

**EESTI  
KESKKONNAUURINGUTE  
KESKUS**  
ESTONIAN ENVIRONMENTAL RESEARCH CENTRE

## **Tartu linnaõhu seire 14.jaanuar – 13.veebruar 2003.a.**

**Enn Otsa**  
Juhatuse esimees

**Margus Kört**  
Vastutav täitja

**TALLINN 2003**

## Sisukord

Sissejuhatus. ....	3
Seire kirjeldus. ....	4
Tulemused ja arutelu. ....	7
Võrdlus varasemate mõõtmistega. ....	16
Kokkuvõte. ....	20

## Jooniste nimekiri

Joonis 1. Õhumõõtmiste kohad Tartus – Tamme pst., Riia mnt., Anne tn., Jaani tn. ....	5
Joonis 2. Saasteainete maksimaalsete tunni- ja päevakeskmiste võrdlus piirväärtustega – Riia mnt., Tamme pst., Anne tn. ja Jaani tn. ....	10
Joonis 3. Päevakeskmiste väärtused mõõtmiskohtades. ....	19

## Lisade nimekiri

Lisa 1. Tunni- ja päevakeskmiste maksimumide ja nädala keskmiste tabelid
Lisa 2. Mõõteperioodide tunnikeskmete tabel
Lisa 3. Saasteainete ajaliste muutuste graafikud
Lisa 4. Keskmise ööpäevase käigu graafikud
Lisa 5. Tuulte- ja saasteainete kontsentratsiooniroosid

## **Sissejuhatus.**

Inimmõjutused keskkonnale on tekitanud olukorra, kus inimesed peavad iseendid oma tegevuste tagajärgede eest kaitsma. Atmosfääriõhu saastatus linnades on üks selliseid probleeme. Üha tiheneva liikluse ja hoonestuse tingimustes on atmosfääriõhu saastatus kõige enam inimesi mõjutav keskkonnaprobleem paljudes riikides. Ka Eestis ei ole õhu saastatuse probleemid uued ja kiire autostumise tingimustes peab neile järjest enam tähelepanu pöörama.

Linnade õhuseire eesmärgiks on jälgida õhusaaste taset ning hinnata selle vastavust teadusuuringute alusel loodud piirväärtustele ning seega ohtlikkust inimeste tervisele. Õhuseire poolt mõõdetavad saasteainete kontsentratsioonid loovad ka tausta majandusprojektide keskkonnamõjude hindamiseks, õhusaaste poolt materjalide degradeerumise arvestamiseks ja ökosüsteemidele tekitatava mõju hindamiseks.

Käesolev aruanne esitab Tartu atmosfääriõhu mõõtmiste tulemusi 2003. jaanuaris – veebruaris ning on jätkuks eelnevatel aastatel teostatud uuringutele.

## Seire kirjeldus.

Tartus teostati atmosfääriõhu mõõtmisi liikuva mõõtelaboriga MOB AIR. Mõõtmistingimuste iseloomustamiseks esitatakse tabelites 1 ja 2 Tartu Maavalitsuse poolt saadatud piirkonna andmed ning suuremate tööstusettevõtete-saastajate loetelu.

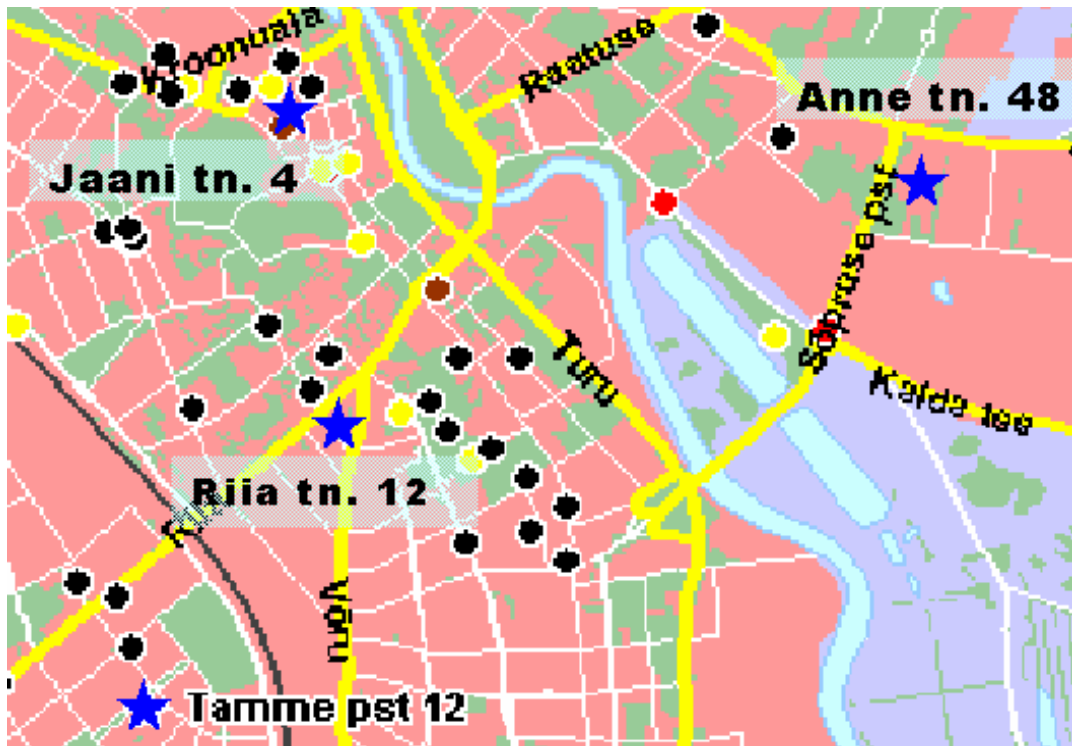
**Tabel 1. Maakonna ja linna üldandmed**

<b>Maakond</b>	Tartumaa	
<b>Maakonna pindala</b>	2993 km <sup>2</sup>	
<b>Maakonna elanike arv</b>	145 401 (2001)	
<b>Linn</b>	Tartu maakonnakeskus	
<b>Linna pindala</b>	38,8 km <sup>2</sup>	
<b>Linna elanike arv</b>	96 359 (2001)	
<b>Teised suuremad linnad ja nende elanike arv</b>	Elva	6238 in
	Kallaste	1295 in
<b>Suurimad õhusaastajad</b>	AS Anne Soojus, AS Tamme Soojus (katlamajad), AS Tarmeko(puidutööstus)	

**Tabel 2. Mõõtmistingimuste andmed**

<b>Mõõtmiste algus</b>	kolmapäev 22.01.2003	teisipäev 14.01.2002	neljapäev 30.01.2003	reede 07.02.2003
<b>Mõõtmiste lõpp</b>	teisipäev 28.01.2003	esmaspäev 20.01.2002	kolmapäev 05.02.2003	neljapäev 13.02.2003
<b>Mõõtmiskoha aadress</b>	Riia mnt.12	Tamme pst.12	Anne tn.48	Jaani tn.4
<b>Asukoht</b>	Magistraalide läheduses	Eramajade (2 korrust) rajoon	Paneelmajade (5-9 korrust) rajoon	Kesklinnas (2-4 korrust)

Mõõtmiste asukohad on esitatud järgneval joonisel 1.



Joonis 1. Õhumõõtmiste kohad Tartus – Tamme pst., Riia mnt., Anne tn, Jaani tn

Peamisteks õhusaaste allikateks linnades on transport ja tööstus – seetõttu määravad need suurelt jaolt mõõdetavate saasteainete nimekirja. Väikeelamute rajoonis omab olulist tähtsust ka kütmisest tingitud saasteainete levik. Mõõdetavate saasteainete ja teiste parameetrite ning kasutatavate seadmete nimekirja esitab tabel 3.

**Tabel 3. Liikuvast õhulaboris kasutatavad mõõteseadmed.**

Mõõdetavad parameetrid	Sagedus	Kasutatav seade	Mõõtepiirkond	Väljalaske aasta
Vääveldioksiid (SO <sub>2</sub> )	Pidev mõõtmine	HORIBA APSA – 360 UV-fluorestsents	1,33 – 1330 µg/m <sup>3</sup>	2000
Lämmastikoksiidid (NO <sub>x</sub> )	Pidev mõõtmine	HORIBA APNA – 360 kemoluminestsents	0,96 – 1910 µg/m <sup>3</sup>	2000
Süsinikoksiid (CO)	Pidev mõõtmine	HORIBA APMA – 360 Infrapunase kiirguse absorptsioon	0,06 – 116 µg/m <sup>3</sup>	2000
Osoon (O <sub>3</sub> )	Pidev mõõtmine	HORIBA APOA – 360 UV-fotomeetria	1 – 200 µg/m <sup>3</sup>	2000
Summaarsed süsivesinikud (THC)	Pidev mõõtmine	HORIBA APHA – 360 leekionisatsioon	0,05 – 50 ppmC	2000
Peen tolmu (PM 10)	Pidev mõõtmine	FH 62-I-R β-kiirguse absorptsioon	0,5 – 1500 µg/m <sup>3</sup>	2000
Tuule suund ja kiirus, õhuniiskus, temperatuur	Pidev mõõtmine	Thies Clima 7m meteoroloogiline mõõtemast	0-360 <sup>0</sup> ; 0-60 m/s; -35 - +70 <sup>0</sup> C; 10-100%	2000

Õhumõõtmised toimusid automaatselt, tulemused on salvestatud tunnikeskmete väärtustena arvuti andmebaasi. Tulemuste töötlemiseks ja väljatrükiks kasutati spetsiaalset tarkvara.

## Tulemused ja arutelu.

Mõõtepunktide asukohtade valikul lähtuti eelmiste aastate uuringutest ja vajadusest välja selgitada õhusaaste olukord. Mõõtmisi teostati 4-s kohas, igäühes 7 päevaste perioodidena jaanuaris-veebruaris 2003.a. Mõõtmistulemuste töötlemiseks kasutatav tarkvara võimaldab anda väljundit erinevat tüüpi tabelite ja graafikutena, mis ka aruande lisades esitatakse. Tulemuste analüüs annab teatava pildi talvise perioodi õhusaaste olukorra kohta Tartus.

Õhusaaste olukord linnas on mõjustatud peamiste saasteallikate paiknemisest ja meteoroloogilistest tingimustest. Peamised näitajad meteoroloogiliste tingimuste kohta mõõteperioodil on esitatud tabelis 4.

**Tabel 4. Meteotingimused**

Temperatuur	Riia tn.		Tamme pst.		Anne tn.		Jaani tn.	
minimaalne	-1,5 <sup>0</sup> C	28.01.03 -kell 23	-14,5 <sup>0</sup> C	14.01.03 -kell 09	-18,9 <sup>0</sup> C	01.02.03 -kell 06	-4,0 <sup>0</sup> C	11.02.03 -kell 04
maksimaalne	2,6 <sup>0</sup> C	26.01.03 - kell 05	4,1 <sup>0</sup> C	18.01.03 -kell 14	-4,1 <sup>0</sup> C	02.02.03 -kell 14	-0,3 <sup>0</sup> C	09.02.03 -kell 13
minimaalne päevakeskmise	-0,9 <sup>0</sup> C	28.01.03	-7,7 <sup>0</sup> C	14.01.03	-15,8 <sup>0</sup> C	01.02.03	-3,7 <sup>0</sup> C	11.02.03
maksimaalne päevakeskmise	1,9 <sup>0</sup> C	26.01.03	2,6 <sup>0</sup> C	18.01.03	-8,2 <sup>0</sup> C	02.02.03	-1,0 <sup>0</sup> C	09.02.03
Õhuniiskus								
minimaalne	79%	23.01.03	64%	18.01.03	60%	01.02.03	81%	09.02.03
maksimaalne	99%	26.01.03	99%	14.01.03	92%	30.01.03	99%	13.02.03
<b>Domineerivad tuulesuunad</b>	kagu,edela		edela		kagu		kagu	

Keskkonnaministri 25.01.1999.a. kehtestatud määrusega nr. 5 on kehtestatud välisõhu saastetasemete piirväärtused, mis esitatakse tabelis 5. Piirväärtused on kriteeriumiks õhusaaste olukorrade hinnangu andmiseks.

**Tabel 5.**

**Välisõhu saastetasemete piirväärtused Eestis**

SAASTEAINE	ühik	ööpäeva keskmine	ühe tunni keskmine	kalendriaasta keskmine
		SPV24	SPV1	SPVa
SO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	125	500	20
NO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>		300	60
NO <sub>x</sub>				
O <sub>3</sub>	µg/m <sup>3</sup>	65	200	
CO	mg/m <sup>3</sup>	3	5	
tolm	µg/m <sup>3</sup>	150	500	
tolm (<10 µm - PM10) e. peentolm	µg/m <sup>3</sup>	75		48
Mitte-metaansed süsivesinikud (NMHC)	mg/m <sup>3</sup>	2	5	

Mõõteperioodil esinesid peamiselt kagu- ja edelatuuled. Teiste suundade osakaal oli tühine.

Saasteainete ja meteoroloogiliste parameetrite mõõtmistulemused esitatakse järgnevate komplektidena.

- 1) Tunni- ja päevakeskmiste maksimumide ja nädala keskmiste tabelid (Lisas 1)
- 2) Mõõteperioodide tunnikeskiste tabel (Lisas 2)
- 3) Saasteainete ajaliste muutuste graafikud (Lisas 3)
- 4) Keskmise ööpäevase käigu (kellaajakeskmised) graafikud (Lisas 4)
- 5) Tuulte- ja saasteainete kontsentratsiooniroosid (Lisas 5)

Saasteainete kontsentratsioonide võrdlus tunni- ja päevakeskmiste piirväärtustega on toodud alljärgnevalt tabelites ja graafikutel.

**Tabel 6.**

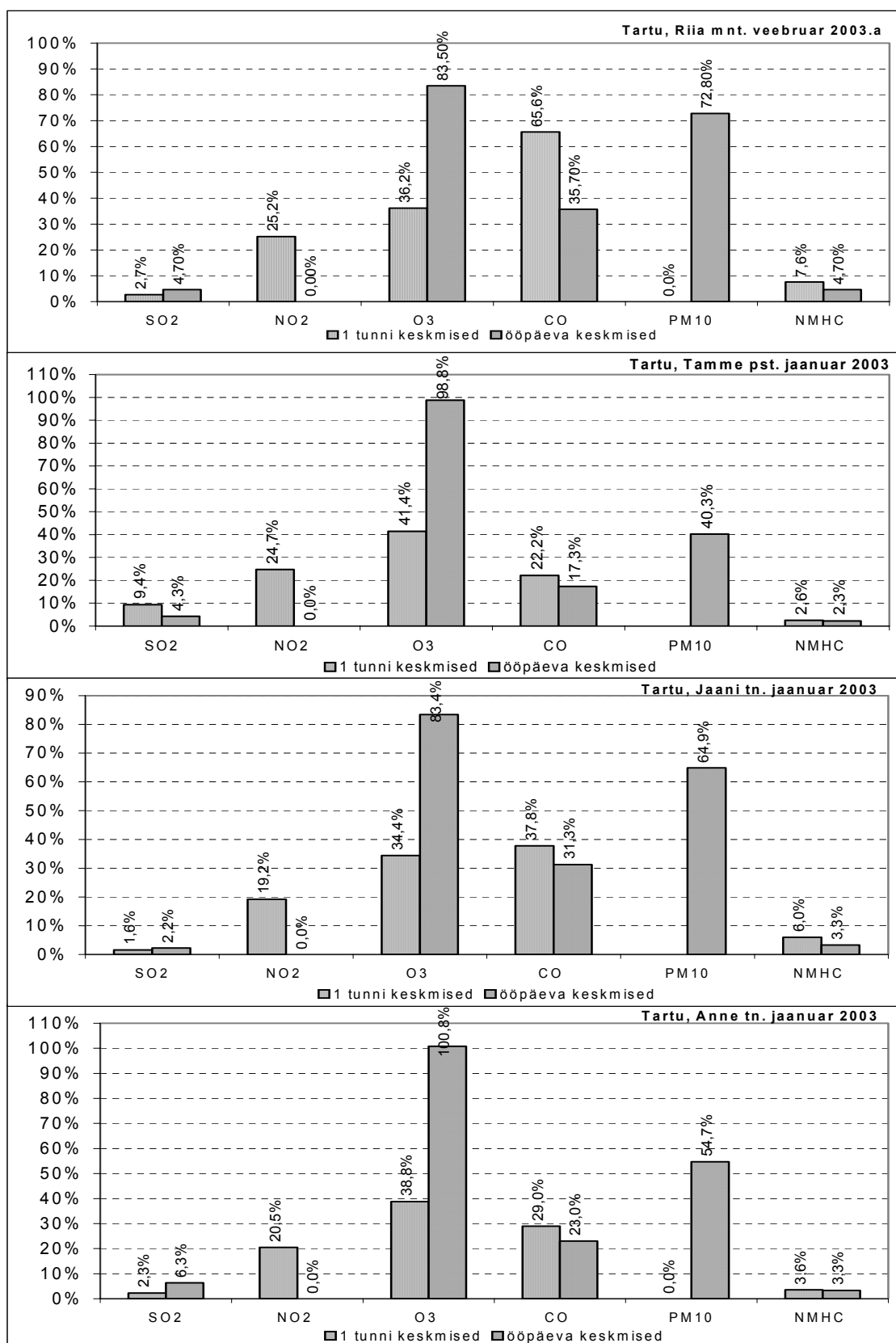
Tunni- ja päevakeskmiste võrdlus piirväärtustega – Riia tn., Tamme pst., Anne tn. ja Jaani tn.

Riia tn.	Perioodi kesk-mised	Tunnikeskmised			Päevakeskmised		
		Norm	möödetud maksimum	% normist	Norm	möödetud maksimum	% normist
SO2 [µg/m3]	3,6	500	13,4	2,7%	125	5,9	4,7%
NO [µg/m3]	9,3		145,7			33,0	
NO2 [µg/m3]	19,2	300	75,7	25,2%		37,7	
NOx [µg/m3]	33,4		298,3			88,1	
O3 [µg/m3]	40,5	200	72,5	36,2%	65	54,3	83,5%
CO [mg/m3]	0,55	5	3,28	65,6%	3	1,07	35,7%
PM10 [µg/m3]	23,8		193,7		75	54,6	72,8%
NMHC [mgC/m3]	0,08	5	0,38	7,6%	2	0,14	7,0%

Tamme pst.	Perioodi kesk-mised	Tunnikeskmised			Päevakeskmised		
		Norm	möödetud maksimum	% normist	Norm	möödetud maksimum	% normist
SO2 [µg/m3]	3,6	500	47,0	9,4%	125	5,4	4,3%
NO [µg/m3]	2,2		21,6			4,1	
NO2 [µg/m3]	12,6	300	74,1	24,7%		26,3	
NOx [µg/m3]	16		107,1			32,5	
O3 [µg/m3]	56	200	82,8	41,4%	65	64,2	98,8%
CO [mg/m3]	0,41	5	1,11	22,2%	3	0,52	17,3%
PM10 [µg/m3]	23,2		183,5		75	30,2	40,3%
NMHC [mgC/m3]	0,06	5	0,13	2,6%	2	0,07	3,5%

Anne tn.	Perioodi kesk-mised	Tunnikeskmised			Päevakeskmised		
		Norm	möödetud maksimum	% normist	Norm	möödetud maksimum	% normist
SO2 [µg/m3]	5,7	500	11,4	2,3%	125	7,9	6,3%
NO [µg/m3]	3,9		28,9			9,3	
NO2 [µg/m3]	16,8	300	61,4	20,5%		33,1	
NOx [µg/m3]	22,8		105,6			47,4	
O3 [µg/m3]	51,6	200	77,5	38,8%	65	65,5	100,8%
CO [mg/m3]	0,48	5	1,45	29,0%	3	0,69	23,0%
PM10 [µg/m3]	24,2		106,2		75	41,0	54,7%
NMHC [mgC/m3]	0,07	5	0,18	3,6%	2	0,1	5,0%

Jaani tn.	Perioodi kesk-mised	Tunnikeskmised			Päevakeskmised		
		Norm	möödetud maksimum	% normist	Norm	möödetud maksimum	% normist
SO2 [µg/m3]	3,7	500	7,8	1,6%	125	5,8	2,2%
NO [µg/m3]	3,3		34,8			5,9	
NO2 [µg/m3]	23,4	300	57,6	19,2%		38,0	
NOx [µg/m3]	28,5		110,6			47,0	
O3 [µg/m3]	46,5	200	68,7	34,4%	65	54,2	83,4%
CO [mg/m3]	0,66	5	1,89	37,8%	3	0,94	31,3%
PM10 [µg/m3]	35,0		90,9		75	48,7	64,9%
NMHC [mgC/m3]	-	5	0,3	6%	2	0,1	5,0%



**Joonis 2.** Saasteainete maksimaalsete tunni- ja päevakeskmiste võrdlus piirväärtustega – Riia mnt., Tamme pst., Anne tn. ja Jaani tn.

Saasteainete perioodi keskmiste väärtuste võrdlemisel lubatud piirväärtustega arvestati täispäevi, st. arvesse ei tulnud need päevad, kus mõõtebuss paigutati teise linnaossa. (vt. ka Lisa 1). Võrdlemisel võib teha järgmised järeldused:

- 1) Saasteainete (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>) päeva- ja tunnikeskised kontsentratsioonid jäävad kõik alla lubatud piirväärtuse.  
SO<sub>2</sub> maksimaalne tunnikeskmine küündis 9,4 %-ni lubatust (47,0 µg/m<sup>3</sup>) Tamme pst. ja päevakeskmine 6,3 % -ni (7,9 µg/m<sup>3</sup>) Anne tn. mõõtmistel, mujal olid väärtused väiksemad. Madalad SO<sub>2</sub> väärtused on heas kooskõlas pideva seire tulemuste ja nende alusel tehtud järeldusega, et SO<sub>2</sub> saastetasemed ei ole Eestis probleemiks (vaata [www.seiremonitor.ee](http://www.seiremonitor.ee)).  
NO<sub>2</sub> maksimaalne tunnikeskmine ulatus Riia tn. 25,2%-ni normist (75,7 µg/m<sup>3</sup>), mujal väiksemad.
- 2) Osooni tasemed on teiste saasteainetega võrreldes palju lähemal lubatud piirnormidele. Osooni maksimaalne tunnikeskmine ulatus Tamme pst. 41,4%-ni lubatust (82,8µg/m<sup>3</sup>), mujal vähem. Päevakeskmine kontsentratsioon ulatus ühe korra 0,8% üle lubatud piirväärtuse Anne tn. 3.veebruari (65,5 µg/m<sup>3</sup>), rohkem ületamisi polnud. Kuna talvel on osooni saastetasemed sesoonselt madalaimad, võib oodata piirväärtuste ületamist teistel aastaegadel.
- 3) Peentolmu (PM10) maksimaalne keskmine päevakontsentratsioon ulatus 72,8%-ni lubatust – 54,6 µg/m<sup>3</sup> Riia tn 24.jaanuaril .Tunnikeskmist piirnormi pole kehtestatud.
- 4) CO maksimaalne päevakeskmine kontsentratsioon ulatus 35,7%-ni lubatust – 1,07 µg/m<sup>3</sup> Riia tn. ja tunnikeskmine 65,6%-ni piirväärtusest – 3,28 µg/m<sup>3</sup> Riia tn.
- 5) Süsivesinike kontsentratsioonid jäävad tunduvalt alla piirväärtuste, metaani mittesisaldavate süsivesinike tunnikeskmine ulatus 7,6%-ni – 0,38 µg/m<sup>3</sup> Riia tn., päevakeskmine 4,7%-ni – 0,14 µg/m<sup>3</sup> Riia tn.

Saasteainete ajalise käigu jälgimiseks on esitatud kontsentratsioonide tunnikeskiste tabel (vt. Lisa 2) ja graafik (vt. Lisa 3). Nende andmete põhjal on koostatud mõõtmisperioodi keskmise ööpäevase käigu graafikud (vt. Lisa 4) iga mõõtmispunkti kohta, võimaldamaks jälgida keskmist saasteaine muutust ööpäeva jooksul. Nädalase ajalise käigu kohta võib teha järgmised järeldused.

Ajalised jaotused näitavad järgmist

- 1) Saasteainete muutuses on ilmselgelt näha **sõltuvus aktiivsest inimtegevusest**, mida ilmestab eelkõige kütteperiood ja transpordivahendite kasutus. Sellest on tingitud saasteainete (eelkõige NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> ja CO) muutuste tsüklilisus – kõrgem sisaldus päevasel ajal ja väiksem öösel. Saaste levikus on märgata ilmne seos tööpäeva, seejuures eriti liikluse tsüklilisusega, mis tingib kõrgema saastetaseme just tööpäeva alguses ja lõpus, pärast lõunat mõne tunni jooksul on saaste tasemed veidi madalamad. Eriti iseloomulik on selline käitumine CO ja NO<sub>x</sub> puhul ja märgatav suhteliselt väiksema liiklusega piirkondades Tamme pst. ja Anne tn.. Riia tn. mõõdeti kõrgemad NO<sub>x</sub> kontsentratsioonid päeva esimesel poolel. Väiksema liikluse tõttu on eriti hästi märgata madalamat saastetaset puhkepäevadel, mil kõigi saasteainete osas on kontsentratsioonid madalamad võrreldes tööpäevadega. Pikem kõrgema saastetasemega periood õhtupoolel ajal on ilmselt rohkem tingitud elanike olmelisest tegevusest ja kütmisest.
- 2) **Kütmisest tingitud saastet** näitavad SO<sub>2</sub> ja CO, mille kontsentratsioonid on suuremad kütteperioodil päevaajal (kellaaegadel 6-9 ja peale 17) ja minimaalsed öösel.
- 3) **SO<sub>2</sub>** keskmine väärtus jääb enamasti 3 µg/m<sup>3</sup> piiridesse või alla selle. Üksikud SO<sub>2</sub> kõrgemad väärtused – Riia tn. 13,4 µg/m<sup>3</sup> 24.jaanuaril kell 11, Tamme pst. 47 µg/m<sup>3</sup> 17.jaanuaril kell 17 ning Anne tn. 11,4 µg/m<sup>3</sup> 1.veebruari kell 15, Jaani tn. 7,8 µg/m<sup>3</sup> 8.veebruari kell 16.  
Keskmesed ööpäevased käigud (Lisa 4) on erinevates piirkondades erinevad. Riia tn kõrgema saastetasemega periood on eristatav kell 18-19 vahel (5 µg/m<sup>3</sup>), Tamme pst. kell 16-18 (8 µg/m<sup>3</sup>), Anne tn.–kell 12-16 (7 µg/m<sup>3</sup>), Jaani tn. – kell 15-16 (4,5 µg/m<sup>3</sup>). Öisel ajal langeb kontsentratsioon kuni 2 µg/m<sup>3</sup>, mis on võrreldav maapiirkonna foonijaamade saastetasemega (vaata [www.seiremonitor.ee](http://www.seiremonitor.ee)).
- 4) **CO** sisaldus õhus on suurem Riia mnt.(perioodi keskmine 0,55 mg/m<sup>3</sup>) ja Jaani tn. (perioodi keskmine 0,66 mg/m<sup>3</sup>). Tamme pst. ja Anne tn. jääb perioodi keskmine alla 0,5 mg/m<sup>3</sup>. Üksikud CO kõrgemad väärtused – Riia tn. 3,28 mg/m<sup>3</sup> 24.jaanuaril kell 11, Tamme pst. 1,11 mg/m<sup>3</sup> 14.jaanuaril kell 8, Anne tn. 1,45 mg/m<sup>3</sup> 1.veebruari kell 19 ja Jaani tn. 1,89 mg/m<sup>3</sup> 7.veebruari kell 13.  
Keskmeses ööpäevase käigu kohaselt (Lisa 4) on kõrgema saastetasemega periood kella 16-19 vahel – kuni 0,9 mg/m<sup>3</sup>, Riia tn. ka kell 9-11 (0,85 mg/m<sup>3</sup>). Päevane kella 12-16 vaheline saastetase on võrreldav öise perioodi tasemega, mil kontsentratsioon kella 0-6 vahel langeb alla 0,25 mg/m<sup>3</sup>.

- 5) **Peentolmu (PM10)** saastetase on kõrgem Jaani tn., kus keskmine väärtus jääb 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  piiridesse, mujal jääb enamasti alla 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Üksikud PM10 kõrgemad väärtused esinevad Riia tn. 193,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  24.jaanuaril kell 11, Tamme pst. 183,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  17. jaanuaril kell 18, Anne tn. 106,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  1.veebruari kell 19 ja Jaani tn. 90,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  8. veebruaril kell 18. Keskmised ööpäevased käigud (Lisa 4) on piirkonniti ebaühtlased ning võivad olla tingitud juhuslikest liiklustiheduse muutustest, tänavaremonditöödest, ehitustöödest või ka tootmisettevõtete lühiajalistest kõrgematest saasteainete heidetest. Öisel perioodil langeb PM10 tase kuni 10-15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- 6) **Lämmastikoksiidid** on enamasti pärit autode heitgaasidest, mida näitab ka nende suurem sisaldus õhus päevasel ajal tihedama liikluse korral. Seda on hästi näha  $\text{NO}_x$  muutustest keskmises ööpäevase käigu graafikul (Lisa 4). Nädalalõpul väiksema liikluse korral on ka  $\text{NO}_x$  saaste päevane käik vähem tsükliline ja madalam.  $\text{NO}_x$  keskmine tase on sõltuvalt asukohast allikate suhtes piirkonniti erinev – alates 16  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  Tamme pst. kuni 33  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  Riia tn. Üksikud  $\text{NO}_x$  kõrgemad väärtused esinevad Riia tn. 298,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  24. jaanuaril kell 11, Tamme pst. 107  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  14. jaanuaril kell 7, Anne tn. 105,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  1.veebruari kell 18 ja Jaani tn. 110,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  10.veebruari kell 10. Keskmises ööpäevases käigus (Lisa 4) on märgata kõrgema saastetasemega perioodid hommikul tööpäeva alguses kella 8-10 vahel ja õhtul kell 16-19. Riia tn. ulatub päevakäigu maksimum kella 7-10 vahel kuni 70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , õhtupoolisel ajal olulist suurenemist pole. Tamme pst. ja Anne tn. on õhtupoolne maksimum kõrgem kella 12-16 möötmiste tasemest – kuni 32 ja 42  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  vastavalt. Öise perioodi minimaaltase on 5-15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- 7) **Osooni ( $\text{O}_3$ )** sisalduse muutus ööpäeva jooksul on tunduvalt erinev teiste saasteainetega võrreldes ning on väga ebaühtlane. On teada, et  $\text{O}_3$  tekib fotokeemiliste reaktsioonide tagajärjel lämmastikoksiididest ja süsivesinikest, mille tõttu suuremad kontsentratsioonid on päeval (eriti päikesepaistelistel ilmadega) ja madalamad öösel. Osooni sisalduse maksimum ajavahemikus kella 1-st 5-ni ulatub 67  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  Tamme tn. Osooni sisaldus on suurem, kui eksisteerib teatav tasakaal  $\text{NO}_x$  ja süsivesinike vahel. Päevasel ajal liikluse tihenemisel osooni sisaldus väheneb, sest ta seotakse autode heitgaasidest pärineva liigse  $\text{NO}_x$ -ga. Seetõttu on tihedama liiklusega Riia tn. ka möötmisperioodi keskmine (40,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) madalam võrreldes Anne tn. (51  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Osooni sisalduse sõltuvust  $\text{NO}_x$ -st näitab hästi nende ajaliste käikude omavaheline võrdlus graafikul (Lisa 3), kus on ilmekalt näha  $\text{O}_3$  vähenemine  $\text{NO}_x$  sisalduse

kasvuga. Kui 10.veebruari Jaani tn. kella 7-10 vahel NO<sub>x</sub> tõuseb 15-lt 110 µg/m<sup>3</sup>-ni, siis O<sub>3</sub> väheneb 44-lt 12 µg/m<sup>3</sup>-ni.

- 8) **Mittemetaansete süsivesinike (NMHC)** summaarne kontsentratsioon jääb enamasti 0,05 mgCg/m<sup>3</sup> piiresse või alla selle, üksikud suurenemised – kuni 0,38 mgC/m<sup>3</sup> 24.jaanuaril kell 11 Tamme pst. Keskmises ööpäevases käigus (Lisa 4) on muutused väga nõrgalt märgatavad.

Lisas 5 toodud **tuulte- ja kontsentratsiooniroosid** annavad pildi perioodi valitsevatest tuulesuundadest ja saasteainete levikusuundadest. Mõõtmispunkti kohta on esitatud SO<sub>2</sub>, CO, peentolmu (PM10), NO<sub>x</sub> ja mittemetaansete süsivesinike (NMHC) jaotused. Valitsevad tuulesuunad mõõtmiste ajal olid lääne-kagu sektorist. Graafikutel on esitatud tuuleroosid (tuulte osakaal %-des – Wind Distribution in [%]), keskmised saasteaine kontsentratsioonid vastavas tuulesuunas (Average <saasteaine nimi> Concentr. in[<ühik>]) ja saasteaine massikanne %-des vastavas tuulesuunas (<saasteaine nimi> Mass Flow in [%]). Lühikokkuvõtte esitatakse tabelis 7.

Tabelist on näha, et kuigi maksimaalsed kontsentratsioonid on mõõdetud vahest erinevate tuulesuundade korral, siis maksimaalne saasteainete kanne mõõtejaamas on registreeritud valdava tuulesuuna – enamasti kagutuule puhul.

Analüüsidest mõõtejaamade paiknemist, peamisi tuulesuundi ja saaste ajalisi dünaamikat, võib oletada, et saasteained pärinevad peamiselt liiklusest ja elamute kütmisest. Konkreetset ettevõtet kui olulisemat saaste allikat antud mõõtekohtade puhul eristada ei saa.

**Tabel 7. Saasteainete leviku suunad.**

Mõõtmis-koht	Saasteaine	Saasteaine kontsentratsiooni-roosi eelissuunad	Maks. konts.	Tuulesuund maksim. massi-kande puhul	Maks.massi-kanne %
Riia tn.	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	lõuna	5	kagu	60
	CO (mg/m <sup>3</sup> )	lõuna	0,85	kagu	50
	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	lõuna	44	kagu	64
	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	lõuna	27	kagu	48
		lääne	22	edel	28
	NMHC (mgCg/m <sup>3</sup> )	lõuna	0,13	kagu	48
Tamme pst.	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	lõuna	5,6	edel	35
		kagu	4,4		
	CO (mg/m <sup>3</sup> )	kagu	0,7	edel	32
	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	lõuna-kagu	36	edel	37
		edel	25		
	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	kagu	35	edel	26
		loode	27	kagu	21
NMHC (mgCg/m <sup>3</sup> )	kagu	0,09	edel	31	
Anne tn.	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	edel	9,2	kagu	45
	CO (mg/m <sup>3</sup> )	kirre	1,1	kagu	44
	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	kirre	55	kagu	45
	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	edel	34	kagu	22
		põhi	30	loode	16
				lõuna	15
	NMHC (mgCg/m <sup>3</sup> )	edel	0,12	kagu	37
		kirre	0,12	loode	16
Jaani tn.	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	-	-	kagu	37
				lääne	31
	CO (mg/m <sup>3</sup> )	kagu	0,9	lääne	37
				kagu	32
	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	-	-	lääne	38
				kagu	30
	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	kagu	30	kagu	39
				lääne	32
NMHC (mgCg/m <sup>3</sup> )	-	-	kagu	54	

## Võrdlus varasemate mõõtmistega.

Kuna eelnevate aastate jooksul on Tartus ka varem analoogseid mõõtmisi teostatud, siis on järgnevas tabelis 8 toodud kokkuvõtvalt peamised tulemused.

Tabeli analüüsimisel selgub:

- 1) suurimad saastetasemed on mõõdetud talvel SO<sub>2</sub> puhul, mis heas kooskõlas väavli valdava pärinemisega kütmisest. Maksimaalsed saastetasemed on siiski kõigil perioodidel olnud oluliselt madalamad piirväärtustest.
- 2) Lämmastikoksiidide ja osooni puhul on kõrgemaid kontsentratsioone mõõdetud kevadel, mis heas kooskõlas liiklustiheduste uuringutega ja osooni tekkemehanismidega.
- 3) PM<sub>10</sub> puhul on täheldatav tema pärinimine nii kütmisest - kõrgemad maksimumid talvel, kui liiklusest - keskmised kontsentratsioonid kõrgemad kevadel.
- 4) Parema võrreldavuse huvides peaks mõõteperioodid olema veidi pikemad, sest lühema perioodi puhul on meteotingimuste juhuslikkusel liiga suur osakaal.

**Tabel 8.** Võrdlus varasemate mõõtmistega.

Riia tn.	Periood	Perioodi kesk-mised	Tunnikeskmised		Päevakeskmised	
			Möödetud	%	möödetud	%
			Maksimum	piirväärtusest	maksimum	piirväärtusest
SO2 [µg/m3]	2003 talv	3,6	13,4	2,7%	5,9	4,7%
	2002 kevad	2,1	10,3	2,1%	4,4	3,5%
	2001 suvi	1,0	2,4	0,5%	1,4	1,1%
NO [µg/m3]	2003 talv	9,3	145,7		33,0	
	2002 kevad	9,9	62,7		20,6	
	2001 suvi	6,1	51,0		9,3	
NO2 [µg/m3]	2003 talv	19,2	75,7	25,2%	37,7	
	2002 kevad	29,5	89,7	29,9%	51,7	
	2001 suvi	14,6	38,6	12,9%	19,1	
O3 [µg/m3]	2003 talv	40,5	72,5	36,2%	54,3	83,5%
	2002 kevad	71,3	147,5	73,8%	107,9	166%
	2001 suvi	49,5	92,7	46,4%	60,1	92,5%
CO [mg/m3]	2003 talv	0,55	3,28	65,6%	1,1	35,7%
	2002 kevad	0,48	1,25	25%	0,71	23,7%
	2001 suvi	0,3	1,0	20%	0,3	10,0%
PM10 [µg/m3]	2003 talv	23,8	193,7		54,6	72,8%
	2002 kevad	45,4	153,1		75,3	100,4%
	2001 suvi	16,9	50,8		23,4	
NMHC [mgC/m3]	2003 talv	0,08	0,38	7,6%	0,1	5,0%
	2002 kevad	0,06	0,2	4,0%	0,1	5,0%
	2001 suvi	0,05	0,21	4,2%	0,07	3,5%

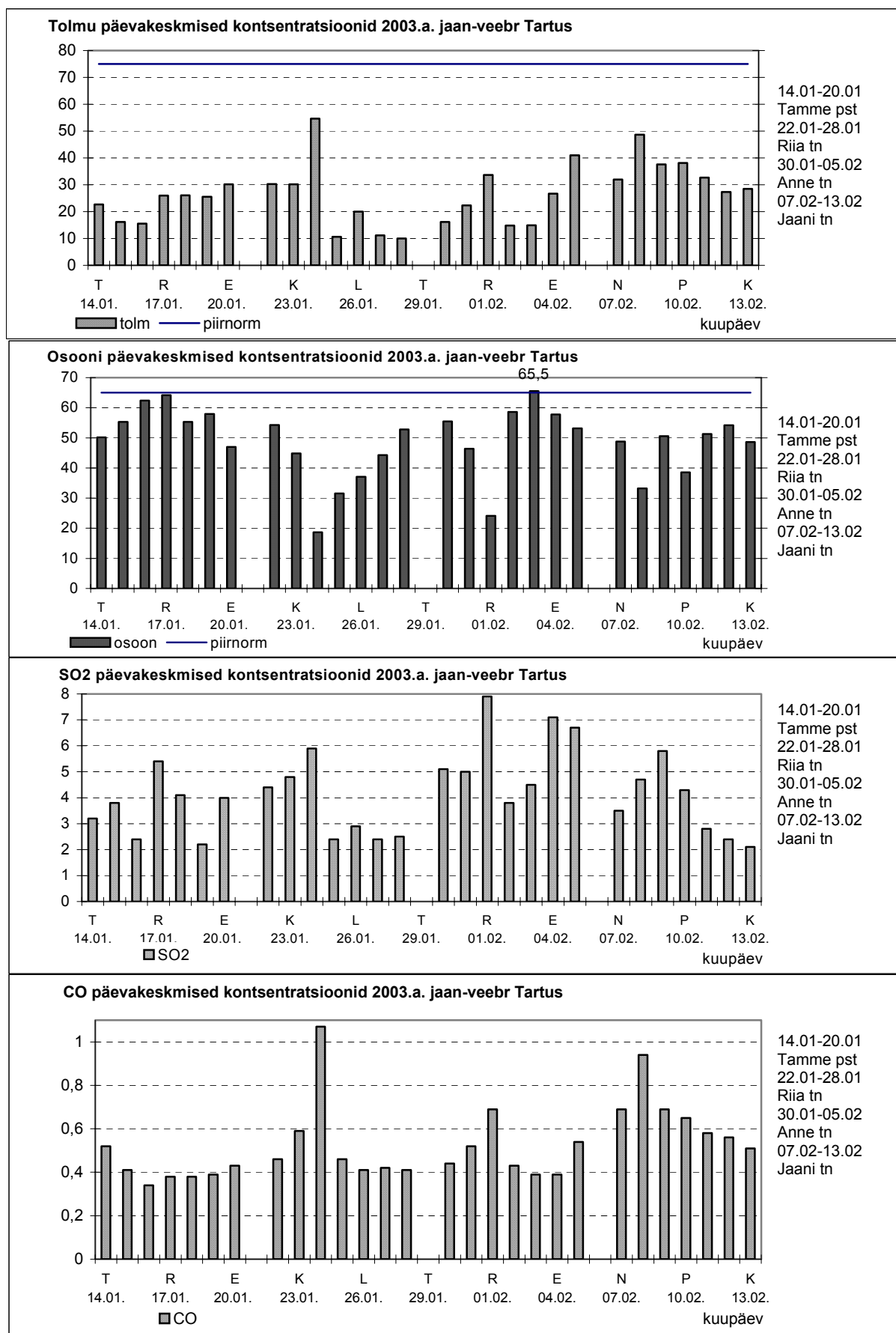
Tamme pst.	Periood	Perioodi i kesk-mised	Tunnikeskmised		Päevakeskmised	
			möödetud	%	möödetud	%
			maksimum	piirväärtusest	maksimum	piirväärtusest
SO2 [µg/m3]	2003 talv	3,6	47,0	9,4%	5,4	4,3%
	2002 kevad	0,8	8,4	1,7%	1,1	0,9%
	2001 suvi *	0,8	3,1	0,6%	1,0	0,8%
NO [µg/m3]	2003 talv	2,2	21,6		4,1	
	2002 kevad	2,0	41,5		6,7	
	2001 suvi *	2,1	35,6		4,3	
NO2 [µg/m3]	2003 talv	12,6	74,1	24,7%	26,3	
	2002 kevad	15,5	62,7	20,9%	23,5	
	2001 suvi *	9,4	39,3	13,1%	15,2	
O3 [µg/m3]	2003 talv	56,0	82,8	41,4%	64,2	98,8%
	2002 kevad	80,6	133,6	66,8%	110,9	170,6%
	2001 suvi *	58,0	110,7	55,4%	70,1	107,8%
CO [mg/m3]	2003 talv	0,41	1,1	22,2%	0,5	17,3%
	2002 kevad	0,36	1,4	27,8%	0,5	16,3%
	2001 suvi *	0,2	1,3	26,0%	0,3	10,0%
PM10 [µg/m3]	2003 talv	23,2	183,5		30,2	40,3%
	2002 kevad	33,2	120,1		46,7	62,3%
	2001 suvi *	24,4	155,4		39,3	52,4%
NMHC [mgC/m3]	2003 talv	0,06	0,1	2,6%	0,1	5,0%
	2002 kevad	0,06	0,24	4,8%	0,09	4,5%
	2001 suvi *	0,04	0,27	5,4%	0,08	4,0%

\*mõõtmised on sooritatud Vikerkaare 40

**Tabel 8 (järg).** Võrdlus varasemate mõõtmistega.

Anne tn.	Periood	Perioodi kesk-mised	Tunnikeskmised		Päevakeskmised	
			möödetud	%	möödetud	%
			maksimum	piirväärtusest	maksimum	piirväärtusest
SO2 [µg/m3]	2003 talv	5,7	11,4	2,3%	7,9	6,3%
	2002 kevad	0,9	5,5	1,1%	1,2	1,0%
	2001 suvi	1,5	7,4	1,5%	2,4	1,9%
NO [µg/m3]	2003 talv	3,9	28,9		9,3	
	2002 kevad	1,6	18,7		3,0	
	2001 suvi	2,1	19,1		6,4	
NO2 [µg/m3]	2003 talv	16,8	61,4	20,5%	33,1	
	2002 kevad	10,7	71,4	23,8%	16,7	
	2001 suvi	9,7	35,8	11,9%	15,2	
O3 [µg/m3]	2003 talv	51,6	77,5	38,8%	65,5	100,8%
	2002 kevad	84,5	129,5	64,8%	113,1	174,0%
	2001 suvi	61,9	121,0	60,5%	77,1	118,6%
CO [mg/m3]	2003 talv	0,48	1,5	29,0%	0,7	23,0%
	2002 kevad	0,28	1,0	20,0%	0,4	13,3%
	2001 suvi	0,2	0,7	14,0%	0,3	10,0%
PM10 [µg/m3]	2003 talv	24,2	106,2		41,0	54,7%
	2002 kevad	27,1	114,7		41,3	55,1%
	2001 suvi	40,9	293,0		70,9	94,5%
NMHC [mgC/m3]	2003 talv	0,07	0,2	3,6%	0,1	5,0%
	2002 kevad	0,05	0,19	3,8%	0,07	3,5%
	2001 suvi	0,05	0,42	8,4%	0,07	3,5%

Jaani tn.	Periood	Perioodi kesk-mised	Tunnikeskmised		Päevakeskmised	
			möödetud	%	möödetud	%
			maksimum	piirväärtusest	maksimum	piirväärtusest
SO2 [µg/m3]	2003 talv	3,7	7,8	1,6%	5,8	2,2%
	2001 suvi	1,2	7,4	1,5%	2,4	1,9%
NO [µg/m3]	2003 talv	3,3	34,8		5,9	
	2001 suvi	1,3	10,8		2,8	
NO2 [µg/m3]	2003 talv	23,4	57,6	19,2%	38,0	
	2001 suvi	10,4	42,3	14,1%	13,0	
O3 [µg/m3]	2003 talv	46,5	68,7	34,4%	54,2	83,4%
	2001 suvi	67,7	138,0	69%	73,9	113,7%
CO [mg/m3]	2003 talv	0,66	1,9	37,8%	0,9	31,3%
	2001 suvi	0,2	0,6	12,0%	0,3	10,0%
PM10 [µg/m3]	2003 talv	35,0	90,9		41,0	54,7%
	2001 suvi	28,2	108,2		44,9	59,9%
NMHC [mgC/m3]	2003 talv	-	0,3	6%	0,1	5,0%
	2001 suvi	0,05	0,19	3,8%	0,07	3,5%



Joonis 3. Päevakeskmiste väärtused mõõtmiskohtades.

## Kokkuvõte

Tartus 2003.a. jaanuaril-veebruari tehtud mõõtmiste kohta võib teha järgmised järeldused:

- 1) Mõõtmiste perioodil oli õhusaaste olukord Tartus hea.
- 2) Üldine saastetase tööpäeviti on kõrgem kui puhkepäevadel ja seda põhiliselt transpordi erinevast intensiivsusest tingituna – eelkõige NO<sub>x</sub> ja CO osas. Tööpäeva saaste päevased muutused on märgatavamad (eristatakse 2 kõrgema saastetasemega perioodi), puhkepäevadel on saaste jaotus päeva kestel ühtlasem.
- 3) Teatud tuulesuundade juures võivad nõ. “suunakeskmised kontsentratsioonid” osutada suuremaks lubatud ööpäevastest piirväärtustest – osooni puhul Tamme pst. läänesuunaliste tuulte korral 68 µg/m<sup>3</sup> (ööpäevane lubatud – 65 µg/m<sup>3</sup>). Keskkonnaministri määrus mainitud terminit ei kasuta.
- 4) Päevakeskmise lubatud piirkontsentratsiooni (SPV1) peentolmu puhul ei ületatud. Maksimaalsed päevakeskmised kontsentratsioonid ulatusid 72,8%-ni (54,6 µg/m<sup>3</sup>) piirväärtusest (Riia mnt).
- 5) Maksimaalsed tunnikeskmsed kontsentratsioonid ulatusid süsinikoksiidi puhul 65,6%-ni (3,28 mg/m<sup>3</sup> – Riia mnt.) piirväärtusest ja päevakeskmised kuni 35,7%-ni (1,07 mg/m<sup>3</sup> – Riia mnt.). Nii päevakeskmise kui ka tunni keskmine tase Riia mnt. oli tunduvalt kõrgem kui teistes mõõtmiskohtades.
- 6) Maksimaalsed tunnikeskmsed kontsentratsioonid ulatusid lämmastikoksiidi (NO<sub>2</sub>) puhul 25,2%-ni (75,7 µg/m<sup>3</sup>) piirväärtusest (Riia mnt).
- 7) Vääveldioksiidi (SO<sub>2</sub>) maksimaalsed tunnikeskmsed kontsentratsioonid jäid tunduvalt alla lubatud normi - kuni 9,4% (Tamme tn).
- 8) Osooni korral tunnikeskmsed (SPV1) piirväärtusi ei ületatud, maksimaalsed piiväärtused ulatusid kuni 38,8%-ni piirnormist (77,5 µg/m<sup>3</sup> Anne tn.); päevakeskmist piirväärtust 65 µg/m<sup>3</sup> ületati 1 päeval 0,8% võrra (65,5 µg/m<sup>3</sup> – Anne tn).

Saasteainete leviku sellisel suhteliselt lühikesel mõõteperioodil määrab suures osas ära valitsev tuulesuund ja peamise saasteallikana liiklus ja majade kütmine. Seda iseloomustab väga hästi tunduvalt kõrgem saastetase tiheda liiklusega Riia tn. lähedal teostatud mõõtmisel – ja seda kõigi saasteainete osas. Osooni osas on olukord vastupidine – kõrgemad kontsentratsioonid esinevad madalama liiklustihedusega linnaosas Anne tn., eelpool toodud põhjustel.

Lõppkokkuvõtteks võib öelda, tehtud mõõtmised annavad pildi talvise perioodi kohta. Ammendava ülevaadete saamiseks saastetasemetest oleks kasulik mõõtmisi teostada ühes mõõtekohas vähemalt 14% ajalise kaetusega s.t. näiteks igal aastaajal 2 nädala vältel.