

**EESTI
KESKKONNAUURINGUTE
KESKUS**
ESTONIAN ENVIRONMENTAL RESEARCH CENTRE

RIIKLIKU KESKKONNASEIRE ALAMPROGRAMM

Välisõhu seire

ja selle lisaprotokoll **Välisõhu seire Kirde-Eesti linnades.**

Aastaaruanne.

Lepingu nr: 2002/1-5/253
Projekti algus: 01.01.2002
Projekti lõpp: 31.12.2002

Enn Otsa
Juhatuse esimees

Margus Kört
Vastutav täitja

Veljo Kimmel
koostaja

TALLINN 2003

Annotatsioon.

Riikliku seire programm

2. Õhuseire

2.2. Tallinna linnaõhu seire

2.3. Õhuseire Ida-Virumaal

2.10. EMEP õhuseire

Aruanne esitab Eesti õhuseire peamised tulemused ja hindab nende vastavust inimeste ja taimestiku kaitseks mõeldud piirväärtustele. Aruanne käsitleb esmakordselt ühtsena nii linnajaamade (3 Tallinnas ja 1 Kohtla-Järvel) kui taustajaamade (Vilsandi, Lahemaa, Saarejärve) tulemusi, mis võimaldab hinnata õhu kvaliteeti laialdasemal Eesti territooriumil.

Saasteainetest käsitletakse SO₂, NO_x (NO ja NO₂) ja O₃ 7 seirejaamas, CO ja PM10 4 linnajaamas, lenduvaid orgaanilisi süsivesinikke Kohtla-Järvel ning summaarseid tahkeid osakesi ja pliidi Tallinna liiklusjaamas Viru.

Saastetasemete analüüs näitab, et lähedasemad (ja tihti ka ületavad) piirväärtustele on osooni ja tahkete osakeste kontsentratsioonid. Osooni puhul näitab analüüs, et suur osa kõrgete saastetasemete kujunemisel on kaugkandega kohaletoodud saastel ja lokaalsetel looduslikel eeldusainetel. Tahkete osakeste kõrgeimad (ja tervisele ohtlike) saastetasemete põhjused vajavad veel eriuuringuid.

Pikaajalistest suundumustest on märkimisväärsem Viru saastetasemete jätkuv kahanemine, mille põhjuseid tuleb otsida autode vanuselise struktuuri paranemisest, katalüsaatoriga autode osatähtsuste kasvust, nõuete karmistumisest autokütustele ja ehitustegevuste mõjul kahanenud liiklusest Viru väljaku ümbruses.

Saastetasemete analüüs taustajaamades näitas, et valdav osa saastest pärineb kaugkandest. Lahemaa puhul on siiski täheldatav Tallinna ja Kirde-Eesti tööstusrajooni mõju saastetasemeile.

Annotation

National Environmental Monitoring Program for year 2002

2. Air Quality Monitoring

2.2 Monitoring of Air Quality in the Tallinn

2.3 Air Quality Monitoring in East-Viru County

2.8 Monitoring of Transboundary Air Pollution at Lahemaa, Vilsandi and Saarejärve

The yearly report gives a brief summary of air quality monitoring in the capital city Tallinn, in North - East industrial region of Estonia and in background area. The description of air quality monitoring system, exploited instrumentation and quality assurance system is given. The main emphasis of air quality monitoring is to measure classical pollutants - SO₂, NO_x (NO, NO₂), CO, particulate matter and O₃.

Comparison of measured values with international limits adopted also in Estonia shows that limits are exceeded for ozone in suburbs and background area, and particulate matter in cities. The analysis shows that elevated level of ozone is influenced by long-range transport of pollutants and local emissions of ozone precursors. The reasons for elevated levels of particulate matter are still unclear.

Analysis shows that long-term trend is especially remarkable at traffic station Viru in city centre of Tallinn where during 1994 - 2002 concentrations of SO₂ and CO dropped several times. The reasons of observed drop could be stricter rules for fuels, changes in mobile fleet, and closing many small boiler houses in city centre.

Analysis of pollution levels in remote area shows clearly that a substantial part of pollution originates from remote sources, at Lahemaa influence of Tallinn and industrial region can also be distinguished.

Sisukord

Sissejuhatus.....	4
Mõisted ja lühendid.....	5
Seireprogrammi kirjeldus.....	7
Mõõtmiste esinduslikkus.....	10
Saastetasemed, võrdlus piirväärtustega.....	12
Tahked osakesed linnajaamades.....	13
Osoon.....	13
Lämmastikoksiidid.....	14
CO – vingugaas.....	15
Väaveldioksiid.....	15
Süivesinikud Kohtla-Järvel.....	16
Plii Tallinna liiklusjaamas Virus.....	16
Ida- Virumaa märgkeemiliste meetodite tulemused.....	17
Kohtla-Järve linna õhuseire tulemused.....	17
Narva linna õhuseire tulemused.....	18
Saaste ajalised muutused.....	19
Ajalised muutused aastal 2002.....	19
Pikemaajalised suundumused.....	22
Allikate osakaalu hindamine.....	25
Kaugkanne taustajaamades.....	25
Kokkuvõte.....	27
Kasutatud kirjandus.....	28
LISA 1. Eestis mõõdetavate saasteainete mõõtmisagedused ja - seadmed.....	29
Lisa 2. Saasteainete statistilised andmed mõõtejaamades.....	31
Lisa 3. Kohtla-Järve tuule- ja kontsentratsiooniroosid.....	33

Sissejuhatus.

Inimmõjutused keskkonnale on tekitanud olukorra, kus inimesed peavad ennast oma tegevuste tagajärgede eest kaitsma. Linnastumise ja kasvava tarbimise tingimustes on atmosfääriõhu saastatus paljudes riikides kõige enam inimesi mõjutav keskkonnaprobleem. Ka Eestis ei ole õhu saastatuse probleemid uued ja majanduse arenemise korral peab neile järjest enam tähelepanu pöörama.

Õhuseire eesmärgiks on jälgida õhusaaste tasemeid, võrrelda neid teadusuuringute alusel kehtestatud piirväärtustega, selgitada suundumusi saastetasemeis ning seega hinnata õhusaaste ohtlikkust inimeste tervisele. Õhusaaste piireületava mõju uurimiseks ja vähendamiseks allkirjastatud Piiriülese Õhusaaste Kauglevi Konventsiooni õhuseires osalemine on üks olulisi rahvusvahelisi keskkonnaprojekte, milles Eesti osaleb. Õhuseire poolt mõõdetavad saasteainete kontsentratsioonid loovad ka tausta majandusprojektide keskkonnamõju, ökosüsteemidele tekitatava mõju ja õhusaaste poolt materjalide degradeerimise hindamiseks.

Aruanne esitab Eesti atmosfääriõhu seire peamised tulemused 2002. aastal. Õhuseiret Eestis viib läbi Eesti Keskkonnauuringute Keskus (EKUK) vastavalt kokkulepitud programmile, mis järgib Piiriülese Õhusaaste Kauglevi Konventsiooni ja Euroopa Liidu õhukvaliteeti käsitlevate direktiivide (raamdirektiiv 1996/62/EC, troposfääri osoonisaastedirektiiv 1992/72/EEC, täpsustavad ja piirväärtusi kehtestavad direktiivid 1999/30/EC, 2000/69/EC, 2002/3/EC) nõudeid. 2000. aasta lõpus täiendati Eestis PHARE programmi abil terve õhuseire süsteem, mis vastab nüüd täielikult rahvusvahelistele nõuetele.

Mõisted ja lühendid

Saasteaine on *Välisõhu kaitse seaduse* mõistes aine või ainete segu, mis eraldub inimtegevuse tulemusena välisõhku ja mis võib mõjuda kahjulikult inimese tervisele või keskkonnale ning varale (RT I 1998, 41/42, 624).

Saastetase on saasteaine kontsentratsioon välisõhus või sadestus maapinnal teatud ajaperioodil, mis on kehtestatud saastetaseme määramise korraga (RTL 2000, 98, 1541).

Saastetaseme piirväärtus (SPV) on saasteaine kogus välisõhu ruumalaühiku kohta, mille puhul saasteaine toime nimetatud aja jooksul ei kahjusta veel inimese tervist ega keskkonda (RT I 1998, 41/42, 624).

AOT40 (accumulated ozone threshold) - osooni toimet taimestikule selgemaks muutev piirväärtus, mis summeerib tunni kontsentratsioonide erinevused üle $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (40 ppb). Arvutatakse vaid päevasel ajal maist juulini põlluviljadele ja aprillist septembrini ööpäevaringselt metsa jaoks.

O₃ – osoon on keemiliselt väga aktiivne gaas, mis tekib fotokeemilistel reaktsioonidel. Eeldusaineteks osooni tekkel on lämmastikoksiidid ja süsivesinikud. Kuna linnaõhus esineb palju osooniga reageerivaid (lagundavaid) keemilisi ühendeid ja sadenemine tehispindadele on aktiivsem, siis on osooni kontsentratsioonid kõrgemad linna lähiümbruses ja taustaaladel. Stratosfääri osoon kaitseb elusolendeid kahjuliku ultraviolettkiirguse eest ning osooniaugud on üks enimräägitud keskkonnafenomen. Käesolevas aruandes käsitletakse saasteainete maapinnalähedasi kontsentratsioone ja seega on osoon saasteaine.

NO_x - Lämmastikoksiidid tekivad atmosfääri lämmastikust katalüütilisel (kõrge temperatuur, välg, osa elusorganismide) oksüdeerumisel. Valdavalt tekib põlemisel NO, mis oksüdeerivate gaaside (osoon jt.) toimel muutub edasi NO₂-ks. Linnaõhus on peamiseks NO allikaks mootorsõidukid. Lämmastikoksiidide NO ja NO₂ tasakaaluline vahekord õhus seguna, nn. NO_x, sõltub osooni ja süsivesinike kontsentratsioonist, ultraviolettkiirguse intensiivsusest, õhutemperatuurist.

CO – Süsinikoksiid (värvitu, lõhnatu gaas) tekib süsinikühendite (kütuste) mittetäielikul oksüdeerimisel (põlemisel). Linnaõhu suurimateks CO allikateks on transport ja olmekütmine.

TSP – (*total suspended particulates*-ingl. k. lühend) õhus hõljuvate vedelate ja tahkete osakeste kogumass.

PM 10 – (*particulate matter less than 10 μm* - ingl. k. lühend) tahked osakesed aerodünaamilise läbimõõduga väiksem kui 10 μm. Sellesse fraktsiooni kuulub ka suurem osa antropogeensetest tolmsaastest (nt. põlemisprotsesside tagajärjel tekkiv lendtuhk, tahm). PM 10 on oluline inimese tervise seisukohast, sest 10 μm väiksemad osakesed võivad siseneda ja peetuda hingamisteedes.

SO₂ – vääveldioksiid tekib väävliit sisaldavate kütuste põlemisel. Põhelisteks SO₂ allikateks linnas on katlamajad, liiklusjaamades on märgatav ka autokütustest pärinev vääveldioksiid.

THC – (*total hydrocarbons* - ingl. k. lühend) summaarsed süsivesinikud, nende sisaldus esitatakse süsiniku kontsentratsioonina (mg C/m³). Eralduvad linnaõhku peamiselt mootorsõidukite heitgaasidega.

CH₄ – metaan tekib peamiselt orgaanilise aine anaeroobsel lagunemisel ja fossiilsete kütuste mittetäielikul põlemisel. Metaan on üks peamisi kasvuhoonegaase, mille soojuskiirguse neeldumisvõime molekuli kohta on 21 korda suurem kui CO₂-l.

NMHC – (*non-methane hydrocarbons* ingl. k. lühend) süsivesinikud ilma metaanita, ühikuks on analoogselt THC-ga mg C/m³. Enamasti arvutatakse valemiga NMHC=THC - CH₄.

Seireprogrammi kirjeldus.

Eestis teostati 2002. aastal välisõhu kvaliteedi seiret seitsmes mõõtejaamas (4 linnades ja 3 taustaaladel) automaatsete seadmetega ja lisaks Ida-Virumaal märgkeemiliste meetoditega.

Linnadest olid kolm seirejaama Tallinnas ja 1 Kohtla-Järvel. Tööd jätkasid Viru (alates 1994.aastast), Rahu (alates 1999.aastast) ja Õismäe (alates 2001 märts) mõõtejaam, mais käivitati uus jaam Kohtla-Järvel (joonis 1, koordinaatide tabel lisas 1). Õhusaasteainete mõõtepunktide asukohad on valitud olemasoleva informatsiooni alusel iseloomustamiseks välisõhu saastetaset erinevate saastekarakteristikutega kohtades - tiheda liiklusega tänaval, elamurajoonis, tööstusrajoonis ja maapiirkondades taustaaladel.

Suurem osa mõõdetavaid saasteaineid on seotud linnade peamise õhusaaste allika - transpordiga. Välisõhu kvaliteedi raamdirektiivi (EU 1996) lisas 1 loetletud 13 saasteainest mõõdeti 2002. aastal Eesti välisõhus 7 saasteainet (tabel 1). Benseeni mõõtmiseks puudusid seadmed ja ka teiste direktiivis loetletud, kuid täpsemate meetodikate ja piirväärtustega reglementeerimata saasteainete: polüaromaatsete süsivesinike ja raskmetallide (kaadmium, arseen, nikkel, elavhõbe) osas mõõtmisi ei tehtud.

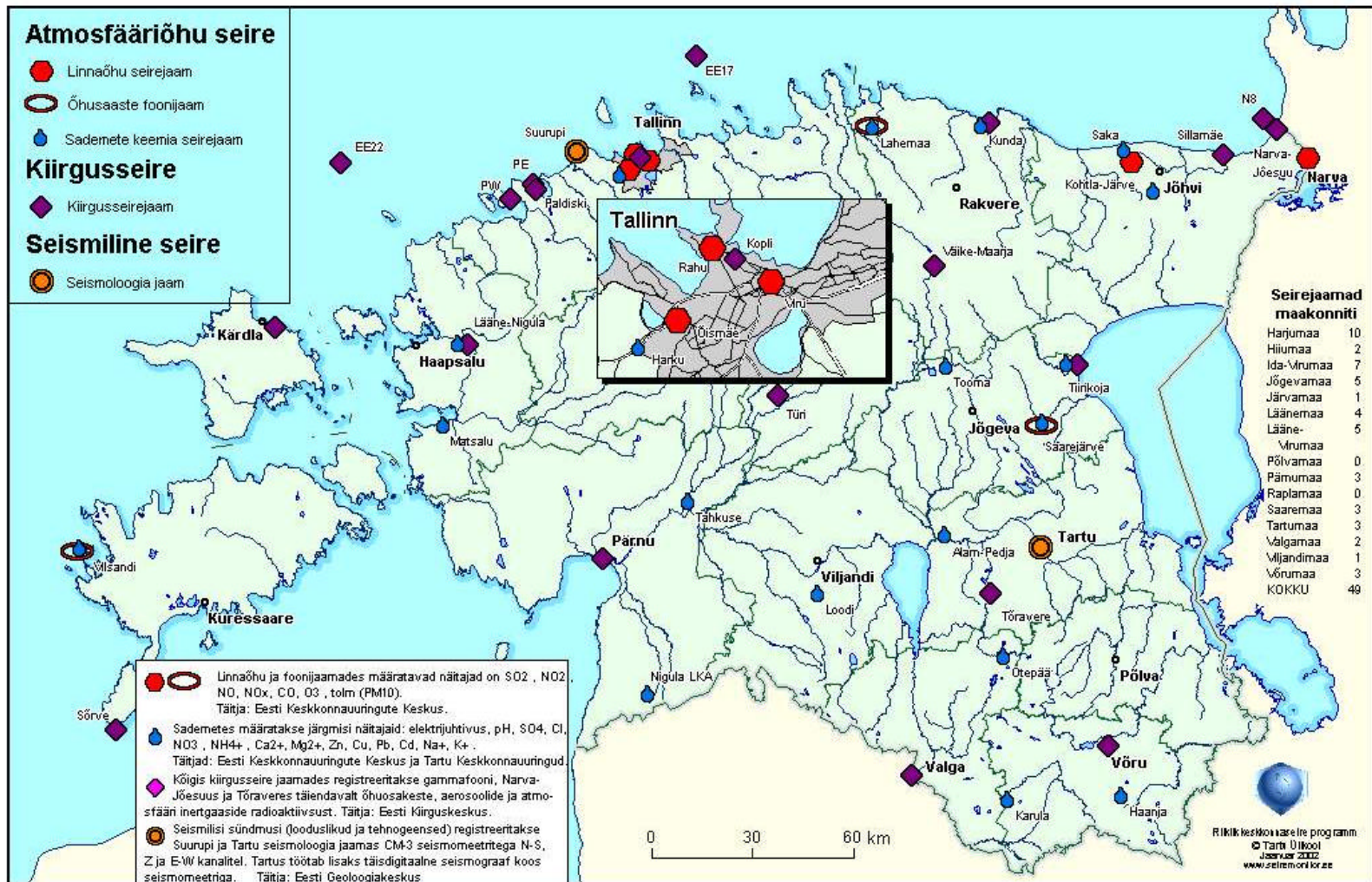
Tabel 1. Eesti õhu kvaliteedi seireprogrammis mõõdetavad saasteained.

Saasteaine	Linna jaamad				taustajaamad		
	Viru	Rahu	Õismäe	Kohtla-Järve	Vilsandi	Lahemaa	Saare-järve
SO ₂	X	X	X	X	X	X	X
NO+NO ₂ = NO _x	X	X	X	X	X	X	X
O ₃	X	X	X	X	X	X	X
CO	X	X	X	X		X	
PM 10	X	X	X	X			

Lisaks neile tüüpilistele nn. klassikalistele saasteainetele mõõdetakse Kohtla-Järvel veel orgaanilisi ühendeid ja Tallinna liiklusjaamas Virus pliidi ja summaarseid tahkeid osakesi.

Jaamade töös on olnud häireid elektrikatkestuste tõttu ja rüüstajate süül (Rahu jaam seisis 30. maist kuni 14. juunini). 2002. aasta Viru seirejaama mõõtetulemusi mõjutas oluliselt ehitustegevus lähedalolevatel ristmikel ja platsil.

Mõõtmisseadmete parameetrid on esitatud lisas 1.



Joonis 1. Eesti seirejaamade asukohad.

Mõõtetulemused salvestatakse andmebaasi ½ tunni keskmistena ja edastatakse Eesti Keskkonnauuringute Keskusesse ja Tallinna andmed ka Tallinna Säästva Arengu ja Planeerimise Ameti koduleheküljele internetis (<http://veeb.tallinn.ee/keskkond/ohk.php>). EKUK viib läbi aparatuuri hooldamist, kalibreerimist ning andmete kvaliteedi kontrolli.

Lisaks gaasianalüsaatoritega teostatavale pidevseirele mõõdetakse Viru jaamas tahkete osakeste massi atmosfääriõhus kasutades standardset Ameerika suure mahuga proovivõtuseadet. Proovivõtt toimub iga kahe päeva tagant ööpäeva keskmisena klaasfiiberfiltrile ning tolmuühaldus saadakse kaalumise ja vastavate arvutustega EKUK laboris. Samuti mõõdetakse üks kord nädalas ka plii kontsentratsiooni samalt tolmufiltrilt happega väljapesemise ja aatomabsorbtsioonspektrofotomeetri abil.

Samuti jätkatakse veel Kohtla-Järvel ja Narvas seiret saasteainete kogumisega sorbentidesse ja hilisema laboratoorse analüüsiga.

Mõõtmiste esinduslikkus

Mõõtmiste esinduslikkuse all mõeldakse siin mõõtmiste ajalist ja ruumilist esinduslikkust ning mõõtmiste usaldatavust. Mõõtmistulemuste usaldatavuse tagamine on tänapäeva keerulise aparatuuri ja andmetöötluse tingimustes meeskonnatöö. Tabelis 2 on toodud nimekiri inimestest, kellela oleks käesoleva aruande koostamine võimalik.

Rahvusvahelised nõuded pidevseire täpsusele on kas $\pm 15\%$ (SO_2 , NO_2 , NO_x , NO , CO , O_3) või $\pm 25\%$ (tahked osakesed, plii). EKUK-is saavutatud taset näitavad hästi rahvusvahelised võrdlusmõõtmised, mille raames saadud tulemused erinesid etteantuist keskmiselt vaid 5% (Mücke jt., 2001).

Tabel 2. Õhuseires osalevad inimesed ja nende tegevusalad.

	amet	Tegevusala
Toivo Truuts	õhulabori juhataja	labori töö juhtimine, pideva seire andmete kontroll
Katrin Pajuste	õhulabori juhataja asetäitja	kompleksseire koordineerimine, aruanded
Ain Viidik	tehnik	aparatuuri igakuine kalibreerimine kõigis seirejaamades, aparatuuri hooldus ja korrasoleku tagamine
Sibylle Müller	kvaliteedijuht	keskuse kvaliteedisüsteemi haldamine
Inga Inno	keskkonnakeemia labori juhataja	EMEP filtritelt väävliühendite analüüs
Heli Heinlaid	keemik	EMEP filtritelt lämmastikuühendite analüüs
Mildred Pavel	keemik	tolmufiltrite kaalumise
Riina Lahne	keemik	plii analüüsid tahkete osakeste proovides
Katrin Kuuskla	Lahemaa vaatleja	Lahemaa jaama hooldus
Marika Aumees	Vilsandi vaatleja	Vilsandi jaama hooldus

Seirejaamade ruumilist esinduslikkust iseloomustab esindusala (area of representativeness) mõiste. Esindusala näitab kui suurt osa seirejaama ümbritsevast alast tulemused esindavad. Esindusala keskmine suurus on erinevate seirejaamade tüüpidele rahvusvaheliselt kokku lepitud: liiklusjaamadele on see maksimumina mõned ruutkilomeetrid, linnalähimbruses mõnikümmend ruutkilomeetrit ja taustaaladel eemal saasteallikaist kuni 10000 ruutkilomeetrit.

Täpne seirejaama esindusala suurus selgitatakse saasteväljade (modelleerimisest, laialdasematest mõõteseriatega vms.) analüüsi abil ja see võib eri saasteainetele ja ka eri aastaaegadel olla erinev.

Eesti jaamadest on Viru liiklusjaam ning esindab tiheda liiklusega tänava ääres olevaid saastetasemeid, Kohtla-Järve, Rahu, Õismäe äärelinna jaamad, Vilsandi, Lahemaa ja Saarejärve taustajaamad ning esindavad maapiirkondadele tüüpilisi saastetasemeid. Nende jaamade esindusala suurust saab hinnata tüüpilistest esindusalade suurustest.

Ajalist esinduslikkust reglementeerivad rahvusvahelised nõuded pidevale seirele on 90% ning pistelisele seirele 14% ajalist kaetust, statistiliste parameetrite arvutamiseks on vajalik arvutatava perioodi siseselt vähemalt 75% ajalist kaetust. Eesti seirejaamades mõõdetavate saasteainete ajalise esinduslikkuse parameetrid 2002. aastal on toodud tabelis 3 ja selle kohaselt on ajalise esinduslikkuse nõuded Eestis täidetud.

Tabel 3. Seirejaamade mõõtmiste ajalise esinduslikkuse parameetrid (protsenti mõõteajast).

	linnajaamad				taustajaamad		
	Viru	Rahu	Õismäe	Kohtla-Järve ¹	Vilsandi	Lahemaa	Saarejärve
O ₃	97,1	92,8	99,9	63,1	99,1	98,4	97,5
NO, NO ₂ , NO _x	96,8	88,8	99,8	61,0	96,3	98,2	96,7
CO	97,1	92,8	99,8	63,2	-	98,5	-
TSP	30	-	-	-	-	-	-
PM10	96,9	73,5 ²	98,2	53,6	-	-	-
Pb	13,4	-	-	-	-	-	-
SO ₂	96,3	92,8	99,8	63,2	99,5	98,5	98,3
THC, CH ₄ , NMHC	-	-	-	47,5	-	-	-

¹ Kohtla-Järvel algasid mõõtmised 1. mail, seetõttu on ka ajaline esinduslikkus madal. Vaadeldes ainult mõõteperioodi ületas ajaline esinduslikkus 90 %., orgaanilistel ühenditel 70% ja tolmul 80%.

² Rahu mõõtejaama PM 10 mõõturil oli tehniline rike, mille kõrvaldamine võttis aega.

Saastetasemed, võrdlus piirväärtustega

Esmaseks huviks saasteainete kontsentratsioonide analüüsil on nende suhe piirväärtustesse (tabel 4). Piirväärtuste ületamiste arvu Eesti seirejaamades näitab järgnev tabel 5.

Tabel 4. Välisõhu saastetaseme piirväärtused Eestis (Välisõhu saastetaseme piirväärtuse kehtestamine, RTL 1999, 21, 226) ja maailma tervishoiuorganisatsiooni soovituslikud piirväärtused (WHO 1999).

saasteaine	SPV ₁	Eesti		WHO soovituslikud (sulgudes keskmistamisaeg)		
		SPV ₂₄	SPV _a			
CO (mg/m ³)	5	3	-	60 (½h)	30 (1h)	10 (8h)
NO ₂ (µg/m ³)	300	-	60	200 (1h)	40 (1 aasta)	
SO ₂ (µg/m ³)	500	125	20	500 (10 min)	125 (24 h)	50 (1 aasta)
TSP (µg/ m ³)	500	150	-	-		
PM ₁₀ (µg/ m ³)	-	75	48	-		
O ₃ (µg/ m ³)	200	65	-	120 (8h)		
Plii (µg/ m ³)	-	-	1	0.5 (1 aasta)		

Selgelt on näha, et pidevalt ületavad piirväärtusi osoon nii taustajaamades kui äärelinnas ja tahked osakesed. Tahkete osakeste piirväärtused kahanevad aastaks 2010 oluliselt. Seega on samasuguste saastetasemete püsimisel oodata piirväärtuste ületamiste sagenemist.

Tabel 5. Eesti saastetaseme piirväärtuste ületamiste arv seirejaamades 2002. aastal

	linnajaamad				taustajaamad		
	Viru	Rahu	Õismäe	Kohtla-Järve	Vilsandi	Lahemaa	Saarejärve
O ₃ – 8 h	0	3	35	12	53	51	36
O ₃ – 24 h	7	61	152	69	235	158	119
CO – 1h	4	5	0	0	-	0	-
TSP –24h	38	-	-	-	-	-	-
PM ₁₀ – 24 h	36	5	2	2	-	-	-

Samaks ajaks kaob osooni 24 tunni piirväärtus ja muutub leebemaks 8 tunni piirväärtus ($110\text{-lt } 120 \mu\text{g/m}^3$) ning osooni toime taimestikule selgemaks hindamiseks võetakse kasutusele AOT40. Seega on oodata osooni piirväärtuste ületamiste arvu vähenemist.

Tahked osakesed linnajaamades

Saastetasemete iseloomustamiseks on seirejaamade tahkete osakeste kontsentratsioonide iseloomulikud andmed esitatud tabelis 6. Erandlikult kuiva aasta tõttu on esitatud ka 1 tunni maksimumväärtused, kuigi piirväärtused on kehtestatud 24 tunni ja aastasele perioodile.

Tabel 6. Tahkete osakeste valitud statistilised parameetrid Eesti seirejaamades ($\mu\text{g/m}^3$). Punasega piirväärtust ületavad tasemed.

	Viru PM10	Viru TSP	Rahu PM10	Õismäe PM10	Kohtla-Järve PM10
24 h mediaan	32,3	105,6	24,9	17,7	14,0
keskmine	40,9	157,8	28,7	21,0	17,9
24 h 90 %	75,4	393,3	50,0	37,7	33,9
1 h maksimum	845,3	-	601,1	418,9	372,8
24 h maksimum	187,2	766,4	114,6	89,1	86,8

Selgelt on näha, et tahkete osakeste saastetasemed ületavad piirväärtusi kõigis seirejaamades. Arvestades, et sihtväärtused nii aasta kui 24 tunni keskmisele on madalamad praegu kehtivatest piirväärtustest on lähematel aastatel vaja püüda saastetasemeid vähendada. Viru jaama tulemusi mõjutas otseselt ehitustegevus, mille tulemusena just suvel ja sügisel kontsentratsioonid oluliselt kasvasid.

Kahe järjestikuse kuu jooksul (märts, aprill) ületas ka TSP kuukeskmine kontsentratsioon kehtestatud 24h piirväärtust. Allpool piirväärtust olid kõik juuni ja septembri mõõtmistulemused, ülejäänud kuudel esines ületamisi (vaata lisa 2). PM10 ööpäeva keskmisi piirväärtuse ületamisi registreeriti kõigis linnajaamades. Kõrgeim tunnikeskmine kontsentratsioon mõõdeti Viru jaamas maikuu ($845 \mu\text{g/m}^3$).

Osoon

Osooni iseloomulikud parameetrid Eesti seirejaamades on esitatud tabelis 7 (detailsemad statistilised tabelid lisa 2).

Osooni tasemeid analüüsides selgub, et osooni 8 ja 24 tunni piirväärtused on ületatud kõikides Eesti mõõtejaamades. Perioodide 98 protsentiili väärtuse teisendamisel kordadesse aastas saame 8 korda 24 tunni ja keskpäevase osooni jaoks, 23 korda 8 tunni ja 168 korda 1 tunni jaoks.

**Tabel 7. Osooni valitud statistilised parameetrid Eesti seirejaamades ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
Punasega piirväärtusi ületavad väärtused.**

	linnajaamad				Taustajaamad		
	Viru	Rahu	Õismäe	Kohtla-Järve	Vilsandi	Lahemaa	Saarejärve
Keskmine	36,9	49,9	59,5	53,8	71,2	62,6	57,0
1 h 98%	79,5	94,7	113,9	110,3	118,8	119,2	110,9
8 h 98%	74,1	88,4	103,7	102,4	113,2	111,4	106,9
8 h 98% ¹	78,6	100,6	117,0	114,0	128,8	128,4	120,2
24 h 98%	64,0	78,3	98,2	93,4	108,0	100,6	97,8
1 h maksimum	115,8	133,9	143,2	139,3	151,9	166,9	151,4
8 h maksimum	103,5	111,6	127,8	114,2	138,1	145,8	133,4
24 h maksimum	81,3	101,2	119,7	103,8	123,3	130,2	115,4

¹ Eraldi arvatud keskpäeva ajavahemiku 12-20 jaoks vastavalt rahvusvahelistele nõuetele.

Osooni ööpäeva keskmistest kontsentratsioonidest ületas $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ piirväärtust ligikaudu 2% Viru jaama, 16% Rahu, 19% Kohtla-Järve, 33% Saarejärve, 42% Õismäe, 44% Lahemaa ja 64% Vilsandi jaama mõõtmistulemustest. Tunnikeskmised (maksimum $166,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Lahemaal) kehtestatud piirväärtusi ei ületanud.

Osooni summaarse ekspositsiooni indeksi AOT40 väärtusi käsitletakse lähemalt pikemaajaliste suundumuste osas.

Kõrgete, s.t. tihti piirväärtusi ületavate, osooni kontsentratsioonide põhjuseid on hinnatud Kimmel jt. (2002) poolt. Taustajaamade andmete analüüs näitas, et suur osa kõrgeenenud saastetasemel on kaugkandel. Teine võimalik põhjus on looduslikud süsivesinikud, mille osooni tekitamise võime on kõrgem kui enamustel antropogeensetel, seega soodustavad nad osooni kõrgeenenud tasemete teket. Eestis on looduslike süsivesinike emissioonid ligikaudu võrdsed antropogeensetega (Kohv jt. 2002). Üheks võimalikuks põhjuseks kõrgeenenud osooni kontsentratsioonide tekkeks juba äärelinnas võib olla ka osooni lagundavate ühendite vähesus. Seda näib kinnitavat ka järgnevas osas toodud lämmastikoksiidide suhe, mille põhjal osooni lagundav NO on juba enne äärelinna jõudmist suures osas oksüdeerunud.

Lämmastikoksiidid

Lämmastikoksiidide kontsentratsioonide analüüsi alustame erinevate oksiidide suhtest. Lämmastikoksiidide (NO_2 ja NO) suhe erines olenevalt mõõtejaama asumisest saasteallikate suhtes: Viru jaamas moodustas lämmastikdioksiid keskmiselt vaid ~40%, Rahu ~60%, Õismäe ja Kohtla-Järve jaamas ~70%, taustajaamades ~90% lämmastikoksiididest (NO_x). Samas on NO_x maksimumväärtuste korral NO_2 osakaal linnajaamades vaid kuni 27%, Saarejärvel ja Vilsandil endiselt 90%, Lahemaal ~65%.

Tabel 8. Lämmastikdioksiidi valitud statistilised parameetrid Eesti seirejaamades ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

	linnajaamad				taustajaamad		
	Viru	Rahu	Õismäe	Kohtla-Järve	Vilsandi	Lahemaa	Saarejärve
mediaan	33,9	15,5	8,8	5,9	1,6	2,1	1,7
keskmine	36,3	19,2	13,3	8,1	2,3	3,0	2,5
98%	86,4	59,6	56,3	31,8	9,3	11,3	9,7
maksimum	150,7	125,9	137,3	60,7	27,0	48,0	39,3

Võrreldes tabeli väärtusi taimestiku kaitseks kehtestatud aasta keskmise piirväärtusega ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) on tegemist väga madalate kontsentratsioonidega, mida ületatakse vaid Tallinna kesklinnas.

CO – vingugaas.

Mõõdetud süsinikmonoksiidi iseloomulikumat parameetrid on toodud tabelis 8. Maksimumkontsentratsioonide analüüs näitab selgelt, et 1 tunni piirväärtuste ületamised on olnud lühiajalised episoodid ilmselt inversiooni tingimustes. Vingugaasi saastetasemed foonijaamas Lahemaal moodustavad keskmisena 2/3 äärelinnajaamade ja 2/5 liiklusjaama keskmistest. Maksimumkontsentratsioonide osas on suhted oluliselt väiksemad (1/2 kuni 1/3 äärelinnaga võrreldes ja 1/4 kuni 1/7 liiklusjaamaga võrreldes). Saasteallikate inventuuri andmeil (Kohv jt. 2002) pärineb valdav osa paiksete allikate CO-st olmekütmisest. Kuna maapiirkondades on puudega köetavate majade osakaal ilmselt suurem kui linnas ja väikeste küttekollete efektiivsus on madalam kui suurtel, siis võib see olla üheks põhjuseks CO kõrgetele tasemetele taustaaladel.

Tabel 9. CO valitud statistilised parameetrid Eesti seirejaamades (mg/m^3).

	linnajaamad				Taustajaam
	Viru	Rahu	Õismäe	Kohtla-Järve	Lahemaa
keskmine	0,45	0,32	0,28	0,27	0,18
98 %	1,25	1,0	0,77	0,80	0,34
24 h maksimum	1,62	1,32	0,81	0,80	0,45
1h maksimum	6,5	7,34	3,75	3,16	0,99

Vääveldioksiid.

Tabeli analüüsimisel selgub, et suurimad SO_2 kontsentratsioonid mõõdeti Kohtla-Järvel, kus nad ületasid mitmeid kordi teiste seirejaamade kontsentratsioone. Samas moodustavad ka Kohtla-Järvel maksimaalsed

saastetasemed alla 80% SPV24-st ja ca. 60% SPV1 piirväärtusest. Võrreldes ökosüsteemide kaitseks kehtestatud aasta piirväärtusega ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) on SO_2 kontsentratsioonid väga madalad. Seega ei kujuta seirejaamade esindusaladel (tõenäoliselt ka laiemalt Eestis) vääveldioksiid jätkuvalt endast ohtu ei inimeste tervisele ega taimestikule.

Tabel 10. Vääveldioksiidi valitud statistilised parameetrid Eesti seirejaamades ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

	linnajaamad				Taustajaamad		
	Viru	Rahu	Õismäe	Kohtla-Järve	Vilsandi	Lahemaa	Saarejärve
keskmine	1,6	3,5	1,3	6,5	0,8	1,7	0,9
98 %	9,4	18,9	8,6	65,3	4,2	13,0	6,6
24 h maksimum	17,5	16,9	10,7	97,9	7,0	15,8	14,9
1h maksimum	63,5	167,2	49,0	290,5	22,8	67,1	37,1

Süsivesinikud Kohtla-Järvel.

Tabel 11. Lenduvate orgaaniliste ühendite valitud statistilised parameetrid Kohtla-Järve seirejaamas ($\text{mg C}/\text{m}^3$).

	THC	metaan	NMHC
keskmine	0,99	0,93	0,06
24 h maksimum	1,22	1,03	0,23
1h maksimum	1,79	1,24	0,65

Andmete analüüsimisel selgub, et valdava osa summarsetest süsivesinikest moodustab metaan. Metaan on valdavalt looduslikku päritoluga pika elueaga gaas ja seega on tema kontsentratsioonide kõikumised väikesed. Linnas moodustab valdava osa mittemetaanestest süsivesinikest antropogeenne saaste - mittetäieliku põlemise (transport, olmekütmine, katlamajad) produktid. Inimtegevuste suure varieeruvuse tõttu kõiguvad ka mainitud süsivesinikud käsitletud süsivesinike gruppidest enim. Mittemetaanestest süsivesinikest moodustavad peamise osa alifaatsed süsivesinikud ja seetõttu saab mõõdetud kontsentratsioone võrrelda alifaatsete süsivesinike piirväärtustega, mis on $5 \text{ mg}/\text{m}^3$ tunni keskmisena ja $2 \text{ mg}/\text{m}^3$ ööpäeva keskmisena. Saastetasemed on seega kuni 10 korda väiksemad piirväärtustest.

Plii Tallinna liiklusjaamas Virus.

Tolmufiltritelt määratud plii kontsentratsioon oli üldiselt madal: keskmine plii kontsentratsioon oli $0,032 \mu\text{g}/\text{m}^3$, maksimumkontsentratsioon küündis $0,112 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Võrreldes kehtestatud aasta keskmiste piirväärtusega (vastavalt $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Euroopas alates aastast 2010 ja Eestis praegu $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) on plii saastetasemed Eestis seega madalad.

Ida- Virumaa märgkeemiliste meetodite tulemused.

Kohtla-Järve linna õhuseire tulemused.

Kohtla-Järve Järve linnaosa (Järvküla 44a) seirejaamas võeti 6574 õhuproovi, tehti 4695 analüüsi ja määrati 2528 meteoroloogilist parameetrit. Saasteainete parameetrid on toodud tabelis 1 ja tähtsamad tulemused järgnevas tekstis.

Tabel 12. Saasteainete parameetrid Ida-Virumaa atmosfääriõhus 2002.a (K-J – Kohtla Järve).

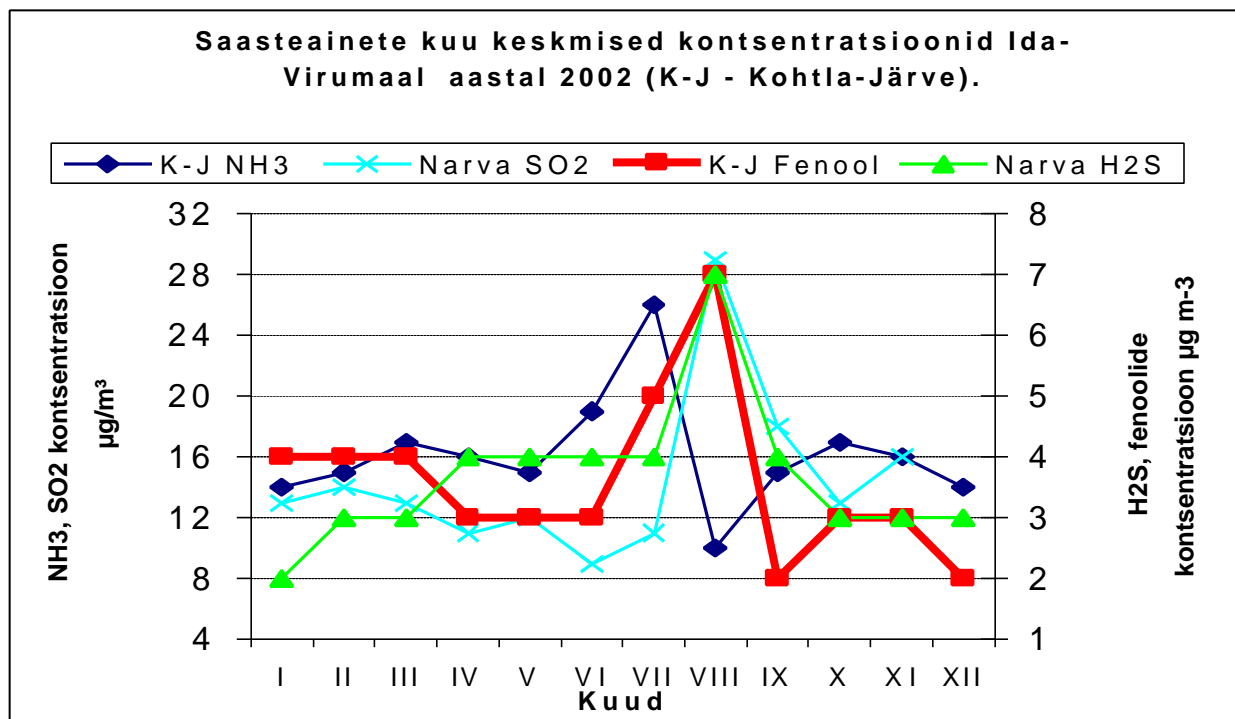
Saasteainete parameetrid, kontsentratsioonid mg/m³						
Parameeter	SO ₂	NO ₂	H ₂ S	Fenool	CH ₂ O	NH ₃
Piirväärtus	500(125)	300(60)	8(8)	50(3)	100(50)	200(40)
SPV1 ületamiste arv						
K-J	0	0	5	0	7	0
Narva	0	0	27	-	0	-
SPV24 ületamiste arv						
K-J	0	0	1	87	3	0
Narva	0	0	3	-	0	-
Keskmine konts.						
K-J	-	-	2	4	13	16
Narva	14	22	4	-	10	-
Maks. Konts. K-J	140 (3.01)	40 (21.03)	25 (16.08)	41 (14.08)	1497 (22.04)	73 (29.07)
(kuupäev) Narva	134 (13.09)	184 (4.10)	17 (25.07)	-	79 (14.02)	-
Proovide arv K-J	616	616	1334	1336	1336	1336
Narva	1352	1352	1352	-	1352	-
Analüüside arv K-J	440	440	953	954	954	954
Narva	966	966	966	-	966	-

Väävelvesiniku (H₂S) maksimaalne kontsentratsioon 25 µg/m³ ületas piirväärtust 3,1 korda (16.08-2002.a.). Võrreldes 2001.a. H₂S sisaldus Kohtla – Järve linna välisõhus ei muutunud.

Formaldehüüdi (HCHO) sisaldus Kohtla-Järve välisõhus suurenes võrreldes 2001.a. ligikaudu 1,2 korda.

Fenooli (C₆H₅OH) kontsentratsioonid võrreldes 2001.a Kohtla – Järve linna välisõhus ei muutunud.

Ammoniaagi (NH₃) ülenormatiivseid kontsentratsioone ei registreeritud. NH₃ sisaldus vähenes Kohtla-Järve linna välisõhus võrreldes 2001.a. ligikaudu 1,1 korda.



Narva linna õhuseire tulemused.

Narva linna seirejaamas võeti 5408 õhuproovi ja määrati 2140 meteoroloogilist parameetrit ning tehti 3864 analüüsi. Õhuseire olulisemad tulemused (vaata ka tabelit ja joonist) olid:

Väaveldioksiidi (SO₂) sisaldus vähenes Narva linna välisõhus võrreldes 2001.a.ligikaudu 1,14 korda.

Lämmastikdioksiidi (NO₂) sisaldus Narva linna välisõhus võrreldes 2001. vähenes ligikaudu 1,3 korda.

Väavelvesiniku (H₂S) kontsentratsioon välisõhus ületas piirväärtust (SPV₁) kokku 27 juhul, SPV₂₄ – 3 korral. H₂S sisaldus suurenes Narva linna välisõhus võrreldes 2001.a.ligikaudu 1,3 korda.

Formaldehüüdi (HCHO) sisaldus vähenes Narva linna välisõhus võrreldes 2001.a.ligikaudu 1,2 korda.

Saaste ajalised muutused.

Enamusel mõõdetud saasteainetest on märgatav ajaline dünaamika ööpäevaringselt, nädalasiseselt või sesoonselt. Mitmed mõõdetud saasteained pärinevad kütmisest, mistõttu nende kontsentratsioonid on suuremad talvel. Samas sõidab suvel puhkuste ajal suur osa inimesi linnast maale, mis muudab saaste teket nii linnades (kahandavalt) kui maal (kasvavalt). Meteoroloogiliselt on teada, et konvektiivseid õhuvoole on suvel oluliselt rohkem, seega on suvel saaste hajumine kiirendatud. Mitme teguri koosmõjust tulenevalt vajab korrektne kütmise mõju saastetasemeile selgitamine keerulisemat analüüsi kui võimaldab aruande tähtaeg.

Järgnevas on analüüsitud eraldi aastasiseseid ja pikemaajalisi muutuseid.

Ajalised muutused aastal 2002.

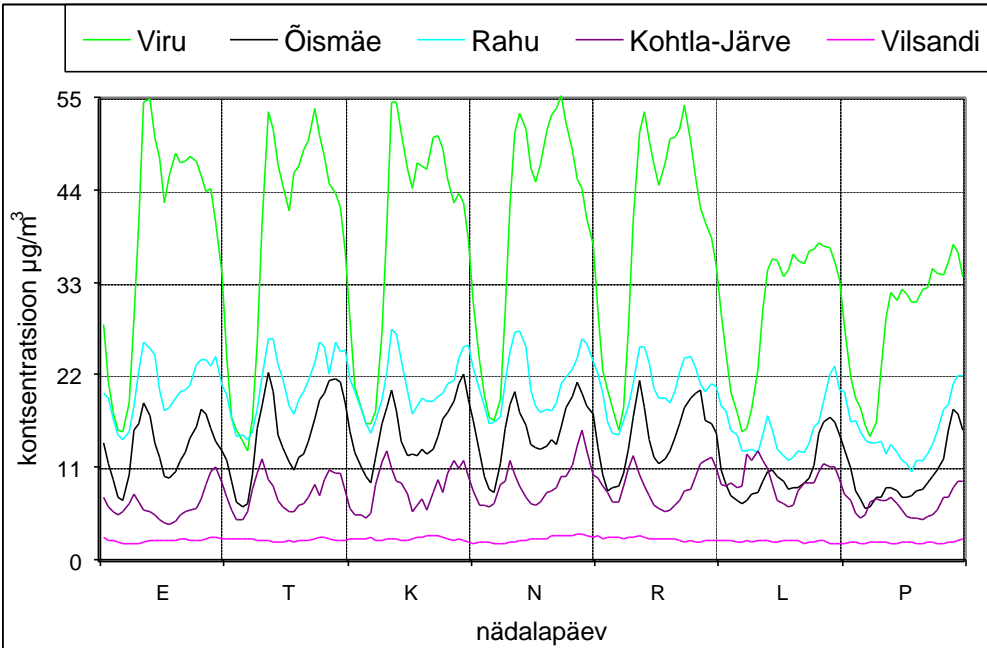
Suur osa saasteaineid on tekitatud inimeste poolt, seega on neil selged inimeste aktiivsust jälgivad muutused. Mitmete saasteainete osas on oluline ka looduse aastased ja ööpäevased tsüklid. Lisas 2 toodud detailsemate andmete alusel on nii osooni kui tahkete osakeste maksimumkontsentratsioonid kevadel, mis langeb hästi kokku muude uuringute tulemustega (Lindskog, Kindbom 2001; Houthuijs jt. 2001). Detailsemalt leiavad sesoonsed muutused käsitlemist järgnevas osades.

Aastasiseste muutuste paremaks esiletoomiseks arutati saasteainete kontsentratsioonide keskmised nädalased käigud, millest esitatud on olulisemad - joonised 3-6. Nädala käikude analüüsimisel selgub:

enamusel saasteainel on märgatav ööpäevane ja nädalapäevast sõltuv tsüklid, kus suurimad kontsentratsioonid on linnajaamades tööpäevade tipptundidel,

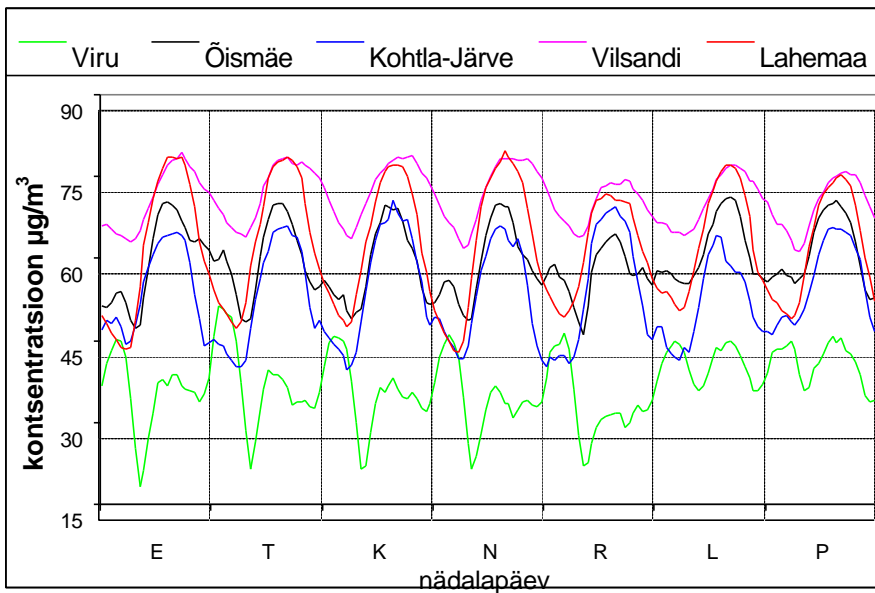
erinevate saasteainete ajalised muutused linnajaamades on sarnased, mis näib osutavat nende sarnastele allikatele (näiteks PM10, NO₂, CO Viru jaamas),

võrreldes linnajaamade ja taustajaamade tulemusi selgub, et inimtegevustele tüüpiline nädala rütm on taustajaamades oluliselt silutud, mis loob aluse ainuüksi saasteainete rütmi esinemise ja selle olulisuse põhjal hinnata saastejaama paiknemist allikate suhtes.



Joonis 3. Lämmastikdioksiidi keskmine nädalane käik Eesti seirejaamades 2002. aastal.

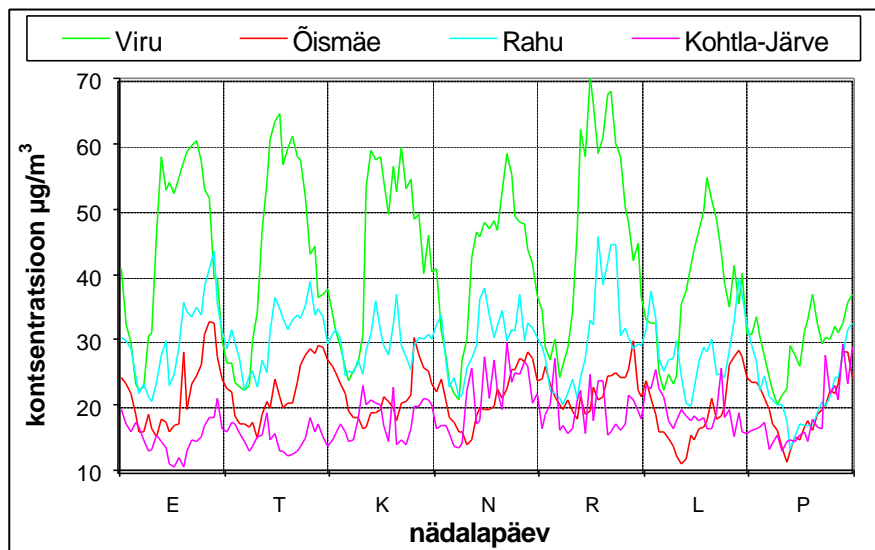
Osooni puhul on märgatav linna- ja taustajaamade erinevus: saasteallikate lähedal reageerib osoon teiste õhulisanditega (CO, NO, süsivesinikud) ja kontsentratsioonid kahanevad. Eriti selgelt ilmneb see Viru liiklusjaamas, kuid ka teistes linnajaamades. Samas on ka taustajaamade osooni käigus erinevused: kui Lahemaa (ka Saarejärve) kontsentratsioonid langevad öösel umbes 1,5 korda, siis Vilsandis on öö ja päeva keskmiste



kontsentratsioonide erinevus vaid umbes 20%. Samuti on nädalalõppudel linnajaamades märgatav kontsentratsioonide kasv, taustajaamades tööpäevad ja nädalalõpud peaaegu ei erine. Fenomenide põhjusi tuleb ilmselt otsida osooniga reageerivate ühendite esinemisest (linnas oluliselt rohkem kui taustaladel, nädalavahetustel sisaldused langevad), mistõttu osooni eluiga atmosfääris pikeneb.

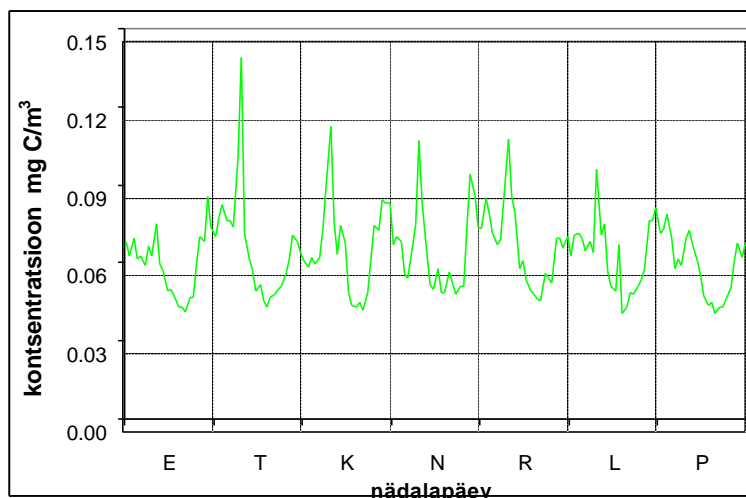
Joonis 4. Osooni keskmised nädalased käigid seirejaamades 2002.aastal.

Seda oletust kinnitavad NO_x väärtused Viru jaamas võrrelduna Rahu ja Õismäe mõõtmistega (joonis 9), mille kohaselt on viimatinimetatutes saastetasemed mitu korda madalamad.



Joonis 5. PM10 keskmine nädalane käik Eesti linnajaamades.

Kevadel oli kõrgeim ka tolmu kontsentratsioon (lisa 2), seda peamiselt tolmu jämedama fraktsiooni arvel. Peene tolmu (PM10) kontsentratsioonid varieerusid väiksemas ulatuses ja moodustasid keskmiselt ligikaudu 30% tolumassist.



Joonis 6. Mittemetaanete süsivesinike keskmine nädalane kontsentratsiooni käik Kohtla-Järve seirejaamas.

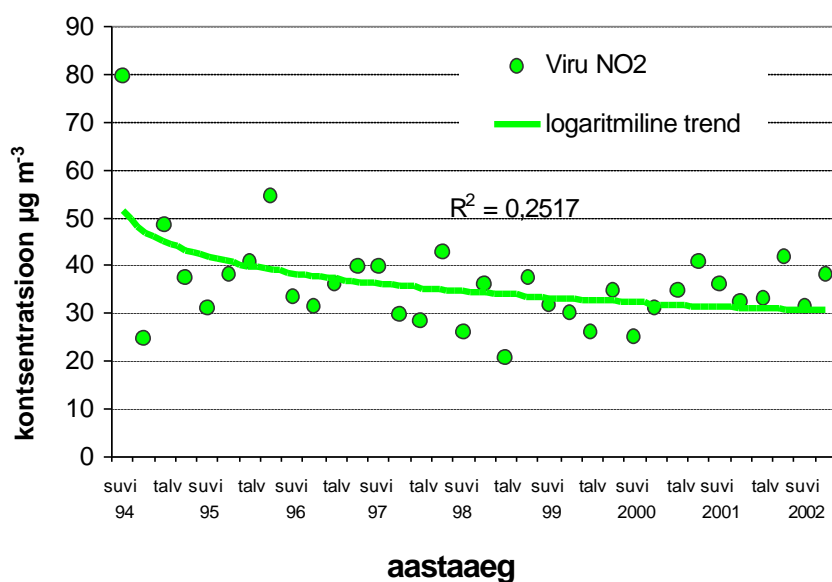
Huvitav kontsentratsioonide nädala käik ilmnes Kohla-Järvel süsivesinike puhul – joonis 6. Kontsentratsioonide mitmekordse suurenemise põhjuseks hommikuti tundub olevat lähedalasuva bensiinjaama tegevus, kus tsisternide täitmine toimub valdavalt hommikul. Samas on piirkonna kriminogeensuse tõttu ööpäevaringselt töötava bensiinjaama lähedus jaama turvalisuse tagamiseks oluline.

Pikemaajalised suundumused.

Pikemaajaliste suundumuste selgitamiseks kasutati aastaegade keskmisi kontsentratsioone, mis võimaldas siluda aastaegade alguse erinevustest eri aastatel tingitud muutused. Talve kestuseks on võetud 1. detsembrist 1. märtsini, suvel 1. juunist 1. septembrini, kevad ja sügis hõlmavad ülejäävad perioodid. Selged suundumused saastetasemeis ilmnesid Viru liiklusjaamas ning on esitatud joonistel 7-10. Teiste jaamade puhul ületab varieeruvus selgetest suundumustest tingitud muutused.

Jooniste analüüsimisel selgub :

1) lämmastikoksiidide kontsentratsioon on üldiselt jäänud eelmiste aastate tasemele, võrreldes 1994-1996

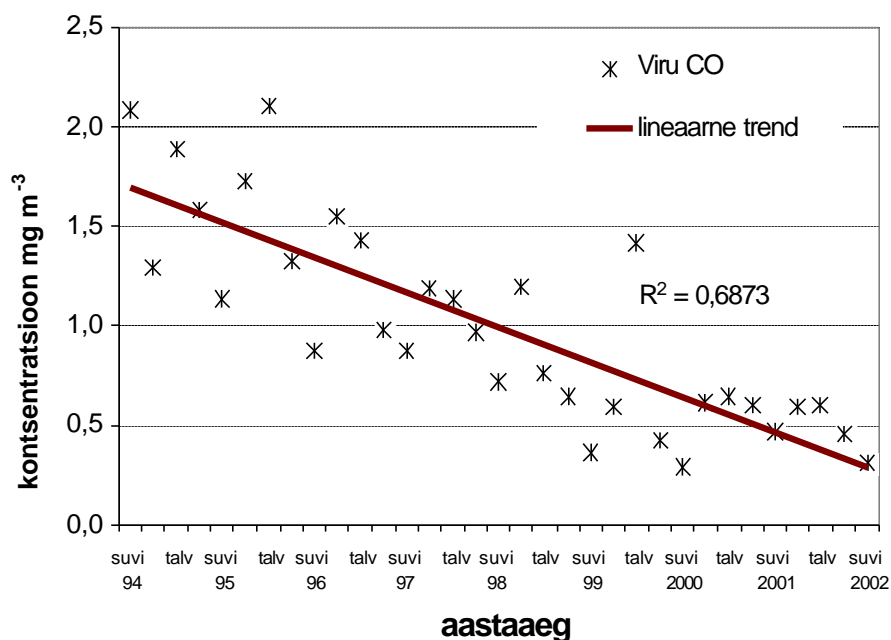


perioodiga isegi veidi langenud (joonis 7). Viimastel aastatel on tekkinud ka selged sesoonsed muutused (suvepuhkused, intensiivsem liiklus kevadel ja sügisel).

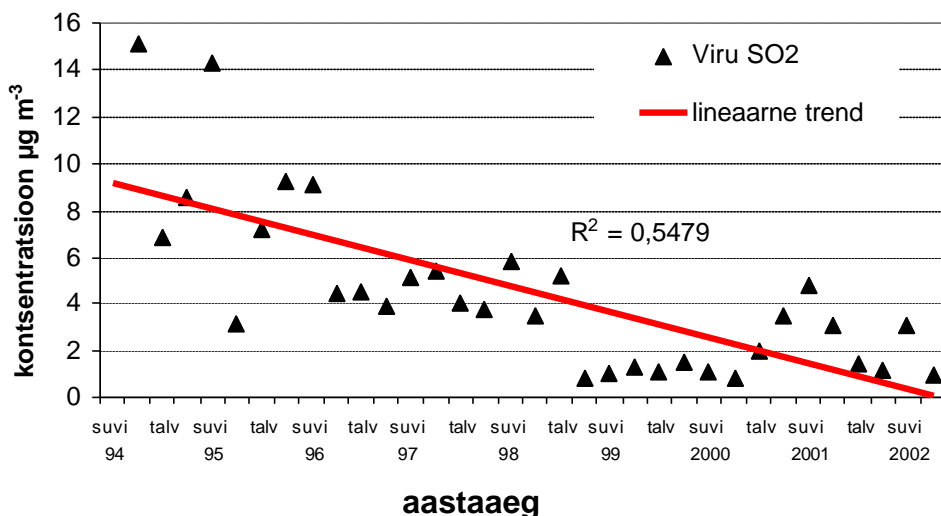
Joonis 7. Lämmastikdioksiidi suundumused Tallinnas 1994-2002.

2) CO saastetasemed olid kõrgeimad 1995.-1996.aastal (Kõrvits, 1999). Sellest ajast saadik on kontsentratsioonid mitmekordselt vähenenud ja saavutanud suhteliselt stabiilse taseme (joonis 8). Madalaimad saastetasemed on suvel.

Joonis 8. Süsinikoksiidi muutused Viru liiklusjaamas Tallinnas 1994-2002.



3) SO₂ kontsentratsioonid Viru jaamas (joonis 9) on viimastel aastatel püsinud märgatavalt kõrgemal kui 1999.-2000., kuid on siiski oluliselt madalamad varasemast tasemest.

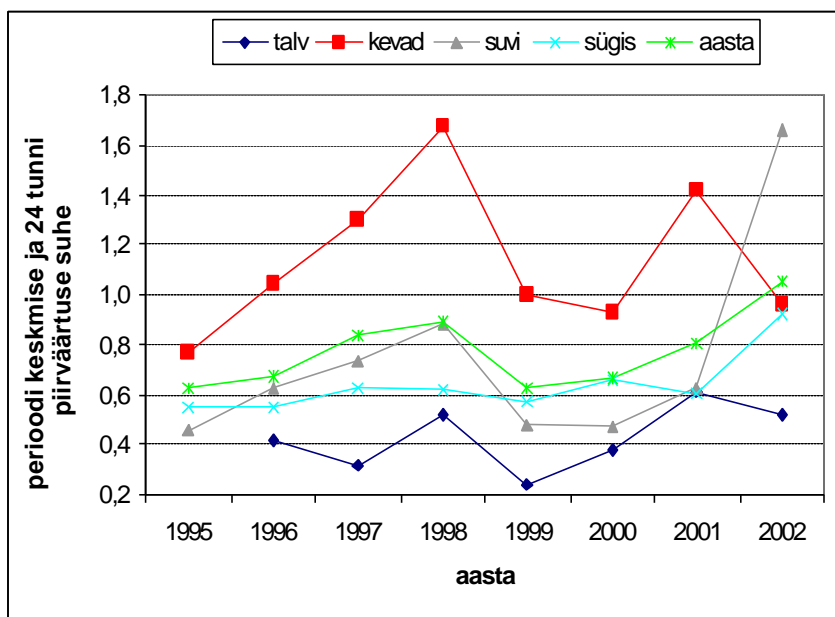


Joonis 9. Väeeldioksiidi muutused Viru liiklusjaamas Tallinnas 1994-2002.

Arvestades SO₂ madalat saastetaset, ei ole selline väike kontsentratsiooni kasv Viru jaamas probleemne. SO₂ kontsentratsioonide

languse põhjusi tuleb otsida nii väikekatlamajade sulgemisest kui autokütuste väävlisisalduse vähenemisest (SO₂ ja NO₂ vaheline korrelatsioonikordaja $r \sim 0,5$).

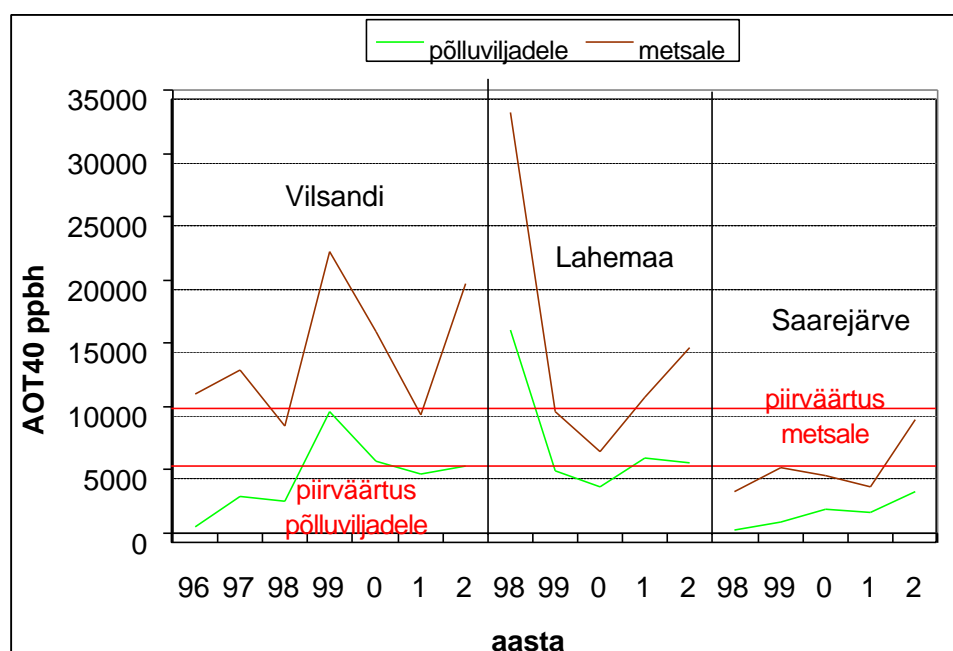
4) Tolmusisaldus kasvab iga aasta kevadel, mil enamasti on terve aastaaja keskmine kontsentratsioon



Joonis 10. Tolmu kontsentratsioonide muutused Viru jaamas 1995-2002.aastal.

kõrgem ööpäeva keskmisest piirväärtusest. See aasta olid erandlikult kõrged ka suvised kontsentratsioonid (põhjuseks tõenäoliselt juba eespool mainitud ehitustegevus). Muudel aastaegadel ei ole selgelt märgatavat suundumust. Euroopa Nõukogu soovib ümberarvutusteks TSP ? PM 10 kasutada koefitsenti 1.2. Viru jaama mõõteandmete kõrvutamisel ulatus kuukeskmise koefitsent 3.1-6.4, seega oli jämeda tolmu osakaal tunduvalt suurem. Mida väiksem oli TSP väärtus, seda suurema % sellest moodustas PM 10 mõõtmistulemus.

Osooni saastetasemete uurimiseks on kasutatud veidi teistsugust lähenemist. Kuna valdav osa osooni piirnväärtuste ületamisi Eestis toimub taimeistiku kaitseks mõeldud piirnväärtustega, siis kasutatakse osooni saastetasemete hindamiseks summaarse ekspositsiooni indeksit AOT 40. Indeks põhineb eeldusel, et rohkem kui lühiajalised kõrged kontsentratsioonid, mõjutab ökosüsteeme pikaajaline ekspositsioon aktiivsel kasvuperioodil (WGE, 1996). Saadud tulemuste hindamiseks on pakutud kaks indeksi piirnväärtust: 10000 ppbh arvatuna ööpäevaringselt kuue kuu jooksul metsade kaitseks ja 5300 ppbh arvatuna päevasel ajal maist juulini põlluviljade (crops) jaoks (UN ECE, 1994). Piirnväärtuste soovitamisest lähtuti ekspositsioonist, mis põhjustab 10 % bioproduktiooni vähenemise (väiksemaid kahjustusi pole võimalik usaldusväärselt hinnata). Piirnväärtuse ületamine ei tähenda veel tingimata taimekahjustusi, mis olenevad taimeliigist ja teistest stressitingimustest, vaid näitab ainult kahjustuste riski olemasolu. Kõrged osooni saastetasemed ei pruugi avaldada ainult nähtavates taimekahjustustes või produktiooni vähenemises, muutuda võib näiteks ka liigiline koosseis.



Joonis 11. Summaarse ekspositsiooni indekse AOT40 ajalised muutused Eesti taustajaamades.

Metsa jaoks kehtestatud piirväärtus 10000 ppbh on jätkuvalt uurimis- ja vaidlusalune objekt. Eestis on see tase

ületatud Vilsandil viiel aastal seitsmest, Lahemaal kolmel aastal viiest. 1998.a. oli AOT40 metsale Lahemaal isegi 33195, kahel järgneval aastal jäi see alla 10000. Lühikese mõõteperioodi ja lünkade tõttu andmeridades ei saa Saarejärve kohta kindlalt väita, et seal osooni ekspositsioon piiri ei ületa.

Põlluviljade jaoks arvatud AOT 40 väärtused on arvutuseeskirjast tulenevalt tunduvalt madalamad ja piirnväärtust (5300 ppbh) on ületatud vaid kolmel korral (1999 ja 2000 Vilsandil ja 1998 Lahemaal).

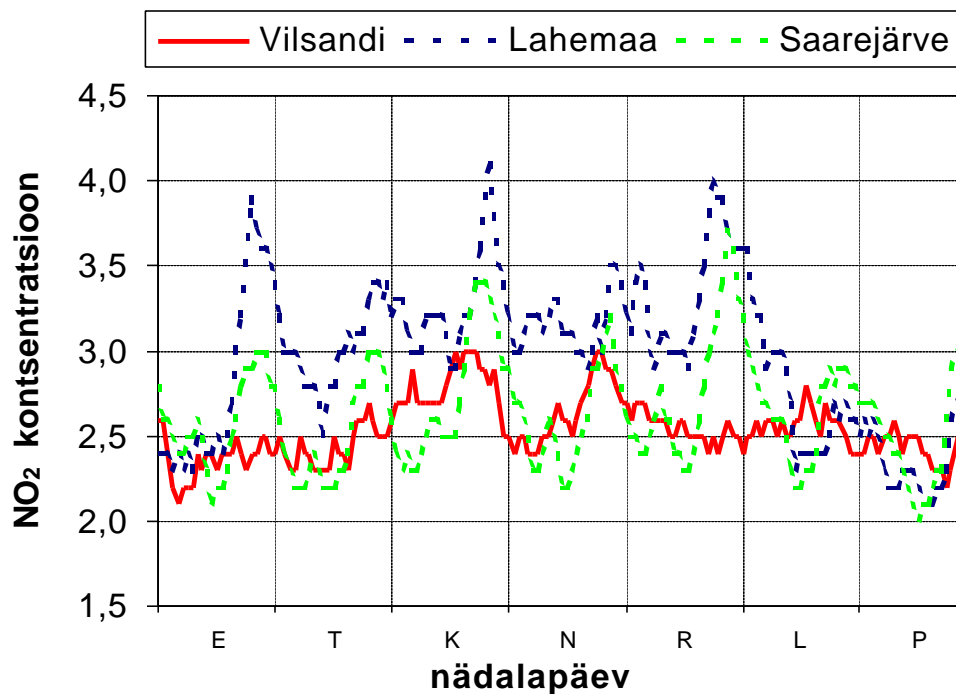
Allikate osakaalu hindamine.

Allikate osakaalu hindamiseks saab kasutada mõõdetud saasteainete suhteid (vt. lämmastikoksiidide osa), saasteainete kontsentratsiooniroose, mõõdetud saaste ajalist dünaamikat. Allikate osakaalude täpsemaks selgitamiseks teostatakse spetsiaalseid uuringuid, mida nimetatakse allikate osakaalude hindamiseks (source apportionment studies) ja kus mõõdetakse saasteallikaid iseloomustavaid nn. jälgelemente või –ühendeid ja matemaatilise analüüsi abil selgitatakse saaste päritolu (Swietlicki jt. 1997).

Kaugkanne taustajaamades.

Kaugkande osakaalu hindamiseks saab kasutada mõõdetud saasteainete suhteid (vt. lämmastikoksiidide osa), saasteainete kontsentratsiooniroose ja mõõdetud saaste ajalist dünaamikat. Järgnevatel joonistel on esitatud taustajaamade kontsentratsiooniroosid.

Vilsandi kontsentratsioonirooside analüüsil selgus, et valdav osa lämmastikuühendite saastest pärineb lääne- või lõunasektorist (Kimmel jt. 2002). Kuna selles suunas on meri, siis võib oletada saaste kaugkannet.



Joonis 12.
Lämmastikdioksiidi keskmine nädalane käik 2000 – 2002 taustajaamades.

Täpsemat kaugkande analüüsi võimaldab saaste ajalise dünaamika jälgimine. Dünaamika jälgimise

plussiks on, et selle alusel saab analüüsida ka meteoanduritega varustamata seirejaamade andmeid. Eelnevas osas toodud Tallinna liiklusjaama lämmastikdioksiidi ajaline käik näitas, et saasteallikate lähedal järgivad kontsentratsioonid hästi inimeste nädalast aktiivsust. Kontsentratsioonid on madalamad öösel ja nädalavahetustel ning oluliselt kõrgemad tööpäevadel. Tehes analoogse joonise taustajaamadele selgub, et ööpäevane rütm on

oluliselt silutud ja madalamad kontsentratsioonid ei esine mitte nädalavahetusel vaid mõned päevad hiljem. Seda ajalise nihke fenomeni saaste tekkimise miinimumi (mis on selgelt nädalavahetustel) ja mõõdetud saastetasemete miinimumi vahel saab tõlgendada saaste kohalekandmise ajana. Eesti seirejaamadest on Vilsandile omane 2-3 päevane nihe ja tüüpiliste tuulte kiiruste analüüs annab saastetekke regiooniks mõni tuhat kilomeetrit. Lahemaa kontsentratsioonide nädalane käik näitab, et ta on taustajaamadest enim mõjutatud lokaalsest saastest. Seda kinnitavad nädalase käigu maksimaalse ja minimaalse tunnikeskmise kontsentratsiooni suhe, mis on Vilsandil 1,43, Saarejärvel 1,85 ja Lahemaal 1,95. Võrdluseks Virus oli sama suhe 4 lähedal (Kimmel jt. 2002).

Seega tundub Eesti taustajaamadest enim kaugkandest mõjutatud olevat Vilsandi ja kõige vähem Lahemaa. Lahemaa asukoha analüüsimisel võib oletada tema mõjutatust Tallinnast ja Kirde-Eesti tööstusrajoonist. Seda kinnitavad ka kõrgemad osooni maksimumkontsentratsioonid, sest linnades tekkinud osooni eeldusainete ja lagundavate ainete suhe tingib maksimaalsed osooni kontsentratsioonid linnadest 50 –100 km kaugusel (PORG, 1997).

Kokkuvõte.

Analüüsid esoleva aasta seire tulemusi, suundumusi saastetasemetes ja rahvusvahelisi piirväärtusi saab kokkuvõtteks öelda järgmist :

- 1) 2002. aastal jätkusid sagedased piirväärtuste ületamised osooni ja tahkete osakeste puhul. Ühes jaamas registreeriti maksimaalselt 235 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ osooni, 38 üldtolmu ja 36 PM_{10} (tolmu peene fraktsiooni) ööpäeva keskmise piirväärtuse ületamist. Lisaks oli ületatud osooni 8 tunni keskmine piirväärtus.
- 2) Lämmastikoksiidide, vääveldioksiidi ja süsinikoksiidi kontsentratsioonid Eesti atmosfääriõhus olid piirväärtuste järgi madalad.
- 3) Pikemaajalisema analüüsi kohaselt jätkub saastetasemete vähenemine Tallinna kesklinna Viru liiklusjaamas, käesoleval aastal esinenud tahkete osakeste saastetasemete kasv oli tõenäoliselt seotud ehitustegevusega Viru väljakul.
- 4) Kõigil mõõdetud saasteainetel on märgatav ööpäevane, nädalane ja aastane kontsentratsiooni käik.
- 5) Suurim varieeruvus saasteainete kontsentratsioonides esines peamiselt liiklusest pärinevatel saasteainetel (CO , NO_x), mille sisaldus suureneb tavaliselt koos hommikuste ja õhtuste liiklustiheduste kasvuga.

Äärelinna (Rahu, Kohtla-Järve ja Õismäe) jaamade mõõtetulemused kinnitavad osooni kõrge tasemeid kesklinna neeludest eemal. Osooni kõrge tasemeid mõjutasid tõenäoliselt ka osooni transport õhumassidega linnaümbrusest ja kõrgematest õhukihtidest.

Toetudes igaaastastele tahkete osakeste piirväärtuste ületamistele tuleks kaaluda võimalusi uuringute teostamiseks fenomeni põhjuste selgitamiseks ja seejärel otsida võimalusi saastetasemete vähendamiseks.

Kasutatud kirjandus.

- Breugel, P.B., Buijsman, E. 2001. Preliminary assessment of air quality for sulphur dioxide, nitrogen dioxide, nitrogen oxides, particulate matter, and lead in the Netherlands under European Union legislation. RIVM report 725601 005.
- EU 1996. Council Directive 1996/62/EC of 27 September 1996 on ambient air quality assessment and management. Official Journal of the European Communities No L 296/55.
- Council Directive 1999/30/EC of 22 April 1999 relating to limit values for sulphur dioxide and oxides of nitrogen, particulate matter and lead in ambient air. Official Journal of the European Communities No L 163/41.
- Heidam, N.Z., 2000. The background Air Quality in Denmark 1978-1997. National Environmental Research Institute, Denmark. NERI Technical Report No.341.
- Houthuijs, D., Breugelmans, O., Hoek, G., Vaskovi, E., Mihalikova, E., Pastuszka, J.S., Jirik, V., Sachelarescu, S., Lolova, D., Meliefste, K., Uzunova, E., Marinescu, C., Volf, J., Leeuw, F., Wiel, H., Fletcher, T., Lebret, E. Brunekreef, B: (2001), PM10 and PM2.5 concentrations in Central and Eastern Europe: results from the Cesar study, Atmospheric Environment 35, 2757–2771
- Kimmel V., Tammet H. and Truuts T. 2002, Variation of Atmospheric Air Pollution in Conditions of Rapid Economic Change — Estonia 1994–1999. Atmospheric Environment 36, (25), 4133–4144
- Kimmel, V. 2002. Analysis of methods of air quality assessment. Applications in Estonia. Doktoritöö. Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Kohv, N., Mandel, E. and Ljamtsev, A. (2002). 2001. aasta õhku paisatud saasteainete heitkogused Eestis (paiksed saasteallikad) ja 2000. aasta lõpparuanne. Information Centre of Estonian Environmental Ministry, Publication 02–2.
- Kull A. 1996. Eesti tuuleatlas. Magistritöö. Tartu ülikool.
- Kulmala, A., Leinonen, L., Ruoho-Airola, T., Salmi, T., Walden, J., 1998. Air Quality trends in Finland. Finnish Meteorological Institute. Helsinki 1998.
- Lindskog, A., Kindbom, K. (2001). Ozone in Remote Areas: Seasonal Cycles and Trends EUROTRAC-2, TOR-2 Annual Report 1999, 99-102
- Mücke, H.-G., Kollar, M., Kratz, M., Medem, A., Rudolf, W., Stummer, V., Sukale, G. (2000) European Intercomparison Workshops on Air Quality Monitoring. Vol. 4 – Measuring NO, NO₂, O₃ and SO₂- Air Hygiene Report 13. World Health Organisation/ WHO Collaborating Centre for Air Quality Management and Air Pollution Control, Berlin, Germany, ISSN 0938-9822.
- PORG, 1997. Fourth Report of the Photochemical Oxidants Review Group: Ozone in the United Kingdom. Prepared at the request of the Air and Environment Quality Division, Department of the Environment, Transport and the Regions
- UN ECE 1994. Critical levels for ozone-a UN-ECE Workshop report.-Schriftenreihe der FAC Liebfeld, No. 16. Swiss Federal Res. Stat. Agricult. Chemistry Environ. Hygiene, Liebfeld-Bern,Switzerland.
- WGE, 1996. Effects of Nitrogen and Ozone. Report prepared by the International Cooperative Programmes and the Mapping Programme under the Working Group on Effects. Oslo, June 1996
- Kõrvits, M. 2000. Õhu saastatuse automaatmõõtmise 1994-1999. Keskkonnatehnika 6 (2000):25-29.
- Swietlicki, E., Puri, S., Hansson, H.C., Edner, H. 1996. *Urban air pollution source apportionment using a combination of aerosol and gas monitoring techniques*. Atmospheric Environment 30: 2795-2809
- WHO 1999. Air quality guidelines. www.who.int/environmental_information/Air/Guidelines/Chapter3.htm

LISA 1. Eestis mõõdetavate saasteainete mõõtmisagedused ja - seadmed.

Mõõdetavad parameetrid	Sagedus	Kasutatav seade	Seadme määramispiir	Väljalaske aasta
SO₂ Viru, Rahu, Õismäe, Lahemaa	Pidev mõõtmine	Fluorestsents analüsaator Horiba APSA 360 CE	0,5 – 500 ppb	2000
SO₂ Vilsandi Saarejärve	Pidev mõõtmine	Fluorestsents analüsaator TEI 43S TEI 43C	0,06 – 100 ppb	1993 1996
SO₄ Lahemaal	24 tunni keskmine	Whatman 40 filter + ionokromatograaf	0,1 – 20 µg/m ³	1997
NO, NO₂, NO_x Viru, Rahu, Õismäe, Lahemaa	Pidev mõõtmine	Kemoluminestents anal. Horiba APNA 360 CE	0,5 – 1000 ppb, Lahemaal 0,5 – 100 ppb	2000
NO₂, NO, NO_x Vilsandi Saarejärve	Pidev mõõtmine	Kemoluminestents anal. TEI 42S TEI 42C	0,05 – 50 ppb	1995 1994
O₃ Viru, Rahu, Õismäe, Lahemaa	Pidev mõõtmine	UV-absorptsioon anal. Horiba APOA 360 CE	0,5 – 1000 ppb	2000
O₃ Vilsandi, Saarejärve	Pidev mõõtmine	UV-absorptsioon anal. TEI 49C	0,5 – 100 ppb	1996
CO Viru, Rahu, Õismäe, Lahemaa	Pidev mõõtmine	IR analüsaator Horiba APMA 360 CE	0,05 – 100 ppm	2000
PM 10 Viru, Rahu, Õismäe	Pidev mõõtmine	β-kiirguse absorptsioon anal. FH 62-I-R	0,5 – 1500 µg/m ³	2000
THC, NMHC Kohtla-Järve	Pidev mõõtmine	Leekionisatsioon detekt. Horiba APHA 360 CE	0,05 – 50 ppmC	2000
Aerosooli mass Viru	Keskmiselt 10 korda kuus 24 t. keskmine	Tolmumõõteseade GMWL-2000	1 – 10000 µg/m ³	1990
Plii (Pb) Viru	kord nädalas 24 t. keskm.	Tolmumõõteseade GMWL-2000 + AAS	0,003 – 10 µg/m ³	1990 1995
SO₂ Narva, Kohtla-Järve	6 korda ööpäevas a 1 t	pararosaniliin (absorbent) +spektrofotomeeter CECH	10 - µg/m ³	1997
NO₂ Narva, Kohtla-Järve	6 korda ööpäevas a 1 t	absorbent + fotokolorimeeter KFK-2	10 - µg/m ³	1990
H₂S Narva, Kohtla-Järve	6 korda ööpäevas a 1 t	Cd-sooladega adsorbent +spektrofotomeeter CECH	1 - 75 µg/m ³	1997
CH₂O Narva, Kohtla-Järve	6 korda ööpäevas a 1 t	fenoalhüdrasiin + fotokolorimeeter KFK-2	5 - µg/m ³	1990
Fenool Kohtla-Järve	6 korda ööpäevas a 1 t	paranitroaniliin +spektrofotomeeter CECH	2 - µg/m ³	1997
NH₃ Kohtla-Järve	6 korda ööpäevas a 1 t	fenool, hüpoklorit + fotokolorimeeter KFK-2	10 - µg/m ³	1990

Õhuseire jaamade asukohad.

Mõõtejaam	Põhjalaius	Idapikkus
Viru	59° 26' 30"	24° 46' 20"
Rahu	59° 27' 25"	24° 41' 55"
Õismäe	59° 24' 51"	24° 38' 58"
Kohtla - Järve	59° 26' 30"	24° 46' 20"
Vilsandi	59° 26' 30"	24° 46' 20"
Lahemaa	59° 27' 25"	24° 41' 55"
Saarejärve	59° 24' 51"	24° 38' 58"

Lisa 2. Saasteainete statistilised andmed mõõtejaamades.

Tallinna ja Kohtla-Järve (KJ) seirejaamade välisõhu saasteainete keskmised ja maksimaalsed kontsentratsioonid 2002.aastal																					
keskmine	SO2 µg/m ³				NO2 µg/m ³				O3 µg/m ³				CO mg/m ³				Tolm (PM10) µg/m ³				NMHC - KJ mgC/m ³
	Viru	Õismäe	Rahu	KJ	Viru	Õismäe	Rahu	KJ	Viru	Õismäe	Rahu	KJ	Viru	Õismäe	Rahu	KJ	Viru	Õismäe	Rahu	KJ	
jaanuar	0.9	0.8	4.4	-	30	12	15	-	32	53	44	-	0.6	0.3	0.3	-	21	13	-	-	-
veebruar	1.3	0.3	2.0	-	31	8	13	-	40	62	54	-	0.6	0.3	0.3	-	26	12	17	-	-
märts	1.7	1.2	3.5	-	35	10	15	-	48	73	64	-	0.5	0.3	0.3	-	35	17	23	-	-
aprill	4.5	3.3	4.1	-	49	20	23	-	49	76	69	-	0.5	0.3	0.3	-	47	33	44	-	-
mai	3.2	2.8	5.5	3.5	43	15	19	6.9	46	77	56	79.6	0.4	0.2	0.2	0.23	34	28	37	19.3	0.05
juuni	1.2	1.5	1.2	5	28	8	18	6.2	50	72	57	75.6	0.3	0.2	0.2	0.19	28	22	20	27	0.04
juuli	0.5	1.1	2.0	10.2	31	10	20	6.2	40	65	54	51.8	0.3	0.2	0.2	0.21	54	20	27	16.5	0.05
august	1.1	2.0	3.6	6.3	36	16	25	8.3	38	62	48	41.4	0.4	0.3	0.3	0.31	90	35	-	30.3	0.07
september	0.8	1.0	1.9	5.9	34	11	17	7.2	32	53	46	43.1	0.4	0.3	0.3	0.3	42	19	-	19.7	0.09
oktoober	1.3	0.9	2.6	3.7	40	17	19	9.2	24	44	42	47.6	0.5	0.3	0.4	0.29	32	15	27	10.5	0.07
november	1.7	0.9	3.7	10.3	40	16	20	9.1	16	33	31	39.9	0.6	0.4	0.4	0.31	28	16	31	10.9	
detsember	1.1	1.3	6.5	3.5	42	15	21	10.4	26	52	40	51.5	0.6	0.3	0.4	0.32	50	23	28	14.7	0.07
aasta keskmine	1.6	1.4	3.4	6.5	37	13	19	8.1	37	60	50	53.8	0.5	0.3	0.3	0.27	41	21.0	28	17.9	0.06
1t maksimum																					
jaanuar	6.9	49.0	89.5	-	87	76	68	-	78	93	84	-	2.5	2.6	2.2	-	180	120	48	-	-
veebruar	4.6	2.9	16.2	-	82	43	54	-	81	98	90	-	6.5	0.8	1.1	-	570	102	168	-	-
märts	16.7	9.2	49.2	-	106	73	80	-	105	125	110	-	2.5	2.2	2.1	-	217	179	205	-	-
aprill	63.5	33.0	47.0	-	151	137	126	-	116	138	122	-	2.2	1.3	2.0	-	352	129	294	-	-
mai	34.7	27.1	45.4	171.8	132	91	95	50.1	93	140	105	128.9	2.2	1.0	1.2	1.29	166	163	601	114.6	0.57
juuni	16.8	16.5	10.3	105.1	95	62	53	39.2	92	118	93	139.3	1.1	0.5	0.7	0.74	284	225	166	372.8	0.25
juuli	5.8	27.6	27.2	169.3	95	63	62	30.2	84	114	107	111.7	0.9	0.6	0.8	0.7	475	112	187	92.7	0.30
august	16.4	20.4	167.2	290.5	96	93	88	41.4	113	143	134	130.4	1.5	1.2	1.9	1.46	845	139	179	228.9	0.48
september	10.5	10.0	14.1	149.6	89	72	68	43.4	103	122	118	121.1	2.2	2.2	3.5	1.58	448	177	168	182.9	0.52
oktoober	10.4	27.7	36.3	101.8	112	100	99	60.7	69	76	73	76.5	3.1	3.8	7.3	2.54	184	141	447	200.2	0.65
november	16.8	16.9	31.1	199.1	118	78	80	40.8	69	72	72	83.6	2.1	1.8	2.5	2.11	155	58	378	36.9	
detsember	7.8	4.8	46.0	75.7	109	76	84	59.3	66	89	82	83.7	1.9	1.6	3.6	3.16	787	419	175	69.4	0.55
24t maksimum																					
jaanuar	1.6	6.0	15.0	-	49	32	32	-	48	78	65	-	0.9	0.5	0.5	-	41	33	20	-	
veebruar	2.0	1.3	5.5	-	47	27	26	-	64	82	79	-	1.6	0.4	0.4	-	138	43	73	-	
märts	4.3	4.4	8.0	-	63	27	30	-	70	93	78	-	0.8	0.4	0.5	-	100	58	69	-	
aprill	17.5	12.2	10.7	-	97	54	58	-	81	120	101	-	0.9	0.6	0.6	-	108	73	105	-	
mai	13.1	8.2	16.2	16.6	84	37	36	12	74	104	74	104	0.6	0.4	0.4	0.3	53	54	115	32.2	0.09
juuni	5.0	5.7	2.4	28.4	53	23	23	12	64	88	72	93	0.5	0.3	0.3	0.4	57	42	32	77.7	0.08
juuli	1.9	7.8	8.1	55.7	57	28	27	11	63	87	74	85	0.4	0.3	0.3	0.3	130	42	55	31.3	0.06
august	3.9	4.8	16.3	31.3	55	34	43	15	63	100	71	75	0.7	0.5	0.6	0.7	183	83	95	68.5	0.12
september	3.6	2.8	3.9	26.1	56	24	34	16	53	79	64	68	0.7	0.6	0.9	0.8	128	47	37	86.8	0.15
oktoober	2.7	5.6	10.3	20	63	50	56	25	42	59	59	67	0.8	0.8	1.3	0.8	72	31	58	37.5	0.23
november	2.9	4.6	12.3	97.9	57	34	40	24	35	64	62	69	0.9	0.6	0.7	0.5	57	35	78	22.9	0.08
detsember	2.1	2.1	18.3	19.5	61	43	52	31	50	81	75	74	0.9	0.6	0.8	0.7	187	89	55	29.6	0.11

Tabel 2. Kuude keskmised ja maksimaalsed saastetasemed taustajaamad es 2002. aastal																CO
	SO2 µg/m3			NO2 µg/m3			NO µg/m3			NOx µg/m3			O3 µg/m3			mg/m3
Keskmine	Vilsandi	Lahemaa	Saarejärve	Vilsandi	Lahemaa	Saarejärve	Vilsandi	Lahemaa	Saarejärve	Vilsandi	Lahemaa	Saarejärve	Vilsandi	Lahemaa	Saarejärve	Lahemaa
Jaanuar	0.7	1.9	1.6	3.7	4.8	4.0	0.1	0.2	0.2	4.4	5.1	4.3	52.4	52.6	51.1	0.21
Veebruar	0.5	1.2	1.1	3.0	3.3	2.6	0.1	0.2	0.1	3.2	3.5	2.8	65.5	62.8	61.6	0.22
Märts	0.9	1.7	1.1	3.1	4.2	2.6	0.2	0.2	0.1	3.4	4.5	2.8	76.6	76.4	72.5	0.21
Aprill	1.2	2.8	1.9	4.3	3.8	3.6	0.3	0.3	0.1	4.8	4.2	3.8	89.4	88.1	80.7	0.21
Mai	1.0	1.4	0.6	2.4	2.0	1.7	0.2	0.2	0.1	2.7	2.3	1.8	87.0	77.7	72.0	0.16
Juuni	0.7	1.0	0.4	1.8	1.9	1.3	0.3	0.1	0.2	2.2	2.1	1.6	85.0	69.6	62.7	0.12
Juuli	0.5	0.9	0.3	1.4	1.4	1.2	0.2	0.2	0.2	1.7	1.7	1.5	79.9	62.3	56.1	0.13
August	0.6	1.4	0.7	1.4	1.7	1.6	0.2	0.1	0.2	1.7	1.9	1.8	84.4	60.7	51.1	0.19
September	0.3	0.6	0.4	1.3	1.6	1.4	0.2	0.1	0.1	1.6	1.8	1.6	72.5	52.1	45.8	0.15
Oktoober	0.5	1.1	0.6	1.2	2.5	1.9	0.1	0.1	0.1	1.3	2.7	2.1	59.5	51.6	42.8	0.14
November	0.6	3.0	0.6	2.8	4.2	3.5	0.1	0.2	0.2	2.9	4.5	3.7	43.5	43.0	35.2	0.21
Detsember	2.6	6.2	2.5	2.2	4.8	4.2	0.2	0.3	0.3	2.4	5.2	4.6	58.1	53.6	44.7	0.20
aasta keskmise	0.8	1.7	0.9	2.3	3.0	2.5	0.2	0.2	0.1	2.6	3.3	2.7	71.2	62.6	57.0	0.18
1 tunni maksimum																
Jaanuar	9.6	61.8	27.7	27.0	21.6	17.6	2.2	2.5	2.2	27.9	22.8	17.8	77.9	85.8	84.0	0.37
Veebruar	6.8	16.1	23.2	12.1	25.6	17.8	2.1	2.6	6.6	14.5	25.6	23.7	92.7	89.2	87.0	0.46
märts	14.0	10.5	25.5	11.9	18.7	18.5	1.7	2.6	1.3	12.4	19.0	18.7	107.7	126.5	122.8	0.40
aprill	7.1	30.3	33.3	25.1	13.8	16.2	3.8	3.1	1.9	31.0	15.6	19.1	137.3	166.9	151.4	0.31
mai	8.1	18.2	17.1	11.6	19.1	6.1	2.6	2.1	1.8	15.6	20.0	7.4	131.9	130.8	121.8	0.64
juuni	4.7	29.8	12.8	13.3	8.3	5.7	2.8	1.6	0.8	16.0	8.3	6.0	117.4	116.4	123.5	0.17
juuli	5.7	22.2	8.1	8.1	11.1	4.4	1.6	2.0	1.8	10.2	11.5	5.3	122.3	124.3	112.0	0.21
august	6.4	22.7	24.9	8.6	11.3	12.4	1.5	1.8	0.9	9.1	11.4	13.1	151.9	161.0	146.9	0.71
september	2.5	13.6	19.0	5.5	6.5	6.4	0.7	1.0	1.5	5.6	7.5	8.0	145.2	127.0	122.2	0.99
oktoober	9.8	67.1	17.2	5.9	24.3	19.7	0.7	2.4	4.5	6.6	27.6	20.4	82.6	80.8	74.3	0.38
november	9.9	61.7	6.3	23.4	21.3	17.3	1.0	5.8	3.3	23.5	24.6	18.0	84.2	79.0	72.2	0.37
detsember	23.1	57.9	39.0	12.4	47.9	41.7	1.3	17.7	2.1	12.7	74.9	42.7	80.6	82.0	72.5	0.52
ööpäeva maksimum																
jaanuar	2.7	4.9	9.6	19.8	8.7	9.3	0.4	0.5	0.4	19.5	9.5	9.8	73.1	71.0	73.5	0.32
veebruar	1.8	5.9	13.2	8.5	11.5	10.5	0.4	0.7	1.3	9.1	12.2	12.5	83.8	81.5	78.8	0.30
märts	4.9	6.2	4.6	6.6	8.3	8.0	0.5	0.6	0.2	7.1	8.6	8.2	85.7	101.2	97.8	0.34
aprill	3.7	10.4	5.9	12.3	6.5	7.2	1.0	0.7	0.4	13.8	6.8	7.6	112.8	130.2	115.4	0.27
mai	1.8	4.8	3.1	4.1	5.0	3.2	0.5	0.7	0.4	4.7	6.0	3.6	107.9	99.5	104.0	0.19
juuni	1.4	4.2	2.0	4.4	4.2	2.4	0.5	0.3	0.3	5.0	4.5	2.7	100.2	89.3	88.1	0.16
juuli	1.6	7.2	1.3	2.9	3.3	1.8	0.4	0.6	0.3	3.4	4.1	2.0	94.0	87.9	82.0	0.17
august	1.9	6.3	2.0	2.5	3.7	2.8	0.4	0.3	0.3	2.9	3.7	3.1	123.3	93.0	74.3	0.45
september	0.8	3.6	2.2	2.9	3.3	2.8	0.4	0.3	0.3	3.3	3.3	3.0	120.5	76.6	78.7	0.38
oktoober	2.5	13.5	6.7	2.9	6.1	7.3	0.1	0.6	0.5	3.0	7.0	7.8	74.3	68.1	60.4	0.19
november	4.6	15.8	2.3	8.6	12.2	7.1	0.2	1.2	0.7	8.7	14.1	7.7	73.2	73.9	65.3	0.3
detsember	7.7	16.8	16.0	6.2	16.6	12.1	0.3	1.3	0.5	6.5	18.7	12.8	75.2	74.5	60.9	0.28

Lisa 3. Kohtla-Järve tuule- ja kontsentratsiooniroosid.

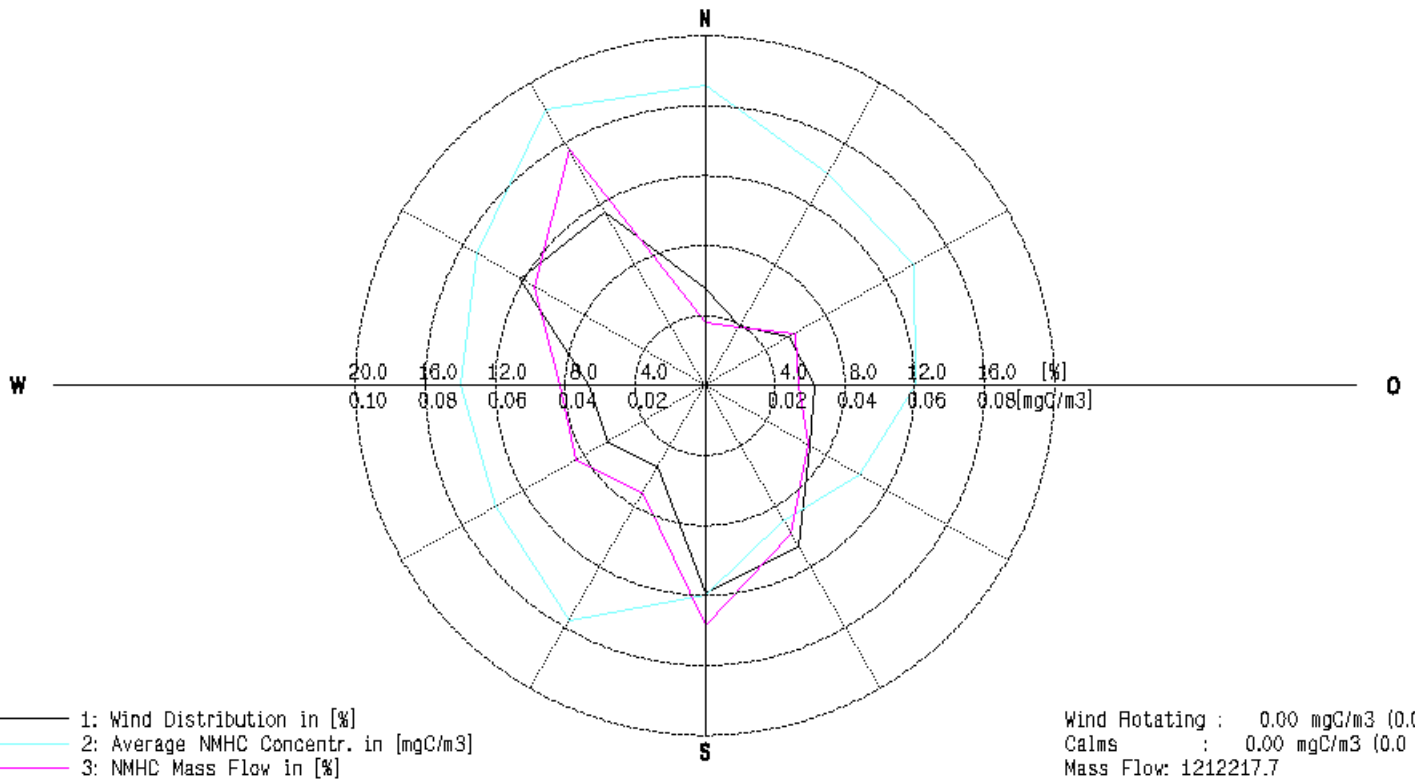
EESTI OHUSEIRE

03.01.2003 11:23

Tuulteroo ja NMHC kontsentratsiooniroos

Mon.Site : Kohtla-Järve

Period: 01.05.2002 bis 31.12.2002



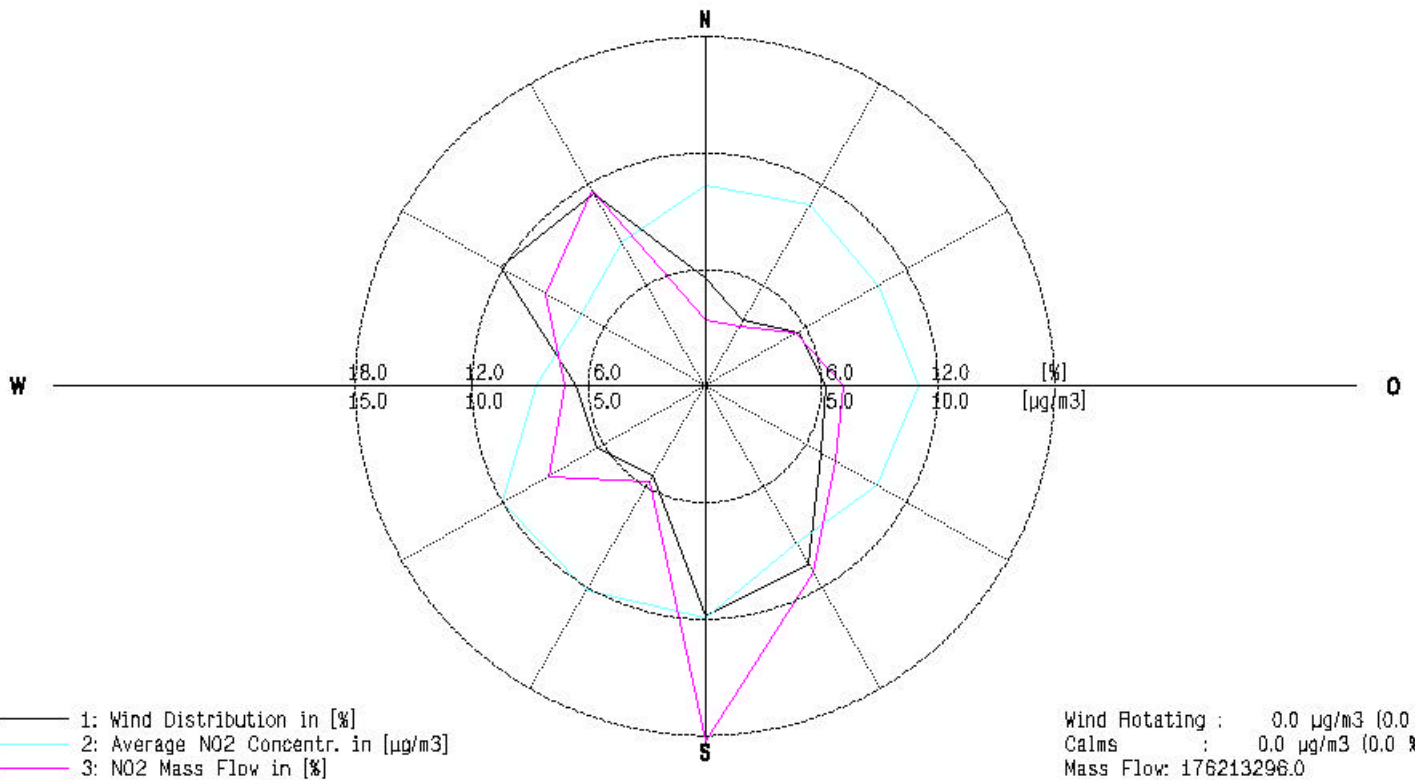
EESTI OHUSEIRE

03.01.2003 11:23

Tuulteroo ja NO2 kontsentratsiooniroos

Mon.Site : Kohtla-Järve

Period: 01.05.2002 bis 31.12.2002

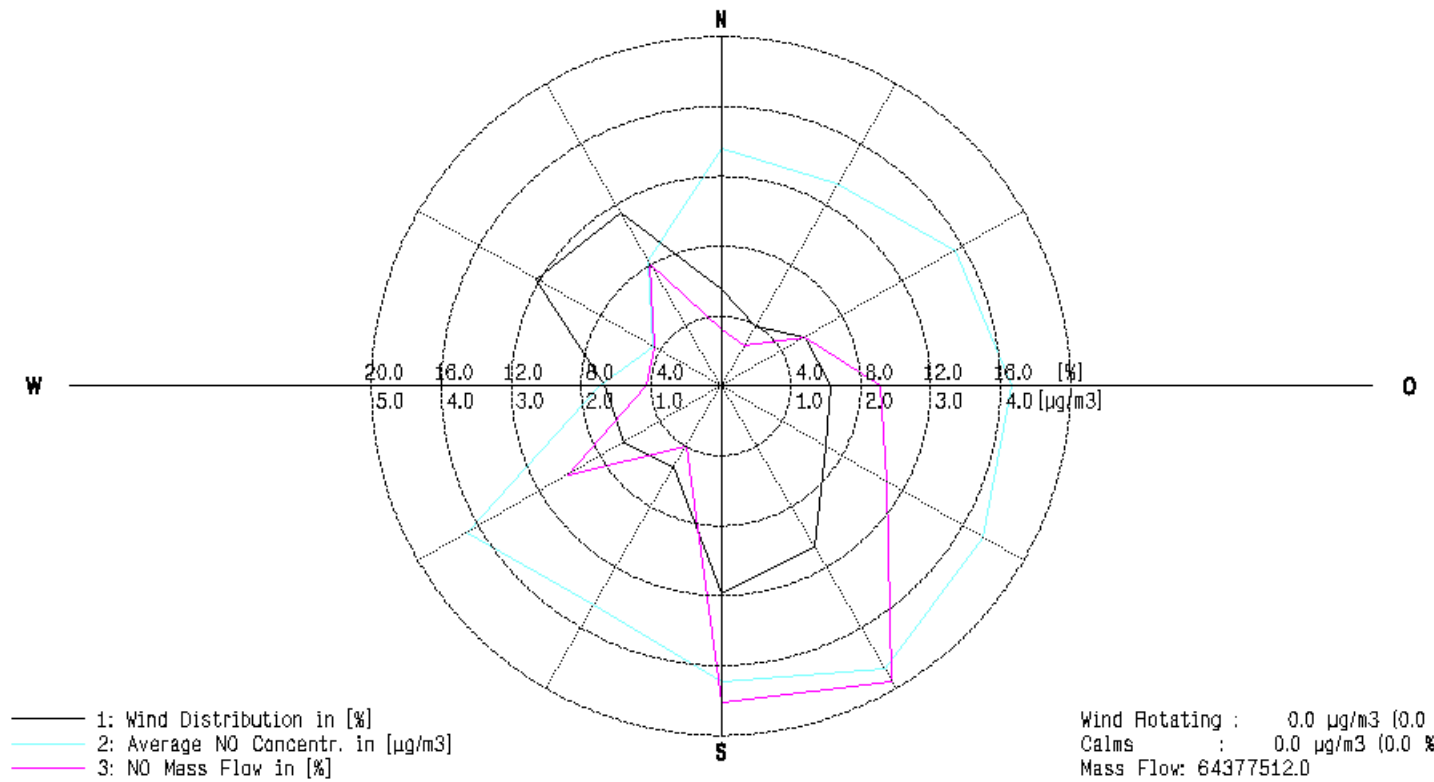


processed data

Tuulteroo ja NO kontsentratsiooniroos

Mon.Site : Kohtla-Järve

Period: 01.05.2002 bis 31.12.2002



Tuulteroo ja SO₂ kontsentratsiooniroos

Mon.Site : Kohtla-Järve

Period: 01.05.2002 bis 31.12.2002

