 n=12949
— x2 (µg/m3)
m=11.7 s=39.7 min=0.0 max=641.8 n=13161

Joonis 81 SO₂ arvutusliku ja mõõdetud konts. jaotus Kalevi seirejaamas (kõik allikad, 01.07.05-31.12.06)



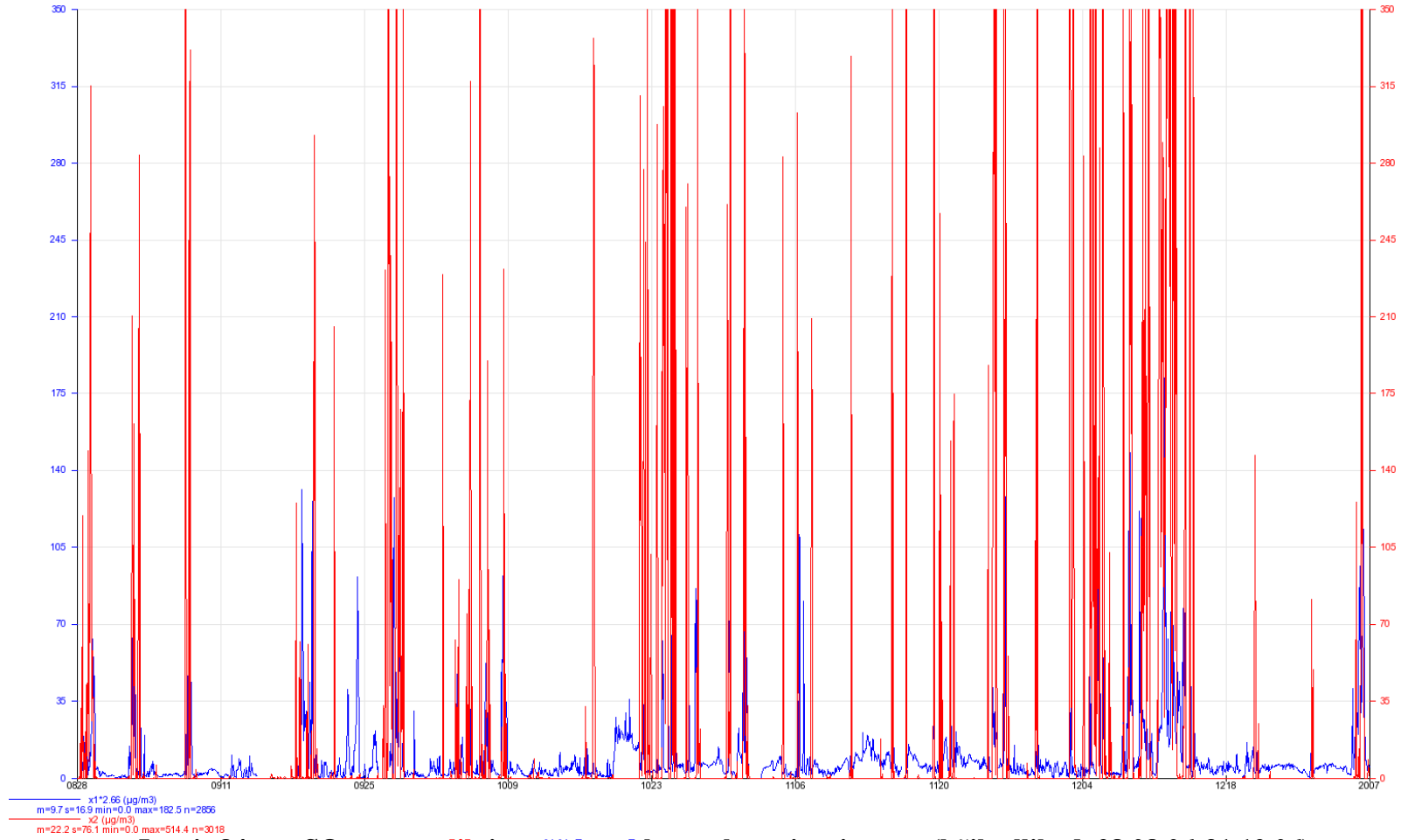
Joonis 82 SO₂ arvutusliku ja mõõdetud konts. jaotus Kalevi seirejaamas (kõik allikad, 01.07.05-31.12.06)



Joonis 83 SO₂ arvutusliku ja mõõdetud konts. ööpäevane käik Kalevi seirejaamas (kõik allikad, 01.07.05-31.12.06)

x1.Konteiner2, SO2, 000[M], Value

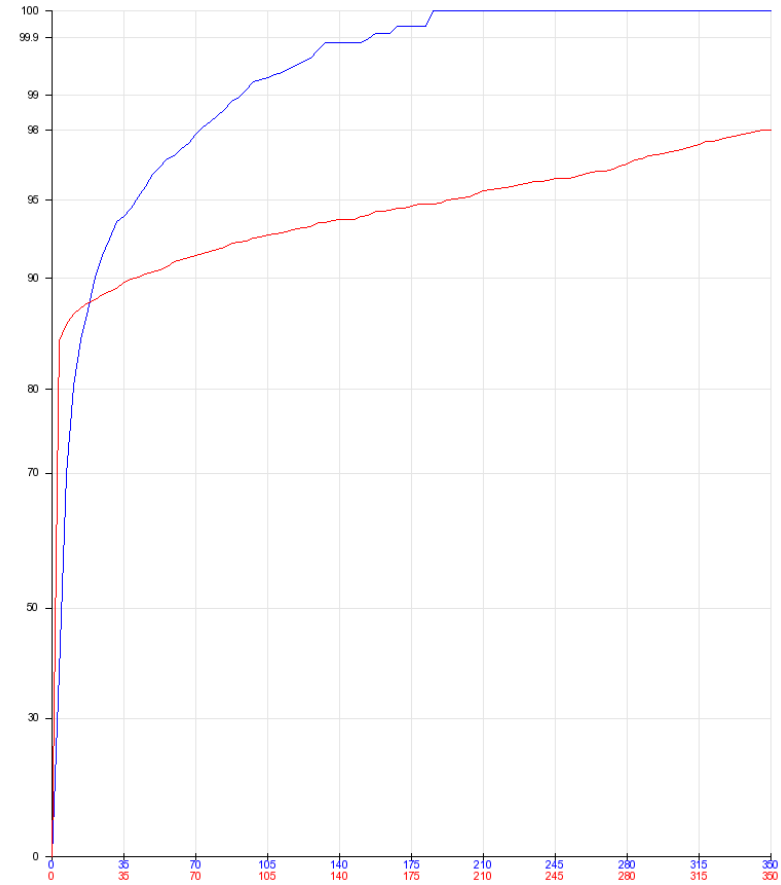
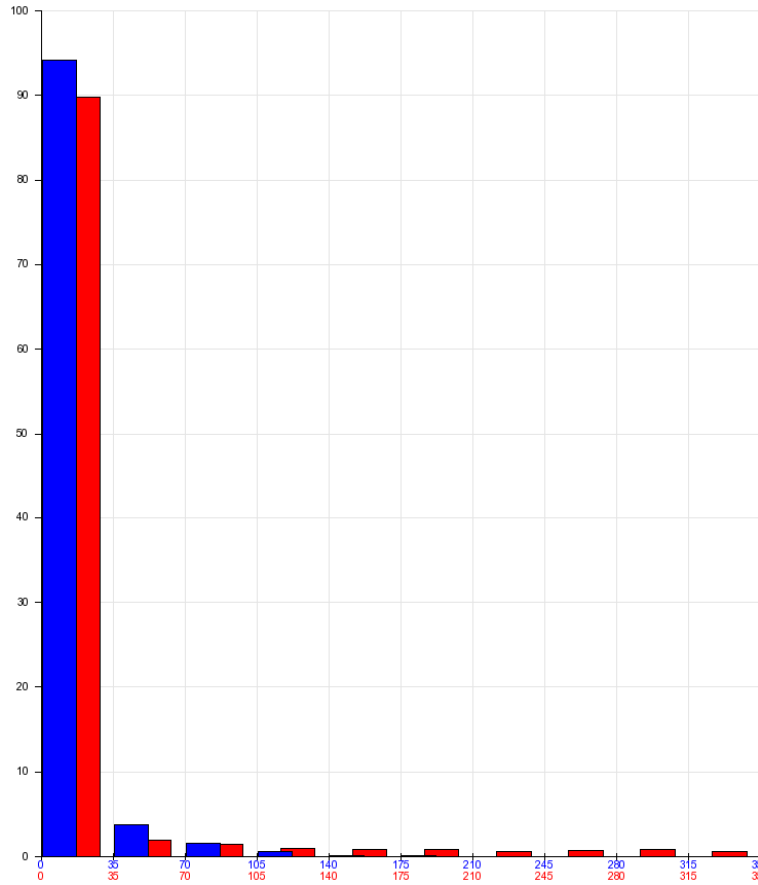
Graph type: Time series
SELECTED TIME SERIES:
x2.Konteiner2, simSO2, SIM[M], Value
Cut condition
060828 00 - 070101 00, Weekday - All, Day type: All
Period in year (mmod): 0101 - 1231, Period within day(hh): 01 - 24.



Joonis 84 SO₂ arvutuslik ja mõõdetud konts. konteinerjaamas (kõik allikad, 28.08.06-31.12.06)

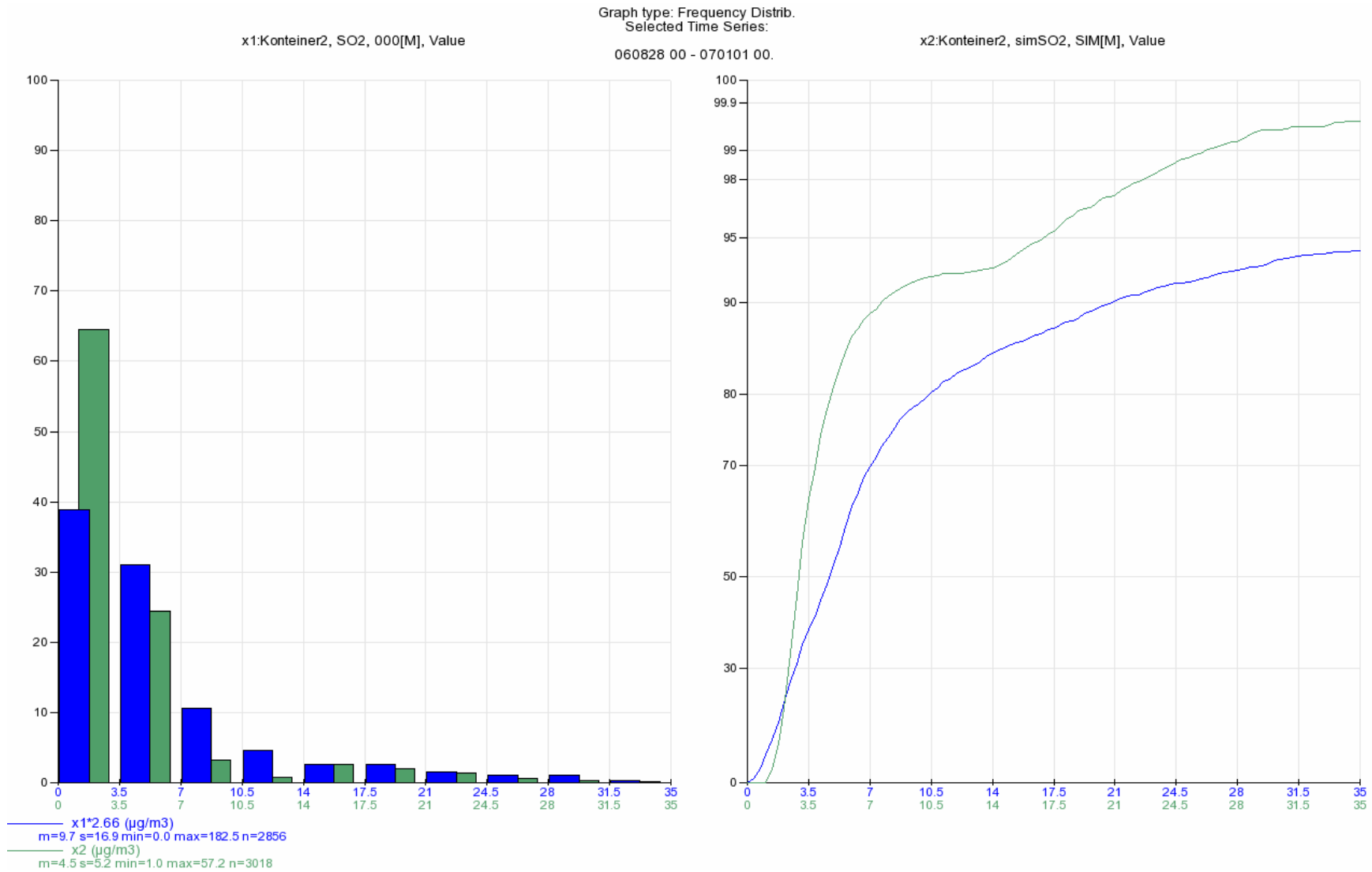
x1.Konteiner2, SO2, 000[M], Value

Graph type: Frequency distrib.
SELECTED TIME SERIES:
x2:Konteiner2, simSO2, SIM[M], Value
Cut condition
060828 00 - 070101 00 Weekday - All, Day type: All
Period in year (mmd): 0101 - 1231, Period within day(hh): 01 - 24.

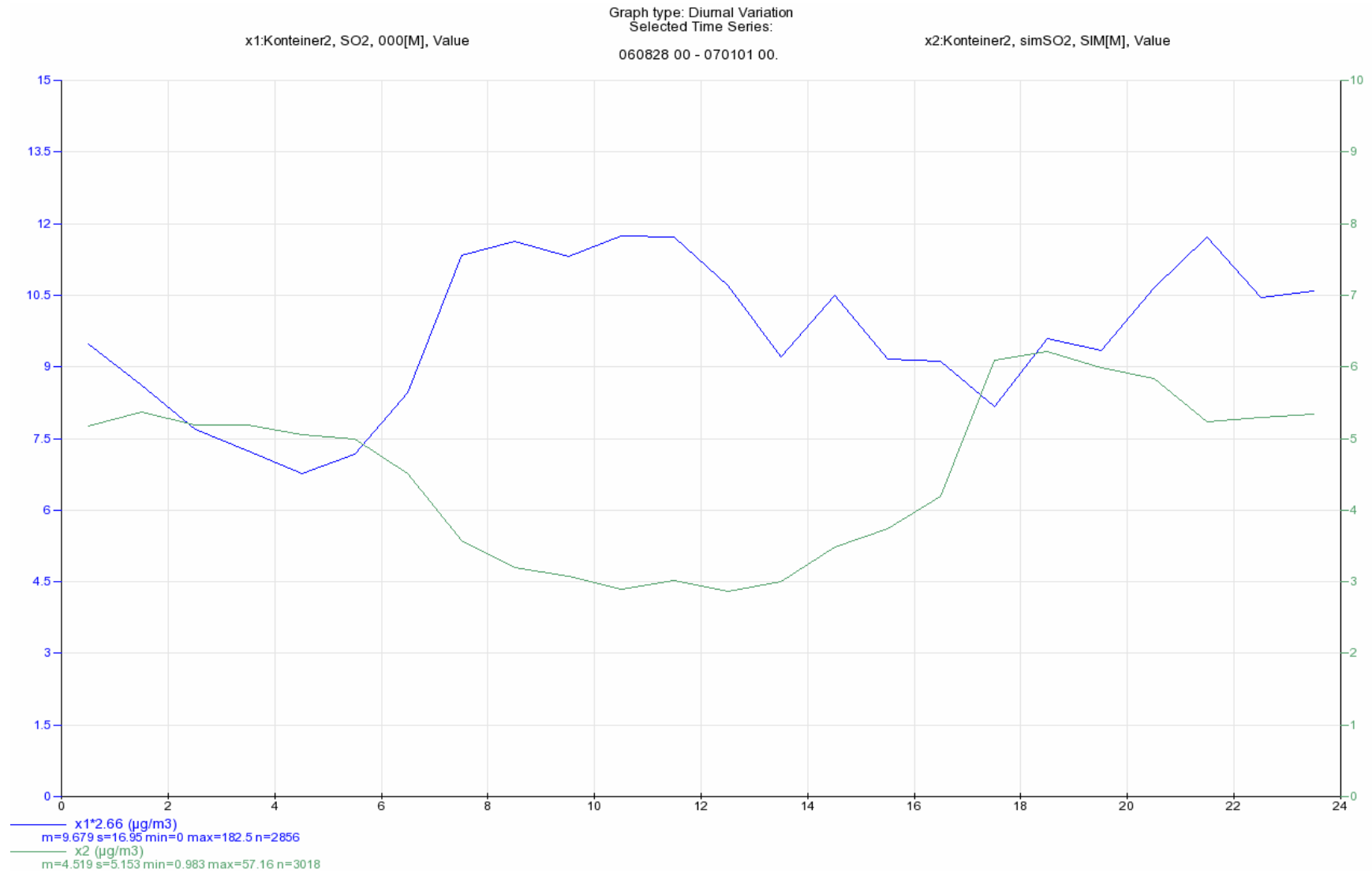


x1*2.66 (µg/m3)
m=9.7 s=16.9 min=0.0 max=182.5 n=2806
x2 (µg/m3)
m=22.2 s=76.1 min=0.0 max=514.4 n=3018

Joonis 85 SO₂ arvutusliku ja mõõdetud konts. jaotus konteinerjaamas (kõik allikad, 28.08.06-31.12.06)



Joonis 86 SO₂ arvutusliku ja mõõdetud konts. jaotus konteinerjaamas (kõik allikad, 28.08.06-31.12.06)



Joonis 87 SO₂ arvutusliku ja mõõdetud konts. ööpäevane käik konteinerjaamas (kõik allikad, 28.08.06-31.12.06)

Vesiniksulfiidiga võrreldes on vääveldioksiidi puhul olukord vastupidine. Saastelubades ja loataotluse projektides toodud hetkelised heitkogused on selgelt suuremad kui mudelarvutustega kaetud perioodil tegelikkuses õhku paisati. Samas põhjustaksid loataotluse projektis toodud hetkelised heitkogused kõikide saasteallikate korraga maksimaalvõimsusel töötamisel ebasoodsate ilmastikutingimuste korral väljaspool tootmisterritooriumi piirväärtusi ja isegi häiretasemeid ületavaid maapinnalähedasi kontsentratsioone. Vääveldioksiidi hetkeliste heitkoguste põhjustatud maapinnalähedaste kontsentratsioonide hindamisel tuleb silmas pidada WHO viimaseid juhendeid, kus pakutakse vääveldioksiidi ööpäevakeskmiseks piirnormiks senise $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ asemel pikas perspektiivis vaid $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kindlasti ei ole sellise piirväärtuse kehtestamine lähimas tulevikus eriti reaalne, kuid varem või hiljem jõuab selline piirväärtus siiski Euroopa seadusandlusesse. Seetõttu on vajalik juba varakult arvestada vajadusega piirata vääveldioksiidi emissioone senisest veelgi enam.

4 Kokkuvõte

Töö käigus teostati alates 2006 a. augustist kuni 2007 a. veebruarini välisõhu mõõtmisi Kohtla-Järve linnas ja piirkonna tööstusettevõtete territooriumil. Välisõhu kvaliteeti hinnati passiivsete proovlitega, pisteliste aktiivmõõtmistega ja pidevseireseadmetega. Lisaks teostati emissioonide mõõtmisi heitveepuhastusjaama saasteallikatest ning analüüsiti heitveepuhastusjaama sissevoolude veeproove väävliühendite suhtes. Saadud mõõtetulemusi kasutati hajumisarvutusteks ja pöördmodelleerimiseks.

Vesiniksulfiidi kontsentratsioonide kaardistamine passiivsampleritega kinnitas varasemaid tulemusi, et vesiniksulfiidi emissioonid pärinevad kahest selgelt eristuvast piirkonnast – VKG Oil tootmisterritooriumilt ja Järve biopuhastist. Samuti kinnitasid pidevseire andmete põhjal teostatud pöördmodelleerimise tulemused passiivsamplerite mõõtetulemusi saasteallikate asukohtade osas.

Kehtivate välisõhu saastelubade hetkeliste heitkogustega teostatud hajumisarvutused näitasid, et saastelubades toodud hetkelised heitkogused on oluliselt madalamad, kui tegelikud emissioonid. Hajumisarvutuste tulemusi kinnitasid pidevseire käigus saadud mõõtetulemused. Saastelubades toodud hetkeliste heitkoguste jätkuvaks kontrollimiseks oleks vajalik teha kättesaadavaks ettevõtete omaseire andmed. Praegusel hetkel paikneb piirkonnas üks ettevõtte pidevseirejaam. Uue välisõhu saasteloa või keskkonnaprobleemide väljastamisel on vajalik lisada ühe loatingimusena andmete avalik esitamine reaalses analoogselt riiklike seirejaamade andmetega ja vähemalt tunnikeskiste aegriidide kohene kättesaadavus.

Kehtivas seadusandluses toodud fenooli tunnikeskise ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja ööpäevakeskmise piirväärtuse ($3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) proportsioon ei ole paigas. Näiteks Leedus on samal Nõukogude Liidu normidel põhinev piirväärtus vastavalt $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kehtiva piirnõrmi ülevaatamisel võib piirkonnas tekkida probleeme fenooli tunnikeskiste piirväärtuste ületamisega.

Praeguse seisuga on välisõhu kvaliteeti enim mõjutavaks ühendiks vesiniksulfiid. Heitveepuhastusjaama rekonstrueerimise käigus muutuvad tõenäoliselt sealsed hetkelised heitkogused märkimisväärselt, mistõttu on vajalik uue välisõhu saasteloa koostamine. Uue loa aluseks peaksid kindlasti olema reaalsed mõõtetulemused.

Seniste mõõtetulemuste põhjal võib täheldada suundumusi, et lähiajal võivad tekkida probleeme ka vääveldioksiidi saastetasemetega kui jätkatakse olemasoleva tehnoloogia kasutamist. Siiski võib eeldada, et VKG Oil poolt tehtavad märkimisväärsed investeeringud vääveldioksiidi sidumiseks tagavad vääveldioksiidi välisõhu piirnormidest kinnipidamist.

Uuringu tulemusena võib esile tõsta mõningaid punkte:

- Välisõhu kvaliteet Kohtla-Järvel on küll seireandmete põhjal võrreldes varasemate aastatega mõnevõrra paranenud, kuid siiski esineb mõningate saasteainete, eelkõige vesiniksulfiidi, osas jätkuvalt probleeme.
- Kuigi vesiniksulfiidi emiteerivad ettevõtted on juba uuendanud oma puhastussüsteeme, siis teatud spetsiifiliste saasteainete osas (vesiniksulfiid, vääveldioksiid, fenool) registreeritakse kohati piirväärtusi ületavaid kontsentratsioone, mis põhjustavad ka ebameeldivat haisu linnas.
- Seoses heitveepuhastusjaama rekonstrueerimisega tuleb peale olemasoleva saasteallika muutmist ja/või uue saasteallika lisandumist kontrollida reaalseid emissioone ja nende vastavust saastelubades toodud heitkogustele, kasutades selleks otseseid mõõtmisi heitveepuhastusjaama pindsaasteallikatest;
- Vajalik on kontrollida piirkonna ettevõtete reaalseid emissioone ja nende vastavust saastelubades toodud heitkogustele;
- Saastelubades toodud maksimaalsete hetkeliste heitkoguste jaoks tuleb hinnata nende ajalist dünaamikat ja hõlmata need andmed välisõhu saastelubades;
- Heitveepuhastusjaamas mõõdetud vesiniksulfiidi tasemed olid mõõteperioodil selges korrelatsioonis puhastisse suubuva tuhamägede heitvee sulfiidide sisaldusega;
- Heitveepuhastusjaama sissevooludes olid kõrgeimad sulfiidse ja kas sulfaatse väävli tasemed tuhamägede nõrgvees;
- Heitveepuhastusjaama vesiniksulfiidi emissioonid on otseselt seotud väävlirikaste (sulfiidid) ja leeliseliste heitvete sissevooluga;
- Väävliprobleem tuleb lahendada kas enne puhastisse jõudmist heitvete eelpuhastuse näol või tagada puhasti selline tehnoloogiline protsess, mis välistaks sulfaatse väävli ülemineku sulfiidseks väävliks anaeroobsetel tingimustel ning dissotsieerunud sulfiidi ülemineku

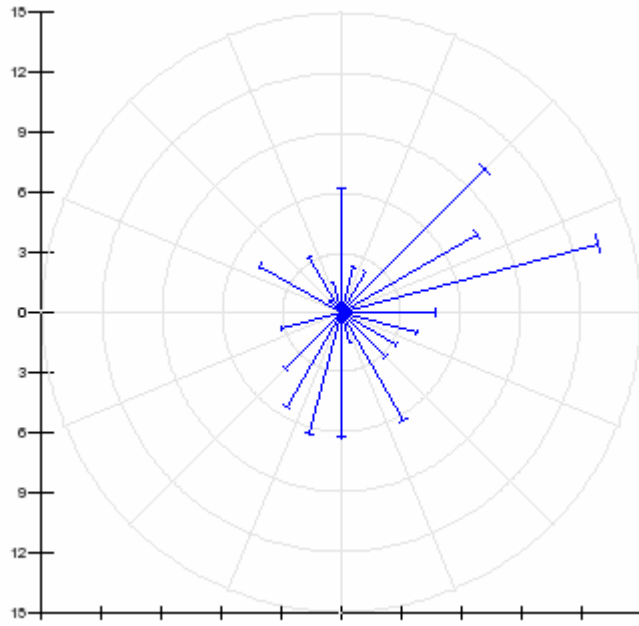
dissotsieerumata vesiniksulfiidiks ehk gaasilise vesiniksulfiidi heitmed välisõhku;

- Ettevõtete omaseire andmed peaks olema avalikkusele ja kolmandatele osapooltele kontrollimiseks vabalt kättesaadavad;
- Välisõhu saastelubade ja/või keskkonnakomplekslubade loatingimused peavad täpselt paika panema nõuded seirele (asukoht, seire sagedus, parameetrid) ja saadud andmete esitamise formaat ja sagedus ning andmete avalikustamine ja kättesaadavus;
- Ettevõtete pidevseire andmed peaksid olema avalikkusele nähtavad reaalajas, minimaalselt tunniajase nihkega;
- Kohalikule Keskkonnateenistusele ja Keskkonnainspeksioonile peaks koheselt olema kättesaadavad ettevõtete pidevseirejaamade vähemalt tunnikeskmsed aegread sobivas elektroonilises formaadis (ascii, MS Excel, OpenOffice Calc vms).

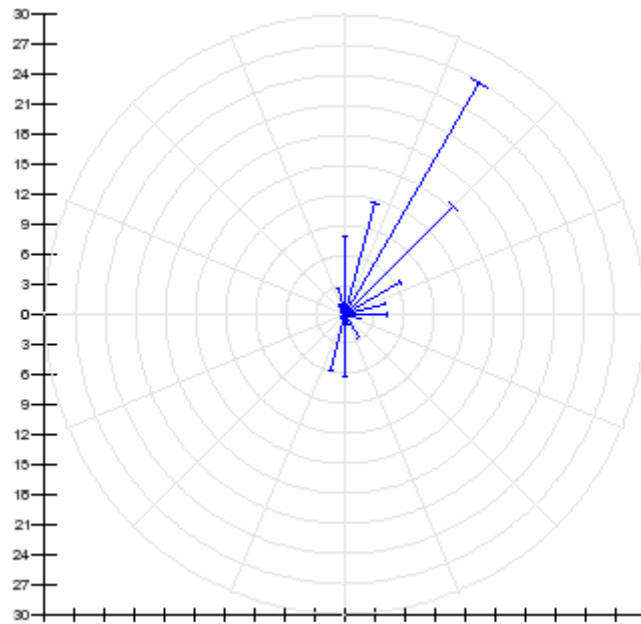
5 Kasutatud kirjandus

1. Välisõhu Kaitse Seadus, Vastu võetud 5.05.2004. a seadusega (RT I 2004, 43, 298);
2. Välisõhu saastatuse taseme määramise kord, Keskkonnaministri 22. septembri 2004. a määrus nr 120;
3. Välisõhu saastatuse taseme piir-, sihtväärtused ja saastetaluvuse piirmäärad, saasteainete sisalduse häiretasemed ja kaugemad eesmärgid ning saasteainete sisaldusest teavitamise tase, Keskkonnaministri 7. septembri 2004. a määrus nr 115;
4. Välisõhu seire 2005, Tallinn 2006, M-13-6-2005/344 / M-13-6-2005/361;
5. Välisõhu seire 2004, Tallinn 2005, M-13-6-2003/103;
6. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide Global update 2005 (2006);
7. Air Quality Guidelines for Europe, Second Edition, WHO Regional Publications, European Series, No. 91, World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen (2000);
8. Otsa, E., Tang, H., Poolkoksi keskkonnaohtlikkuse määramine (2003);
9. L. Barry Goodrich, Calvin B. Parnell, Jr., Ronald E. Lacey, Saqib Mukhtar, Bryan W. Shaw, EVALUATION OF THE USE OF THE BOX MODEL TO DETERMINE EMISSION FLUXES FROM AREA SOURCES AND THE CORRESPONDING MODELED CONCENTRATIONS USING THE INDUSTRIAL SOURCE COMPLEX Biological and Agricultural Engineering Department Texas A&M University College Station, TX
10. VKG Oil AS tootmistegevuse mõju Kohtla-Järve piirkonna õhukvaliteedile, Tallinn 2007, 2006/16/227
11. OÜ Järve Biopuhasti emissioonide mõõtmised ja lubatud heitkoguste projekt, Tallinn 2007
12. DĖL LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTRO IR LIETUVOS RESPUBLIKOS SVEIKATOS APSAUGOS MINISTRO 2000 M. SPALIO 30 D. ĮSAKYMO NR. 471/582 „DĖL TERŠALŲ, KURIŲ KIEKIS APLINKOS ORE VERTINAMAS PAGAL EUROPOS SĄJUNGOS KRITERIJUS, SĄRAŠO PATVIRTINIMO IR RIBINIŲ APLINKOS ORO UŽTERŠTUMO VERČIŲ NUSTATYMO“ PAKEITIMO, 2007 m. birželio 11 d. Nr. D1-329/V-469, Vilnius

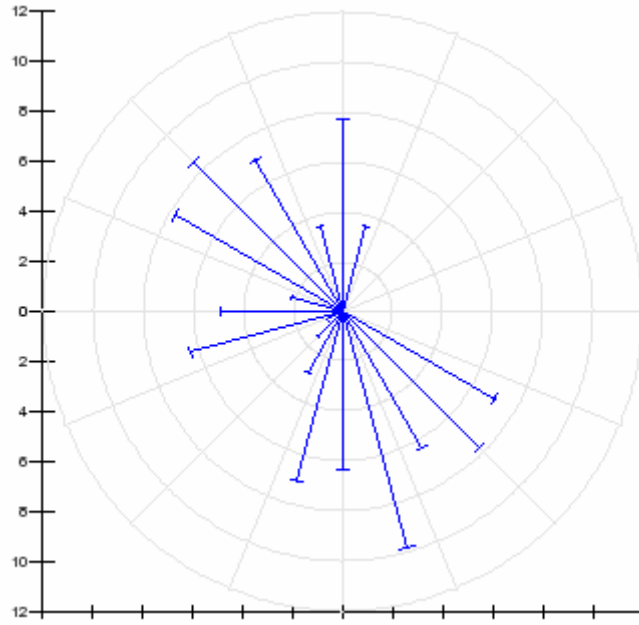
LISA 1 Tuulteroos 17-23.08 2006



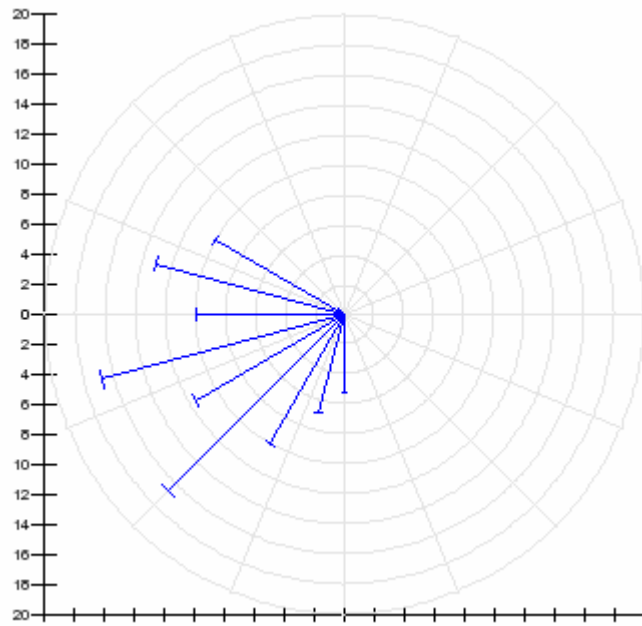
LISA 2 Tuulteroos 23-31.08 2006

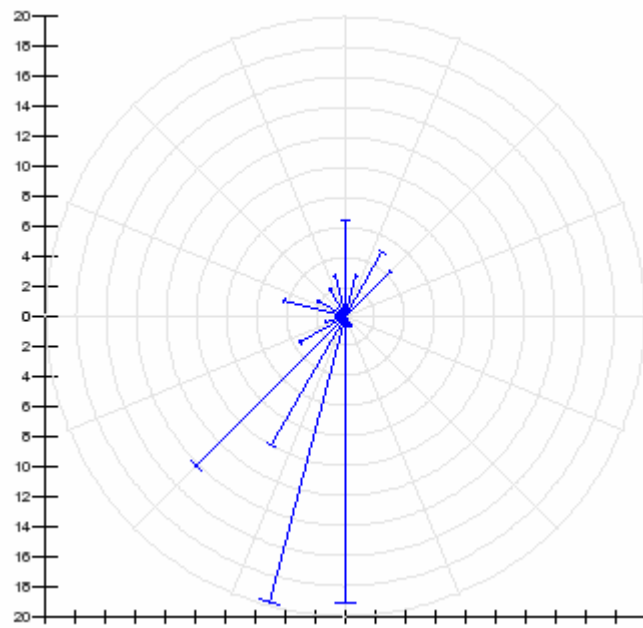


LISA 3 Tuulteroos 31.08-06.09 2006



LISA 4 Tuulteroos 06-14.09 2006





LISA 6 Passiivsamplerite analüüsitulemused

Vesiniksulfiid (H₂S), µg/m³

Mõõtepunkti nr	koordinaadid	17-23.08	23-31.08	31.08-06.09	6-14.09	14-20.09
1	687086E 6589087N	-	0,46	<0,46	1,04	<0,49
2	684581E 6588084N	2,03	2,53	2,45	7,28	4,05
3	683559E 6586907N	<0,45	12,67	4,05	1,56	3,08
4	682630E 6588179N	3,73	3,23	4,08	4,75	2,58
5	683757E 6587999N	107,33	223,1	22,15	20,16	55,37
6	683475E 6587559N	230,44	256,32	171,62	183,81	129,24
7	683439E 6587492N	36,13	77,4	19,85	6,4	19,71
8	685071E 6587428N	0,56	1,52	1,27	1,32	0,74
9	684338E 6588624N	5,37	5,6	3,84	4,25	15,83
10	684253E 6589509N	238,6	27,2	14,64	4,61	208,46
11	684531E 6589554N	3,22	5,56	96,48	279,46	342,39
12	684145E 6585384N	13,6	10,06	2,57	4,13	87,58
13	683829E 6588572N	17,3	9,58	7,08	2,27	29,22
14	684521E 6590123N	3,94	-	5,86	1,77	49,23
15	684820E 6589820N	-	-	0,62	-	-
16	686117E 6590308N	0,68	<0,46	0,92	4,35	4,46
17	686700E 6589570N	0,68	-	1,3	-	0,74

Väeveldioksiid (SO₂), µg/m³

Mõõtepunkti nr	koordinaadid	17-23.08	23-31.08	31.08-06.09	6-14.09
2	684581E 6588084N	-	3,07	14,76	107,33
3	683559E 6586907N	-	18,02	5,88	-
4	682630E 6588179N	101,8	50,05	20,61	15,44
5	683757E 6587999N	11,35	16,83	15,93	403,49
6	683475E 6587559N	39,73	69,95	75,56	121,72
7	683439E 6587492N	40,29	69,83	180,76	286,78
8	685071E 6587428N	6,16	5,64	14,41	-
9	684338E 6588624N	18,84	14,66	9,9	-
13	683829E 6588572N	20,83	14,47	25,32	34,54
16	686117E 6590308N	9,21	5,05	0,86	14,42
17	686700E 6589570N	-	-	2,81	41,35

Formaldehüid, µg/m³

Mõõtepunkti nr	koordinaadid	6-14.09	14-20.09
2	684581E 6588084N	1,28	2,72
3	683559E 6586907N	4,31	2,51
4	682630E 6588179N	5,57	3,03
5	683757E 6587999N	1,99	7,14
6	683475E 6587559N	7,48	10,6
7	683439E 6587492N	2,46	6,05
8	685071E 6587428N	2,66	2,72
9	684338E 6588624N	2,31	2,83
13	683829E 6588572N	2,19	3,99
14	684521E 6590123N	-	1,75

Fenool, µg/m³

Mõõtepunkti nr	koordinaadid	6-14.09
2	684581E 6588084N	1,22
3	683559E 6586907N	2,01
4	682630E 6588179N	<0,03
5	683757E 6587999N	<0,03
6	683475E 6587559N	<0,03
7	683439E 6587492N	<0,03
8	685071E 6587428N	1,28
9	684338E 6588624N	<0,03
13	683829E 6588572N	<0,03