

Environmental Report 3

ÕHU SAASTATUS EESTIS 1985–1990

AIR POLLUTION IN ESTONIA 1985–1990

Tiit Kallaste, Ott Roots, Jaan Saar, Leo Saare



Environment Data Centre
National Board of Waters and the Environment
Helsinki 1992

Environmental Report 3

ÕHU SAASTATUS EESTIS 1985–1990

AIR POLLUTION IN ESTONIA 1985–1990

Tiit Kallaste, Ott Roots, Jaan Saar, Leo Saare

Environment Data Centre
National Board of Waters and the Environment
Helsinki 1992

Published and sponsored by
 Environment Data Centre (EDC),
 National Board of Waters and the Environment,
 Finland

Edited by
 Päivi Tahvanainen, EDC

Authors

Ott Roots – Tallinna Tehnikaülikool
 Tallinn Technical University
 Järvevana tee 5
 EE0 001 Tallinn, tel. 55 50 57

Jaan Saar – Keskkonnaministeerium
 Ministry of the Environment of Estonia
 Toompuiestee 24
 EE0 100 Tallinn, tel. 44 63 10

Leo Saare – Looduskasutuse Infokeskus
 Nature Management Information Centre
 Toompuiestee 26
 EE0 100 Tallinn, tel. 44 53 74

Tiit Kallaste – Eesti Teaduste Akadeemia,
 Majanduse Instituut
 Estonian Academy of Sciences,
 Institute of Economics
 Estonia puiestee 7
 EE0 101 Tallinn, tel. 45 47 82

Käesoleva töö autorid on tänulikud kõigile neile, kelle töö ja vaevaga on tekkinud andmebaas, mida on võimalik kasutada ja analüüsida. See, et ta ei ole täiuslik, ei vasta tänapäeva nõuetele, on parandatav viga, millele me kõik võime kaasa aidata.

Loodame, et järgmistele analoogilistele ülevaadete koostajatele on kasutada terviklikum ja täiuslikum andmebaas.

Eriti tänulikud oleme Soome kolleegidele Keskkonna Infokeskusest, kes igati kaasa aitasid, et käesolev trükis ilma valgest näeks.

Autorid

Cover photo © Antti Salla

ISBN 951-47-6458-7
 ISSN 0788-3765

The authors of the current publication are grateful to all those, whose work helped create a data base which can be used and analyzed.

Its incompleteness and the fact that it does not meet all present day requirements is a fact that can be corrected if all contribute.

We hope that the compilers of future analogous surveys have a possibility to make use of a more complete and accomplished data base.

We would like to extend our special thanks to our colleagues from the Finnish Environment Data Centre who did their best to issue the publication.

Authors

SISUKORD

Saateks	4
Jaan Saar	

I PEATÜKK

Ott Roots, Jaan Saar, Leo Saare

1 Õhk Eesti kohal	5
1.1 Olulisemad saasteallikad	5
1.2 Saasteainete koormused	10
1.3 Saasteainete kauglevi	20
Kasutatud kirjandus / References	27

II PEATÜKK

Tiit Kallaste

2 Õhu saastatuse taseme kompleksne hindamine Põhja-Eesti suuremates linnades	28
2.1 Sissejuhatus	28
2.2 Tallinna õhu saastatuse taseme hindamine	29
2.3 Tallinna enamsaastunud piirkonnad 1990.a	33
2.4 Kohtla-Järve õhu saastatuse komp- lekshinnangud	39
2.5 Narva õhu saastatuse kompleks- hinnangud	42
2.6 Kokkuvõte	46
Kasutatud kirjandus / References	46

Lisad	47
-------------	----

CONTENTS

Preface	4
Jaan Saar	

CHAPTER I

Ott Roots, Jaan Saar, Leo Saare

1 Air quality above the territory of Estonia	5
1.1 Principal pollution sources	5
1.2 Pollutant loads	10
1.3 Long range transportation of pollutants	20
Kasutatud kirjandus / References	27

CHAPTER II

Tiit Kallaste

2 Comprehensive assessment of air pollution levels in major North-Estonian towns	28
2.1 Introduction	28
2.2 Assessment of the air pollution level in Tallinn	29
2.3 The more polluted areas in Tallinn in 1990	33
2.4 Assessment of the air pollution level in Kohtla-Järve	39
2.5 Assessment of the air pollution level in Narva	42
2.6 Summary	46
Kasutatud kirjandus / References	46

Appendices	47
------------------	----

Saateks

Looduskaitse killustatus endises Eesti NSV-s, erinevate ametkondade ja asutuste soov olla mitmesuguste looduskaitse andmete ainuvaldajaks, samuti paljude andmete salastatus on viinud selleni, et tänaseni puudub võimalus paljudel uurijatel, looduskaitsetöötajatel, teadlastel või tavalisel vabariigi kodanikul kasutada aastate jooksul kogutud andmeid.

Käesoleva töö autorid on esmakordselt püüdnud koondada need erinevad andmed ühte, et nad oleksid kõigile kättesaadavad ja võrreldavad. Üsna tihti on andmed lünklikud ja vasturääkivad, kuid antud juhul ei ole autorid seadnud ülesandeks andmete sisulist analüüsi, vaid just nimelt tuua andmed lugeja ette oma vaaturääkivustega naturaalsel kujul. See annab autorite arvatel igale lugejale võimaluse ise otsustada andmete tõepärasuse, samuti vigade iseloomu üle. Käesolevas töös toodud materjal peaks andma ka võimaluse olemasoleva vaatlusvõrgu ja vaatlusmeetodite analüüsimiseks ja optimaalseks ümberkorraldamiseks.

Autorid on käesolevasse töösse lülitanud Eesti Keskkonnaministeeriumi, Looduskasutuse Infokeskuse, Eesti Hüdro meteoroloogia Valitsuse (praeguse Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudi), Rakendusliku Geofüüsika Instituudi, samuti mitmete tuntud keskkonnauurijate töödest saadud andmed. Algandmetega saab loomulikult tutvuda ülal loetletud asutustes.

Autorid ei välista ka seda, et nende vaateväljast võisid välja jääda mõnedki neile teadmata, kuid olulised andmed. Seetõttu on nad tänulikud igale kriitilisele märkusele ja ettepanekule käesoleva töö süvendamiseks ja täiendamiseks uute andmetega.

Loodame, et see töö on üheks oluliseks abimaterjaliks teadlastele ja spetsialistidele, samuti laiale üldsusele õhusaaste alaste probleemide analüüsimisel ja olukorra hindamisel.

Jaan Saar

Preface

The fragmented character of environment protection activities in the former Estonian SSR, the desire of different departments and institutions to monopolise various kinds of data concerning environment protection, combined with the fact that a large share of data have been held classified information, have led to the situation in which many environmental officials, research scientists and the public of Estonia lack the possibility to use the data gathered during the last decades.

The authors of this book have for the first time attempted to combine data concerning air pollution in Estonia in order to make them available for study, comparison and use. Often the data are incomplete and contradictory and the authors do not consider it their aim to analyze the contents of the information. It was specially planned to bring the information to the reader in its real form, together with the contradictions. In the opinion of the authors this enables the reader to pass his/her own decision concerning the reliability of the data as well as the character of the mistakes encountered. The material presented in the current paper should also make it possible to analyze the existing monitoring network and methods and determine ways for their optimization.

The authors have used data from the Estonian Ministry of the Environment, Nature Management Information Centre, Estonian Hydrometeorological Department (currently the Estonian Institute of Meteorology and Hydrology), the Institute of Applied Geophysics, as well as data from the publications of some environmental scientists. It is certainly possible to study the source information in the institutions mentioned above.

The authors do not exclude the possibility of missing some of the important data which they did not know about. Therefore they are grateful for any critical comments and proposals for improvement and update of the book.

We expect this publication to be an important source of assistance for scientists and specialists but also to the wider audience in analysing of air pollution problems and assessment of the current situation.

Jaan Saar

I PEATÜKK

1 Õhk Eesti kohal

1.1 Olulisemad saasteallikad

1990. aastal paisati Eesti Vabariigi ettevõtete paiksest saasteallikatest õhku 610.9 tuhat tonni saasteaineid, selhulgas tahkeid (tolm, tuhk) 302.1 tuhat tonni ja gaasilisi 308.9 tuhat tonni (tabel 1.1). Auto- ja muu transpordipargi poolt paisati arvutuste järgi õhku 498.4 tuhat tonni saasteaineid (tabel 1.2). Kui jälgida reostusallikate jaotust võimsuse järgi, siis enamsaastunud ala on Kirde-Eesti. Väävli emissioon ühe elaniku kohta Kirde-Eestis moodustas 1988. aastal 364 kg (ilma Sillamäeta), kogu Eesti kohta oli vastav näitaja 67 kg (Roots, 1990.a.). Viimase näitaja alusel oli Eesti Euroopas toleaegse Saksa DV – 118 kg ja Tsehhi-Slovaki Liitvabariigi – 103 kg järel kolmandal kohal.

Suuremate saasteallikatest paiknevad Kirde-Eestis kaks suurt elektriamaa – Balti Soojuselektriijaam ja Eesti Soojuselektriijaam, lisaks põlevkivi töötlemise tehased (tabel 1.3).

Oluliselt on muutunud Eestis põletatud kütuste liigiline koosseis. 1935 aastal Eestis põletatud kütuste koguhulgast moodustasid küttepuud 64.5 %, põlevkivi 11.1 %, kivisüsi 7.8 % ja põlevkivi õli 6.0 %, teiste kütuste liikide protsent kütuste üldkogusest jäi alla 4 %, siis 1990.a. oli kolmeks põhi kütuseliigiks põlevkivi, masuut ja gaas, moodustades 90.1 % kütuste üldkogusest (tabel 1.4). Viimaste aastakümnete kütusebilansi muutust iseloomustab joonis 1.1.

Tabel 1.1 Suuremate saastekogustega piirkonnad 1990.a. (tonnid).

Piirkond Area	Summa Total	Tahked Solids	Gaasid Gases	Sealhulgas / Including		
				SO ₂	CO	NO _x
Linnad / Towns:						
Narva	194988	130307	64680	58954	193	5273
Tallinn	36246	5203	31043	19537	6536	2468
Kohtla-Järve	30191	6458	23733	12266	3022	1032
Tartu	5830	957	4872	727	3309	433
Pärnu	5753	578	5174	2745	1820	273
Maakonnad / Districts:						
Lääne-Virumaa	98360	84206	14154	9172	3477	1402
Ida-Virumaa	151358	56758	94619	74126	9813	7306
Summa / Total:	610949	302062	308887	207818	59861	21686

CHAPTER I

1 Air quality above the territory of Estonia

1.1 Principal pollution sources

In 1990 the stationary sources of the Estonian enterprises emitted 610.9 thousand tons of air pollutants including 302.1 thousand tons of solids (dust, ash) and 308.9 thousand tons of gases (Table 1.1). Motor vehicles caused the emission of 498.4 thousand tons of pollutants according to calculations (Table 1.2). According to the distribution of pollution sources North-East Estonia is in the worst condition. The emission of sulphur per inhabitant was 364 kg in North-East Estonia in 1988 (without considering Sillamäe), the corresponding number for the whole republic being 67 kg (Roots, 1990). According to the latter Estonia was the third in Europe after the former German Democratic Republic (118 kg) and Czech-Slovak Republic (103 kg).

Most of the biggest polluters among enterprises are located in North-East Estonia: the two huge power plants – the Baltic and Estonian Thermal Power Plant, as well as the Kohtla-Järve and Kiviõli Plants of Oil-Shale Chemistry (Table 1.3).

The proportions between types of fuels combusted in Estonia have changed considerably. In 1935 firewood made 64.5 %, oil-shale 11.1 %, coal 7.8 % and oil-shale oil 6.0 % of the total of fuels used; the share of the other kinds of fuel remained below 4 %. In 1990 the three main fuels included oil-shale, heavy oil and natural gas, making 90.1 % of the total (Table 1.4). Changes in the balance of fuels used in recent years are given in Figure 1.1.

Table 1.1 Areas of biggest pollution loads in 1990 (in tons).

Tabel 1.2 Auto- ja traktoripargi poolt õhku paisatud saasteained tuhandetes tonnides suuremates linnades.**Table 1.2** Air pollution from transport vehicles (in thousands of tons) in biggest towns.

	Kokku / Total		CO		NO _x		CxHy	
	1990	1989	1990	1989	1990	1989	1990	1989
Tallinn	126.1	127.4	98.0	99.2	10.3	10.2	17.8	18.0
Tartu	61.7	59.8	47.7	46.3	5.2	5.0	8.8	8.5
Pärnu	35.8	33.7	27.5	26.0	3.2	2.9	5.1	4.8
Kohtla-Järve	28.4	27.3	22.1	21.3	2.3	2.2	4.0	3.8
Narva	16.3	16.2	12.7	12.6	1.3	1.3	2.3	2.3
Eesti kokku Total for Estonia:	498.4	472.2	381.1	362.4	45.6	43.6	71.6	68.2

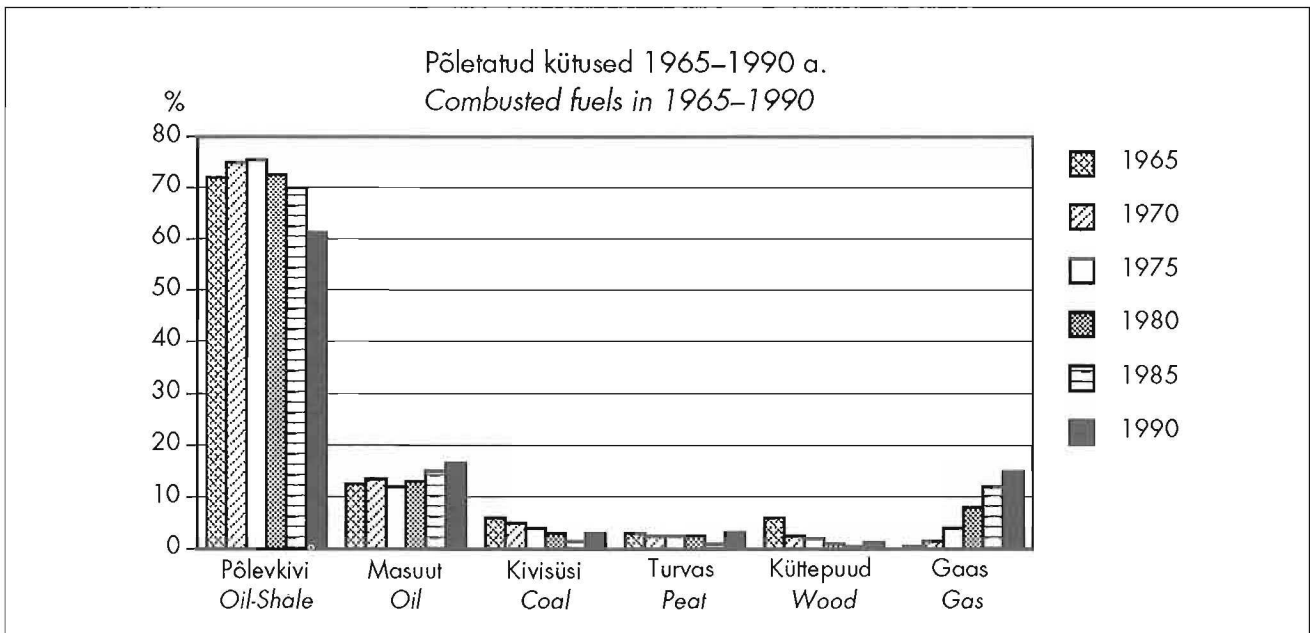
Märkus: Arvutused on tehtud Eesti Kütusekomiteelt saadud andmete põhjal
Note: Calculations have been made using data from "Eesti Kütus" ("Estonian Fuel"), based on utilized fuels

Tabel 1.3 Peamised õhku saastanud ettevõtted heitmeton- nide järgi.**Table 1.3** The biggest air polluters among enterprises according to tons of pollutants.

Ettevõtte nimetus Enterprise	Summa Total	Tahked Solids	Gaasid Gases	Sealhulgas / Including		
				SO ₂	CO	NO _x
1. Balti SEJ Baltic Thermal Power Plant (TPP)	189109	125069	64040	58788		5252
2. Eesti SEJ Estonian TPP	133031	53621	79410	66055	6417	6852
3. Eesti Tsement "Estonian Cement"	90699	82610	8089	6406	702	981
4. Põlevkivikeemia Tootmiskoondis Oil-Shale Chemistry Association	14759	940	13819	5559	700	359
5. Iru SEJ Iru TPP	12609	124	12484	12061		423
6. Sillamäe Keemia-Metallurgiakombinaat Sillamäe Plant of Metallurgy-Chemistry	9186	681	8505	2640	1211	555
7. Kiviõli Põlevkivikeemia Kombinaat Kiviõli Plant of Oil-Shale Chemistry	8891	951	7940	3006	1539	117
8. Tallinna Soojusvõrguettevõtted Tallinn Heating Systems	5478	31	5447	4895		551
9. Kohtla-Järve SEJ Kohtla-Järve TPP	4783	1277	3505	3394		111
10. Narva Ehitusmat. Komb. Narva Plant of Construction Materials	4861	4829	31			1

Tabel 1.4 Eestis põletatud kütused 1990.a. (Eensaar, Tarand, 1991).**Table 1.4** Fuels combusted in Estonia in 1990 (Eensaar, Tarand, 1991).

Kütuse liik Type of fuel	Kütuse hulk (tuh.tonni) Amount of fuel (th of tons)	Soojuslik ekvivalent (Gcal) Heating equivalent (Gcal)	% koguhulgast % of the total
Põlevkivi / Oil-shale	22000.0	52620	59.5
Masuut / Heavy oil	1500.0	14250	16.1
Kivisüsi / Coal	390.0	2540	2.9
Petrol / Petrol	126.6	1320	1.5
Bensiin / Gasoline	519.0	545	0.6
Diisalkütus / Diesel	592.0	610	0.7
Turvas / Peat	639.6	2050	2.3
Turbabrikett / Peat brickettes	220.6	638	0.7
Küttepuud / Firewood	318.0	1050	1.2
Gaas (milj.m ³) / Natural gas (mill.m ³)	1600.0	12800	14.5

**Joonis 1.1** Põletatud kütused 1965–1990 a.**Figure 1.1** Combusted fuels in 1965–1990.

Eesti tähtsamaks energeetiliseks ressursiks on põlevkivi. Põlevkivil töötavad kaks suurt elektrijaama – Eesti ja Balti Soojuselektrijaam. Samuti mõned väiksemad elektrijaamad, 3 põlevkivi ümbertöötamise ja põlevkivikeemia kombinaati ja tehast. Peale eeltoodu kasutatakse põlevkivi kütusena ka tsemenditehases “Eesti Tsement”.

Eesti põlevkivil on väga mitmekesine keemiline koostis, kusjuures poole kogu põlevkivist moodustab mineraalosa, milline koldest eraldub põlevkivituhana. Põlevkivi nii orgaanilise kui anorgaanilise osa koosseis moodustab väävel ligikaudu 1.65 %, lämmastik ≈

The most important source of energy in Estonia is oil-shale. It is used for heating the two big power plants – the Estonian and Baltic thermal Power Plants, as well as some smaller power plants and three plants of oil-shale processing and chemistry. Besides this oil-shale is also used as fuel in “Estonian Cement”.

Estonian oil-shale has a complicated chemical composition. Over one half of the material is its mineral part which remains in the kilns as ash. Sulphur makes approximately 1.65 %, nitrogen ≈ 0.1 %, chlorine ≈ 0.2 % of the organic and inorganic part of oil-shale (Jegorov, 1988). Jegorov and others (Jegorov, 1988) at-

0.1 %, kloor ≈ 0.2 %, jne. (Jegorov, 1988). Jegorovi ja teiste (Jegorov, 1988) poolt püüti määrata elektriijaamade kateldest väljapaisatavate gaaside "suhteline ohtlikkus" sõltuvalt saasteainete lubatavatest piirkontsentratsioonidest (LPK-st)**. Arvestustes lähtuti katelde T-101 suitsugaasides sisalduvatest ainetest (tabel 1.6). Tuha mineraalosas sisalduvate toksiliste ainete kohta on põhjalik analüüs tehtud Tallinna Tehnikaülikoolis (Öispuu j.t.) (Tabel 1.5).

Tabel 1.5 Põlevkivis ja lendtuhas sisalduvad mõningad raskmetallid grammi/tonnis.

	Hg	Cd	Pb	Ni	Cr	V	Sb	As	Co	Cu	Zn	Mn	Mo
Põlevkivis keskm. Oil-Shale appr.	0.26	2.83	21.4	13.5	25.9	18.6	0.49	9	3.30	92.2	62	302.0	3.8
Tuhas keskm. Ash appr.	1.03	2.70	163.6	18.5	47.1	55.6	3.04	38	6.04	82.9	284	278.9	14.6

tempted to measure the "relative hazardousness" of the gases emitted from kilns depending on the Maximum Permissible Concentrations (MPC) in air**. Calculations were based on compounds contained in the smoke and gases of the T-101-type kilns (Table 1.6). Data concerning toxic substances contained in the mineral part of ashes have been published by the Tallinn Technical University (Öispuu et al.) (Table 1.5).

Table 1.5 Toxic substances in the oil-shale and in the oil-shale ash gram per tons.

Tabel 1.6 Põlevkivielektriijaamade poolt õhku paisatavate ühendite suhteline ohtlikuse aste (Jegorov, 1988).

Compound	LPK* MPC*	Keskmine sisaldus suitsugaasides Average content in gases, C	C/LPK* C/MPC*
NO _x	0.085 mg/m ³	300 mg/m ³	3529
SO ₂	0.5 mg/m ³	1840 mg/m ³	3680
HCl	0.2 mg/m ³	250 mg/m ³	1250
Benzo(a)pireen Benzo(a)pyrene	0.1 µg/100 m ³	8 µg/100 m ³	80
Lendtuhk Fly ash	0.5 mg/m ³	1000 mg/m ³	2000
			10539

Table 1.6 Relative degree of hazardousness of compounds originating from oil-shale heated power plants (Jegorov, 1988).

LPK* – ühekordne maksimaalne gaasi kontsentratsioon elamurajoonides, milline ei kutsu esile inimese organismis reflektoreid reaktsioone.

MPC* – Single Maximum Permissible Concentration (MPC) to be measured in residential areas, which does not cause reflectory reactions in human organism.

** Lubatud piirkontsentratsioonid põhinevad endise Nõukogude Liidu instituutide poolt välja töötatud ja NSVL peasanitaararsti poolt kinnitatud normidele. Alates 18.11.91.a. kehtivad Eestis EV Keskkonnaministri määrusega nr. 16 kehtestatud "Välisõhu saasteainete normatiivid", kus on aluseks võetud teiste välisriikide kogemused. Vt. tabel 2.1, lk. 29

** The permissible pollution concentrations are based on the norms elaborated by the former USSR institutions and approved by the head doctor of public health service. On 18 November 1991 the Ministry of the Environment of the Republic of Estonia passed its regulation no. 16 on the "Norms of Outdoor Air Pollutants" currently valid in Estonia, grounded on the experiences of other foreign states. See also Table 2.1, p. 29

Viimastel aastatel on määratud kindlaks ka tähtsamate atmosfääriheitemete intensiivsus ning hulk reas Kirde-Eesti põlevkivitöötlemise ettevõttes (Rätsep, 1991).

TK "Põlevkivikeemia" paiskab aastas õhku ligikaudu 16 600 tonni (koos autotranspordiga) kahjulikke saasteaineid, millest 48 % langeb põlevkivitöötlemise ja põlevkivikeemia protsesside arvele, 26 % moodustavad heitmed aromaatsete süsivesinike (sisseveetava pürolüüsiõli baasil) ja 22 % liitväetiste tootmiselt.

Kiviõli PKT aastane atmosfääri heitmete kogus on 8 900 tonni, millest soojuselektrijaam (põlevkivi ja generaatorgaasi põletamine) annab ligikaudu 53 % ja põlevkivi keemiline töötlemine 36 %, ning ülejäänud langeb põhiliselt formaliini ja pesuvahendite tootmise arvele (tabel 1.7). Tuvastatud organiseeritud ja organiseerimata saasteallikate üldarv neis ettevõtetes on ligikaudu 850 (Rätsep, 1991).

In recent years the intensity and amounts of the main air pollutants have been determined in a number of oil-shale processing enterprises in North-East Estonia (Rätsep, 1991).

The Production Association "Põlevkivikeemia" ("Oil-Shale Chemistry") (including emission by motor vehicles) emits yearly approximately 16,600 tons of pollutants. 48 % of these originate from the different stages in oil-shale processing and chemistry, 26 % from the production of aromatic hydrocarbons (based on imported pyrolyse oil) and 22 % from production of multi-nutrient fertilizers.

The yearly amount of air pollutants emitted by the Kiviõli Plant of Oil-Shale Chemistry was 8,900 tons in 1991. The heating and power plant (combustion of oil-shale and generator-gas) produced approximately 53 % and chemical processing of oil-shale 36 %; the balance was given by production of formaline and washing agents mainly (Table 1.7). The total number of registered and non-registered sources of pollution was determined to be around 850 (Rätsep, 1991).

Tabel 1.7 Tähtsamate atmosfääriheitemete intensiivsus ja hulk põlevkivitöötlemise ettevõtetes (1990.a. seisuga piirheidete normatiivide projektide alusel).

Table 1.7 Intensity and amounts of the main air pollutants originating from oil-shale processing enterprises (as in 1990) according to the proposed standards for pollutants.

Saasteained / Pollutants	LPK / MPC mg/m ³	TK "Põlevkivi" / PA "Põlevkivi"		Kiviõli PKT / Kiviõli POP	
		g/s	t/aastas t/year	g/s	t/aastas t/year
Väeveldioksiid / Sulphur dioxide SO ₂	0.500	303.0	6331.0	159.0	3007.0
Lämmastikdioksiid / Nitrogen dioxide NO ₂	0.085	18.0	436.0	8.1	121.0
Süsinikoksiid / Carbon monoxide CO	5.000	264.0	822.0	133.0	1569.0
Vesiniksulfiid / Hydrogen sulphide H ₂ S	0.008	6.1	19.0	0.5	3.5
Fenoolid* / Phenols*	0.01/0.007	0.5	12.0	0.3	5.2
Ammoniaak / Ammonia	0.200	15.0	440.0	0.1	1.6
Süsivesinikud: / Hydrocarbons:					
– etüülbenseen / – ethyl-benzene	0.020	0.1	1.8	12.0	263.0
– stüreen / – styrene	0.040	0.5	12.0	8.7	123.0
– benseen / – benzene	1.500	83.0	1803.0	3.5	64.0
– toluen / – toluene	0.600	32.0	629.0	16.0	347.0
– põlevkiviõli bensiinifraktsioon / – gasoline fraction of oil-shale oil	0.050	38.0	1078.0	0.2	6.7
– teised süsivesinikud / – other hydrocarbons	5.000	245.0	3108.0	118.0	2154.0
Formaldehüüdid / Formaldehydes	0.035	0.1	2.8	6.6	70.0
Põlevkivituhatolm / Dust of oil-shale ash	0.300	0.7	20.0	89.0	805.0
Pesuvahendite tolmu / Dust of washing agents	0.040**	–	–	1.5	143.0
Karbamiid / Carbamide	0.200	32.5	836.0		

* 0.01 – hüdroksübenseen; 0.007 – põlevkivifenoolid / *0.01 – hydroxybenzene; 0.007 – oil-shale phenols

** 0.04 – arvestatult alküülsulfaadile / **0.04 – as calculated for alkyl-sulphate

1.2 Saasteainete koormused

Elektrijaamade korstendest väljuvad gaasid sisaldavad erinevaid kahjulikke ühendeid – gaasilisi komponente, lendtuhka s.h. raskeid metalle ja radioaktiivseid aineid. Nende ainete mõju suurust on püütud ka ligilähedaselt hinnata. Nii on EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) programmi raames välja arvatud, et 1980. aastal sadenes Eestis 71 000 tonni väävlit (keskmiselt 1.57 g S/m² aastas), millest 26000 tonni oli Eesti oma paiksetest allikatest. Teistele riikidele anti kokku 56 000 tonni väävlit. 1988 aastal olid vastavad arvud 57 000 tonni (1.26 g S/m² aastas), 20 000 tonni Eesti oma päritoluga väävlit ning teistele riikidele anti kokku 42 000 tonni väävlit (Tuovinen, 1989). J.Frey ja teiste (Frey, 1988) andmetel sadenes 1987 aastal vabariigis 90 000 tonni väävlit (1.99 g S/m² aastas), millest pool pärines kaugülekandest.

J.P.Tuovinenesialgsetel andmetel (Tuovinen, 1989) sadenes 1987 aastal Eestis 2 000 tonni väävlit, mis oli pärit Tsehhoslovakiast, 4 000 tonni Poolast, 5 000 tonni Saksamaalt (4 000 t. SDV + 1 000 t. SFV), 3 000 tonni Soomest, 2 000 tonni Lätist, 1 000 tonni Ungarist, Rootsist, Inglismaalt, jne. Meid ümbritsevatest teistest NSV Liidu osadest Valgevenest 2 000 tonni, Leningradi oblastist 2 000 tonni, Ukrainast 1 000 tonni, jne.

Oluliseks õhu saastatuse näitajaks on väävlit- ja lämmastiku kuiv- ja märgsadenemine. Kuna kuivsadenemise kohta meil puuduvad andmed, siis võtame vaatluse alla ainult märgsadenemise.

S. Joffre (Joffre, 1988) andmetel moodustab märgsadenemine Läänemere regioonis väävlit puhul ligikaudu 60 % ja lämmastiku puhul 80 % nende ühendite aastasest summaarsest koormusest pinnaühikule.

Sademete keemilist koostist analüüsitakse Eestis viies meteoroloogiajaamas (joonis 1.2). Kirde-Eestiga on seotud kolm jaama: Jõhvi, Tooma ja Tiirikoja, Lääne-Eestis on jaam Sõrves ja Põhja-Eestis Tallinnas. Sademete kuu keskmistest proovidest määratakse Eesti Hüdro meteoroloogia Valitsuse laboratooriumis sademete pH, sulfaat-, kloor-, nitraat-, hüdrokarbonaat-, ammonium-, kaltsiumi- ja magneesiumioonide sisaldus. Kahjuks on andmed lünklikud. 1988. aasta on üks vähestest aastatest, mille kohta sai tervikuna (ka kuude lõikes) välja arvatada väävlit ja lämmastikukoormused Jõhvis, Toomal ja Tiirikojas.

Peale eeltoodute on Eestis veel kaks õhusaaste kauglevi uurimise EMEP jaama (Sõrve ja Lahemaa), millistes toimub ööpäevaringne õhu, aerosoolide ja sademete proovide kogumine kusjuures keemiline analüüs te-

1.2 Pollutant loads

Gases emitted from the chimneys of the power plants contain different hazardous compounds such as various gaseous compounds, fly ash (including heavy metals and radioactive compounds). It has been attempted to estimate the influence of those substances. Within the EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) framework it has been calculated that in 1980 71,000 tons of sulphur precipitated on the surface of Estonia (making 1.57 g S/m² per year on the average) 26,000 tons of which originated from within Estonia. The other countries in their turn were "supplied" with 56,000 tons of sulphur. The corresponding numbers in 1988 were 57,000 tons (1.26 g S/m² per year); 20,000 tons originating from within the country and 42,000 tons "sent" to the other states (Tuovinen, 1989). According to the data of J.Frey et al (Frey, 1988), 90,000 tons of sulphur precipitated on the surface of Estonia in 1987 (1.99 g S/m² per year) half of which was due to transboundary pollution.

According to the preliminary data of J.P. Tuovinen (Tuovinen, 1989) out of the sulphur which precipitated in Estonia in 1987 2,000 tons originated from Czechoslovakia; 4,000 tons from Poland; 5,000 tons from Germany (4,000 t from the GDR and 1,000 t from West Germany), 3,000 tons from Finland; 2,000 tons from Latvia; 1,000 tons from Hungary, Sweden, Great Britain, etc. Out of the surrounding parts of the former USSR Byelorussia supplied 2,000 tons; the St. Petersburg region 2,000 tons; the Ukraine 1,000 tons, etc.

An important indicator of air pollution is dry and wet deposition of sulphur and nitrogen. As no data was available concerning dry deposition, we only consider wet deposition.

According to the data of S. Joffre (Joffre, 1988) wet deposition supplies approximately 60 % of the yearly total load of sulphur compounds and 80 % of nitrogen compounds per surface unit in the Baltic Sea region.

The chemical composition of precipitation is analyzed in five meteorological stations in Estonia (Figure 1.2). Three of those are located in North-East Estonia: Jõhvi, Tooma and Tiirikoja. The Sõrve station is located in West Estonia and Tallinn on the north coast. In the Laboratory of the Estonian Hydrometeorological Department the pH, concentrations of sulphate, chloride, ammonium, nitrate, hydrocarbonate, calcium and magnesium ions are determined. Besides the mentioned ones there are two more stations for research concerning transboundary air pollution – the EMEP



Joonis 1.2 Meteoroloogia instituudi õhu ja sademete proovivõtu jaamad. Nr. 1) Jõhvi 2) Sõrve 3) Tallinn 4) Tiirikoja 5) Tooma
Figure 1.2 Air and precipitation sampling stations of Meteorological Institute. No. 1) Jõhvi 2) Sõrve 3) Tallinn 4) Tiirikoja 5) Tooma

hakse väljaspool Eestit (Roots, 1991). Halva tehnilise varustuse tõttu ja muudel objektiivsetel põhjustel on vaatluste rida ajaliselt küll pikk, kuid lünklik. Käesolevas töös on välja toodud tabelitena eelpool nimetatud jaamade väävli ja lämmastiku koormused aastatel 1985–1990 (vaata lisa).

Põhjamaades on jõutud järeldusele, et väävli aasta-koormus ei tohi ületada 0.3–0.5 g/m², siis ei teki metsades kahjustusi (Kulmala, 1988). Jõhvi, Tooma ja Tiirikoja 1988. aasta väävlikoormused ületasid eeltoodud näitajad vastavalt 11.4; 4.2 ja 5.5 korda. Võrdluse-na Sõrves 1988. aastal väävlikoormus oli 1757.2 mg/m² ja summaarne lämmastikukoormus 825.6 mg/m² (Roots, 1991a,b). Võrdlusena on toodud ka mõningate Eesti lähisel olevate meteoroloogiajaamade vastavad näitajad, kust Eestisse võib väävel kanduda kaugüle-kandega (tabel 1.8).

Eeltoodust nähtub, et Kirde-Eesti saaste näitajad on väga kõrged sulfaatide, kloori ja kaltsiumi osas. Jõhvi näitajad ületavad Hüdro-meteoroloogia teenistuse and-metel Sõrve jaama näitajad sulfaatide osas 3.2 korda. Eestile on iseloomulik, et kloori ja kaltsiumi osa saastes on kõrge. See on põhjustatud eeskätt looduslikest iseä-rasustest ja põletatava põlevkivi, samuti tsemendi ja lubja tootmises eralduvate gaaside vähesest puhasta-misest.

stations in Sõrve and Lahemaa in which samples of air, aerosols and precipitation are being collected conti-nuously. The chemical analyses of those samples are made outside Estonia (Roots, 1991). In the present survey the sulphur and nitrogen loads in the years 1985–1990 as determined by the mentioned stations are given (Appendix).

Due to problems concerning equipment and other reasons the time series is long but incomplete. Therefo-re 1988 is one of the few years for which it was possible to calculate total and monthly loads of sulphur and nitrogen in Jõhvi, Tooma and Tiirikoja.

In the Nordic countries it has been estimated that in case the yearly sulphur load does not exceed 0.3–0.5 g/m², it does not induce forest damage (Kulmala, 1988). The sulphur loads measured in 1988 in Jõhvi, Tooma and Tiirikoja exceeded the mentioned level by 11.4; 4.2 and 5.5 times, respectively. For comparison it might be mentioned that the sulphur load measured in 1988 in Sõrve was 1757.2 mg/m² and the total nitrogen load was 825.6 mg/m² (Roots, 1991a,b). The corresponding numbers from some meteorological stations located in areas near Estonia which can be effected by transbound-ary pollution are also given for comparison (Table 1.8).

From the given information it might be derived that the indicators concerning air pollution in North-East Estonia are very high for sulphates, chlorine and calci-um. The numbers concerning sulphates measured in the Jõhvi station exceed the ones measured in Sõrve by 3.2 times. It is typical for Estonia that the share of chlorine and calcium in the pollution load is high. This is mostly due to local natural conditions and the insufficient treatment of gases emitted by power plants, cement and lime industry.

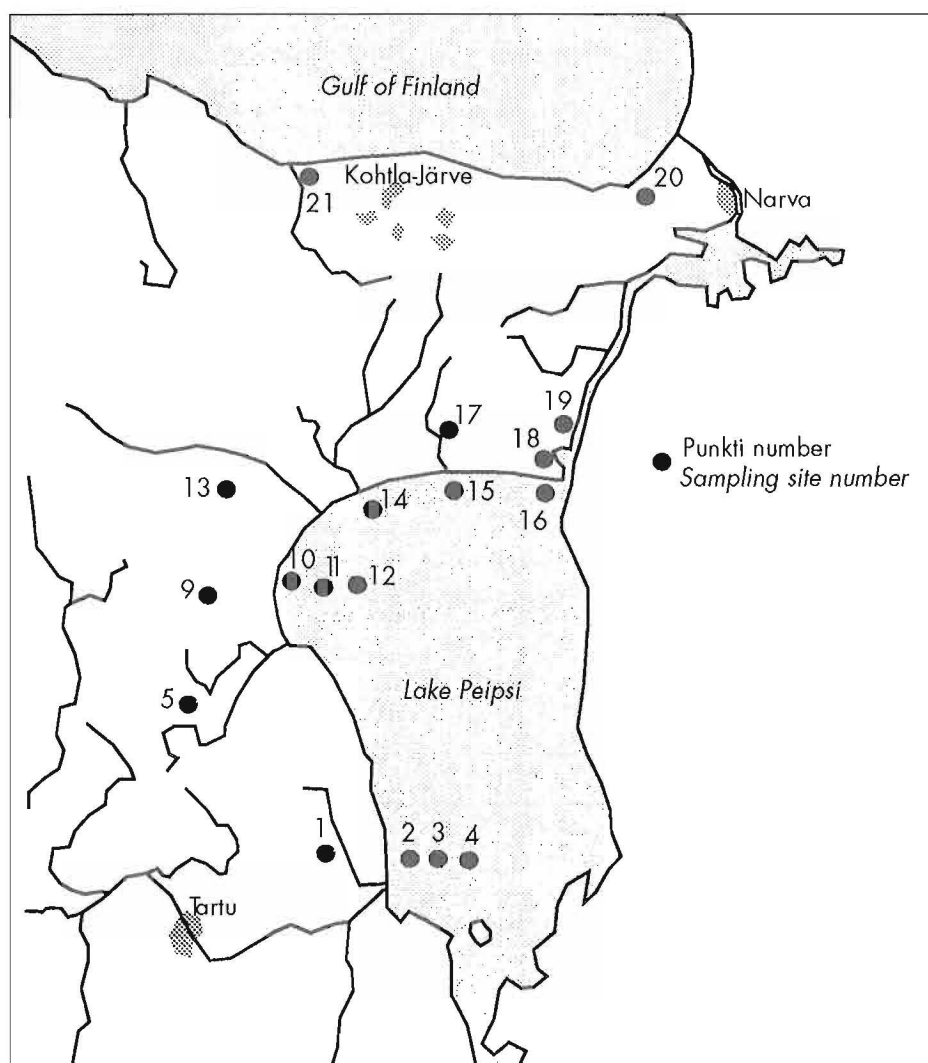
Tabel 1.8 Saasteainete aastakoormused pinnaiühikule 1986. aasta keskmiste andmete põhjal (mg/m²) (Jezhegodnik, 1987).

Table 1.8 Pollutant loads per surface unit according to the mean data of 1986 (mg/m²) (Jezhegodnik, 1987).

Jaam / Station	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	Ca ²⁺	NH ₄ ⁻
Sõrve	3796	4595	999	1732	599
Tooma	4782	2429	987	1214	683
Jõhvi	12062	7694	848	4173	848
Tallinn	7404	5536	1038	3183	692
Tiirikoja	6107	2878	1053	1825	772
Kaunas	7497	1000	1714	1285	2213
Shilute	11622	3432	2262	4134	1248
Kemeri	7566	1794	2184	1950	1716
Leningrad	5753	1271	1137	2140	669

Kirde-Eesti (Kohtla-Järve linn ja Ida-Virumaa ning Narva ilma Sillamäeta), moodustab Eesti pindalast 7.1 %, kuid annab kogu vabariigi väevli emissioonist 71 % (Roots, 1990). Elektri jaamade väevliosaaste levikut on TA Keemia Instituudis uuritud lumeproovide analüüside kaudu. Joonisel 1.3 on toodud lumeproovide kogumise punktid ja tabelis 1.9 saasteainete sadestumine mg/m², mis sadenesid lumega Kirde-Eestis ja Peipsi järve piirkonnas 95 ööpäeva jooksul talvel 1986/87 (Paalme, 1988).

North-East Estonia (the town of Kohtla-Järve, Ida-Virumaa district and Narva without Sillamäe) form 7.1 % of the territory of Estonia but provide 71 % of the total sulphur emission originating from the country (Roots, 1990). Spatial distribution of sulphur pollution from the power plants has been studied via analyzing snow samples in 1986/87. The sampling sites are presented in Figure 1.3 and deposition of pollutants (mg/m²), as precipitated in the snow in North-East Estonia and the Lake Peipsi area through 95 days, in Table 1.9 (Paalme, 1988).



Joonis 1.3 Lume proovi võtu kohad 1986/87.a. talvel.

Figure 1.3 Snow sampling sites in the winter 1986/87.

Oligotroofsetele järvedele on ohutu piir bioloogide arvates 0.5 g/m² väävliit (Kulmala, 1988). Kohtla-Järve lähedal Aas ning Peipsi järve põhjaosas (Alajõe) ulatus eeltoodud tabelist 1.9 väljaarvutatud väävli aasta koormus vastavalt 2.09 g/m² ja 1.74 g/m², ehk 3–4 korda kõrgem väävlikoormusest, mille puhul täheldatakse juba metsakahjustusi. Töodes on toodud andmed Eesti Elektriijaama (tabel 1.10), Kohtla-Järve Keemikombinaadi (tabel 1.11) ja Kiviõli Põlevkivitehase naabruses (tabel 1.12) korjatud lumeproovidest. Elektriijaama puhul on sulfaatide ja kaltsiumi kontsentratsiooni väärtused suuremad põhja ning kirde suunas.

According to biologists the “safety level” concerning sulphur is 0.5 g/m² for oligotrophic lakes (Kulmala, 1988). Near Kohtla-Järve, in Aa and in the northern part of Lake Peipsi (Alajõe) the yearly sulphur load as calculated from the given data (Table 1.9) reached 2.09 g/m² and 1.74 g/m², respectively, exceeding the load at which forest damage can be detected by 3–4 times. The data concern snow samples gathered in the surroundings of the Estonian Thermal Power Plant (Table 1.10), the Kohtla-Järve Plant of Oil-Shale Chemistry (Table 1.11) and the Kiviõli Plant of Oil-Shale Chemistry (Table 1.12). In the case of the power plant, higher concentrations of sulphates and calcium have been measured in samples taken north and north-east from the plant.

Tabel 1.9 Peipsi järve ja selle ümbruse atmosfäärsed anorgaaniliste sooladega saastamise intensiivsus (mg/m² ööpäevas) mõõdetuna 1986/87 aasta talvel püsivas lumekattes (Paalme, 1988).

Table 1.9 Intensity of pollution with inorganic salts of lake Peipsi and its environs as measured in permanent snow cover in the winter 1986/87 (mg/m² per day) (Paalme, 1988).

Proovivõtukoht ja selle kaugus kaldast km* Sampling site from the shore, km*	Lumevee pH pH of snow	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
1. Koosa	5.85	0.18	0.66	2.15	0.96	3.22	4.17
2. Varnja (0.5)	5.00	0.07	0.15	1.72	0.32	2.65	4.68
3. Varnja (2)	5.68	0.15	0.18	2.21	0.56	2.49	3.41
4. Varnja (5)	5.48	0.09	0.23	2.17	0.69	3.35	3.94
5. Saare	5.15	0.14	0.26	1.48	0.26	2.27	2.18
6. Kallaste (0.5)	5.35	0.13	0.15	1.57	0.36	2.15	3.15
7. Kallaste (2)	5.30	0.05	0.09	1.24	0.29	2.36	2.77
8. Kallaste (5)	5.95	0.07	0.20	1.65	0.30	1.91	4.00
9. Torma	5.90	0.27	0.70	2.30	0.58	2.16	3.17
10. Mustvee (0.5)	5.80	0.14	0.32	1.55	0.55	1.94	2.86
11. Mustvee (2)	7.28	0.53	0.65	5.05	1.60	2.72	4.58
12. Mustvee (5)	5.25	0.09	0.47	1.43	0.63	2.95	4.22
13. Avinurme	6.20	0.27	0.62	3.42	0.83	5.34	6.02
14. Rannapungerja	6.78	0.55	0.63	3.00	1.46	6.33	13.53
15. Alajõe (0.5)	7.70	1.77	1.38	16.92	5.07	6.00	14.30
16. Vasknarva (0.5)	7.57	0.47	0.78	4.94	2.39	2.30	4.45
17. Kivinõmme	7.20	0.21	0.40	8.48	0.82	3.42	11.08
18. Karoli	7.75	0.22	0.40	8.47	1.20	3.58	10.75
19. Kuningaküla	7.75	0.13	0.29	8.82	0.77	4.29	10.80
20. Utria	9.15	0.43	1.06	14.70	1.87	1.47	15.53
21. Aa	9.45	0.63	1.05	11.17	1.81	2.23	17.18
22. Kuusalu	6.90	0.29	0.41	2.20	0.76	1.44	1.76

* Vaata joonis 1.3

* See Figure 1.3

Tabel 1.10 Ööpäevas sadenevate ionide kogused pinnahikule erinevatel kaugustel Eesti Elektriyaamast (Voll, 1988; Voll, 1989).

Table 1.10 Amounts of ions precipitating per day per surface unit at different distances from the Estonian Thermal Power Plant (Voll, 1988; Voll, 1989).

Proovivõtu koht Sampling site	pH	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Benso(a)püreen Benzo(a)pyrene 10 ⁻⁸ g/m ²
		g/ha				
1.5 km lõunasse / 1.5 km to S	7.54	289.0	13.8	37.8	298.0	4.8
2 km läände / 2 km to W	7.79	331.0	30.3	43.4	394.0	6.0
1 km kirdesse / 1 km to NE	8.03	775.0	37.3	57.0	150.0	2.9
30 km kirdesse / 30 km to NE	8.00	901.0	92.3	37.8	1642.0	2.5
5 km põhja / 5 km to N	8.16	513.0	26.3	14.9	626.0	2.8
10 km põhja / 10 km to N	7.78	456.0	32.3	18.0	639.0	5.5
15 km põhja / 15 km to N	7.81	1110.0	46.2	55.2	854.0	7.8
20 km põhja / 20 km to N	7.96	589.0	50.0	42.2	804.0	4.2
30 km loodesse / 30 km to NW	7.60	142.0	17.0	13.0	157.0	2.0
15 km loodesse / 15 km to NW	7.55	135.0	13.8	35.3	205.0	1.5
20 km loodesse / 20 km to NW	7.67	232.0	32.7	55.2	384.0	3.2

Tabel 1.11 Ööpäevas sadenevate ionide kogused erinevatel kaugustel Kohtla-Järve keemiakombinaadist (Voll, 1988; Voll, 1989).

Table 1.11 Amounts of ions precipitating per day per surface unit at different distances from the Kohtla-Järve plant of oil-shale chemistry (Voll, 1988; Voll, 1989).

Proovivõtu koht Sampling site	pH	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Benso(a)püreen Benzo(a)pyrene 10 ⁻⁸ g/m ²
		g/ha				
1 km lõunasse / 1 km to S	8.10	512.0	36.6	9.9	576.0	125.0
6 km lõunasse / 6 km to S	7.90	313.0	19.5	19.2	261.0	3.7
1.5 km itta / 1.5 km to E	8.05	420.0	25.2	23.6	378.0	1.9
3 km itta / 3 km to E	8.33	367.0	24.9	9.9	492.0	8.5
5 km itta / 5 km to E	7.88	378.0	31.6	37.8	357.0	2.6
14 km itta / 14 km to E	7.73	132.0	33.4	29.8	328.0	1.6
3 km itta / 3 km to NE	8.05	632.0	32.7	40.3	979.0	9.0
16 km kirdesse / 16 km to NE	7.55	194.0	30.2	34.7	309.0	1.8
5 km põhja / 5 km to N	8.30	1005.0	45.1	27.3	2350.0	10.1
2 km põhja / 2 km to N	8.27	1020.0	34.4	9.9	1790.0	2.8
5 km loodesse / 5 km to NW	8.21	536.0	27.3	9.9	703.0	5.0
10 km loodesse / 10 km to NW	7.72	408.0	29.8	35.3	440.0	8.0

Ohtlikumad kohad väävli- ja kaltsiumireostuse osas avastati Kohtla-Järve keemiakombinaadist põhja suunas (Saka küla piirkonnas), kus väävliireostus tõusis ööpäevas 0.078 g/m², ehk 2.6 g väävli m² kohta aastas.

Põlevkivi töötlemistehaste ja elektriyaamade ümbruses olid sademete ionide summaarsed kogused 1000–3500 g/ha ööpäevas (350–1200 kg/ha aastas) ning suurema osa ionidest moodustasid Ca²⁺ ja SO₄²⁻.

The places suffering most from sulphur and calcium pollution were detected to the north from the Kohtla-Järve Plant of Oil-Shale Chemistry (in the surroundings of the Saka village) where the daily sulphur load reached 0.078 g/m² making 28.6 g of sulphur per square metre per year.

The measured total amounts of ions contained in the precipitation near oil-shale processing enterprises and power plants were 1000–3500 g/ha daily (350–1200

Lisaks eeltoodule on Kirde-Eestis määratud kantserogeensete mitmetuumaliste polütsükliliste areenide kontsentratsioonid Eesti Elektri jaama lendtuhas ja tuhas (tabel 1.13) ning eeltoodud ühendite saastamise intensiivsus kuues eri kohas Kirde-Eestis (tabel 1.14).

kg/ha per year), the biggest share given by Ca^{2+} and SO_4^{2-} ions.

In addition to the mentioned facts concentrations of carcinogenic polynuclear polycyclic arenes in the fly ash and ash of the Estonian TPP (Table 1.13) and the intensity of pollution with these compounds in six places in North-East Estonia (Table 1.14) have been measured.

Tabel 1.12 Ööpäevas sadenevate ionide kogused erinevatel kaugustel Kiviõli põlevkivikeemiatehasest (Voll, 1989).

Table 1.12 Amounts of ions precipitating per day per surface unit at different distances from the Kiviõli plant of oil-shale chemistry (Voll, 1989).

Proovivõtu koht Sampling site	pH	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Benzo(a)pireen Benzo(a)pyrene 10 ⁻⁸ g/m ²
1 km lõunasse / 1 km to S	7.83	3.9	7.8	292.0	14.2	9.9	204.0	1.8
3 km lõunasse / 3 km to S	7.50	2.1	9.7	136.0	12.8	9.9	156.0	1.2
3 km itta / 3 km to E	7.70	5.5	10.6	270.0	34.4	9.9	255.0	3.2
3 km kirdesse / 3 km to NE	8.35	7.0	24.4	475.0	18.5	9.9	317.0	4.0
6 km kirdesse / 6 km to NE	8.15	3.9	6.7	388.0	16.9	9.9	226.0	0.9
5 km itta / 5 km to E	7.49	2.7	5.8	132.0	13.1	9.4	161.0	1.9
10 km kirdesse / 10 km to NE	7.60	7.4	7.8	266.0	26.6	9.9	265.0	2.1
1 km põhja / 1 km to N	8.37	25.0	104.0	863.0	27.3	9.9	597.0	5.8
3 km põhja / 3 km to N	8.35	20.7	44.2	779.0	14.9	14.9	417.0	0.1
6 km põhja / 6 km to N	7.88	4.3	12.9	322.0	15.3	9.9	236.0	1.7
3 km loodesse / 3 km to NW	8.23	7.0	33.6	566.0	24.9	13.0	376.0	2.5
1 km läände / 1 km to W	8.28	12.9	32.2	1046.0	48.6	9.9	451.0	4.4
3 km läände / 3 km to W	7.99	6.2	16.3	373.0	21.3	9.9	311.0	2.6
8 km läände / 8 km to W	8.20	3.1	6.4	89.0	12.1	9.9	125.0	2.7
15 km läände / 15 km to W	7.61	9.8	9.7	133.0	5.3	31.0	171.0	2.5

Tabel 1.13 Kantserogeensete mitmetuumaliste polütsükliliste areenide kontsentratsioon Eesti elektri jaama lendtuhas ja tuhas (Paalme jt., 1990).

Table 1.13 Concentration of carcinogenic polynuclear polycyclic arenes in the ash and fly ash of the Estonian Thermal Power Plant (Paalme et al., 1990).

Polütsüklilised areenid / Polycyclic arenes	Lendtuhk / Fly ash µg/kg	Tuht / Ash µg/kg
1. Püreen / Pyrene	32.6	20.9
2. Krüseen / Crysenene	62.9	
3. Benzo(e)püreen+Fluoranteen / Benzo(e)pyrene+Fluoranthene		10.6
4. Benzo(a)püreen / Benzo(a)pyrene	13.5	8.7
5. Dibens(ah)antratseen / Dibenz(ah)anthracene		160.1
6. Bens(ghi)perülleen / Benzo(ghi)perylene	191.0	12.2
7. Dibens(ai)püreen / Dibenzo(ai)pyrene		76.5
8. Koroneen / Coronene		14.8*
Kokku / Total:	300.0	407.6

* Antantreeni sisaldus / * Concentration of anthantrene

Tabel 1.14 Kirde-Eesti kantseroogenidega saastamise intensiivsus (ng/m² ööpevas) mõõdetuna 1986/87 aasta talve püsivas (95 päeva) lumekattes (Paalme, 1990).

Table 1.14 Intensity of pollution of North-East Estonia with carcinogenic compounds as measured in permanent (95 days) snow cover in the winter 1986/87 (ng/m² per day) (Paalme, 1990).

Polütsükllised areenid / Polycyclic arenes	Proovivõtukoht / Sampling sites					
	Varnja	Kallaste	Vasknarva	Karoli	Utria	Aa
1. Püreen / Pyrene	9.3	35.5	22.6	40.1	22.8	28.7
2. Krüseen / Crysene				21.3	26.1	56.5
3. Perülleen / Perylene					76.2	
4. Benso(e)püreen+Fluoranteen / Benzo(e)pyrene+Fluoranthene	88.4	114.4	74.0	74.1	98.0	62.3
5. Benso(a)püreen / Benzo(a)pyrene	*	*	9.3	10.3	87.2	3.1
6. Dibens(ah)antratseen / Dibenz(ah)anthracene	13.3	12.2	8.9	19.2	136.2	12.2
7. Bens(ghi)perülleen / Benzo(ghi)perylene	43.8		24.1	65.4	26.1	24.5
8. Dibens(ai)püreen / Dibenzo(ai)pyrene	3.1	2.3	5.8	4.6	2.2	3.2
9. Dibens(ah)püreen / Dibenzo(ah)pyrene		0.2				
10. Koroneen / Coronene			10.1			19.2**
Kokku / Total:	158.0	164.6	155.0	235.0	474.8	209.7

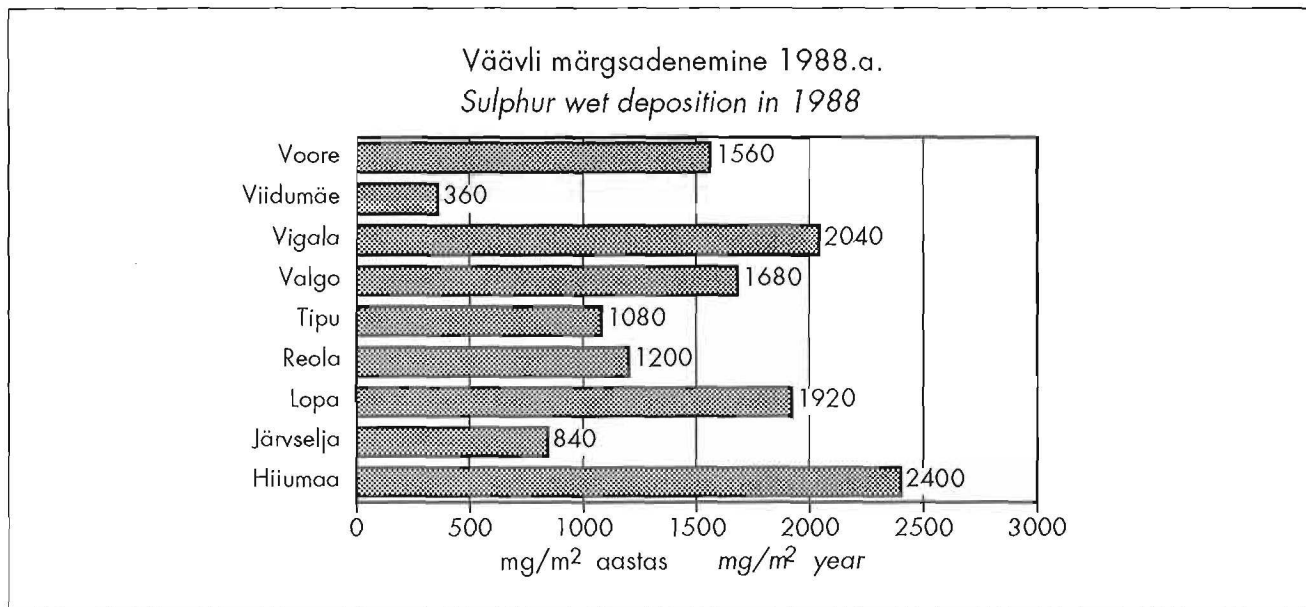
* Alla meetodi tundlikkust 10⁻⁹ g / * Value below the sensitivity of the method used (10⁻⁹ g)
 ** Antantreeni sisaldus / ** Concentration of anthantrene

1986–1989 aastal J. Frey ja teiste (Frey, 1991) poolt teostatud sademete happesuse ja tähtsamate saasteainete (Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻) uurimine avatud loodusmaastikus ja võrdluseks kahes linnas (Voore, Tipu, Viidumäe, Tiitsi, Utu (Hiiumaa), Vilsandi, Järvelja, Värsk, Reola, Odivere, Lopa, Nigula, Haanja, Valga ja Tartu) näitas väävlisaaste levikut kogu Eestis. (joon. 1.4 ja 1.5).

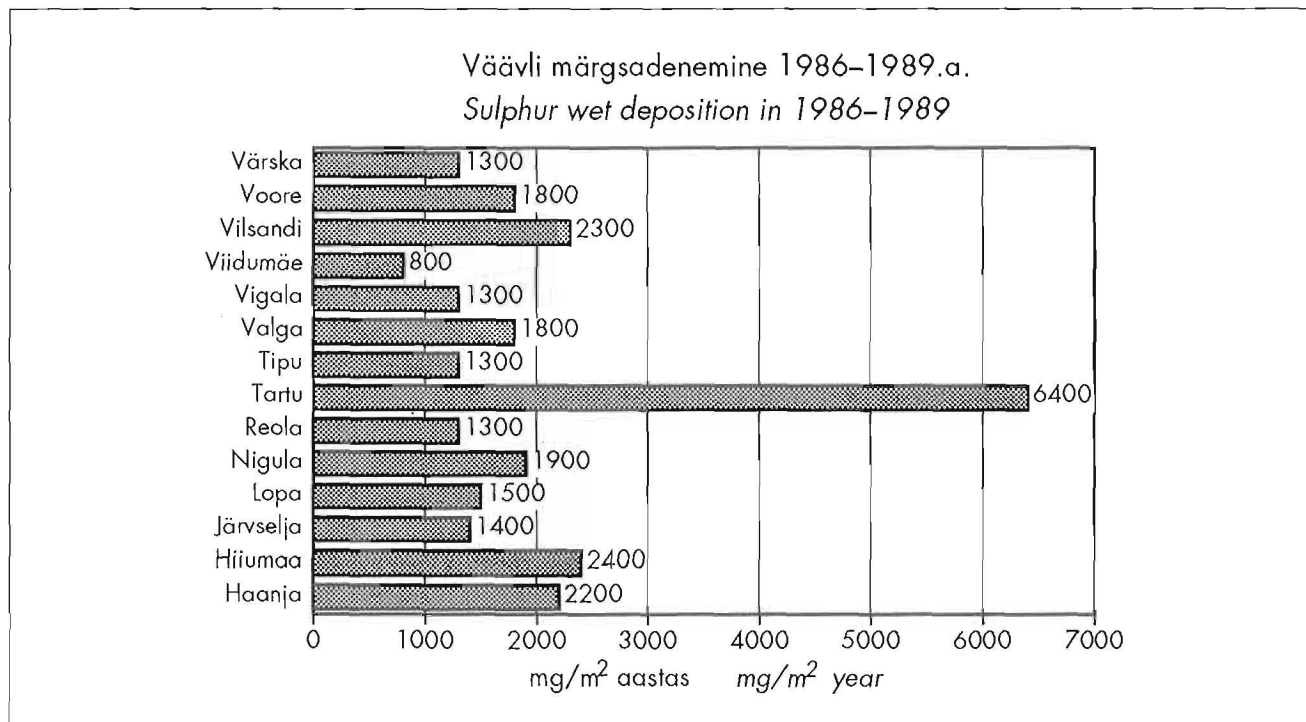
Kõigis punktides (v.a. Viidumäe) registreeriti sulfaadi saaste, mis reeglina ületas 5 mg/l (iseloomustab juba kõrge sisaldust) kui sademete kogus oli alla 50 mm ja kus arvatuna väävliskoormusena võrdus loodus-maastikul keskmiselt 17 kg/ha aastas, varieerudes eri aastatel vastavalt: 1986 – 18, 1987 – 19 ja 1989 – 14 kg/ha aastas (tabel 1.15). Uuritud sademed olid enamasti neutraalse või nõrgalt aluselise reaktsiooniga pH>5.6. Vihma- ja lumevesi oli happeline pikema niiske ja vihmase perioodi järel hilissügisel 1987 ja kolme viimase aasta (1988, 1989, 1990) talvekuudel, mil valdavalt sula ilm ja niiske õhk takistasid aluselise iseloomuga tahke saasta levikut ja soojadele talvedele iseloomulikud läänekaartest lähtuvad õhumassid tõid Eesti aladele Lääne- ja Kesk- Euroopast happelisi sademeid (tabel 1.16) (Frey, 1991). Vaata ka joonis 1.6, kus on toodud Hüdro-meteoroloogia Valitsuse lumeproovide analüüsi tulemused talvel 1984/85.

In 1986–1989 J. Frey et al (Frey, 1991) analyzed the acidity of precipitation and concentrations of the ions of the main pollutants (Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻) in open spaces in natural landscapes: Voore, Tipu, Viidumäe, Tiitsi, Utu (Hiiumaa), Vilsandi, Järvelja, Värsk, Reola, Odivere, Lopa, Nigula, Haanja; and for comparison in two towns: Valga and Tartu. The results illustrate the distribution of sulphur in the whole Estonia (Figure 1.4, 1.5).

In all the sampling sites (excl. Viidumäe) the concentration of sulphates was recorded (as a rule exceeding 5 mg/l which indicates relatively high concentrations) in precipitation below 50 mm. The sulphur load calculated on the basis on this value was 17 kg/ha per year on the average, varying between 18 kg/ha (1986), 19 kg/ha (1987) and 14 kg/ha (1989) in individual years (Table 1.15). The sampled precipitation was mostly neutral or slightly alkaline – pH>5.6. Rain and snow water was acidic after the long humid and rainy period in late autumn, 1987, and in the winter months of the three last years (1988, 1989, 1990) when the prevailing thaws and the humid air prevented the spreading of alkaline solid particles and air masses moving to our territory from the west (as usual in winters) brought acid precipitation from Western and Central Europe (Table 1.16) (Frey, 1991). See Figure 1.6, where is shown the results of sulphur in snow samples from Hydrometeorological Departement in 1984/85.



Joonis 1.4 Väevli märgsadenemine 1988.a. (Frey 1989). **Figure 1.4** Sulphur wet deposition in 1988 (Frey 1989).



Joonis 1.5 Väevli märgsadenemine 1986–1989.a. (Frey 1989). **Figure 1.5** Sulphur wet deposition in 1986–1989 (Frey 1989).

Tabel 1.15 Väavli märgsadenemine 1986–1989 (Frey, 1991).

Proovi punkt Sampling site	Kuu keskmine / Mean monthly (kg/ha)				Aasta keskmine / Mean annual (kg/ha)
	1986	1987	1988	1989	
Haanja	1.7	2.0			22
Hiiumaa	2.0	1.9	2.0		24
Järvselja		1.6	0.7		14
Lopa		1.0	1.6	1.1	15
Nigula	1.6				19
Reola	1.5	1.3	1.0	1.5	13
Tartu	5.2	5.4			64
Tipu	0.9	1.5	0.9	1.0	13
Valga		1.8	1.4	1.3	18
Vigala		2.5	1.7	1.0	13
Viidumäe		1.2	0.3	0.6	8
Vilsandi		1.9			23
Voore	1.5	1.5	1.3	1.7	18
Värska	1.4	0.8			13
Kuu keskmised (ilma Tartuta) Mean monthly (without Tartu)	1.5	1.6	1.2	1.2	
Aasta keskmised (ilma Tartuta) Mean annual (without Tartu)	18	19	14	14	17

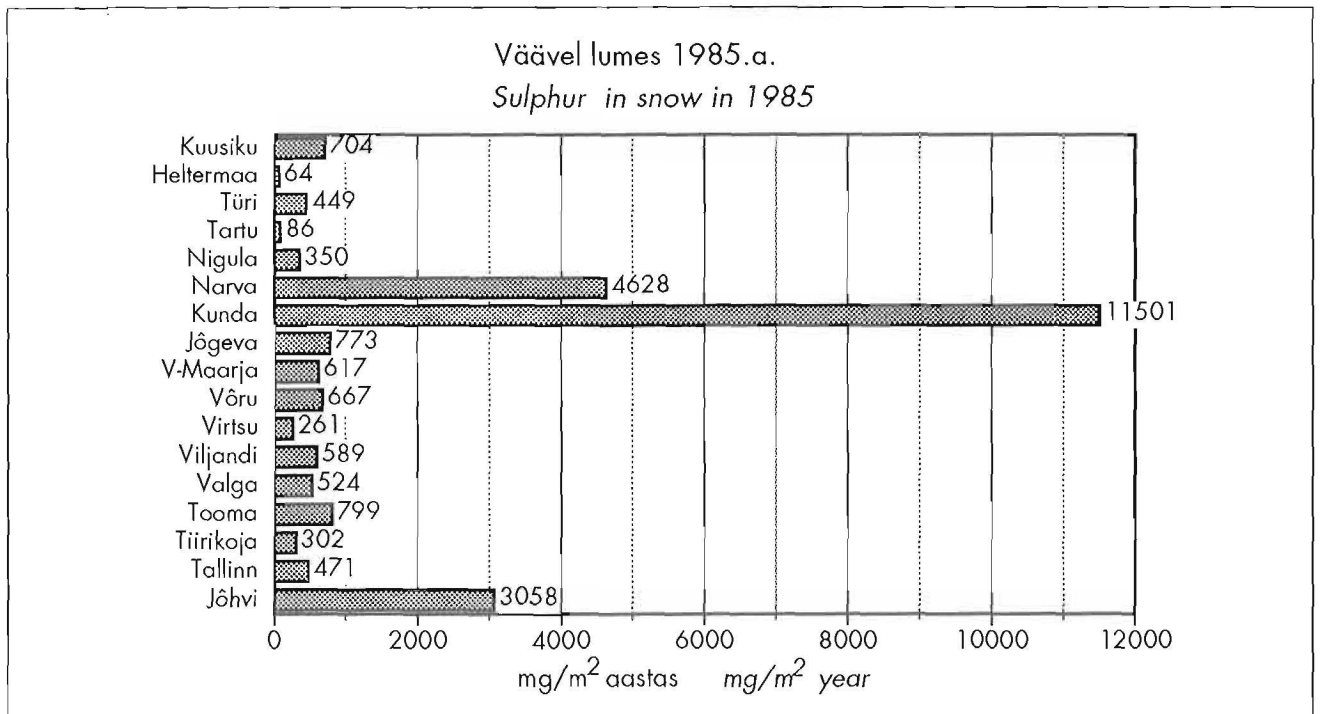
Table 1.15 Sulphur wet deposition in 1986–1989 (Frey, 1991).**Tabel 1.16** 1988–1990.a. talvekuude (Jaan., Veebr., Märts) sademete kuu keskmised pH-d (Frey, 1991).

Proovipunkt Sample site	Aasta/kuu			Year/month					
	1988			1989			1990		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Tipu	4.4	4.8	4.9	4.4	4.6		4.3	4.6	
Vigala	6.2	5.0	4.3	4.8	4.8				4.8
Viidumäe	4.4	5.2	5.2	4.6	4.3				
Voore	7.1	4.1	4.7						
Utri (Hiiumaa)							4.9	4.0	3.9

Table 1.16 pH of the mean monthly precipitation of the winter months of 1988–1990 (January, February, March) (Frey, 1991).

Lääne-Eesti saarestiku vahetus läheduses merel tehtud mõõtmised viitavad kõrgendatud saasteainete sisaldustele vihmaproovides (Roots, 1988). Kuna saartel puuduvad arvestatavad väävlireostusallikad, võib kõrgendatud väävli esinemist viimas seletada saasteainete kaugleviga. Kaheksakümnendate aastate alguses Vilsandi saarel tehtud õhu vääveldioksiidi ja sulfaate sisalduste mõõtmisnäidud väljendusid suhetena 1:3:2.3 ja 1:2:1.6, seda juhul, kui õhumassid pärinesid Skandinaaviamaadest, endisest NSV Liidust ja Kesk-Euroopast (Brjuhanov, 1985). Peale eeltoodu oleneb õhumassi päritolust ka sademete happesus pH (tabel 1.17).

Results of the analyses of samples taken at sea in the vicinity of the West-Estonian archipelago indicate high concentrations of pollutants in rain samples (Roots, 1988). As there are no major pollution sources of sulphur compounds in the islands themselves, the measured high values might be explained by transboundary pollution. Ratios between the concentrations of sulphur dioxide and sulphur as measured in the island of Vilsandi in the beginning of the 1980's were 1:3:2.3 and 1:2:1.6, the latter in case the air masses originated from the Scandinavian countries, the former USSR and Central Europe (Brjuhanov, 1985). Besides the mentioned difference, the acidity of precipitation is also dependent on the origin of air masses (Table 1.17).



Joonis 1.6 Hüdrometeoroloogia Valitsuse lumeproovid talvel 1985.

Figure 1.6 Data from Hydrometeorological Department, winter 1985.

Tabel 1.17 Vilsandi saarel mõõdetud sademete pH väärtused juunis 1985.a. (Roots, 1988)

Table 1.17 pH of precipitation measured in the Island of Vilsandi in June, 1985 (Roots, 1988)

Kuupäev Date	Kellaeg Time	Tuule suund Wind direction	Sademete pH pH of precipitation
06.06	00.00–11.45	45–60	4.60
06.06	14.00–14.10	40–50	3.90
06.06	21.00–21.50	30	4.06
08.06	22.00–23.15	120	4.55
11.06	19.45–22.10	48–75	4.27
12.06	10.00–11.00	300	4.10
13.06	07.00–08.00	80–110	4.16
14.06	04.00–10.45	53–160	4.27
18.06	00.00–11.40	360	5.50

1.3 Saasteainete kauglevi

Täiendavat informatsiooni annavad ka teiste riikide õhusaaste uurimisjaamade andmed (joonis 1.7), mille kohalt õhumassid Lääne-Eesti saarte kohale võivad liikuda. Kuna informatsioon on lünklik, siis on võetud uuritavaks 1986–1988 aastad ja välja valitud jaamad, kes koguvad sademe proove aasta ringi ja töötavad EMEP programmi alusel.

Väavli ja lämmastiku aastakoormused on välja arvu-
tatud (Roots 1991) vastavate riikide perioodiliselt aval-

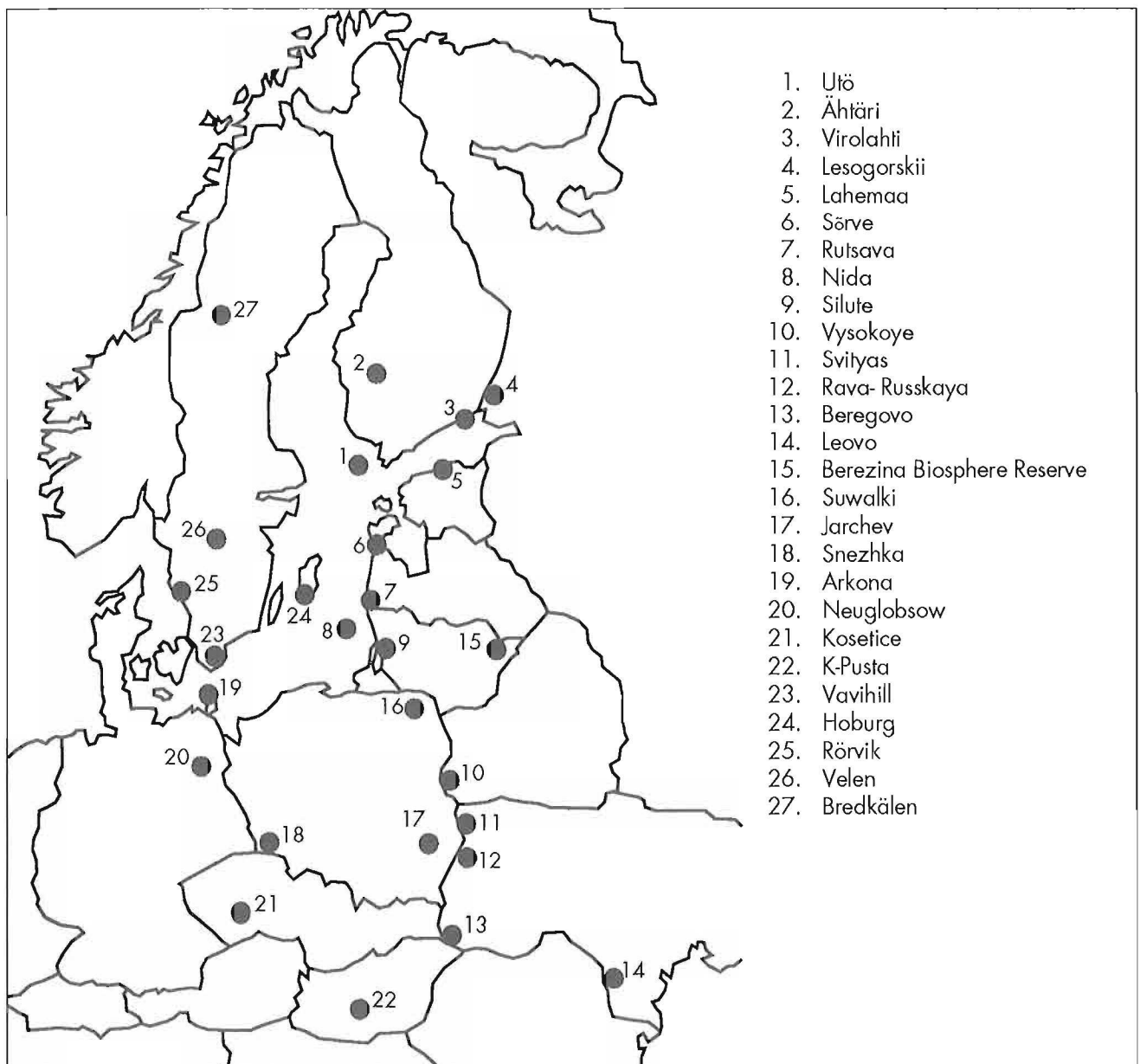
1.3 Long range transportation of pollutants

Additional information is provided by data from the air monitoring stations of the other countries (Figure 1.7) located in areas from which air masses can move towards the West-Estonian islands. Due to gaps in available information we concentrated on the data concerning 1986–1988. We studied the results of the stations working according to the EMEP programme and taking samples the year round.

datud väljaannete põhjal (joon. 1.8–1.11). Võttes Saaremaa pindalaks 2905.3 km² ja Hiiumaa pindalaks 1018.9 km², näeme, et 1988. aastal sadas ainuüksi sulfaate Saare- ja Hiiumaale 6 507 tonni (ehk 2 169 tonni väävlit) ja 2 282 tonni (760 tonni väävlit) ehk ligikaudu 8 % rohkem kui 1987. aastal.

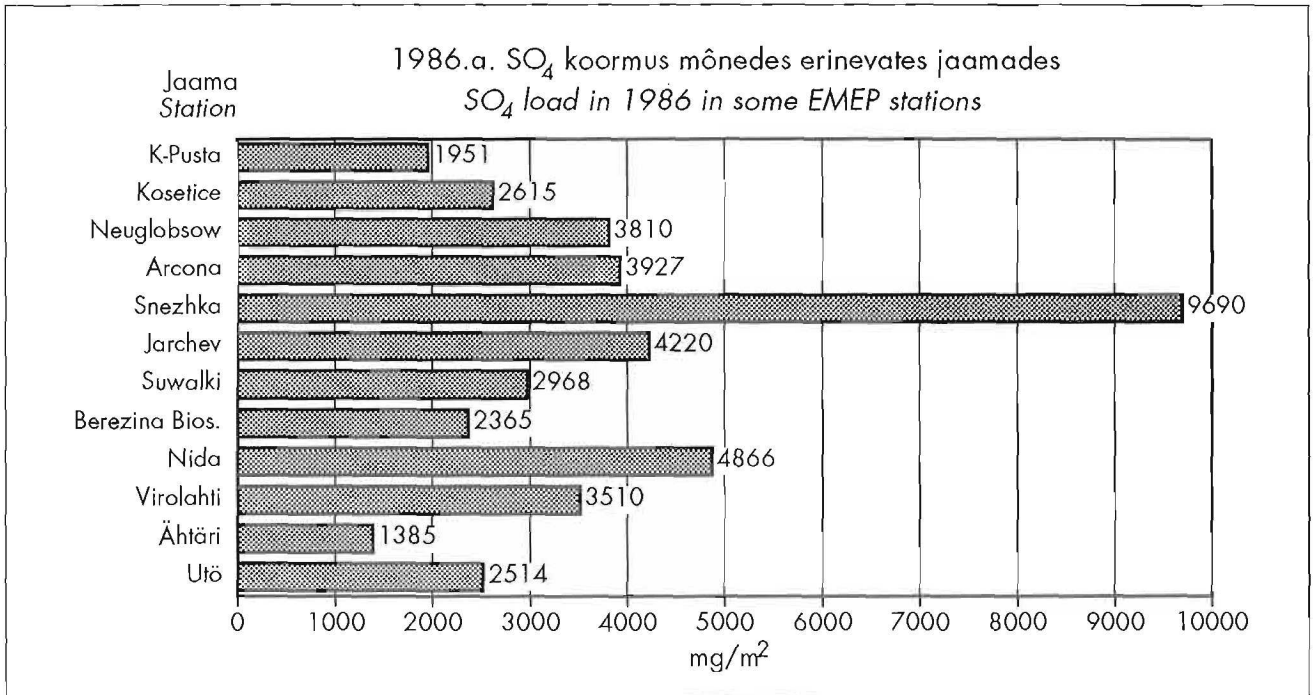
1988. aastal täheldati sulfaatide aastakoormuste suurenemist eelmise aastaga võrreldes ka teistel Läänemere saartel, kusjuures Utös – 32 % ja Hoburgis – 24 % (Roots, 1991).

The annual loads of sulphur and nitrogen have been calculated on the basis of the periodically published data of the respective states (Figures 1.8–1.11) (Roots 1991). According to calculations based on the surface area of Saaremaa (Ösel) – 2905.3 km² – and Hiiumaa (Dagö) – 1018.9 km² – it can be seen that in 1988 the amount of sulphur alone which precipitated in the islands was 6507 tons in Saaremaa (making 2169 tons of sulphur) and 2282 tons in Hiiumaa (760 tons of S), these values exceeding the corresponding ones for 1987 by 8 %.



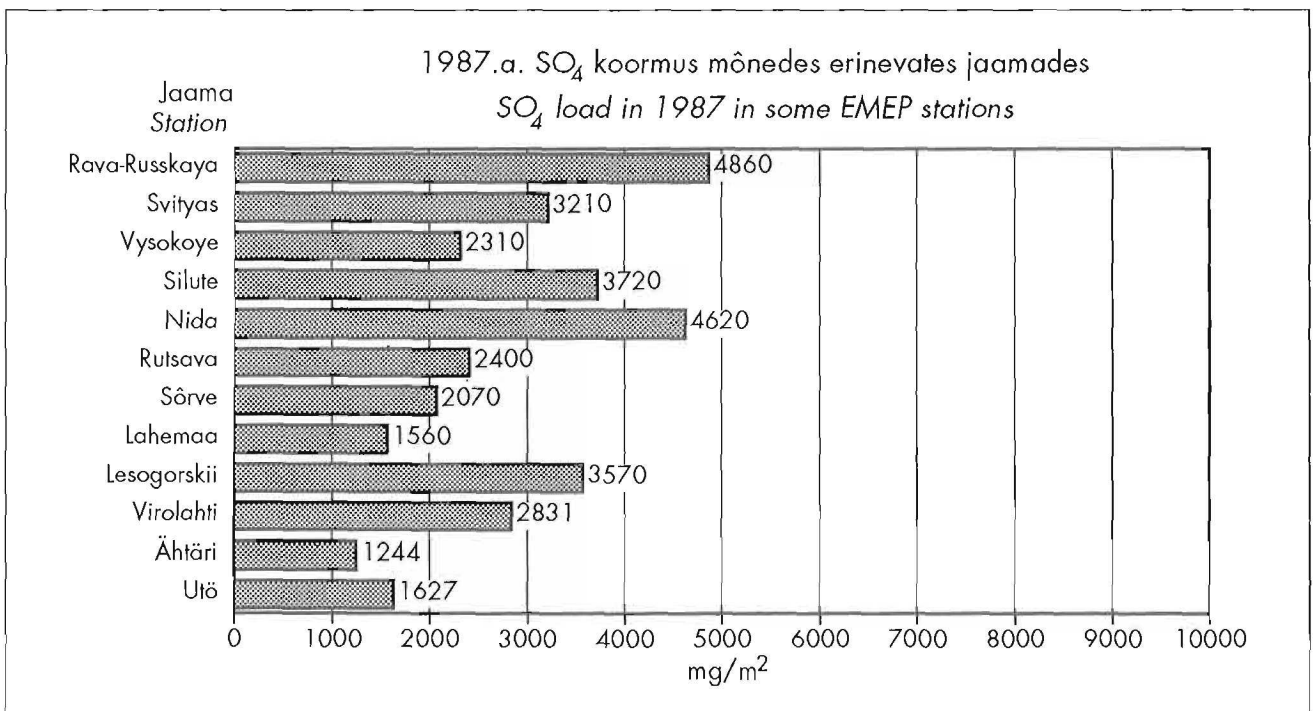
Joonis 1.7 Õhu urimisjaamad Balti- ja Ida-Euroopa maades.

Figure 1.7 Precipitation collection stations in the Baltic and East-European region.



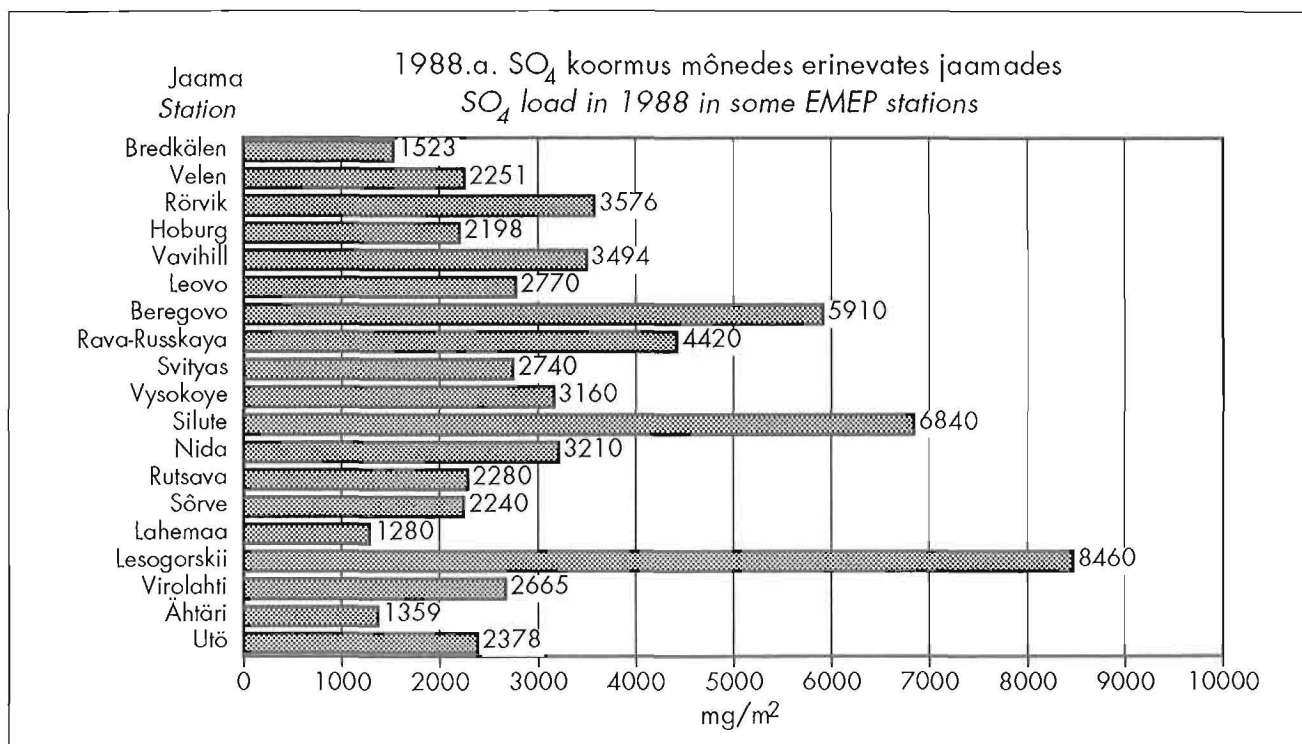
Joonis 1.8 1986.a. SO₄ koormus mõnedes erinevates jaamades.

Figure 1.8 SO₄ load in 1986 in some EMEP stations.

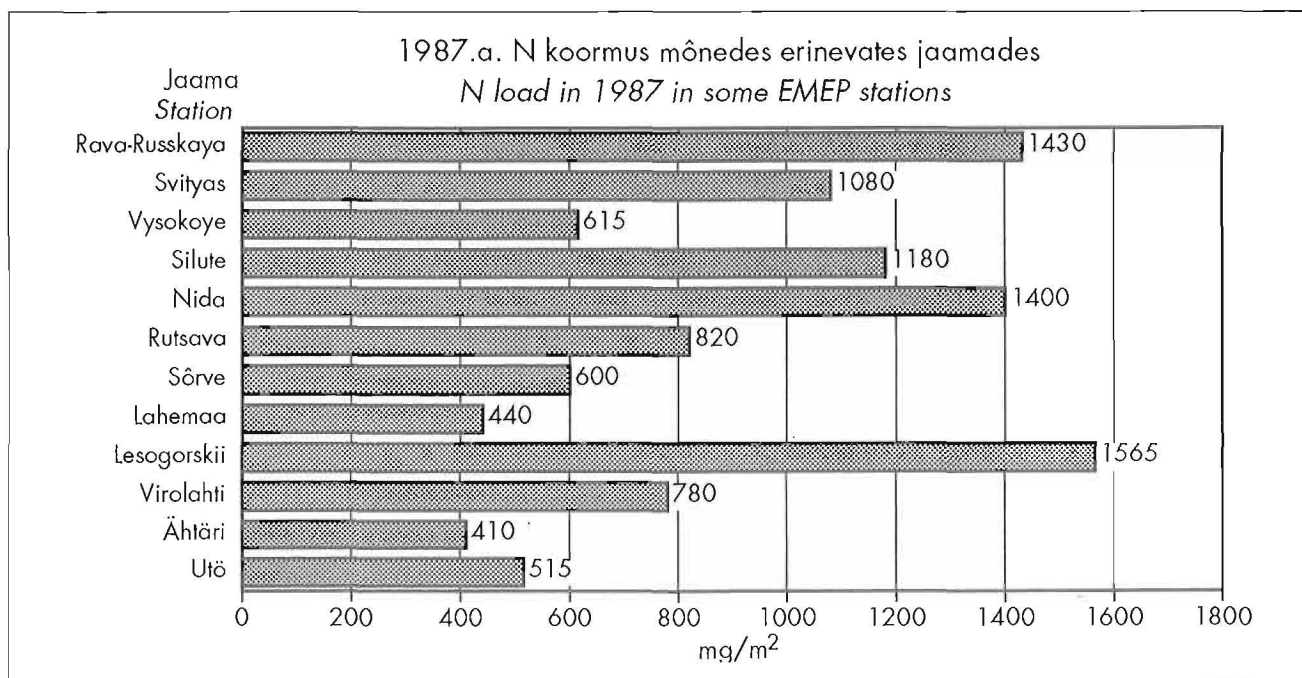


Joonis 1.9 1987.a. SO₄ koormus mõnedes erinevates jaamades.

Figure 1.9 SO₄ load in 1987 in some EMEP stations.



Joonis 1.10 1988.a. SO₄ koormus mõnedes erinevates jaamades. **Figure 1.10** SO₄ load in 1988 in some EMEP stations.



Joonis 1.11 1987.a. N koormus mõnedes erinevates jaamades. **Figure 1.11** N load in 1987 in some EMEP stations.

Lämmastikku sadenes Saare- ja Hiiumaale 1987. aastal vastavalt 1743 tonni ja 611 tonni ning 1988. aastal 2673 tonni ja 937 tonni ehk teiste sõnadega 35 % rohkem (Roots, 1991).

In 1988 higher sulphate loads were also recorded in the other islands of the Baltic Sea, the difference being 32 % in Utö and 24 % in Hoburg (Roots, 1991).

Esimeste süstemaatiliste (igapäevaste) mõõtmiste alusel, mida alustati 1981.a. sai välja arvutada väävlia ja lämmastiku saastekoormused Saaremaale (aluseks on võetud Sõrve EMEP jaama (Information...1985) andmed). 1981 a. sadas kuue kuuga (juuli–detsember) Sõrves 1604 mg SO₄ m² kohta ehk Saaremaale 6 kuuga 4660 tonni sulfaate (1553 t. väävlit), 1982. aastal 12 kuuga 1461 mg SO₄ m² kohta ehk Saaremaale 4244 t. sulfaate (1414 t. S) ning 1983 aastal 11 kuuga (detsembri andmed puuduvad) 1604 mg SO₄ m² kohta ehk Saaremaale 4660 tonni sulfaate (1553 t. S). Ilmselt oleneb saartele sadenevate sulfaatide koormus ennekõike õhumasside päritolust ja meteoroloogilistest tingimustest. Eeltoodud väävlikoormuseid saab võrrelda ajavahemikul 1981–1985 a. läbiviidud sademete mõõtmisega (tabel 1.18).

The deposition of sulphur in Saaremaa and Hiiumaa was 1743 and 611 tons in 1987; 2673 and 937 tons in 1988, respectively; the difference being 35 % (Roots, 1991).

Departing from the first systematic (daily) sampling which was begun in 1981, it was possible to calculate sulphur and nitrogen loads in Saaremaa (based on the data of the EMEP station in Sõrve (Information...1985)). In 1981 the deposition of SO₄ was 1604 mg/m² in six months (from July to December) making 4660 tons of sulphates (1553 t of S) for the whole Saaremaa. In 1982 the corresponding numbers for SO₄ in 12 months were 1461 mg/m² making 4244 tons of sulphates (1414 t of S) deposited in Saaremaa; in 1983 in 11 months (excl. December) 1604 mg/m² making 4660 tons of sulphates (1553 t of S) for Saaremaa. Probably the sulphate load precipitated in the islands is mainly dependent on the origin of air masses and meteorological conditions. The values given above can be compared with the results of the sampling of precipitation in 1981–1985 (Table 1.18).

Tabel 1.18 Välja arvatud andmetel (Jezhemesjatshnöje 1989).

Table 1.18 Pollution loads according to calculations (Jezhemesjatshnöje 1989).

Aasta Year	Kuude arv No of months	Kuud, milliste kohta andmed puudusid Months, concerning which data was lacking	mg/m ² aastas mg/m ² per year	
			SO ₄ -S	(NO ₃ +NH ₄)-N
1 1981	11	august / August	1284	589
1 1982	11	veebruar / February	675	253
1 1983	11	august / August	989	481
1 1984	11	mai / May	902	558
1 1985	9	jaanuar, veebruar, märts / January, February, March	649	505

Sõrve EMEP jaama (Information...1985) ammooniumist (NH₄) pärinevat lämmastikusisaldust kohta sademetes on esimesed andmed pärit 1982 aastast. Nimelt sadas sellel aastal 10 kuuga (puudusid andmed jaanuari ja detsembri kohta) 242 NH₄-N mg/m² kohta ja 1983 aastal 126 mg NH₄-N m² kohta (7 kuuga maist novembrini). 1984 aasta kohta on võrdlusena välja toodud aasta keskmised summaarse lämmastiku (NO₃-NH₄) sisaldused sademetes reas Läänemereäärsetes EMEP jaamades (joon. 1.12) (Report...1986, Deposition..., 1989).

Sõrve on käesoleval ajal Eestis ainuke koht, kus saab omavahel võrrelda kahel erineval viisil analüü-

The first data available concerning content of ammonia-nitrogen (NH₄-N) in precipitation measured at the EMEP station in Sõrve (Information...1985) dates from 1982. In this year the deposition of NH₄-N in 10 months (excl. January and December) was 242 mg/m²; in 1983 126 mg/m² (in 7 months from May to November). For comparison, data concerning 1984 include the mean annual concentrations of total nitrogen in precipitation in a number of EMEP stations along the coasts of the Baltic Sea (Figure 1.12) (Report...1986, Deposition..., 1989).

At present Sõrve is the only place in Estonia where it is possible to compare the sulphur and nitrogen

situd sademete väävli- ja lämmastikusisaldusi ning nende põhjal välja arvutada eeltoodud ühendite saaste-koormused pinnauhikule. Siin määratakse Eesti Hüdro meteoroloogia Valitsuse laboratooriumis igakuistest sademeproovidest.

Teiselt poolt asub Sõrves nn. rahvusvaheline EMEP'i jaam, millest võetud proovide analüüsid teostati Ventspilsis ja Moskvas. Peale Sõrve on Eestis veel kaks EMEP'i jaama – Lahemaal ja Vilsandil.

Programm EMEP sai alguse 1979 aastal, kui algas Euroopa riikide koostöö saasteainete kauglevi küsimustes. Programmi EMEP eesmärk on hoida Euroopa riikide valitsusi kursis saasteainete kauglevi ning happevihmadest tulenevate probleemidega.

1988. aasta oli üks vähestest aastatest, mille kohta sai tervikuna välja arvutada väävli- ja lämmastikukoormused nii EMEP'i kui meie Hüdro meteoroloogia Valitsuse andmetest lähtudes (tabel 1.19).

concentrations in precipitation measured in two different ways. Based on those pollution loads per surface unit have been calculated in the laboratory of the Estonian Hydrometeorological Department.

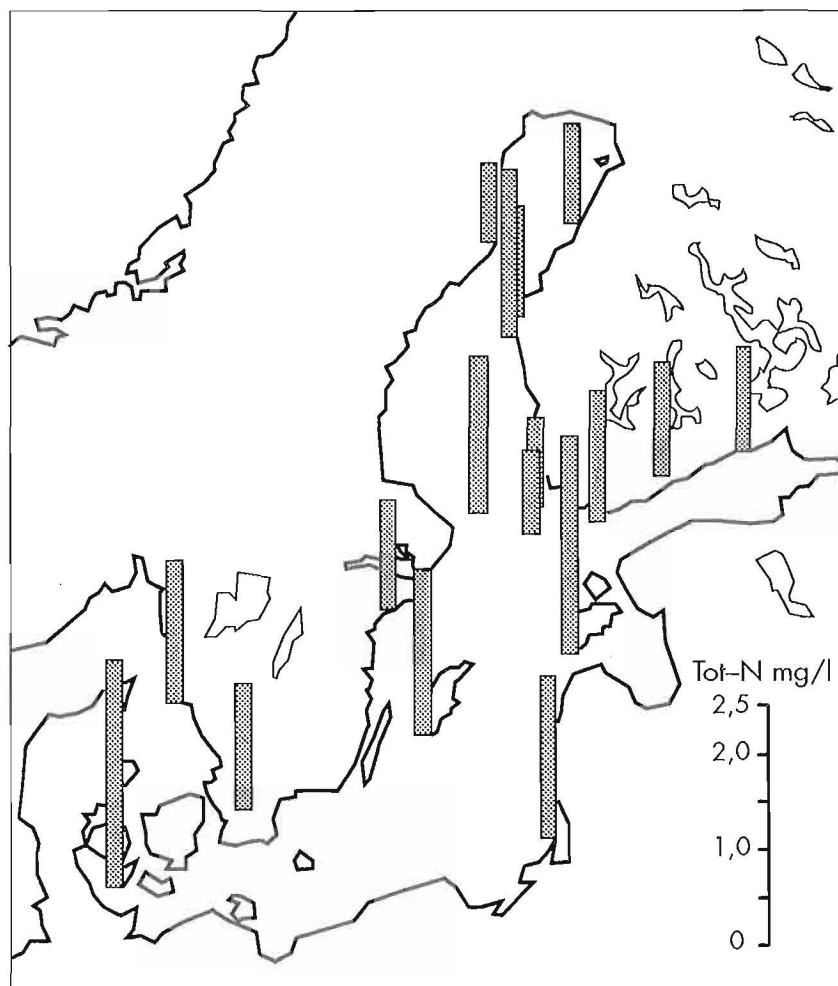
On the other hand, there is the EMEP station in Sõrve, samples taken in which were analyzed in Ventspils and Moscow. Besides Sõrve there are two more EMEP stations in Estonia – those in Lahemaa and the island of Vilsandil.

The EMEP programme was started in 1979 when the European countries began to cooperate in the field of transboundary air pollution. The aim of the programme is to keep the governments of the European states informed about problems caused by transboundary pollution and acidic precipitation.

1988 was one of the few years concerning which it was possible to calculate both the sulphur and nitrogen loads based on the data of both the EMEP station and the Estonian Hydrometeorological Department (Table 1.19).

Joonis 1.12 Keskmised summaarsed Lämmastiku ($\text{NO}_3 + \text{NH}_4$) sisaldused sademetes 1984. a.

Figure 1.12 Mean concentrations of Nitrogen ($\text{NO}_3 + \text{NH}_4$) in precipitation in 1984.



Tabel 1.19 Sulfaatide aastekoormus kuude lõikes Sõrves 1988 aastal (välja arvatatud hüdrometeoroloogia teenistuse ja EMEP'i andmetel).

Table 1.19 Monthly wet deposition of sulphate according to months in Sõrve in 1988 (calculations based on data from the Hydrometeorological Service and EMEP).

Kuu Month	Hüdromet. / Hydromet.		EMEP	
	SO ₄ mg/m ² kuus SO ₄ mg/m ² per month	Sademed mm Precipitation mm	SO ₄ mg/m ² kuus SO ₄ mg/m ² per month	Sademed mm Precipitation mm
Jaanuvar / January	67.5	30.0	57.6	27.7
Veebruar / February	206.6	16.2	139.2	13.9
Märts / March	510.9	26.2	156.3	21.1
Aprill / April	99.0	26.4	143.7	19.8
Mai / May	191.5	13.1	111.0	13.6
Juuni / June	164.8	14.9	170.4	16.1
Juuli / July	1216.8	202.8	829.5	358.7
August / August	321.3	47.6	189.3	86.6
September / September	191.4	63.8	82.8	63.6
Oktoober / October	164.7	52.3	152.1	48.4
November / November	150.7	44.6	90.6	31.6
Detsember / December	1986.5	77.9	114.6	70.6
Kokku / Total:	5271.7	615.8	2237.1	771.7

Erinevused kahe asutuse tulemustes on suured. Väavli osas 1988 aastal 2.4 ja 1987 aastal isegi 2.8 korda. Sama nähtus esineb väavli osas ka Leedus, kus kõrvuti asuvad EMEP'i jaam Nidas ja Leedu Füüsika Instituudi jaam Preilas (jaamad asuvad Kura säärel peaaegu kõrvuti). Tulemused erinevad aga väavli osas 1988 aastal 3.3 korda ja 1987 aastal 3.2 korda, mida ei saa pidada normaalseks. Kuna EMEP'i tulemused esindavad Eestit rahvusvahelises ulatuses, siis paistavad meie reostusprobleemid ka tegelikest mõnevõrra väiksemad, juhul kui reaalsed tulemused asuvad EMEP'i ja Hüdro meteoroloogia Valitsuse poolt saadud tulemuste vahepeal (Roots, 1991a,b).

Sellega olemasolev materjal piirdubki. Algandmete pank on sissejuhatavas osas nimetatud asutustes põhjalikum, kuid me ei pidanud vajalikuks käesoleva töö mahus kõike seda esitada, kuna see poleks oluliselt käesoleva töö sisu muutnud. Esitatud materjal peaks aga olema küllaldane järelduste tegemiseks mõõtmisvõrgu, mõõtesageduse, mõõtmismeetodite ja näitajate vastavuse üle kaasaegsetele nõuetele ning võimaldama paremini püstitada ülesandeid, millele me vastust tahame saada.

Differences in the data of the two organizations are too big. In 1988 and 1987, for example, numbers concerning sulphur differ by 2.4 and even 2.8 times, accordingly. The same can be noticed in Lithuania where the monitoring station of EMEP in Nida and that of the Lithuanian Institute of Physics in Preila lie practically side by side but measured results concerning sulphur differ by 3.3 times in 1988 and 3.2 times in 1987. As the EMEP results represent Estonia on the international arena, our pollution problems tend to seem less than in reality, in case the actual characteristics fall between the two (Hydrometeorology Department and EMEP) sets of data (Roots, 1991a,b).

The presented data was all we could find. More extensive data banks exist in the institutions mentioned in the beginning but we did not consider it necessary to reprint everything in the present paper. The given material should be sufficient for drawing conclusions concerning the monitoring network, methods and density of sampling and analyzing, as well as the choice of determined characteristics according to modern requirements, and to formulate questions to be answered in the future.

Kasutatud kirjandus / References

- "Keskkond 89", "Looduskasutuse Teaduslik Infokeskus", Tallinn. –1990. –Lk. 75
- Roots O. "Kas suudame kanda väävlikoormat?", Aja Pulss. –1990. –nr. 4. –Lk. 27-28
- Eensaar A., Tarand A. "Eesti kliima muutumine ja energeetika", "Kaasaegse ökoloogia probleemid", Tartu. –1991. –Lk. 14–17
- Jegorov D., Rajur K., Trapido M., Loosaar J., Vöbrosõ teplovõh elektrostantsii v okružajustsju sredu. Ekologitseskie issledovanija, Tallinn. –1988. –Lk. 98–109
- Tuovinen I.P. "Transboundary air pollution between Finland and the Soviet Union", Finnish Meteorological Institute. –1989. –15 pp.
- Frey J., Frey T., Rästa E. "Tähtsamate saasteainete koormus 1987. a. sademetes" / "Kaasaegse ökoloogia probleemid", Tartu. –1988.a. –Lk. 20–22
- Frey J., Frey T., jt., "Vihmavee saastusest 1986...1987 aastal ja selle võimalikust mõjust metsadele", Keskkonnakaitse. –1988.b. –nr. 1. –Lk. 3–10
- Joffe S.M. "Parameterization and assessment of processes affecting the long-range transport of airborne pollutants over the sea", Finnish Meteorological Institute. –1988. –nr. 1. –49 pp.
- Roots O. "Long-range transport of airborne pollutants and their wet deposition to the Baltic Sea and West-Estonian islands in 1985–1989", Proc. Estonian Acad. Sci. Ecol. –1991. –v. 1. –nr. 2. –p. 77–85
- Kulmala A. "Atmosfääri saastumine – rahvusvaheline probleem", Eesti Loodus. –1988. –nr. 9. –Lk. 586–590
- Roots O. "Saaremaale õhust sadeneva väävli- ja lämmastikukoormuste hinnang", *Inimene ja geografiline keskkond.*, Tallinn. –1991.b. –Lk. 143–148
- Ezegodnik sostojanija zagřaznenija vozduha i vöbrosõ vrednõhh vestsestv v atmosferu gorodov i promõstslennõh tsentrov Sovetskogo Sojuza 1986 g. Leningrad – osa 1. –1987, –Lk. 120–210.
- Voll M., jt. Vöbrosõ energeetitseskih ustanovok i slantsepererabotõvajustsijh predprijatii v okružajustsju ih sredu. Ekologitseskije issledovanija. Tallinn. –1988, –Lk. 80–97.
- Voll M., Trapido M., Luiga P., Haldna Ü., Palvadre R., Johannes I. "Energeetikaseadmete ja Põlevkivitöötlemisettevõtete atmosfäärsete heitmete levik", "Kurtna järvestiku looduslik seisund ja selle areng". Tallinn. –1989. –Lk. 29–43
- Paalme L., Voll M., jt. "Peipsi järve atmosfäärsetest reostuskoormusest", "Kaasaegse ökoloogia probleemid", Tartu. –1988. –Lk. 102–104
- Rätsep A., Liblik V. "Põlevkivitöötlemisettevõtete osatähtsusest Ida-Viru maakonna atmosfääriõhu saastetasetest", "Kaasaegse ökoloogia probleemid", Tartu. –1991. –Lk. 153–155
- Paalme L., Voll M., Urbas E., Palvadre R., Johannes I., Kirso U. "Põlevkivirajooni mõjust Peipsi järvele atmosfääri kaudu", Eesti TA Toim., Keemia. –1990. –v.39. –nr. 1. –Lk. 18–27
- Roots O., Saare L. "Väävli ja lämmastiku atmosfäärne saastkoormus Sõrves 1987–1989", "Kaasaegse ökoloogia probleemid", Tartu. –1991.a. –Lk. 148–150
- Roots O. "Väävliühendite kauglevi", Eesti Loodus. –1990.b. – nr. 1. –Lk. 11–16
- Frey J., Frey T., Rästa E. "Sademete saastusest Eestis 1986–1989", "Kaasaegse ökoloogia probleemid", Tartu. –1991. –Lk. 25–29
- Roots O., Saare L. Atmosfernõi vklad v zagřaznenije Baltiiskogo morja sulfatami i nitratami. –Meteorologija i gidrologija. –1988. –Nr. 8. –Lk. 127–131
- Brjuhanov P., Koval N., Rjaboshabko A. Izutsenie zagřaznenija atmosferõ v zapovednike Vilsandi. Trudõ IPG –1985. –Nr. 62, –Lk. 93–98
- Roots O., Johannes I., Sirk A., Pikkov V. "Anioonide ja katioonide omavahelistest suhetest sademetes Läänemere kohal", Keskkonnakaitse. –1988. –nr. 1. –Lk. 16–21
- Ezemesjatsnõe dannõe po himitseskomu sostavu atmosferõh osadkov za 1981–1985, Leningrad. –1989. –Lk. 19–20.
- Information on sampling stations, measurement techniques and averaged results of atmospheric pollution study in "background" areas of the Baltic Sea region (submitted by the USSR) // Second Meeting of the ad hoc Group of Experts on Airborne Pollution of the Baltic Sea Area (EGAP). –Kiel. –1985. –EGAP 2/3. –8 pp.
- Report of the third Meeting of the ad hoc Group of Experts on airborne pollution of the Baltic Sea area (EGAP) of the Baltic Marine Environment Protection Commission. –Helsinki Commission, Neubrandenburg. –1986. –EGAP 3/8. –36 pp.
- Deposition of airborne pollutants to the Baltic Sea area 1983–1985 and 1986 // Baltic Sea Environment Proceedings. –1989. –nr. 32. –p. 2–56
- "Keskkond '90", "Looduskasutuse Teaduslik Infokeskus", Tallinn. –1991. –Lk. 45

II PEATÜKK

2 Õhu saastatuse taseme kompleksne hindamine Põhja-Eesti suuremates linnades

2.1 Sissejuhatus

Peatükk on pühendatud õhu saastetaseme komplekssele hindamisele mitmesuguste keemiliste ainete ja ühenditega Põhja-Eesti kolmes suuremas linnas; Tallinnas, Kohtla-Järvel ja Narvas. Need kolm linna on Eesti peamised tööstuskeskused, kus seetõttu on õhu saastatus meie ülejäänud linnadega võrreldes suhteliselt kõrgem.

Lähteandmetena on kasutatud Eesti Vabariikliku Hüdro meteoroloogia Valitsuse poolt regulaarse seire tulemusena koostatud andmebaasi, millest käesoleva analüüsi tarbeks on kasutatud kümnekonna olulisema õhu saasteaine immissioonimõõtmiste tulemusi aastatel 1970–1990. Kolmes suuremas linnas ülesseatud seirejaamaades fikseeritud õhu saasteainete keskmiste immissioonide alusel on arvatud kuukeskmised ja aastakeskmised komplekshinnangud, õhu saastatuse indeksid. Lähemalt vaadeldakse 5 aastast perioodi, 1986–1990.a. üksikute seirejaamade kaupa. Sealt selguvad ka iga linna puhul kõige enam saastatud piirkonnad nendest valitud paikadest, kuhu on paigutatud seirejaamad.

Õhu saastatuse taseme kompleksseks hindamiseks on kasutatud õhu seire detailseid tulemusi üldistavat meetodit, mida on lähemalt tutvustatud varasematel aastatel (Kallaste, 1989a, 1989b, 1991). Nimelt, kasutades ruutkeskmist meetodit, ühendatakse paljude saasteainete immissiooninäitajad üheks kompleksnäitajaks – õhu saastatuse indeksiks, arvestades seejuures vastavate koefitsientide abil saasteainete samaväärsuse normiületamise puhul nende erinevat ohtlikkust inimorganismile. Õhu saastatuse indeks annab mistahes linna või linnaosa seirejaamade õhu saastetaseme regulaarsete mõõtmistulemuste alusel üldistava hinnangu kas päeva, dekaadi, kuu või aasta kohta. Indeksi ühest suurem väärtus näitab, et normatiive (vastavaid ööpäevakeskmisi LPK-sid) on ületatud ja et õhk on ülemääraselt saastunud vähemalt nende saasteainetega, mille immissioonid fikseeritakse. Ühest madalam väärtus kirjeldab olukorda, kus õhus sisaldub küll saasteaineid, kuid vastavate LPK-dega ettenähtust vähemal määral. Tulemused on esitatud graafiliselt tulpdiagrammide kujul.

CHAPTER II

2 Comprehensive assessment of air pollution levels in major North-Estonian towns

2.1 Introduction

The chapter deals with comprehensive assessment of air pollution with various chemical substances and compounds in three North-Estonian towns: Tallinn, Kohtla-Järve and Narva. These towns are the major industrial centres of Estonia, levels of air pollution there being relatively higher than in other towns.

Data used for calculations were obtained from the data base of regular air monitoring carried out by the Estonian State Hydrometeorological Department. Immission measurement results of ten relatively more important pollutants concerning the years 1970 to 1990 were used for the present analysis. The mean monthly and annual comprehensive assessments as well as air pollution indices were calculated based on average immissions of air pollutants as measured in monitoring stations in the three towns. The 5-year-period, 1986 to 1990, is dealt with more specifically, on a station-to-station basis. According to these data the most polluted areas around the monitoring stations have been determined.

The method based on the generalization of detailed data which has been described in recent years (Kallaste, 1989a, 1989b, 1991) was used for comprehensive assessment of air pollution level. The essence of this is that the root-mean-square method is used for the compilation of immission data concerning individual pollutants into one comprehensive characteristic – air pollution index, taking into consideration (using respective coefficients) the different hazardousness of pollutants to the human organism in case of equal violations of standards. Air pollution indices can be used for giving comprehensive assessment of pollution level throughout a day, decade, month or year, based on regular measurement data from the monitoring stations in any town or town district. Index value higher than one indicates the exceeding of permissible pollution levels fixed by respective mean daily MPCs and implies that concentrations of the measured pollutants are too high. Index value lower than one refers to a situation in which air contains pollutants in concentrations lower than the MPC. The results are presented graphically.

2.2 Tallinna õhu saastatuse taseme hindamine

Tallinnas alustati õhu saasteainete immissioonimõõtmistega linna Sanitaar-Epidemioloogia Jaama poolt juba 1960-ndatel aastatel. 1970.a. jätkas seda tööd Hüdro meteoroloogia Valitsus (HMV) üleliiduliselt kooskõlastatud mõõtmismetoodikate ja –aparatuuri alusel. Neljas seirejaamas, mis paiknesid linna eri piirkondades mõõdeti 3 korda päevas kuue saasteaine – tolm, tahma, vääveldioksiidi (SO_2), vingugaasi (CO), lämmastikoksiidide (NO_x) ja fenooli ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) sisaldusi (vt. lähemalt (Kallaste, 1984)). Käesolevaks ajaks on suurenenud seirejaamade arv kaheksani ja mõõdetavate saasteainete arv kaheteistkümmeni, lisaks veel kümnekonna raskmetalli sisalduse määramised.

Tabelis 2.1 on esitatud peamiste õhu saasteainete LPKd ja nende ohtlikkuse klassid.

Tabel 2.1 Peamiste saasteainete kohta käiv informatsioon, mis on vajalik õhu saastatuse taseme hindamisel.

2.2 Assessment of the air pollution level in Tallinn

Measurements of immission of air pollutants in Tallinn was started by the Station of Sanitary Epidemiology already in the 1960s. Since 1970 this has been continued by the Hydrometeorological Department (HMD) using the USSR measuring equipment and methods. In four stations located in three different parts of the town the concentrations of six pollutants – dust, soot, SO_2 , CO, NO_x , and phenols ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) – were recorded three times a day (See also Kallaste, 1984). Currently there are eight monitoring stations and the number of pollutants measured has increased to twelve, plus occasional recording of concentrations of ten heavy metals.

In the Table 2.1 the MPCs and classes of hazardousness of major air pollutants are presented.

Table 2.1 Basic information on the most relevant pollutants needed for the assessment of the level of air pollution.

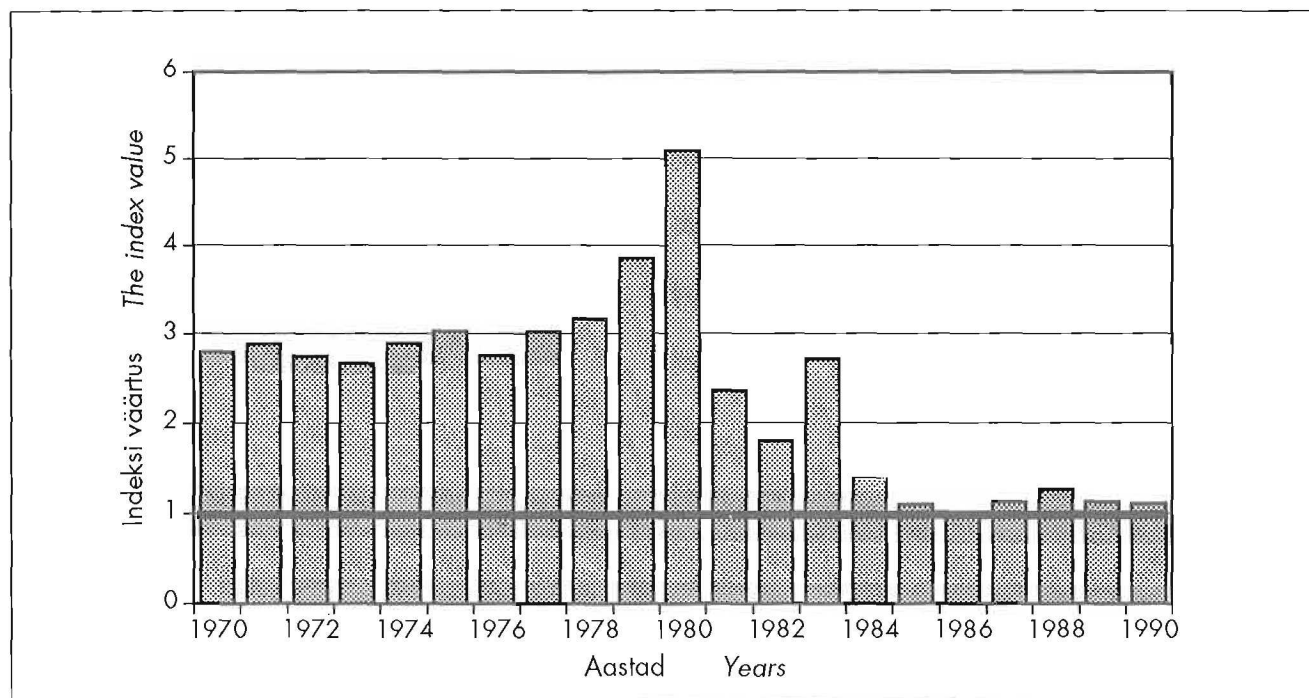
Saasteaine Pollutant	LPK (mg/m^3) MPC (mg/m^3)			Ohtlikkuse klass Class of hazardousness
	20-min 20-min	24-tunni 24-hrs	Töötsooni Work-area	
Vääveldioksiid / Sulphur dioxide (SO_2)	0,5	0,05	10,0	3
Väävelhape / Sulphuric acid (H_2SO_4)	0,3	0,1	1,0	2
Väävelvesinik / Hydrogen sulphide (H_2S)	0,008	0,008	10,0	2
Lämmastikdioksiid / Nitrogen dioxide (NO_2)	0,085	0,04	2,0	2
Lämmastikoksiid / Nitrogen oxide (NO)	0,6	0,06	5,0	3
Ammoniaak / Ammonia (NH_3)	0,2	0,04	20,0	4
Vesinikfluoriid / Hydrogen fluoride (HF)	0,02	0,005	0,05	2
Formaldehüüd / Formaldehyde (HCHO)	0,035	0,003	0,5	2
Põlevkivi fenool / Oil-shale Phenol	0,07	0,0007	0,5	3
Tahm / Soot (C)	0,15	0,05	4,0	3
Tsemenditolm / Cement dust	0,3	0,1	6,0	4
Tahked osakesed / Particulates	0,5	0,15	6,0	3
Põlevkivi lendtuhk / Oil-shale fly ash	0,3	0,1	4,0	3
Bensiin / Petrol	5,0	1,5	100,0	4
Süsinikoksiid / Carbon monoxide (CO)	5,0	3,0	20,0	4
Fenool / Phenol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$)	0,01	0,003	0,3	2
Plii / Lead (Pb)	-	0,0003	0,01	1
Benso(a)pireen / Benzo(a)pyrene	-	0,000001	0,00015	1

HMV poolt aastatel 1970–1990 (Jezhegodnik..., 1971–1991), tehtud mõõtmistulemuste alusel on õhu saastatuse indeksi arvutamiseks võetud arvesse eelmainitud 5 saasteaine immissioonid. Tulemused on esitatud tulpdigrammide kujul (vt. joonis 2.1).

70-ndatel aastatel oli Tallinna saastatus suhteliselt väga kõrge. Nelja kuni kuue seirejaama keskmisena

According to data of the HMD for 1970–1990 (Jezhegodnik..., 1971–1991), air pollution indices have been calculated based on the immissions of the mentioned five pollutants. The results are presented in the form of bar graphs (Figure 2.1).

In the late 1970s the air pollution level in Tallinn was relatively high. The mean values of indices concer-



Joonis 2.1 Tallinna õhu saastatuse indeksi muutumine. Indeks on arvatud 5 saasteaine aastakeskmiste immissioonide alusel. Pidev joon tähistab siin ja ka teistel joonistel LPK-dega määratud õhu saastatuse taset.

Figure 2.1 Time series of the air pollution index in Tallinn. 5 pollutants' average yearly immissions are included. Continuous line marks here and also on the other figures the level of air pollution allowed with MPCs.

olid õhu saastatuse indeksi väärtused veidi alla 3.0, mis sisuliselt tähendab kolmekordset normatiividega veel lubatud saastetaseme ületamist. Peamiselt oli tegemist väeveldioksiidi aastakeskmiste immissioonidega, mis 3–4 korda ületasid LPK. Ka tolmu, vingugaasi, fenooli ja lämmastikoksiidide sisaldusi registreeriti 2–4 korda vastavatest LPK-dest kõrgematena. Kõrgeima saastatusega oli tegemist 1979 ja 1980.a., mil õhu saastatuse indeksi väärtus ulatus vastavalt 3.9 ja 5.1 ni. Peamist rolli mängisid siin SO₂, CO ja fenooli kõrgeid immissioonid, mis ületasid 3–4 korda vastavaid LPK-sid.

Õhu saastatuse tase suhteliselt väikesel arvu saasteainete alusel arvatud komplekshinnangu järgi on vaadeldava perioodi lõpuks jõudnud peaaegu normatiividega lubatud piiridesse, indeksi väärtus 1.0 (vt. joonis 2.1). Pealiskaudsel hindamisel võiks lugeda õhu saastatust normatiividele vastavaks. Tegelikult on aga õhk palju enam saastatud, kui sellelt jooniselt välja loeb, ja just mitmesuguste spetsiifiliste toksiliste saasteainetega, mida 70-ndatel aastatel Tallinna õhus veel üldse ei analüüsitud.

Kaheksakümnendatel aastatel suurendati Tallinnas regulaarselt mõõdetavate saasteainete arvu summaar-

ning 4 to 6 stations were slightly below 3.0 which in fact means threefold exceeding the pollution level fixed by standards. The main problems were caused by immissions of SO₂ which exceeded the MPC by 3–4 times. Recorded immissions of dust, CO, phenols and NO_x also exceeded the respective MPCs by 2–4 times. The highest pollution level was recorded in 1979 and 1980 when the air pollution index value reached 3.9 and 5.1, respectively. The main reasons were high immissions of SO₂, CO and phenols, which exceeded the respective MPCs by 3–4 times.

According to the comprehensive assessment based on a relatively small number of pollutants, air pollution has nearly decreased to the permissible level by the end of the observed period, equalling 1.0 (Figure 2.1). In general this might refer to an acceptable air pollution level. In reality air is much more polluted than can be expected according to the figure; this especially concerns various specific toxic pollutants which were not analyzed in the air of Tallinn in the 1970s.

In the 1980s the number of regularly measured air pollutants reached 12, including sulphate-ion and benzo(a)pyrene. In one of the eight stations (No. 4, at 24 St.Petersburg Road) the number of measured pollu-

selt juba 12-ni, s.h. sulfaatioon ja benso(a)püreen. ühes kaheksast seirejaamast (Nr. 4), St. Peterburgi mnt. 24, “Majaka” klubi lähedal) suurendati mõõdetavate saasteainete arvu juba kaheksani. Kolmes seirejaamas mõõdetakse käesoleval ajal 6 aine, kahes – 5 aine ja ülejäänud kahes – vaid 4 aine sisaldusi. Suurema arvu saasteainete alusel arvutatud indeks annab kahtlemata täiuslikuma ettekujutuse õhu saastatusest. Mida enam saasteaineid õhu saastatuse hindamisel indeksi koosseisu on lülitatud, seda enam on võimalik näha n.ö. “jäämäe veelast osa”.

Joonisel 2.2 on õhu saastatuse keskmise indeksi arvutustes alates 1986.a. täiendavalt juurde võetud veel sellised spetsiifilised keemilised ühendid nagu ammoniaak (NH_3), väävelvesinik (H_2S), vesinikfluoriid (HF), formaldehüüd (HCHO) ja lämmastikoksiid (NO). Seejuures tuleb märkida, et H_2S , HF ja HCHO kuuluvad keemiliste ainete ohtlikkuse klassifikatsiooni järgi väga ohtlike ainete 2. ohtlikkuse klassi. Tallinna õhu saastatuse indeksi väärtus kasvas suurema arvu saasteainete arvestamisel üsna märgatavalt.

Indeksi arvuliste väärtuste graafilisest esitusest, jooniselt 2.2 selgub, et Tallinnas oli aastatel 1986–1990 tegemist siiski küllalt märkimisväärse saastumisega, ulatudes 1988.a. LPK-dega määratletud saastatuse 1.7-kordse ületamiseni. Suurimat osakaalu indeksis omas vääveldioksiid ja formaldehüüd, mille aastakeskmised immissioonid ületasid Tallinna keskmisena vastavalt 2- ja 3-korda LPK väärtusi.

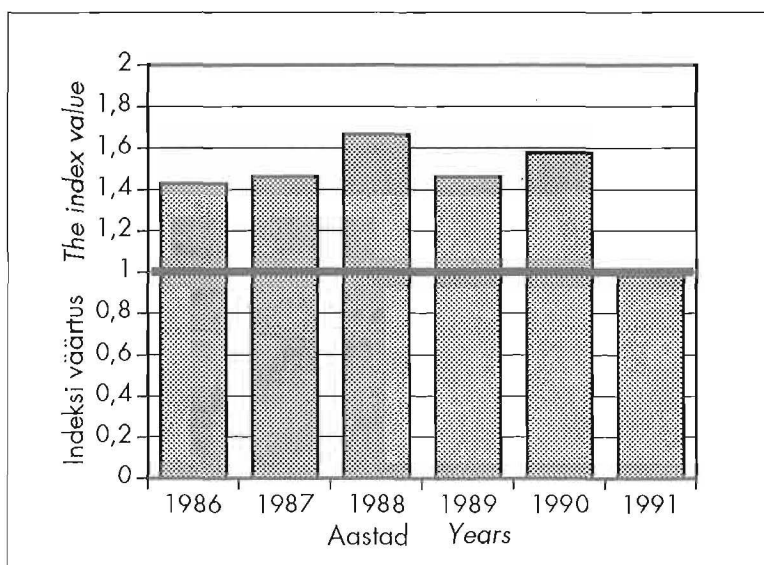
Vääveldioksiidi aastakeskmised immissioonid olid 70-ndatel aastatel Tallinna õhus kõrged, keskmiselt 3 ja enamkordsed LPK ületamised, absoluutväärtused

tants was increased to 8. In three stations the levels of 6 pollutants, in two – of 5, and in the rest two – of only 4 pollutants have been recorded. Of course, the index based on a higher number of pollutants would better characterize the level of air pollution, it would be possible to see more of the “lower part of the iceberg”.

While calculating air pollution indices presented in Figure 2.2 the following additional specific chemical compounds have been taken into consideration since 1986: ammonia (NH_3), hydrogen sulphide (H_2S), hydrogen fluoride (HF), formaldehyde (HCHO) and nitrogen oxide (NO). It should also be mentioned that H_2S , HF and HCHO belong to the very hazardous group (class II) of chemicals according to the classification of chemical substances used in hygiene. The air pollution index of Tallinn as calculated based on a bigger number of pollutants was considerably higher.

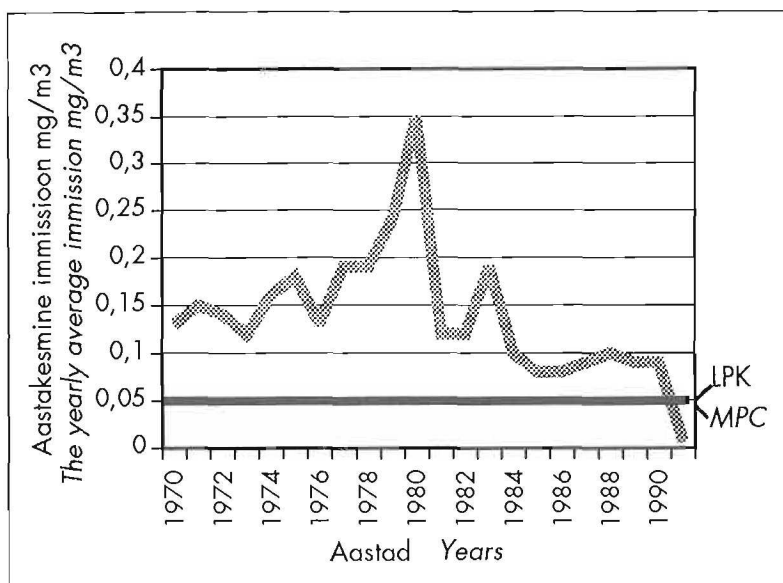
From the graphic representation of index values (Figure 2.2) it can be seen that the pollution level in Tallinn in 1986–1990 was quite high, exceeding the MPC by 1.7 times in 1988. The biggest share was contributed by sulphur dioxide and formaldehyde, the mean annual immissions of which exceeded the MPCs by 2 and 3 times, respectively.

The mean yearly immissions of SO_2 in Tallinn in the 1970s were high (on the average 3 times more than the MPC), the absolute values varying between 0.12 and 0.35 mg/m^3 (Figure 2.3). Since 1991 the Hydrometeorological Department has been carrying out SO_2 measurements according to a new method which, according to the HMD, is much more selective than the formerly used one. Due to the application of the new



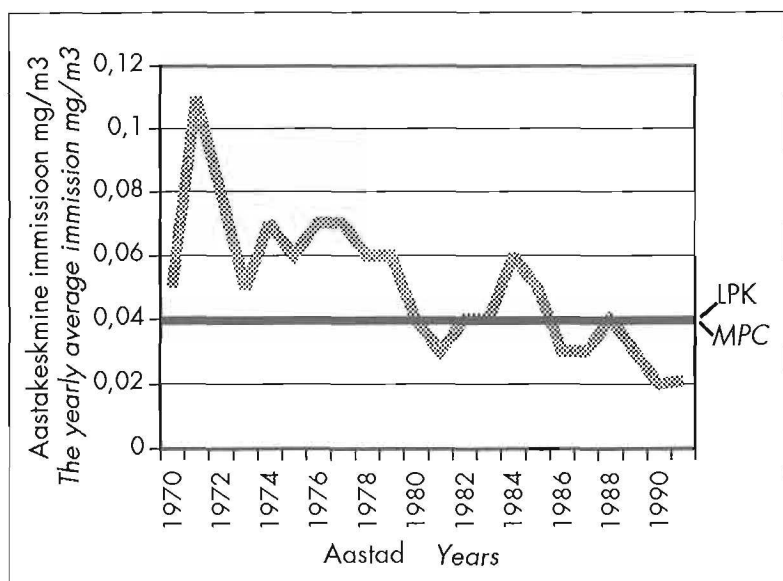
Joonis 2.2 Tallinna õhu saastatuse indeksi muutumine aastail 1986–1990. Indeks on arvatud 10 saasteaine aastakeskmiste immissioonide alusel.

Figure 2.2 Time series of the air pollution index in Tallinn. 10 pollutants' yearly average immissions are included.



Joonis 2.3 Tallinna õhu SO₂ immissiooni ajaline muutumine.

Figure 2.3 Time series of SO₂ immission in Tallinn.



Joonis 2.4 Tallinna õhu NO₂ immissiooni ajaline muutumine.

Figure 2.4 Time series of NO₂ immission in Tallinn.

olid vahemikus 0.12–0.35 mg/m³ (vt. joonis 2.3). Alates 1991.a. tehti HMV poolt SO₂ mõõtmiseid uue meetodika järgi, mis HMV andmetel olevat SO₂ osas selektiivselt märksa tundlikum kui eelmine. Uue meetodika rakendamise tulemuseks oli aasta jooksul mõõdetud SO₂ immissioonide vähenemine rohkem kui ühe suurusjärgu võrra, ca' 10–20 korda! (vt. joonisel 2.3 1991.a. keskmist mõõtmistulemust).

Selline HMV poolt registreeritud suur SO₂ immissioonide langus kajastus kohe ka õhu saastatuse indeksi väärtuses, mis Tallinna 8 seirejaama keskmisena kahandas indeksi arvulist väärtust 1991.aastal 1-ni (vt. joonis 2.2). See iseloomustab suhteliselt vähe saastunud, tinglikult puhast, s.t. LPK-dega veel lubatud saas-

method the measured immissions of SO₂ decreased by more than one order of magnitude! (by 10 to 20 times) within one year (See the mean measured immission for 1991 in Figure 2.3).

Such considerable decrease in the SO₂ immission as recorded by the HMD was of course reflected in the value of the air pollution index, which decreased to 1 in 1991 (as an average for 8 stations) (Figure 2.2). This indicates that on the average the air in Tallinn is relatively unpolluted, i.e. the immissions of pollutants are generally below the respective MPCs levels.

The yearly average immission of NO₂ remained high until the beginning of 1980s, still having a decreasing tendency. Since 1986 the immission of NO₂ has

tetasemega õhku kogu Tallinna linna keskmisena.

NO₂ aastakeskmise immissioon püsis kuni 1980-ndate aastate alguseni kõrgena, kuid omas siiski kogu vaadeldava perioodi jooksul vähenevat tendentsi. Alates 1986.a. oli NO₂ immissioon alla LPK (joonis 2.4).

Nähtavasti tuleks komplekshinnangute arutamisel eristada teatud kindlad ajavahemikud, vähemalt kahe kriteeriumi alusel:

- 1) ühetaolise mõõtmismetoodika kasutamine, et tulemused oleksid vaadeldava perioodi jooksul omavahel objektiivselt võrreldavad. See kehtib näiteks tolmu, CO ja SO₂ ning mõne teise saasteaine kohta,
- 2) indeksi koosseisu lülitatavate saasteainete kogumi representatiivsuse ja võrreldavuse nõue.

Nende tingimuste täitmisel saaksime erinevatel ajavahemikel mõõdetud immissioonide alusel arvutada omavahel objektiivselt võrreldavaid saastetaseme komplekshinnanguid.

2.3 Tallinna enamsaastunud piirkonnad 1990.a.

Õhu saastatuse indeksi abil võib saasteolukorda kirjeldada ka linna üksikutes piirkondades märksa lühema ajavahemiku, näiteks ühe aasta jooksul. Selleks on Tallinna 8 seirejaama 10 saasteaine sisalduse kohta fikseeritud tuhandete analüüsitulemuste üldistamise alusel valitud neli enamsaastunud seirejaama. 1990.a. immissiooniandmete põhjal olid need järgmised: seirejaam Nr. 4, asukohaga St. Peterburgi mnt. 24, "Majaka" klubi juures, Nr. 6 – Viru väljakul, Nr. 10 – Kallaveres, keemiakombinaadi "Eesti Fosforiit" lähedal ja Nr. 12 – Akadeemia tee 122, TTÜ ühiselamute lähedal. Seejuures mõõdeti neis 1990.a. järgmiseid saasteaineid:

4. seirejaamas: tolmu, SO₂, CO, NO₂, NH₃, HCHO ja HF, lisaks veel (SO₄)²⁻ ja raskmetalle;
6. seirejaamas: tolmu, SO₂, CO, NO₂, NH₃ ja H₂S*, lisaks veel benzo(a)pireeni;
10. seirejaamas: tolmu, SO₂, NO₂ ja HF;
12. seirejaamas: tolmu, SO₂, CO, NO₂, NH₃ ja HCHO, ja raskmetalle.

Joonisel 2.5 on esitatud Tallinna eeltoodud nelja enamsaastunud piirkonna õhu saastatuse indekseid

* – H₂S sisalduse mõõtmisi alustati Viru väljakul alles 1990.a.

been less than MPC (Figure 2.4).

It would be reasonable to differentiate certain time intervals at the calculation of comprehensive assessments, based on two criteria at least:

- 1) use of the same methods of measurement in order to obtain results which would be comparable throughout the period under observation; this concerns dust, CO, SO₂ and some other pollutants, for example;
- 2) requirement of representativeness and comparability of data used for the calculation of pollution indices.

In case these requirements are met, it would be possible to calculate comprehensive assessments of pollution based on measurement results for different time intervals, while still acquiring reliable results to be compared.

2.3 The more polluted areas in Tallinn in 1990

Based on the air pollution index, it is possible to describe the state of air pollution in individual areas of the town based on a relatively shorter period, e.g. a year. For this four relatively most polluted monitoring stations were selected from the 8 stations located in Tallinn, based on the recorded levels of 10 pollutants according to thousands of results. According to immission measurement results in 1990 these were the following: monitoring stations No. 4 (at 24 St. Petersburg Road), No. 6 (at Viru square), No. 10 (in Kallaveres, in the vicinity of the chemical production plant "Estonian Phosphorite") and No. 12 (at 122 Akadeemia Road). In 1990 the following pollutants were measured in these stations:

- in station No. 4: dust, SO₂, CO, NO₂, NH₃, HCHO and HF, plus (SO₄)²⁻ and heavy metals;
- in station No. 6: dust, SO₂, CO, NO₂, NH₃ and H₂S*, plus benzo(a)pyrene;
- in station No. 10: dust, SO₂, NO₂ and HF;
- in station No. 12: dust, SO₂, CO, NO₂, NH₃ and HCHO, plus heavy metals.

Changes in the air pollution indices of the mentioned 4 most polluted areas of Tallinn in 1986–1990 are

* - recording of H₂S immission in station No. 6 was started only in 1990.

muutumine aastatel 1986–1990. Normatiividega veel lubatud saastetaseme ületamine on suhteliselt suur, 1,5–2 korda. Saastatuse vähenemise tendentsi võib fikseerida alles 1990.a. Sellise kõrvutamise juures tuleb kahtlemata arvesse võtta seda, et erineva arvu saasteainete põhjal arvutatud indeksi väärtuste võrdlemine eri seirejaamades toob sisse teatava väikese tinglikkuse.

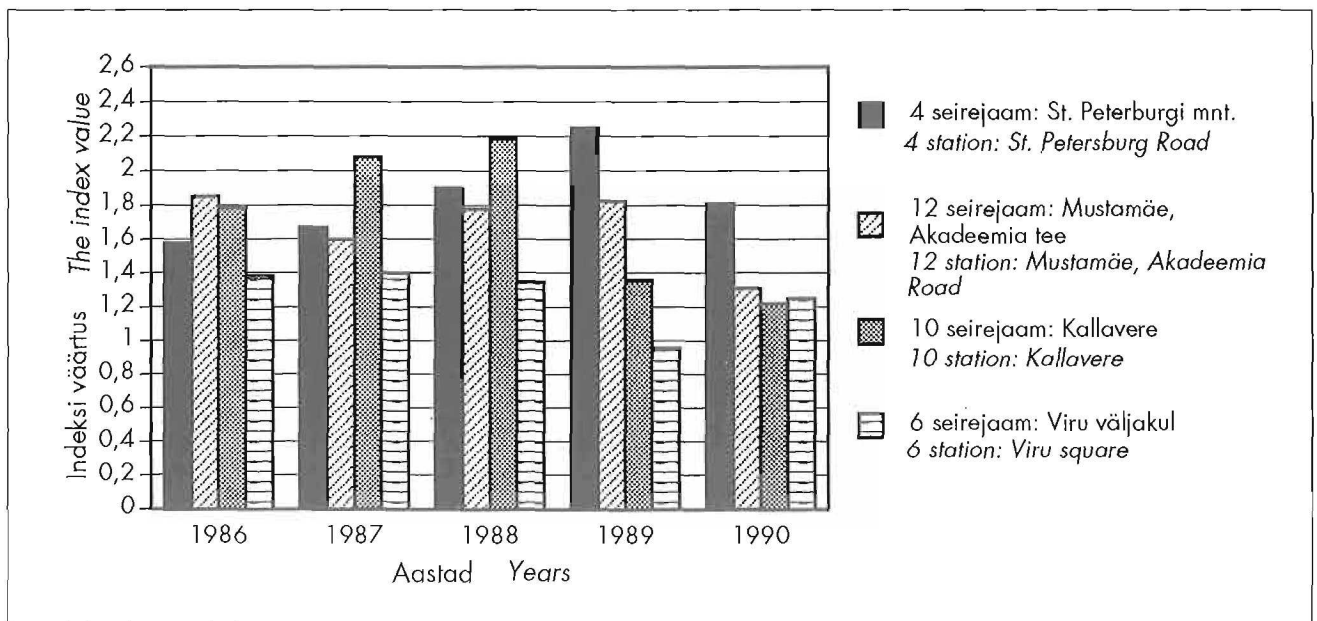
Saastatuse olukorraga lähemaks tutvumiseks on ülal toodud Tallinna nelja piirkonna õhu saastatuse indeksi arvuliste väärtuste ajaline muutumine arvutatud 1990.a. detailsete kuukeskmiste immissioonide alusel (HMD Fond, 1991) (vt. joonised 2.6, 2.7, 2.8 ja 2.9).

Tulpade visuaalsel hindamisel selgub, et kõige enam on saastunud õhk St. Peterburgi mnt.-l 4. seirejaama piirkonnas (vt. joonis 2.6). Aasta keskmiselt on tegemist ca' 2-kordse ($I=1.9$) normatiividega veel lubatud saastetaseme ületamisega (vt. lähemalt tabel 2.2). Aprillikuus küündis saastatuse komplekshinnang 7 saasteaine alusel isegi 3-kordseks võrreldes normatiividega lubatud tasemega. Suurim osakaal oli aprillis formaldehüüdil, mille immissioonid kuukeskmisena ületasid 4.3 korda LPK (vt. joonis 2.10 ja tabel 2.2).

presented in Figure 2.5. The permissible pollution levels have been exceeded by 1.5 to 2 times. The tendency towards a decrease of pollution load could first be noticed in 1990. It should undoubtedly be considered that the comparison of indices based on a different number of pollutants in different stations creates small discrepancies.

For a better illustration of pollution level changes in the values of indices concerning the four areas of Tallinn in 1990 (based on detailed calculation of mean monthly immission values) are presented in Figures 2.6, 2.7, 2.8 and 2.9 (Source: HMD Fund, 1991).

While comparing the columns of numbers, it can be seen that the area around the monitoring station No. 4 (at St. Petersburg Road) is the most polluted of the four (Figure 2.6). The mean yearly index value is 1.9, indicating the average exceeding of the level of pollution allowed by respective MPCs by approximately 2 times (Table 2.2). In April the comprehensive assessment based on 7 pollutants even reached the value of 3. The highest contribution for this was given by formaldehyde, the immissions of which exceeded the MPC by 4.3 times on the average (Figure 2.10 and Table 2.2).



Joonis 2.5 Õhu saastatuse indeksite muutumine Tallinna neljas enamsaastunud piirkonnas aastail 1986–1990. 4. seirejaam asub Lasnamäel, St. Peterburgi mnt., 6. seirejaam – Viru väljakul, 10. seirejaam Kallaveres ja 12. seirejaam – Mustamäel, Akadeemia teel. Indeksid on seirejaamade kaupa arvutatud eri arvu saasteainete aastakeskmiste immissioonide alusel.

Figure 2.5 Time series of the air pollution indices in four most polluted areas in Tallinn in 1986–1990. Monitoring station No. 4 is located in Lasnamäe nearby St. Petersburg Road, No. 6 – at Viru square, No. 10 – in Kallavere and No. 12 – in Mustamäe, on Akadeemia Road. Air pollution indices for single monitoring stations have been calculated on the basis of different number of pollutants' average yearly immissions.

Ka SO₂ kuukeskmised immissioonid ületasid 1990.a. pidevalt LPK-sid keskmiselt 2 korda (vt. tabel 2.1). Seejuures on kolmel kuul aastas saastetase olnud ligi 3 LPK-ja enam kordne (vt. joonis 2.11). Kaks viimati-mainitud saasteainet ongi peamised selles piirkonnas õhu kõrget saastetaset määravat saasteainet.

Suhteliselt kõrge oli saastetase ka Mustamäe elamurajoonis, Akadeemia teel 12. seirejaamas (vt. joonis 2.7), kus viiel kuul aasta jooksul oli õhu saastatuse indeksi väärtus 1.7 ja enam! Peamisteks LPK ületavateks saasteaineteks oli siin SO₂, mille kuukeskmisteks immissioonideks mõõdeti kuni 3.1 LPK ja HCHO, mille immissioonid ulatusid 2.6 LPK-ni.

10. seirejaamas Kallaveres kujunes aastakeskmiseks õhu saastatuse indeksi väärtuseks 1.2 (vt. joonis 2.8). Kõige kõrgem saastetase fikseeriti jaanuari-, juuni- ja detsembrikuus. Kaks peamist saasteainet vävel-dioksiid ja vesinikfluoriid ületasid pidevalt LPK-sid. Jaanuaris mõõdeti SO₂ ja HF immissioonideks vastavalt 2.6 ja 2.2 LPK, juunis – 1.4 ja 2.3 LPK ja detsembris 2.1 ja 2.3 LPK.

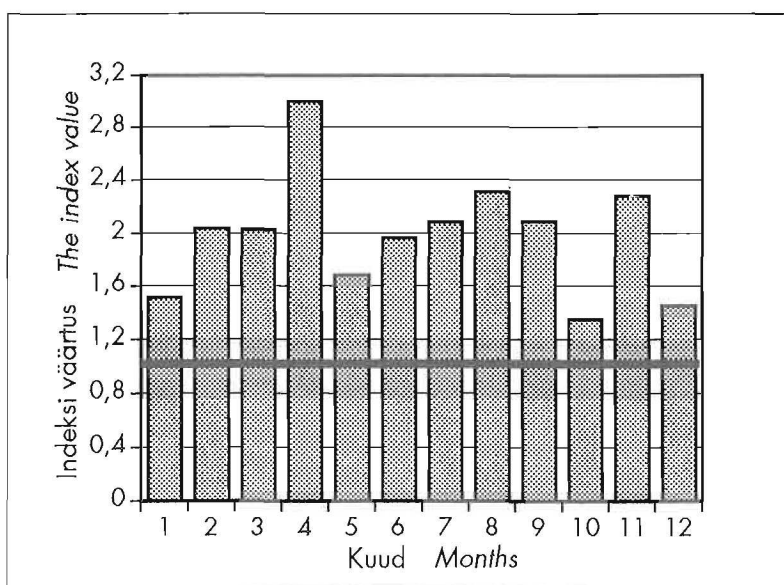
Viru väljakul, 6. seirejaamas (vt. joonis 2.9) fikseeriti kolm kõrgemat indeksi väärtust järgmiselt: veebruarikuus 1.9, augustis – 1.7 ja novembris – 2.0. Aasta ülejäänud kuudel oli saastatuse komplekshinnang 6 saasteaine alusel ligilähedane suhteliselt vähesaastunud, tinglikult puhtale õhule. Kõrged indeksi väärtused üksikutel kuudel andis SO₂, mille kuukeskmised immissioonid olid vastavalt 3.1 LPK, 2.8 LPK ja 3.1 LPK. Normist kolm korda kõrgemad SO₂ sisaldused lausa linna südames viitavad kas seirejaama ebasobivale

Mean monthly immission levels of SO₂ in 1990 exceeded the MPC twofold on the average (Table 2.1). In the last three months of the year the pollution level has exceeded the MPC by up to 3 times (Figure 2.11). The two latter pollutants are the main contributors to the high pollution level in this area.

Air pollution level in the Mustamäe residential district in the vicinity of station No. 12 (Figure 2.7) was also relatively high. During five months the value of pollution indices exceeded the MPC by 1.7 times! The pollutants exceeding the MPC the most are SO₂, the mean monthly immissions of which reached 3.1 MPC; and HCHO, the immissions reaching 2.6 MPC.

In monitoring station No. 10 (in Kallavere) the mean yearly value of air pollution index was 1.2 (Figure 2.8). The highest pollution levels were recorded in January, June and December. The two main pollutants, SO₂ and HF, repeatedly exceeded the MPCs level – in January the recorded immissions were 2.6 and 2.2 MPC, in June – 1.4 and 2.3 MPC, in December 2.1 and 2.3 MPC, respectively.

In monitoring station No. 6 (at Viru square) (Figure 2.9) the three highest index values recorded were: 1.9 in February, 1.7 in August and 2.0 in November. In the other months the comprehensive assessment of air pollution based on 6 pollutants indicated relatively unpolluted (“conditionally clean”) air. High values of the indices during some months were mainly caused by SO₂, the mean monthly immissions of which exceeded the MPC by 3.1, 2.8 and 3.1 times, respectively. SO₂ levels exceeding the permissible concentrations by

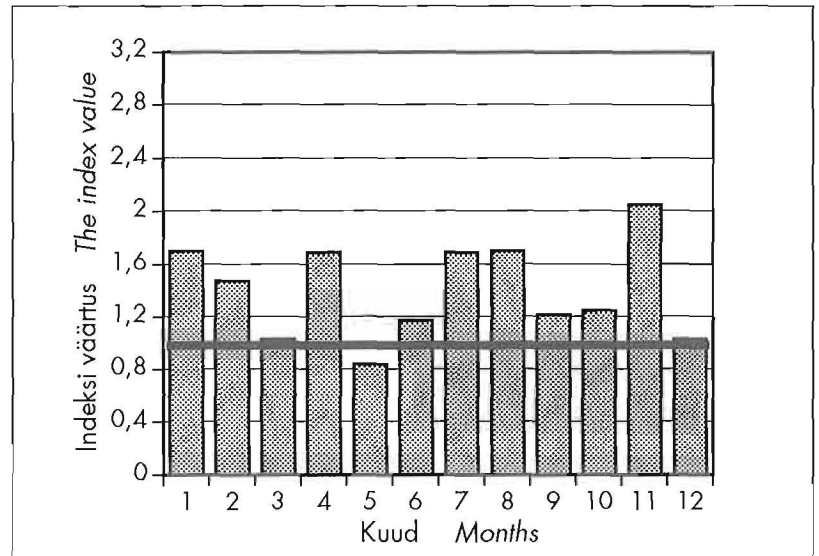


Joonis 2.6 Tallinna õhu saastatuse indeksi ajaline muutumine 1990.a. Lasnamäel, St. Peterburgi mnt. 4. seirejaamas. Indeks on arvatud 7 saasteaine aastakeskmiste immissioonide alusel.

Figure 2.6 Time series of the air pollution index in Tallinn at Lasnamäe, in St. Petersburg Road monitoring station No. 5 in 1990. 7 pollutants' average yearly immissions are included.

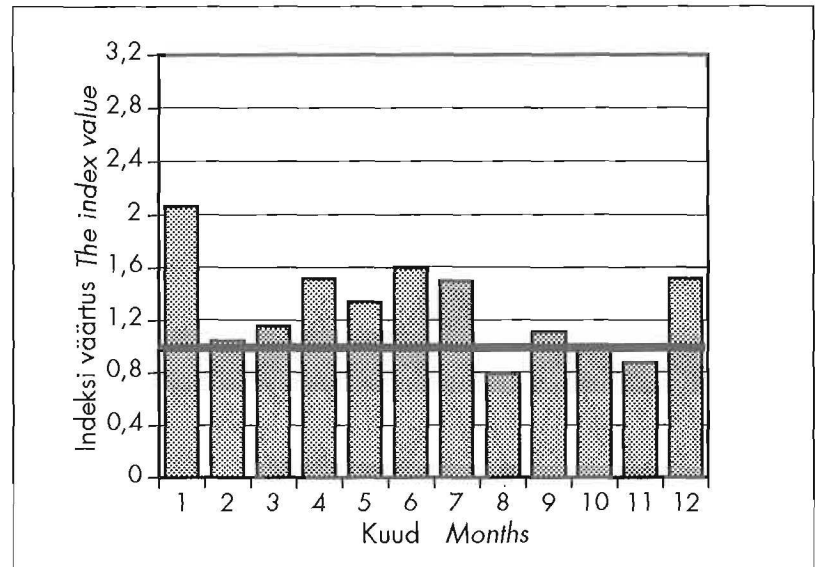
Joonis 2.7 Tallinna õhu saastatuse indeksi ajaline muutumine 1990.a. Mustamäel, Akadeemia teel 12. seirejaamas. Indeks on arvatud 6 saasteaine aastakeskmiste immissioonide alusel.

Figure 2.7 Time series of the air pollution index in Tallinn at Mustamäe, on Akadeemia Road monitoring station No.12 in 1990. 6 pollutants' average yearly immissions are included.



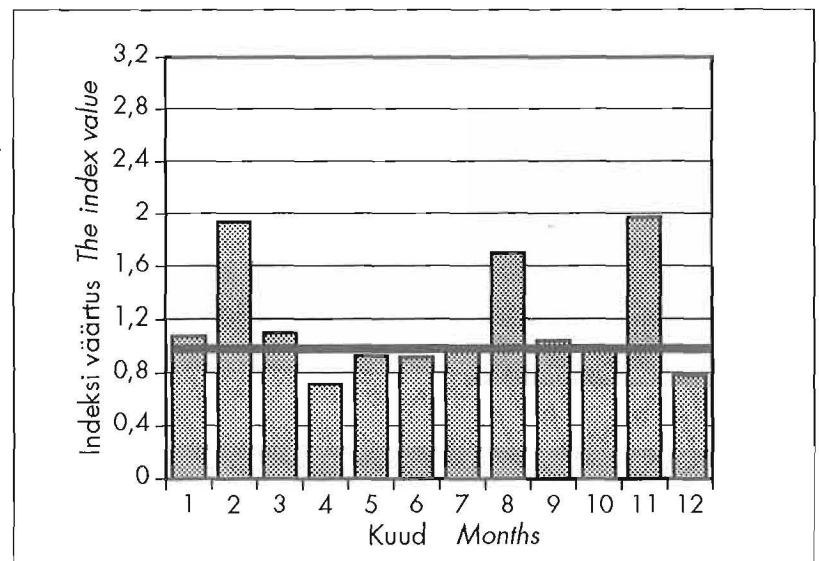
Joonis 2.8 Tallinna õhu saastatuse indeksi ajaline muutumine 1990.a. Kallaveres 10. seirejaamas. Indeks on arvatud 4 saasteaine aastakeskmiste immissioonide alusel.

Figure 2.8 Time series of the air pollution index in Tallinn, in Kallaveres monitoring station No.10 in 1990. 4 pollutants' average yearly immissions are included.



Joonis 2.9 Tallinna õhu saastatuse indeksi ajaline muutumine 1990.a. Viru väljakul 6. seirejaamas. Indeks on arvatud 6 saasteaine aastakeskmiste immissioonide alusel.

Figure 2.9 Time series of the air pollution index in Tallinn at Viru square monitoring station No. 6 in 1990. 6 pollutants' average yearly immissions are included.



Tabel 2.2 Tallinna 4. seirejaamas mõõdetud kuukeskmised õhu saasteainete immissioonid (mg/m³), suhe LPK-ga ja vastavad õhu saastatuse indeksid 1990.a. Koostatud HMV Fondi, 1991.a. materjalide alusel.

Table 2.2 Average monthly immissions of air pollutants (mg/m³) measured in Tallinn monitoring station No. 4, their ratio to MPC, and corresponding air pollution indices in 1990, compiled on the data basis of HMD of 1991.a.

1990.a. kuu Month of 1990	Tolm Dust	24-t LPK ületamine Violation of 24-h MPC	SO ₂	24-t LPK ületamine Violation of 24-h MPC	CO	24-t LPK ületamine Violation of 24-h MPC	NO ₂	24-t LPK ületamine Violation of 24-h MPC	NH ₃	24-t LPK ületamine Violation of 24-h MPC	HCHO	24-t LPK ületamine Violation of 24-h MPC	HF	24-t LPK ületamine Violation of 24-h MPC	Indeksi väärtus The index value
1	0.0081	0.05	0.0924	1.84	1.4990	0.49	0.0164	0.41	0.0207	0.51	0.0068	2.26	0.0033	0.66	1.51
2	0.0166	0.11	0.1598	3.19	1.4029	0.46	0.0180	0.45	0.0231	0.57	0.0062	2.06	0.0028	0.56	2.03
3	0.0173	0.11	0.1026	2.05	1.2898	0.42	0.0175	0.43	0.0250	0.62	0.0090	3.00	0.0016	0.32	2.02
4	0.0585	0.39	0.0756	1.51	1.3571	0.45	0.0158	0.39	0.0146	0.36	0.0128	4.26	0.0016	0.32	2.99
5	0.0439	0.29	0.0775	1.55	0.6734	0.22	0.0116	0.29	0.0251	0.62	0.0079	2.63	0.0013	0.26	1.68
6	0.0520	0.34	0.0769	1.53	1.3611	0.45	0.0268	0.67	0.0313	0.78	0.0089	2.96	0.0041	0.82	1.96
7	0.0220	0.14	0.0871	1.74	0.9459	0.31	0.0204	0.51	0.0267	0.66	0.0094	3.13	0.0023	0.46	2.08
8	0.0552	0.36	0.1353	2.70	0.7826	0.26	0.0098	0.24	0.0411	1.02	0.0095	3.16	0.0014	0.28	2.30
9	0.0242	0.16	0.0999	1.99	0.7457	0.24	0.0155	0.38	0.0299	0.74	0.0093	3.10	0.0017	0.34	2.09
10	0.0132	0.08	0.0886	1.77	1.0447	0.34	0.0170	0.42	0.0338	0.84	0.0060	2.00	0.0025	0.50	1.34
11	0.0410	0.27	0.1718	3.43	0.9444	0.31	0.0218	0.54	0.0341	0.85	0.0073	2.43	0.0008	0.16	2.28
12	0.0237	0.15	0.0806	1.61	0.9629	0.32	0.0151	0.37	0.0322	0.80	0.0068	2.26	0.0014	0.28	1.45
keskmise average	0.0313	0.20	0.1040	2.08	1.0841	0.36	0.0171	0.42	0.0281	0.70	0.0083	2.77	0.0021	0.41	1.88

paiknemisele lokaalse õhu saasteallika vahetus läheduses või mõnele teisele suurele saasteallikale Viru väljaku piirkonnas.

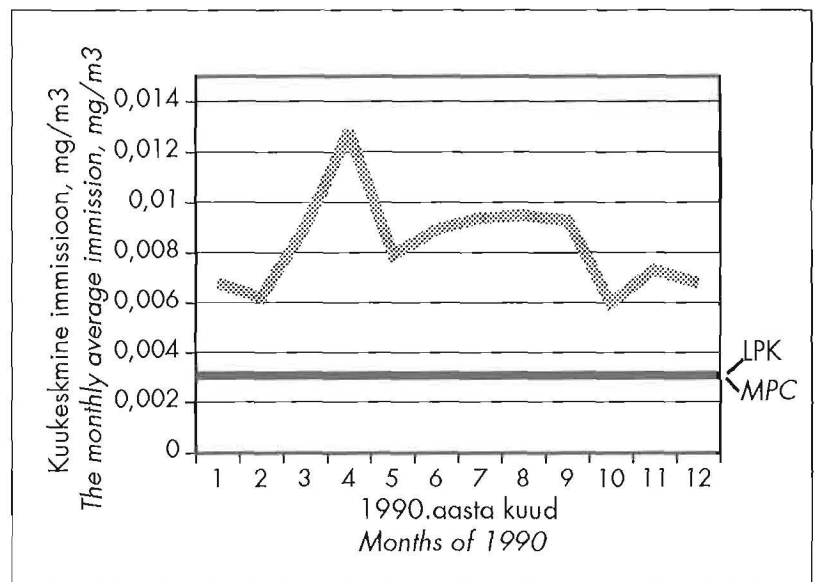
Ülejäänud neljas seirejaamas fikseeriti mõnevõrra madalamaid saastetasemeid ja seetõttu me neid siinkohal ei esita. Iseloomulik on aga kõigile see, et üksikutel kuudel on mõõdetud LPK-dest tunduvalt kõrgemaid immissioone.

three times in the centre of the town indicate either an unsuitable location of the monitoring station in the near vicinity of a considerable pollution source or the existence of some other source of pollution in the Viru square area.

In the remaining four monitoring stations lower pollution levels were recorded, therefore these data are not presented here. However, it is characteristic to all the stations that immissions significantly exceeding the MPC have been recorded during some months.

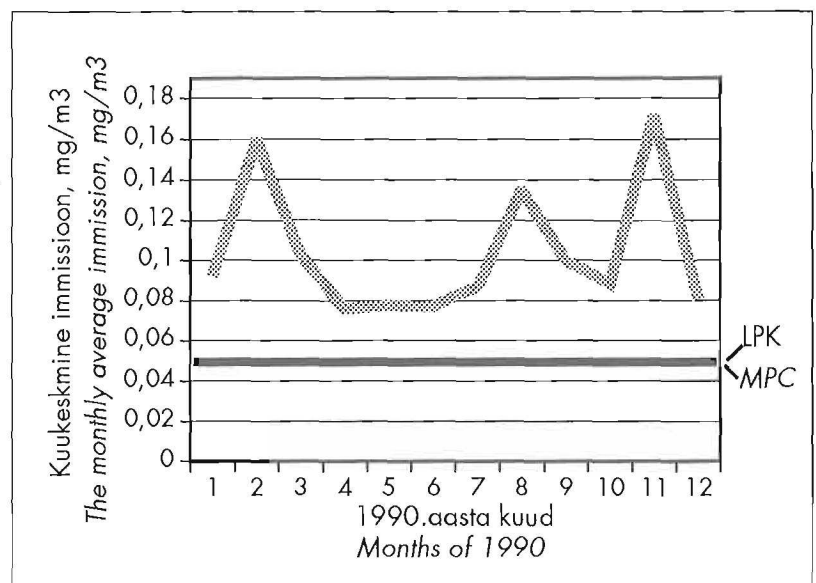
Joonis 2.10 Tallinna õhu HCHO immissiooni ajaline muutumine 1990.a. Lasnamäel, St. Peterburgi mnt. 4. seirejaamas.

Figure 2.10 Time series of HCHO immission in Tallinn in 1990 at St. Petersburg Road monitoring station No. 4.



Joonis 2.11 Tallinna õhu SO₂ immissiooni ajaline muutumine 1990.a. Lasnamäel St. Peterburgi mnt. 4. seirejaamas.

Figure 2.11 Time series of SO₂ immission in Tallinn in 1990 at St. Petersburg Road monitoring station No. 4.



2.4 Kohtla-Järve õhu saastatuse komplekshinnangud

Kohtla-Järve on Kirde-Eesti suurimaid tööstuskeskusi ja siin on õhu saastatuse tase olnud pidevalt kõrge. Süstemaatiliste mõõtmistega alustas H MV siin 1974. a. kahes seirejaamas, kus regulaarselt mõõdeti üleliidulise metoodika alusel tolmu, SO_2 , CO , NO_x ja fenooli sisaldusi. Alates 1978. a. mõõdeti juba neljas seirejaamas lisaks loetletud saasteainetele veel väävelvesiniku ja formaldehüüdi immissioonid, vt. lähemalt (Kallaste, 1984). Seal on esitatud lähemalt immissioonimõõtmiste tulemused aastatel 1974–1983.

Käesoleval ajal mõõdab H MV neljas seirejaamas: Nr. 1 – nn. Sotsialistlik linnaosa, Nr. 3 – Ahtme, Nr. 4 – Kiviõli, Nr. 6 – Jõhvi, juba 11 saasteaine ja lisaks veel raskmetallide immissioonid. Seejuures mõõdeti neis seirejaamades järgmiseid saasteaineid:

1. seirejaamas: tolmu, SO_2 , CO , NO_2 , NO , $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, H_2S , NH_3 ja HCHO , lisaks veel raskmetalle,
3. seirejaamas: tolmu, SO_2 , CO , NO_2 , $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, H_2S , NH_3 ja HCHO , lisaks veel benzo(a)-püreeni,
4. seirejaamas: tolmu, SO_2 , CO , NO_2 , $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, H_2S , ja HCHO , lisaks veel benzo(a)-püreeni,
6. seirejaamas: tolmu, SO_2 , CO , NO_2 , $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, H_2S , NH_3 ja HCHO , lisaks veel $(\text{SO}_4)^{2-}$.

H MV poolt aastatel 1974–1990 (Jezhegodnik..., 1974–1991), tehtud mõõtmistulemuste alusel on õhu saastatuse indeksi arvutamiseks võetud arvesse 4 saasteaine – SO_2 , CO , NO_2 ja fenooli aastakeskmised immissioonid (vt. joonis 2.12). Õhu saastatuse tase omab selgelt väljenduvat vähenemistendentsi ja vaadeldava perioodi viimasel viiel aastal võiks väikese arvu saasteainete alusel arvatud komplekshinnangut juba LPK-dega määratud tasemele vastavaks lugeda.

Alates 1986. a. suurendas H MV Kohtla-Järvel aga oluliselt analüüsitava saasteainete arvu ja õhu saastatuse indeksi arvutustes sai kasutada juba kuni 9 saasteaine immissioonid. Lisaks eelnimetatuile tulid juurde NO , H_2S , NH_3 ja HCHO . Märksa suurema arvu saasteainete immissioonimõõtmiste alusel arvatud indeksid viieaastase perioodi jaoks ületavad 1986. a. ja 1987. a. märgatavalt LPK-dega lubatavat saastetaset (vt. joonis 2.13). Alles 1990. a. on indeksi väärtus saavutanud lubatava piiri. Jällegi võime tõdeda, et suurema arvu saasteainete alusel hinnatud õhu saastatuse tase loob

2.4 Assessment of the air pollution level in Kohtla-Järve

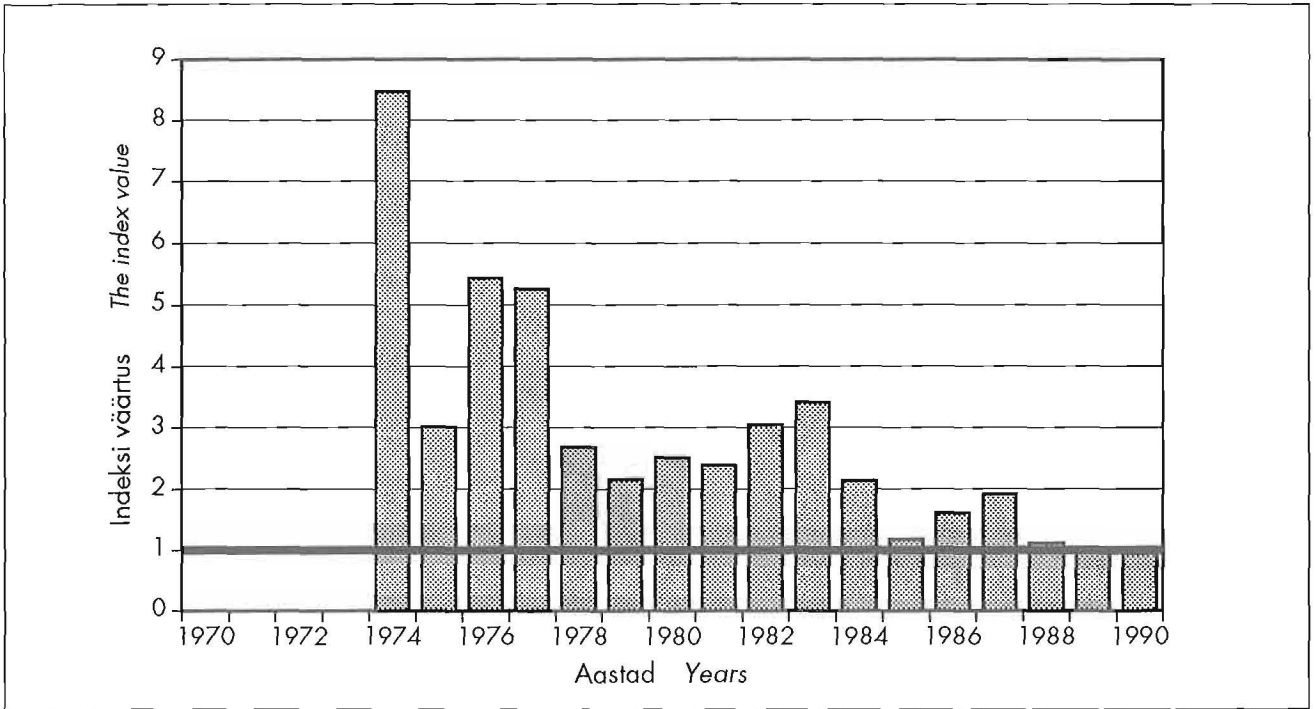
Kohtla-Järve is one of the main industrial centres in North-East Estonia where the pollution level has been continuously high. Systematic measurements were begun by the HMD in two monitoring stations in 1974. According to the USSR methods measurements of dust, SO_2 , CO , NO_x and phenols were carried out regularly. Since 1978 four stations have been measuring immissions of hydrogen sulphide and formaldehyde, in addition to the mentioned pollutants (see also Kallaste, 1984, for results of immission measurements for 1974–1983).

At present the HMD operates four air monitoring stations in Kohtla-Järve: No. 1 – in the “Sotsialistlik” (“Socialist”) district, No. 3 – in Ahtme, No. 4 – in Kiviõli, No. 6 – in Jõhvi. Immissions of already 11 pollutants plus heavy metals are recorded. The following pollutants were measured:

- in station No. 1: dust, SO_2 , CO , NO_2 , NO , $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, H_2S , NH_3 and HCHO , plus heavy metals;
- in station No. 3: dust, SO_2 , CO , NO_2 , $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, H_2S , NH_3 and HCHO , plus benzo(a)-pyrene;
- in station No. 4: dust, SO_2 , CO , NO_2 , $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, H_2S and HCHO , plus benzo(a)pyrene;
- in station No. 6: dust, SO_2 , CO , NO_2 , $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, H_2S , NH_3 and HCHO , plus $(\text{SO}_4)^{2-}$.

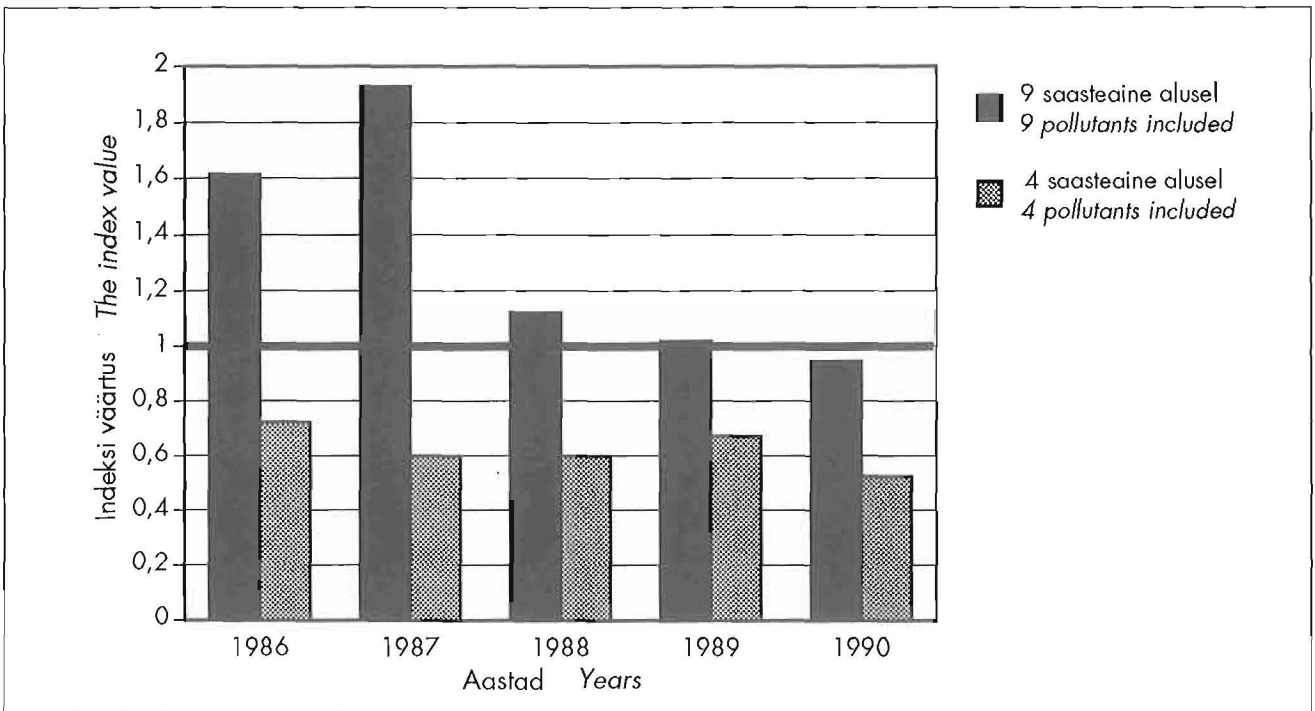
According to measurement results of HMD for 1974–1990 (Jezhegodnik..., 1974–1991), mean annual concentrations of four pollutants – SO_2 , CO , NO_2 and phenols – were taken into account while calculating the air pollution indices (Figure 2.12). The air pollution level has been steadily decreasing and in the last five years of the period under observation the index values as calculated based on a small number of pollutants could be considered acceptable according to the levels fixed by MPCs.

Since 1986 the HMD has measured a considerably bigger number of pollutants in Kohtla-Järve and index calculations could already be based on data concerning immissions of 9 pollutants. In addition to the ones mentioned already, NO , H_2S , NH_3 and HCHO were added. Indices calculated for the 5-year-period based on a higher number of pollutants considerably exceeded the allowed levels in 1986 and 1987 (Figure 2.13). Only in 1990 the index values reached the acceptable



Joonis 2.12 Kohtla-Järve õhu saastatuse indeksi muutumine. Indeks on arvutatud 4 saasteaine (SO₂, CO, NO₂ ja fenooli) aastakeskmiste immissioonide alusel.

Figure 2.12 Time series of the air pollution index in Kohtla-Järve. 4 pollutants' (SO₂, CO, NO₂ and phenol) average yearly immissions are included.



Joonis 2.13 Kohtla-Järve õhu saastatuse indeksi muutumine aastatel 1986–1990. Indeksid on siin arvutatud eri arvu saasteainete alusel; vasakpoolsed tulbad 9 ja parempoolsed – 4 saasteaine aastakeskmiste immissioonide alusel.

Figure 2.13 Time series of the air pollution indices in Kohtla-Järve in 1986–1990. Indices have been calculated on the basis of different number of pollutants' yearly average immissions: 9 pollutants' – left bars and 4 pollutants' – right bars.

märksa realistlikuma ettekujutuse tegelikkusest.

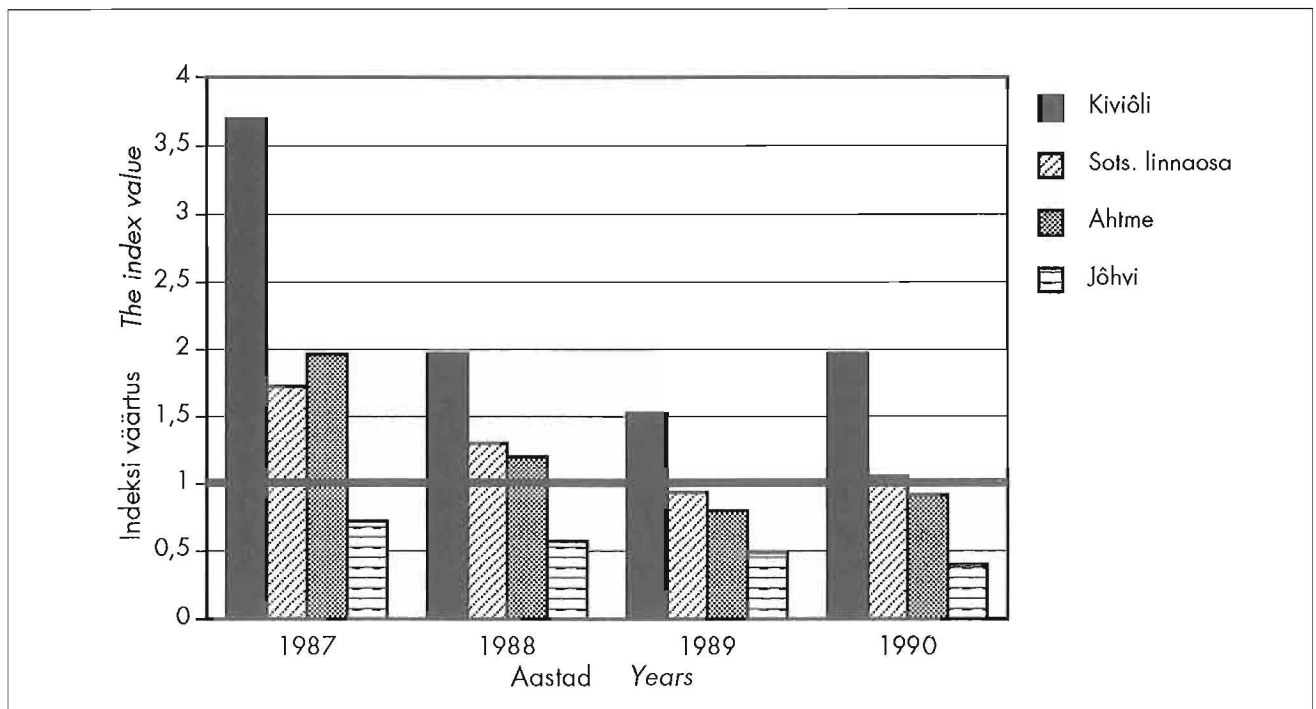
Ilmselt on sellise kõrge saastepotentsiaaliga linna õhu saastatuse olukorra objektiivseks kirjeldamiseks vaja lisada mõõdetavate ainete kogumile veel terve rida spetsiifilisi keemilisi aineid, mis praktiliselt määravad elanike tervisele väga ohtlikuks muutunud tegeliku saastatuse.

Mainitud viieaastase perioodi kohta oli võimalik Kohtla-Järve kõigis neljas seirejaamas arvutada indeks ühetaolise kogumi – 7 saasteaine, alusel (vt. joonis 2.14), mis lubab objektiivselt reastada Kohtla-Järve linna neli vaatluse alla võetud piirkonda. Kompleks hinnangutest selgub, et aastail 1987–1990 on kõige kõrgema saastatusega, LPK-dega veel lubatud saastetaseme 2–4 kordse ületamisega tegemist Kiviõlis (4. seirejaam). Järgneb Sotsialistlik linnaosa ja edasi Ahtme ja Jõhvi, kus fikseeriti paaril viimasel aastal juba LPK-dega lubatust väiksemaid saastetasemeid.

level. It can be noted once more that the consideration of a higher number of pollutants gives a more realistic reflection of the reality.

For an objective description the air pollution level in a highly polluted town such as Kohtla-Järve, it would be necessary to consider additionally a number of specific chemical compounds which may have serious impact on public health.

For the mentioned 5-year-period it was possible to calculate indices based on 7 pollutants for all the four stations (Figure 2.14), which enables to compare air pollution levels in the four districts of Kohtla-Järve. Indices show that in 1987–1990 the pollution was the most serious (exceeding the allowed level by 2–4 times) in Kiviõli (station No. 4). The “Sotsialistlik” district, Ahtme and Jõhvi followed; in a couple of years the recorded pollution levels have remained below the level allowed by MPCs there.



Joonis 2.14 Kohtla-Järve õhu saastatuse indeksi muutumine erinevates seirejaamades, vasakult paremale vastavalt: Kiviõli (Nr. 4), Sotsialistlik linnaosa (Nr. 1), Ahtme (Nr. 3), ja Jõhvi (Nr. 6). Indeksid on arvutatud 7 saasteaine aasta-keskmiste immissioonide alusel.

Figure 2.14 Time series of the air pollution indices in different monitoring stations in Kohtla-Järve. From left to right: Kiviõli (No. 4), Socialist District (No. 1), Ahtme (No. 3) and Jõhvi (No. 6). Indices have been calculated on the basis of 7 pollutants' yearly average immissions.

2.5 Narva õhu saastatuse komplekshinnangud

Narva linnas on kõrge saastepotentsiaaliga allikaid suhteliselt vähe ja olemasolevad on hajutatud linna eri piirkondadesse. Küll aga on linn kahe suure energeetikatööstuse ettevõtte, Balti ja Eesti Elektri jaamade saaste mõju piirkonnas. Seetõttu on õhu saastatuse tase olnud pidevalt väga kõrge. Saastetaseme süstemaatiliste mõõtmistega üleliidulise metoodika alusel alustas HMV Narvas 1973.a. kolmes seirejaamas, sealhulgas ka Narva-Jõesuus. Esialgu mõõdeti vaid SO_2 , CO ja NO_x sisaldust, 1974.a. lisandusid tolmu ja tahmasalduse, 1978.a. – fenooli mõõtmised, vt. lähemalt (Kallaste, 1984), kus on kokku võetud HMV immisioonimõõtmiste tulemused aastatel 1973–1983. 1980-ndate aastate lõpus lisandusid juba lisaks loetletud 5 saasteainele veel väävelvesiniku, formaldehüüdi, sulfaatiooni ja benso(a)pireeni mõõtmised. Käesoleval ajal mõõdab HMV Narvas kolmes seirejaamas: Nr. 5 – Petrovskaja t., Nr. 9 – Narva-Jõesuus ja Nr. 11 – Uusküla t. Seejuures mõõdeti neis järgmiseid saasteaineid:

- 5. seirejaamas: tolmu, SO_2 , CO, NO_2 , NO ja H_2S , lisaks veel benso(a)pireeni,
- 9. seirejaamas: tolmu, SO_2 , CO ja NO_2 , lisaks veel $(\text{SO}_4)^{2-}$,
- 11. seirejaamas: tolmu, SO_2 , CO, NO_2 ja HCHO.

HMV poolt aastatel 1973–1990 (Jezhegodnik..., 1973–1991), tehtud mõõtmistulemuste alusel oli kogu perioodi õhu saastatuse indeksi arvutamiseks võimalik arvesse võtta ainult kolme saasteaine – SO_2 , CO ja NO_2 aastakeskmised immisioonid (vt. Joonis 2.15). Nii väikese arvu saasteainete alusel arvatud indeks omab kahtlemata vaid illustriativset tähendust, kuna võimaldab tegelikust õhu saastatuse tasemest anda vaid väga piiratud ettekujutuse. Vaadeldud perioodil olid kõige suuremad saastetasemed aastail 1982–1986, mil komplekshinnang ulatus 7–8.5 -kordse LPK-dega veel lubatud taseme ületamiseni. Põhiline osa kuulus siin vääveldioksiidile.

Viimase viieaastase perioodi 1986–1990.a. kohta oli võimalik Narva kõigis kolmes seirejaamas arvutada indeks ühetaolise kogumi – 4 saasteaine; tolmu, SO_2 , CO ja NO_2 , alusel (vt. joonis 2.16), mis lubab objektiivselt võrrelda Narva linna kolme vaatluse alla võetud piirkonda. Selgub, et aastail 1986–1990 on kõigis kolmes seirejaamas tegemist ligikaudu ühesuguse saastetasemega, mis ühtlasi näitab märgatavat vähenemist

2.5 Assessment of the air pollution level in Narva

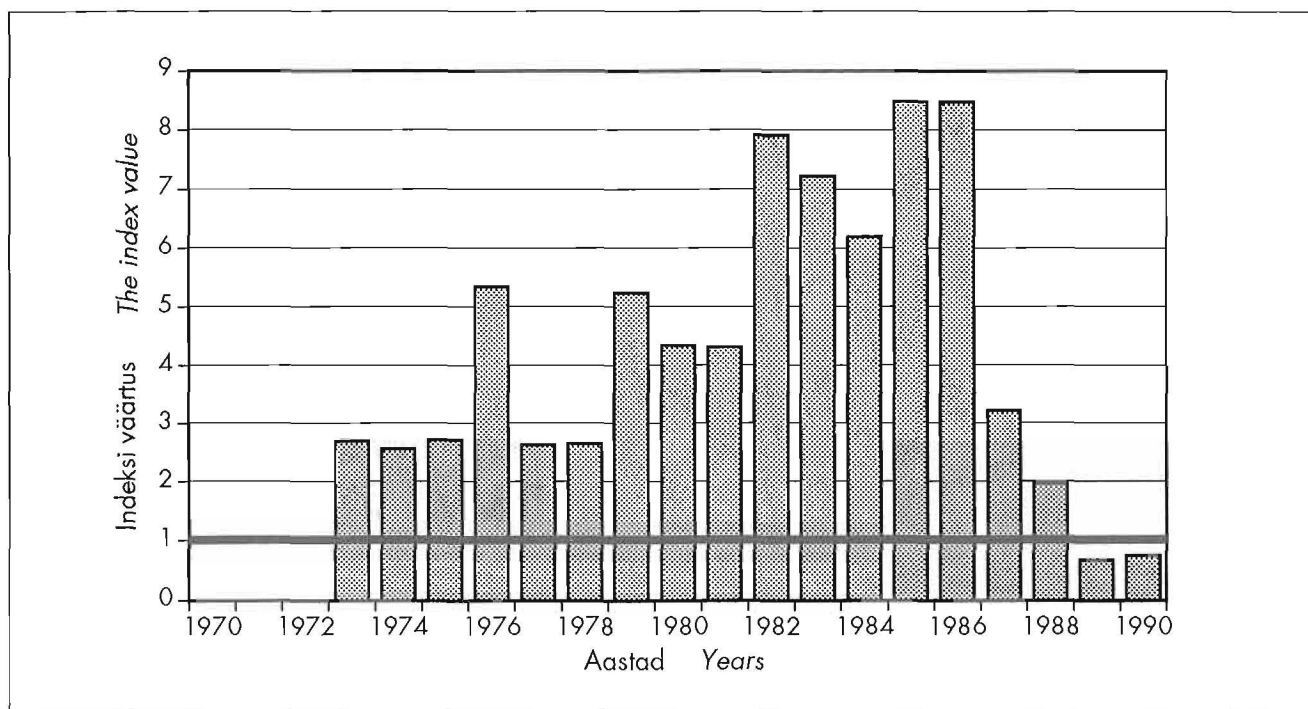
In Narva the number of highly dangerous pollution sources is relatively low and they are located in different parts of the town. However, the town is in the vicinity of two major air pollution sources in Estonia – the Baltic and Estonian Thermal Power Plants. Therefore the pollution level has been continuously high. Systematic measurements of air pollution were started by the HMD in 1973 in three stations (including Narva-Jõesuu), according to the USSR methods. In the beginning only SO_2 , CO and NO_x were measured; in 1974 dust and soot, and in 1978 phenols were added (see Kallaste, 1984, for more information concerning results of immission measurements in 1973–1983). At the end of the 1980s measurements of H_2S , HCHO, SO_4^{2-} and benzo(a)pyrene were added to the ones mentioned already. At present the HMD operates three monitoring stations in Narva: No. 5 – in Petrovskaja Str., No. 9 – in Narva-Jõesuu, and No. 11 – in Uusküla Str. The following pollutants were measured:

- in station No. 5: dust, SO_2 , CO, NO_2 , NO and H_2S , plus benzo(a)pyrene,
- in station No. 9: dust, SO_2 , CO and NO_2 , plus $(\text{SO}_4)^{2-}$,
- in station No. 11: dust, SO_2 , CO, NO_2 and HCHO.

According to the measurement results of the HMD for 1973–1990 (Jezhegodnik..., 1973–1991), it was possible to calculate the air pollution index for the whole period based on the mean annual immissions of only three pollutants – SO_2 , CO and NO_2 (Figure 2.15). Index calculated on the basis of data concerning so few pollutants can certainly be of illustrative value only as it gives a very limited picture of the reality. During the period observed the pollution level was the highest in 1982–1986 when the indices exceeded the permissible level by 7–8.5 times. The main share was contributed by SO_2 .

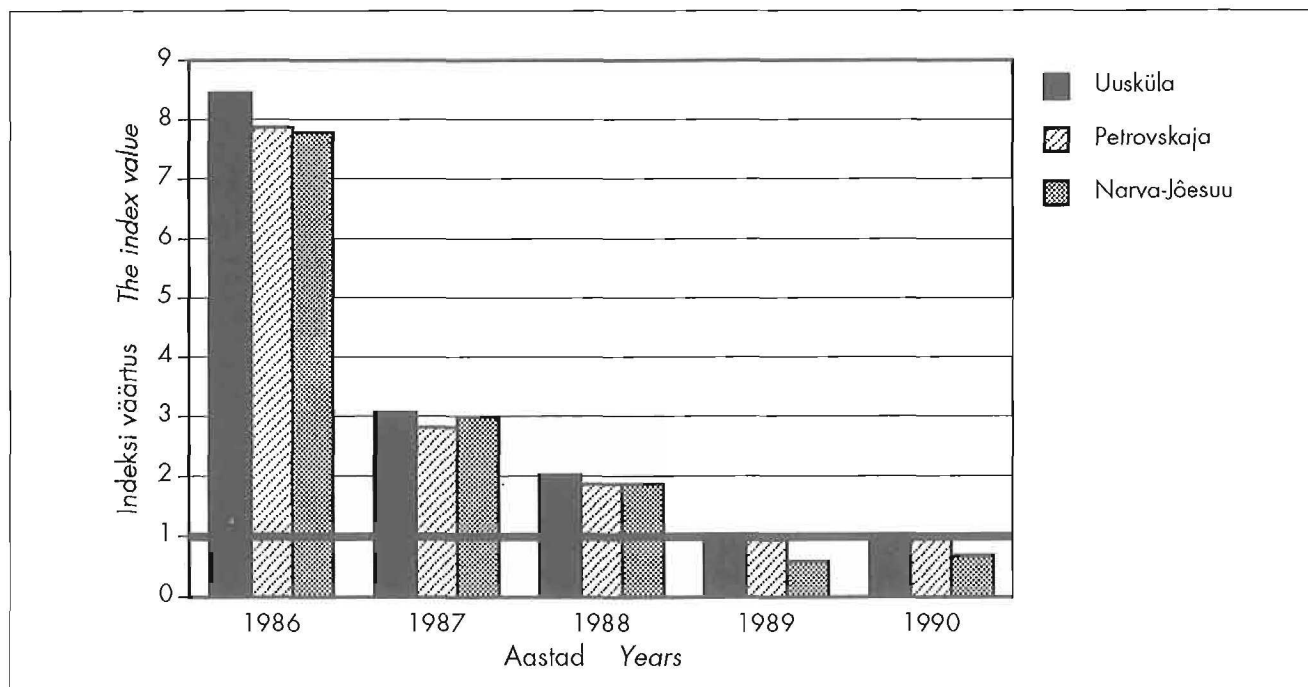
In the last five years (1986–1990) the index could be calculated for all three districts of Narva based on the same four pollutants – dust, SO_2 , CO and NO_2 (Figure 2.16). This makes it possible to compare the districts. It can be seen that in the years 1986–1990 the pollution level was approximately the same at all the stations, which in turn indicates a considerable declining tendency.

Since 1989 H_2S and HCHO could be taken into account and the pollution index has been calculated on



Joonis 2.15 Narva õhu saastatuse indeksi muutumine. Indeks on arvatud 3 saasteaine (SO_2 , CO ja NO_2) aastakeskmiste immissioonide alusel.

Figure 2.15 Time series of the air pollution index in Narva. 3 pollutants' (SO_2 , CO and NO_2) average yearly immissions are included.



Joonis 2.16 Narva õhu saastatuse indeksite muutumine erinevates seirejaamades, vasakult paremale vastavalt: Uusküla t. (Nr. 11), Petrovskaja t. (Nr. 5), Narva-Jõesuu (Nr. 9). Indeksid on arvatud 4 saasteaine (tolm, SO_2 , CO ja NO_2) aastakeskmiste immissioonide alusel.

Figure 2.16 Time series of the air pollution indices in different monitoring stations in Narva. From left to right: Uusküla str. (No. 11), Petrovskaja Str. (No. 5), Narva-Jõesuu (No. 9). Indices have been calculated on the basis of 4 pollutants' (dust, SO_2 , CO and NO_2) yearly average immissions.

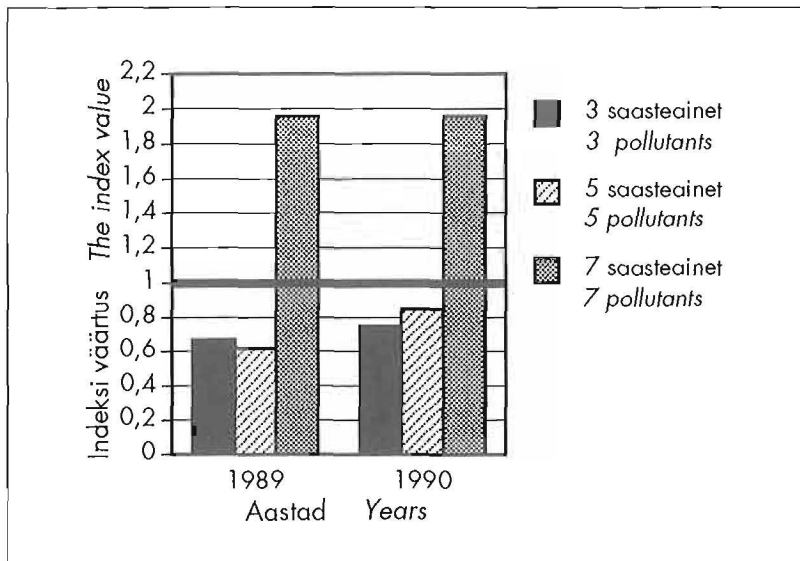
tendentsi.

Alates 1989.a. oli võimalik indeksi arvutustesse lisada veel H₂S ja HCHO mõõtmistulemused ja arvutada indeks juba 7 saasteaine alusel. Selgub, et Narva õhu saastatuse komplekshinnang ületab siiski tervelt 2-korda LPK-dega lubatud taset (joonis 2.17). Siit ilmneb veelkord vajadus ka Narvas oluliselt suurendada regulaarse seirega haaratud saasteainete arvu, et anda õhu saastetasemest võimalikult objektiivne käsitus.

Lähemalt on analüüsitud Narva 11. seirejaama mõõtmistulemusi 1987.a. üksikute kuude lõikes. Kolmest vaadeldavast saasteainest, (tolm, SO₂ ja NO₂), on peamiseks LPK-sid ületavaks vääveldioksiid, mis määrab ka saastatuse komplekshinnangu kõrged väärtused kogu aasta jooksul (vt. joonised 2.18 ja 2.19).

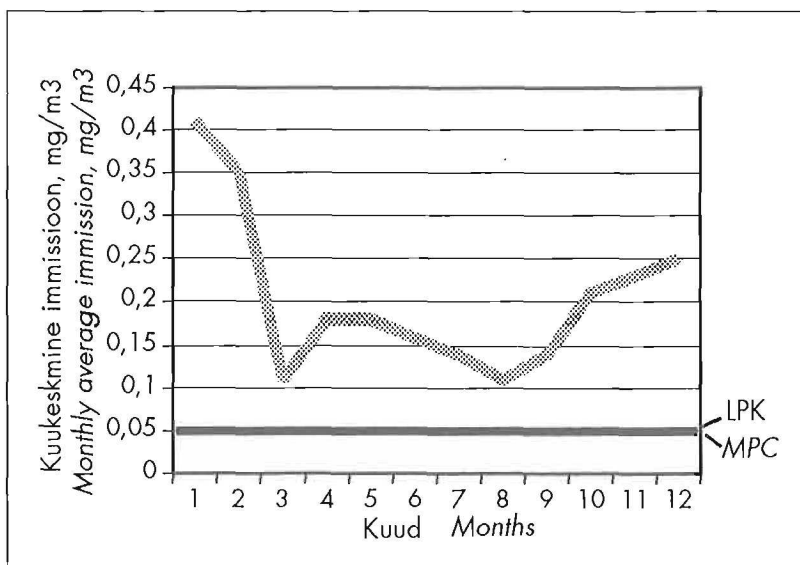
the basis of 7 pollutants already. It can be seen that the air pollution level in Narva exceeded the permissible pollution level twofold (Figure 2.17). This again refers to the necessity to increase the number of pollutants measured regularly in order to give a possibly realistic assessment of air pollution.

Measurement results of station No. 11 for 1987 have been analyzed in more details. Of the three pollutants observed (dust, SO₂ and NO₂), SO₂ exceeds the MPC to the greatest extent; this determines the high value of mean monthly pollution indices throughout the whole year (Figures 2.18 and 2.19).



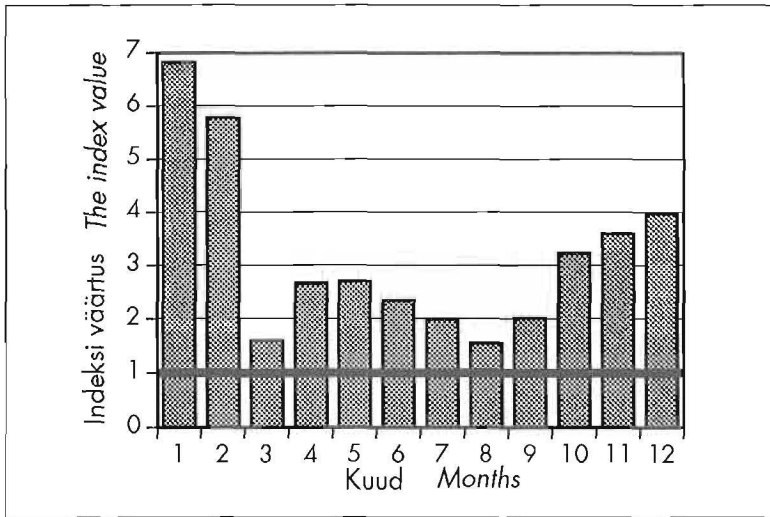
Joonis 2.17 Narva õhu saastatuse indeksi muutumine aastatel 1989 ja 1990. Indeksid on siin arvutatud eri arvu saasteainete alusel; vasakult paremale vastavalt 3, 5 ja 7 saasteaine aastakeskmiste immissioonide alusel.

Figure 2.17 Time series of the air pollution indices in Narva in 1989 and 1990. Indices have been calculated on the basis of different number of pollutants. From left to right respectively 3, 5 and 7 pollutants' yearly average immissions are included.



Joonis 2.18 Narva õhu SO₂ immissiooni ajaline muutumine 1987.a. Uusküla t., 11. seirejaamas.

Figure 2.18 Time series of SO₂ immission in Narva in 1987 at Uusküla Str. in the monitoring station No. 11.

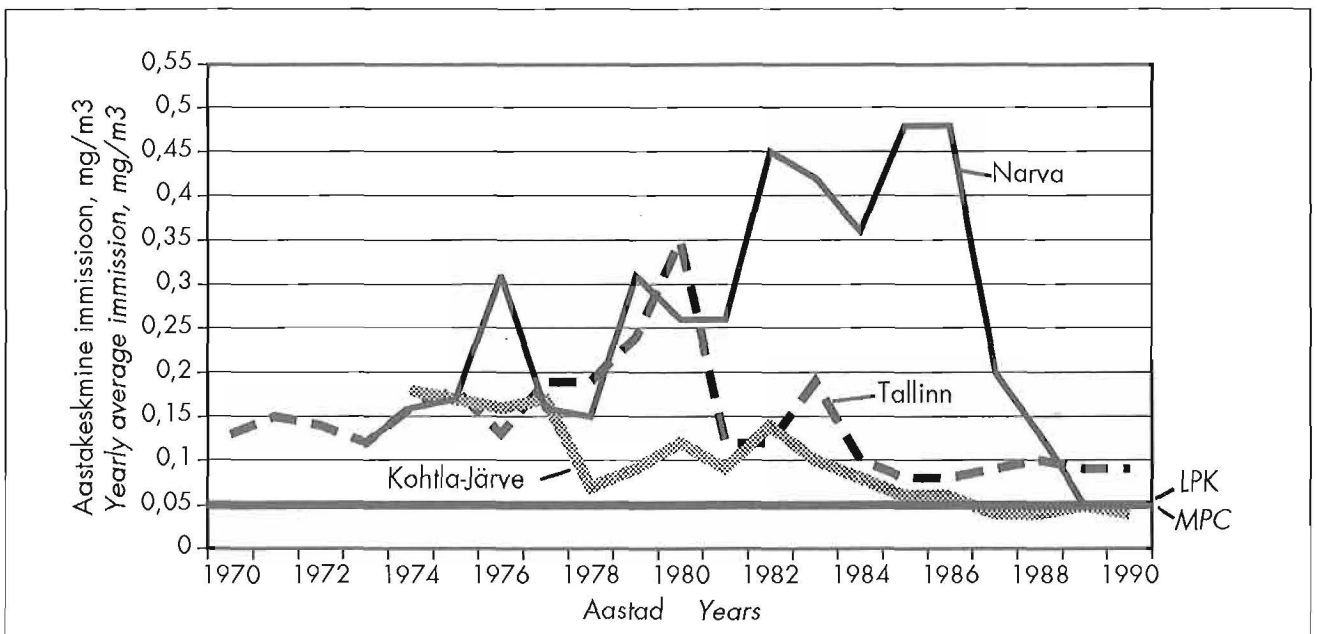


Joonis 2.19 Narva õhu saastatuse indeksi ajaline muutumine 1987.a. Uuskülas 11. seirejaamas. Indeks on arvatud 3 saasteaine aastakeskmiste immissioonide alusel.

Figure 2.19 Time series of air pollution index in Narva in 1987 at Uusküla Str. in the monitoring station No. 11. Indices have been calculated on the basis of 3 pollutants' yearly average immissions.

Seni on Eestis H MV poolt fikseeritavate saasteainete seast vast kõige enam järjepidevaid andmeid SO₂ immissioonide kohta. Joonisel 20 ongi esitatud Tallinna, Kohtla-Järve ja Narva õhus fikseeritud SO₂ aastakeskmiste sisalduste ajaline muutumine. Suuri hüppeid allapoole võib märgata kõigis kolmes linnas; Tallinnas aastatel 1980/1981, Kohtla-Järvel – 1977/1978, Narvas – 1986/1989. Tallinnas ja Kohtla-Järvel on muutunud trendid püsivateks alles viimasel kuuel, seitsmel aastal, Narvas on aga alates 1987.a. kuni vaadeldava perioodi lõpuni toimunud järsk vähenemine kuni isegi allapoole LPK-ga määratud taset.

Until now the data obtained by the HMD are the most continuous concerning the immissions of SO₂. The dynamics of mean annual immissions of SO₂ in Tallinn, Kohtla-Järve and Narva is presented in Figure 2.20. Considerable changes can be noticed in data concerning all the three towns: in Tallinn in 1980/1981, in Kohtla-Järve in 1977/1978, in Narva in 1986/1989. In Tallinn and Kohtla-Järve the trends have become more stable only in the last 6–7 years, in Narva the decrease in the pollution level has been considerable from 1987 to the end of the period under observation, reaching values below the MPC level.



Joonis 2.20 Põhja-Eesti peamiste linnade õhu SO₂ aastakeskmise immissiooni ajaline muutumine aastail 1970–1990.

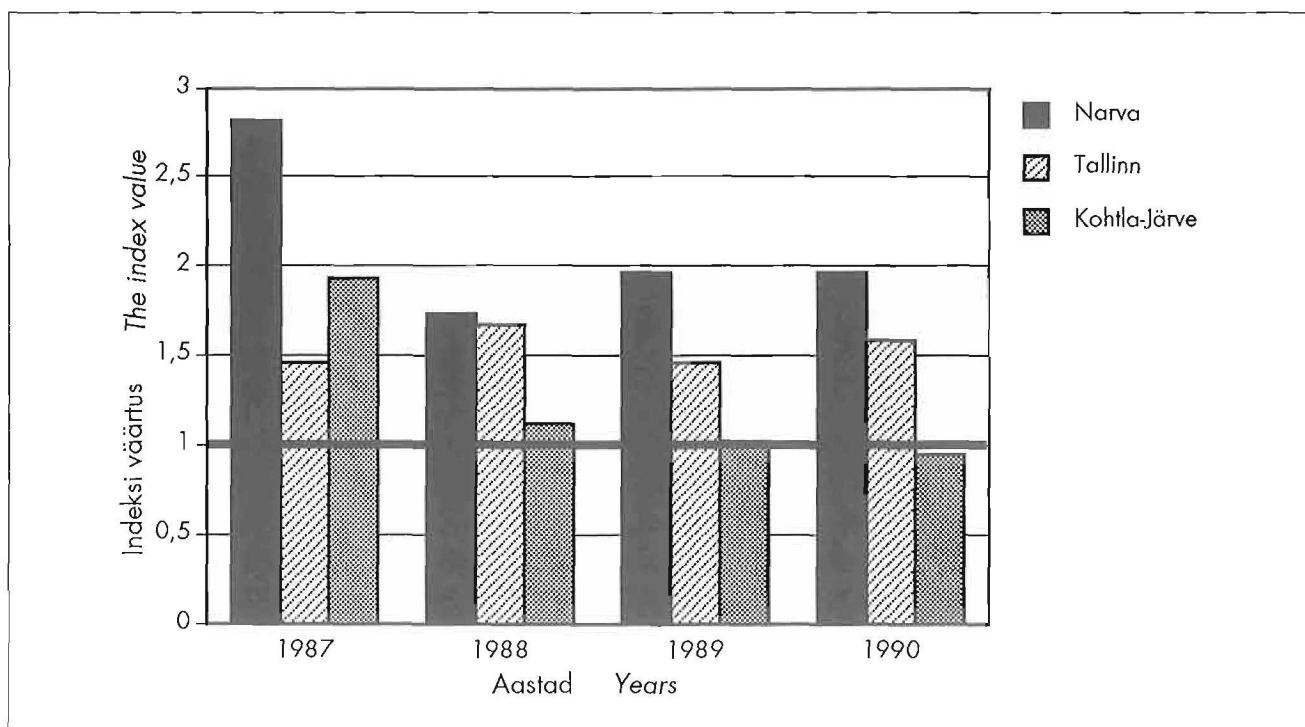
Figure 2.20 Time series of SO₂ yearly average immission in major North-Estonian towns in 1970–1990.

2.6 Kokkuvõte

Kolme linna õhu saastatuse tasemest viimastel aastatel annab ülevaate joonis 2.21, kus on kõrvutatud eri arvu ja erineva saasteainete kogumi alusel arvatud komplekshinnangud. Muidugi oleks võrdlus märksa korrektsem, kui indeksi arvutustes oleks olnud võimalik kasutada kõigi kolme linna kohta ühetaolist saasteainete kogumit. Siiski võib üldistavalt öelda, et õhu saastatase Põhja-Eesti suuremates linnades ületas veel tunduvalt LPK-dega määratud taset. Põhjalikumat sisulist järeltust kolme linna saastatuse võrdluse kohta on raske anda. Kõik sõltub sellest, kui palju informatsiooni on võimalik koondada komplekshinnangute tegemiseks - mida rohkem ja mitmekülgsemat, seda tõesema ettekujutuse tegelikkusest saame.

2.6 Summary

Comparison of the air pollution levels of Tallinn, Kohtla-Järve and Narva over the last years is presented in Figure 2.21. Comprehensive assessments based on data concerning a different number of different pollutants are given. The comparison would certainly be more proper if the basic information would have been similar concerning all the three towns. However, it can be noted that the air pollution level in major towns of northern Estonia exceeded the permissible levels considerably. It is difficult to draw more substantial conclusions concerning the given information. The results depend on the amount and quality of the basic data which can be obtained for calculating the comprehensive assessments: the more in quantity and the more diverse they are, the better the results represent reality.



Joonis 2.21 Põhja-Eesti peamiste linnade õhu saastatuse indeksite ajaline muutumine aastail 1987–1990. Indeksid on arvutatud Narvas aastail 1987–1988 5 saasteaine ja aastail 1989–1990 – 7 saasteaine alusel, Tallinnas – 10 ja Kohtla-Järvel – 9 saasteaine alusel.

Figure 2.21 Time series of air pollution indices in major North-Estonian towns in 1987–1990. Indices have been calculated for Narva on the basis of 5 pollutants' in 1987–1988 and on 7 pollutants' in 1989–1990, for Tallinn on the basis of 10 and for Kohtla-Järve on the basis of 9 pollutants' yearly average immissions.

Nähtavasti on olukorrast võimalikult objektiivse pildi saamiseks kõige tähtsam:

- teha interkalibreerimised kõigi seirega haaratud saasteainete analüüsaatorite osas,
- oluliselt tõsta seirejaamades tehtavate regulaarsete immissioonimõõtmiste tehnilist taset eelkõige pideval režiimil töötavate automaatsete mõõteriistade hankimise teel,
- tunduvalt suurendada seirega hõlmatud saasteainete arvu, eriti Kohtla-Järvel ja Narvas, vastavalt lokaalse saastumise eripärale,
- kriitiliselt läbi vaadata olemasolevate seirejaamade piisavus ja paiknemine linnades selleks, et tagada vaadeldavate piirkondade õhu saastatuse seire objektiivne representatiivsus.

For acquiring the most adequate picture of the reality it seems most important:

- to carry out intercalibration concerning measuring equipment of all pollutants which are monitored;
- to considerably improve the technical level of immission measurements made in the air monitoring stations, especially via obtaining reliable on-line automatic measuring equipment;
- to considerably increase the number of pollutants monitored, especially in Kohtla-Järve and Narva, due to the specific features of local pollution;
- to critically review the location and sufficiency of the existing air monitoring stations in towns with the aim of guaranteeing representability and reliability of monitoring data concerning air pollution.

Kasutatud Kirjandus / References

Jezhegodniki sostojanija zagrijaznenija atmosfernogo vozduha v gorodax na territorii dejatelnosti Estongidrometa za 1970–1990 godõ. Estonskoe Respublikanskoe Upravlenie po gidrometeorologii. Tallinn, 1971–1991 godõ.

Kallaste, T. Eesti ENSV suuremate linnade õhu saastatuse olukord. Eesti Teadus- ja Tehnikainformatsiooni ning Majandusuuringute Instituut, TA Majanduse Instituut. Tallinn 1984, 23 lk.

Kallaste, T. Kui saastunud on linnaõhk ja kuidas seda hinnata. Eesti Loodus, Nr. 1 ja 2, 1989. a., lk. 31–37 ja lk. 66–73.

Kallaste, T. How to assess the level of pollution. Fennia, Vol. 167, Nr. 1, 1989., p. 73–85.

Kallaste, T. The environmental problems in Estonia and some ways to solve them. Working Papers. No. 76. Research Institute of Northern Finland. University of Oulu. Oct. 1991. 34 p.

Lisad

Appendices

Tabel Väävli- ja lämmastikukoormused (mg/m² kuus) 1981, 1985, 1987–1990Table Loads of sulphur and nitrogen (mg/m² per month) in 1981, 1985, 1987–1990

Kuu Month	Jõhvi				Sörve				Tooma			
	SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	sum N	SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	sum N	SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	sum N
1981												
1	190.67	11.17	37.82	48.99	327.83	45.43	118.02	163.45				
2	192.78	8.15	15.71	23.86	14.06	2.47	9.75	12.22				
3	217.93	4.79	4.42	9.21	148.41	27.47	47.84	75.30				
4	336.49	11.71	9.93	21.64	43.68	4.55	20.25	24.81				
5	325.61	16.73	38.42	55.15	51.67	3.39	24.31	27.69	71.53	8.86	21.87	30.73
6	239.34	24.36	28.86	53.22	37.63	1.53	4.39	5.92	176.40	8.63	67.46	76.09
7	435.77	34.29	97.89	132.18	70.81	9.59	10.00	19.59	199.95	15.15	22.07	37.22
8	292.19	37.90	51.55	89.45					150.40	19.10	36.56	55.66
9	145.40	13.95	25.45	39.40	152.17	28.58	47.11	75.69	108.73	42.09	26.10	68.19
10	122.75	12.64	13.75	26.39	162.80	27.06	25.85	52.91	192.15	24.45	54.68	79.12
11	403.94	30.57	53.18	83.76	275.40	41.46	81.87	123.33	54.08	28.82	25.24	54.05
12	245.92	42.51	17.15	59.66					80.23	14.81	10.33	25.14
1985												
1	421.20	18.07	21.17	39.24					97.58	12.74	19.71	32.45
2	163.30	6.01	15.90	21.92					102.67	0.79	8.56	9.35
3	231.67	15.57	59.46	75.03					126.79	5.75	61.17	66.92
4	458.95	14.20	36.12	50.32	187.78	14.69	35.62	50.31	114.80	10.07	4.08	14.15
5	445.08	11.94	58.50	70.43	32.39	7.59	20.37	27.97				
6	282.80	10.67	20.27	30.94	81.81	21.07	49.49	70.56	163.86	14.08	5.60	19.67
7	699.30	47.88	94.37	142.26	47.30	20.20	50.51	70.71	98.90	10.50	28.46	38.96
8	439.79	38.92	74.48	113.40	95.19	15.41	73.47	88.88	149.83	15.75	39.78	55.53
9	481.65	22.67	33.12	55.79	42.00	31.59	56.10	87.69	73.76	17.23	43.32	60.55
10					34.30	2.72	28.89	31.61	74.67	5.50	35.98	41.48
11	402.37	26.15	64.57	90.72	86.25	8.73	30.05	38.78	52.70	4.17	32.79	36.96
12	510.55	25.90	77.46	103.36	42.00	14.65	24.01	38.66	74.62	18.11	33.67	51.78
1987												
1	532.13	15.32	26.03	41.35	313.47	42.99	36.72	79.72	149.20	10.67	19.23	29.90
2	575.94	31.35	46.16	77.51	196.43	21.58	34.28	55.87	272.85	34.67	73.65	108.32
3	136.09	10.43	15.41	25.84	185.44	14.59	21.87	36.46	31.04	33.24	12.63	45.87
4									23.94	4.46	8.47	12.92
5	266.96	31.74	67.59	99.34	89.23	24.03	63.71	87.74	116.61	53.88	69.77	123.64
6	184.24	19.21	30.49	49.70	156.86	0.77	109.80	110.57				
7	131.60	20.63	24.27	44.90	85.42	7.35	35.77	43.12				
8	410.08	142.45	276.27	418.72	346.69	16.29	74.34	90.63				
9	413.56	100.05	349.23	449.28	120.26	14.95	57.15	72.10				
10					51.15	8.85	39.55	48.40	22.20	3.55	4.04	7.59
11					67.70	0.00	45.28	45.28	118.99	0.00	62.72	62.72
12												
1988												
1	233.00	9.75	75.83	85.59	22.50	5.35	21.00	26.35	57.93	6.50	43.77	50.27
2	571.50	14.28	52.35	66.63	68.85	12.11	28.73	40.84	107.80	8.42	97.02	105.44
3	292.00	20.04	85.12	105.16	170.30	22.60	25.68	48.28	152.27	10.45	73.86	84.31
4	527.00	5.88	22.18	28.06	33.00	21.46	19.10	40.56	351.50	35.40	382.74	418.14
5	387.45	13.16	76.53	89.70	55.72	6.57	35.15	41.72	63.63	7.18	88.38	95.56
6	316.80	7.72	45.99	53.71	54.95	1.61	43.89	45.50	50.39	13.98	37.10	51.08
7	164.15	6.96	56.28	63.24	405.60	12.36	260.26	272.62	160.90	19.41	118.48	137.89
8	418.83	9.29	230.99	240.27	107.10	5.70	161.05	166.74	191.91	37.46	287.32	324.78
9	385.88	16.96	162.47	179.43	63.80	3.46	52.10	55.56	227.21	2.21	180.18	182.39
10	243.86	9.16	38.79	47.94	54.90	3.31	21.56	24.87	127.09	9.46	60.14	69.60
11	238.78	29.06	57.65	86.71	50.25	6.45	10.41	16.85	74.00	24.06	35.45	59.52
12	942.00	20.31	56.78	77.10	662.15	9.32	36.35	45.68	531.20	11.10	49.06	60.16

Kuu Month	Jõhvi				Sõrve				Tooma			
	SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	sum N	SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	sum N	SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	sum N
1989												
1	121.80	6.65	2.17	8.82	58.65	0.00	1.67	1.67	94.95	5.19	22.16	27.35
2	200.20	16.94	7.26	24.20	55.75	10.57	10.06	20.63	99.40	19.75	6.63	26.38
3	189.80	8.37	40.88	49.25	83.68	7.06	29.53	36.58	57.30	5.00	28.23	33.23
4	404.27	18.06	68.68	86.74	96.04	6.77	90.09	96.87	41.10	15.47	24.08	39.55
5	158.58	13.44	48.04	61.47	13.25	1.73	6.75	8.48	52.27	13.94	30.49	44.43
6	390.25	51.11	182.12	233.23	35.00	3.51	2.29	5.80	223.73	22.17	163.79	185.96
7	27.41	3.53	11.84	15.38	176.00	22.45	68.44	90.90	97.50	14.69	44.77	59.46
8	898.33	72.71	58.53	131.24	287.76	62.10	75.21	137.31				
9	49.32	2.97	3.20	6.17	29.03	6.35	61.49	67.85	149.80	59.73	5.99	65.72
10	208.49	61.24	2.58	63.83	27.54	12.76	28.19	40.95	46.80	9.01	1.72	10.74
11	339.08	4.36	12.50	16.86	187.78	2.68	53.04	55.72	21.33	0.79	13.61	14.40
12	389.50	25.31	2.07	27.38	29.96	10.24	13.32	23.56	17.55	11.54	7.89	19.42
1990												
1	450.56	48.79	0.40	49.19	41.69	26.53	32.43	58.96	151.40	3.59	17.66	21.25
2	501.38	14.23	2.04	16.27	287.59	3.61	39.08	42.69	155.04	12.13	38.04	50.17
3	218.78	6.99	2.01	9.00	54.60	4.32	17.69	22.01	69.96	3.43	26.18	29.61
4					13.18	0.85	1.91	2.75	34.47	2.78	15.24	18.02
5	385.94	5.28	36.64	41.92	30.82	0.81	1.50	2.31	0.00	0.00	0.00	0.00
6	265.02	0.23	1.07	1.30	80.55	0.74	69.26	70.00	72.02	0.98	1.35	2.34
7	425.15	5.77	29.27	35.04	37.87	0.59	10.20	10.79	58.86	0.80	32.26	33.06
8	586.27	8.54	13.48	22.02	34.79	1.44	12.26	13.70	112.29	1.47	22.38	23.84
9	225.04	11.78	19.99	31.77	115.69	6.52	22.45	28.97	210.70	1.14	37.03	38.17
10	382.94	11.95	5.75	17.70	49.35	3.24	11.14	14.38	30.84	50.05	17.81	67.87
11	544.73	3.17	5.69	8.86	301.07	6.12	21.07	27.19	24.34	1.62	32.30	33.92
12	111.44	0.22	0.19	0.41	36.90	0.18	0.61	0.79	17.07	0.15	0.34	0.48

Tabel Väevli- ja lämmastikukoormused (mg/m²kuus) 1981, 1985, 1987-1990**Table** Loads of sulphur and nitrogen (mg/m²per month) 1981, 1985, 1987-1990

Kuu Month	Tallinn				Tiirikoja			
	SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	sum N	SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	sum N
1981								
1	653.95	33.50	135.22	168.72				
2	514.87	18.42	81.01	99.43				
3	334.77	25.64	65.33	90.97	211.93	54.22	11.64	65.85
4					60.26	16.61	10.89	27.50
5					109.76	21.51	11.28	32.79
6	303.39	31.82	12.56	44.38	179.03	55.41	9.36	64.77
7	320.69	59.93	71.22	131.14	174.17	50.97	8.45	59.42
8	249.24	23.69	16.88	40.58	161.04	35.61	12.00	47.61
9	254.72	32.39	5.37	37.76	160.00	34.25	2.61	36.86
10	269.37	38.57	40.88	79.45	164.48	28.55	18.39	46.94
11	309.24	38.38	33.20	71.58	40.53	17.61	7.51	25.11
12	242.57	30.97	3.51	34.48	123.28	44.66	13.76	58.42
1985								
1	350.17	1.21	78.73	79.94	110.47	30.04	75.21	105.25
2	111.48	2.16	11.43	13.59	94.27	0.81	7.75	8.56
3	135.80	17.61	42.32	59.93	190.00	15.57	57.41	72.99
4	620.83	36.42	37.17	73.58	108.50	13.30	3.86	17.16
5	53.38	13.02	21.26	34.27	85.00	13.63	2.64	16.27
6	142.72	12.99	35.38	48.37				
7	145.16	12.68	15.15	27.83	304.20	14.42	709.80	724.22
8	76.00	17.16	17.14	34.30	178.10	23.78	81.29	105.07
9	108.60	42.51	58.56	101.07	70.35	32.22	47.68	79.91
10	77.21	14.42	31.16	45.58	75.37	7.52	33.32	40.84
11	85.07	23.05	15.88	38.93	73.80	10.00	29.27	39.27
12	296.00	33.06	115.11	148.17	100.20	18.55	19.48	38.04
1987								
1	248.01	14.63	45.52	60.15	236.88	18.32	30.13	48.45
2	52.11	15.42	65.10	80.52	140.10	31.32	37.05	68.37
3	43.33	1.71	11.54	13.25	57.40	17.92	22.87	40.79
4	18.67	1.30	4.27	5.57	50.18	7.13	12.27	19.40
5	174.11	28.64	83.93	112.58	88.67	43.25	168.82	212.07
6	214.93	3.36	4.63	7.99	350.46	30.22	229.63	259.84
7	133.35	2.25	22.98	25.23	93.45	22.72	125.93	148.65
8					428.00	77.92	14.98	92.90
9					282.00	47.96	151.20	199.16
10	40.98	5.89	5.10	10.99	47.00	15.19	18.42	33.61
11	133.38	0.00	18.48	18.48	192.89	0.00	68.95	68.95
12	40.81	19.44	10.97	30.40				
1988								
1	194.00	1.42	56.58	58.01	13.45	5.47	18.83	24.30
2	384.20	11.33	49.22	60.55	188.30	14.15	64.02	78.17
3	8.04	25.03	41.35	66.38	118.60	12.19	47.51	59.69
4	10.65	2.60	88.47	91.06	490.58	8.72	290.48	299.20
5	57.75	5.64	21.23	26.88	290.25	15.21	100.84	116.04
6	357.00	11.29	34.38	45.66	203.28	1.65	53.43	55.09
7	147.05	16.33	59.76	76.09	120.13	20.19	113.44	133.63
8	239.36	16.85	38.33	55.18	529.50	10.76	164.73	175.49
9	127.75	13.41	49.80	63.21	116.01	2.25	189.84	192.09
10	160.60	22.42	50.42	72.84	147.19	10.38	115.27	125.65
11	106.59	23.90	91.61	115.51	45.70	5.99	16.00	21.98
12	137.70	14.65	35.70	50.35	319.80	5.05	20.73	25.78

Kuu Month	Tallinn				Tiirikoja			
	SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	sum N	SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	sum N
1989								
1	709.13	17.85	180.83	198.68	299.00	3.58	48.84	52.42
2	115.20	16.52	4.48	21.00	96.36	9.95	41.50	51.46
3	142.00	7.82	47.71	55.54	62.10	2.48	28.50	30.97
4	288.30	18.90	55.77	74.67	71.33	9.33	16.64	25.97
5	40.91	3.66	5.86	9.52	32.86	10.54	35.15	45.70
6	129.44	17.97	24.66	42.62	158.05	14.65	55.46	70.11
7	220.03	50.18	89.93	140.11	87.47	14.81	28.06	42.88
8	56.30	15.20	31.61	46.81	302.09	17.58	97.30	114.88
9	75.79	26.13	34.10	60.23	72.01	15.40	24.83	40.23
10	42.73	8.22	39.88	48.10	10.08	1.49	3.91	5.40
11	47.34	1.19	28.64	29.83	180.00	1.95	10.83	12.78
12	27.20	6.37	35.44	41.81	45.43	8.47	17.82	26.29
1990								
1	37.89	23.06	43.51	66.57	173.18	15.36	13.11	28.47
2	108.12	18.19	81.95	100.15	190.09	8.20	77.63	85.83
3	60.80	6.41	34.76	41.17	313.32	6.33	18.39	24.73
4	56.67	6.85	25.35	32.21	29.92	1.66	10.58	12.24
5	75.17	4.74	0.58	5.33	116.11	6.47	26.43	32.91
6	56.72	0.50	0.40	0.90	295.47	1.99	5.72	7.71
7	151.70	3.61	29.50	33.10	175.50	1.09	17.59	18.68
8	219.99	14.55	9.02	23.58	214.29	1.46	22.21	23.66
9	171.50	9.64	4.36	14.00	381.27	1.37	127.51	128.88
10	101.66	9.69	1.21	10.90	184.50	20.59	26.52	47.11
11	86.48	1.71	13.45	15.16	183.01	2.58	14.05	16.63
12	9.21	0.66	0.91	1.58	62.50	0.26	1.06	1.32

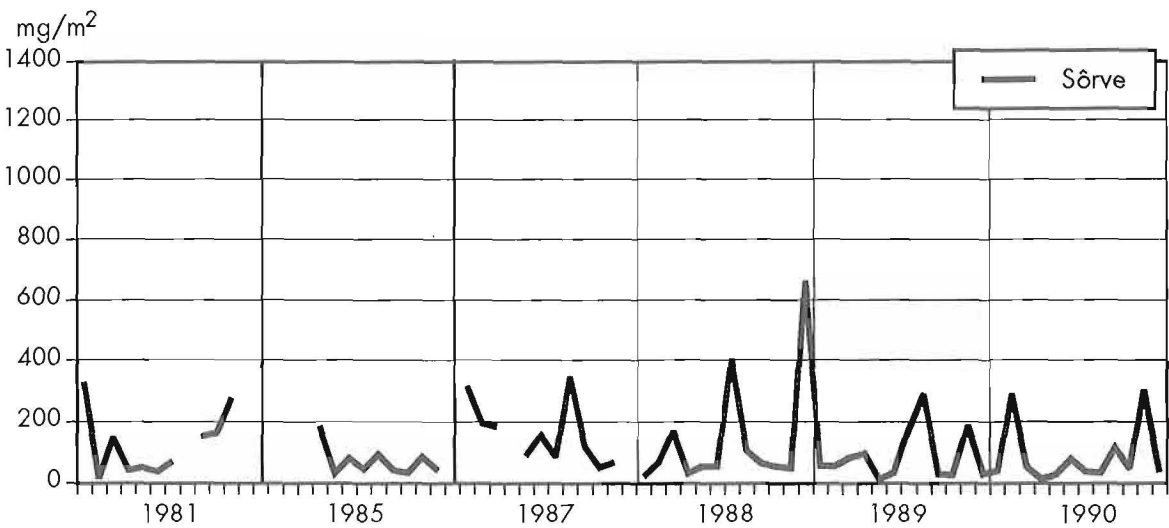
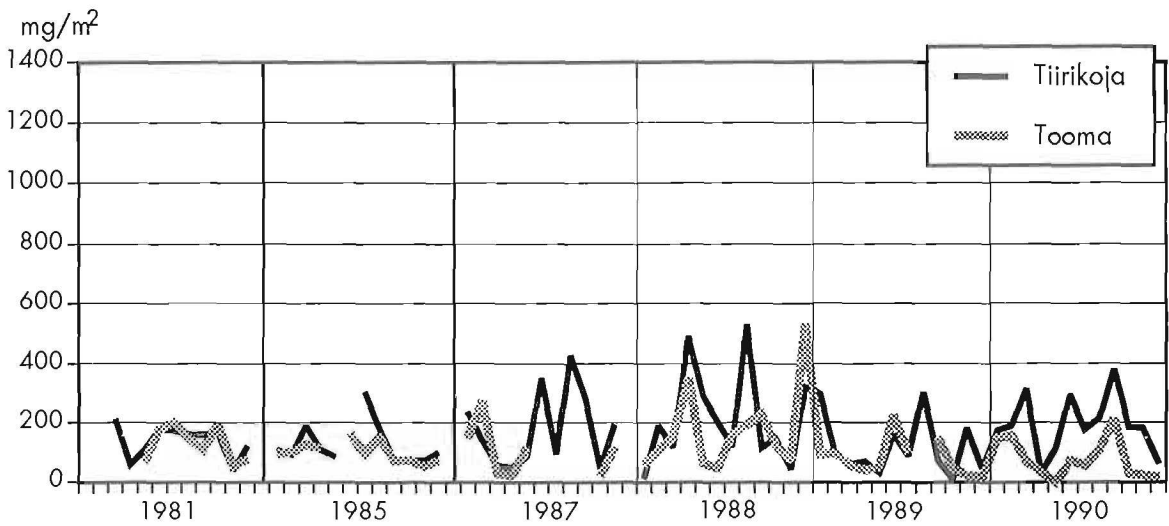
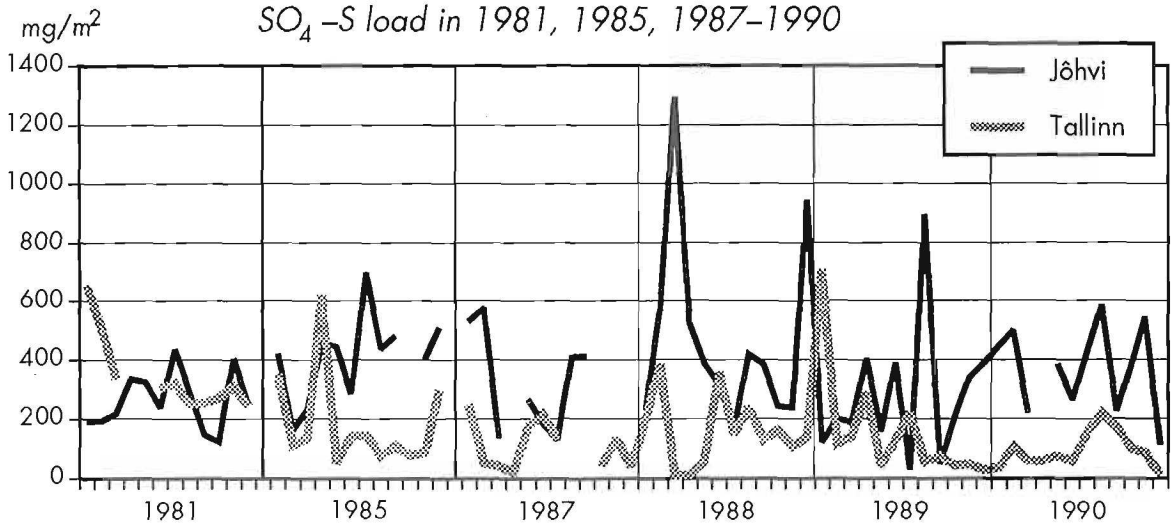
Tabel Väevli- ja lämmastikukoormused (mg/m² kuus) Eesti EMEP jaamades 1981, 1985, 1987–1990

Table Loads of sulphur and nitrogen (mg/m² per month) in Estonian EMEP stations 1981, 1985, 1987–1990

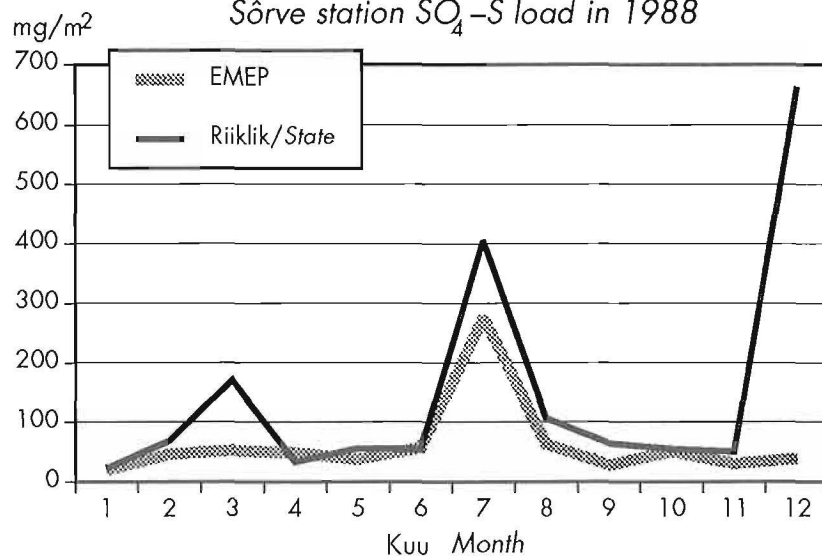
Kuu Month	Sörve				Lahemaa			
	SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	sum N	SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	sum N
1981								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7	88.50							
8	62.65							
9	31.49							
10	138.21							
11	148.10							
12	106.64		19.62	19.62				
1985								
1	81.37	91.67	87.04	178.71	38.50		12.52	12.52
2					27.50		2.82	2.82
3					41.55		21.44	21.44
4					56.90		36.30	36.30
5					34.65		24.49	24.49
6					38.90		0.37	0.37
7					19.47		15.76	15.76
8	63.05	21.83	57.72	79.54	80.77		30.38	30.38
9	66.04	47.80	44.32	92.11	38.14	14.67	18.58	33.25
10	22.59	10.54	11.55	22.09	16.69	24.06	10.80	34.86
11	54.51	40.71	28.98	69.69	39.20		15.20	15.20
12	57.33	52.29	60.48	112.77	32.56		31.10	31.10
1987								
1	40.43	31.16	23.52	54.68	18.91	9.12	7.58	16.70
2	58.34	40.02	35.16	75.17	20.99	12.38	95.43	107.81
3	42.86	36.80	25.10	61.90	40.80	10.12	33.77	43.89
4					4.78	0.97	0.32	1.30
5	117.74	76.85	81.08	157.92	96.85	48.10	76.70	124.80
6	60.82	18.41	39.06	57.47	43.00	11.61	9.89	21.50
7	45.03	2.40	0.96	3.35				
8	47.07	10.15	14.77	24.92	95.46	3.87	3.87	7.74
9	45.41	13.06	10.57	23.64	33.26	6.47	0.92	7.39
10	45.37	18.92	5.24	24.17	3.65	3.47	2.02	5.48
11	73.93	58.61	39.96	98.57	45.73	20.40	13.49	33.89
12								
1988								
1	19.20	16.10	4.40	20.50	7.50	4.50	2.50	7.00
2	46.40	48.70	26.60	75.30	12.80	2.70	0.40	3.10
3	52.10	21.90	27.70	49.60	56.90	26.60	13.10	39.70
4	47.90	29.10	24.80	53.90	13.80	6.50	2.40	8.90
5	37.00	20.20	10.80	31.00	38.70	15.80	26.40	42.20
6	56.80	1.10	27.30	28.40	11.10	1.10	0.50	1.60
7	276.50	121.80	263.20	385.00	116.90	15.90	13.40	29.30
8	63.10	14.90	11.60	26.50	102.50	12.50	31.90	44.40
9	27.60	33.00	23.50	56.50	29.10	9.00	11.90	20.90
10	50.70	25.30	13.50	38.80	24.30	17.60	12.60	30.20
11	30.20	20.60	12.60	33.20	19.60	8.30	14.20	22.50
12	38.20	34.10	14.90	49.00	18.20	11.00	2.00	13.00

Kuu Month	Sõrve				Lahemaa			
	SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	sum N	SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	sum N
1989								
1	43.10	61.20	24.00	85.20	5.40	9.30	5.10	14.40
2	80.80	84.60	38.40	123.00	20.30	24.40	11.00	35.40
3	131.10	27.10	0.00	27.10	34.70	20.70	12.20	32.90
4	92.10	47.10	44.10	91.20	57.60	13.50	11.60	25.10
5	93.50	68.90	72.20	141.10	39.00	11.90	6.30	18.20
6	47.20	11.00	16.00	27.00	55.60	10.10	11.10	21.20
7	189.40	36.00	7.80	43.80	67.00	7.90	2.90	10.80
8	39.10	34.10	36.90	71.00	142.50	32.50	36.60	69.10
9	44.40	10.10	4.30	14.40	49.20	12.10	8.50	20.60
10	29.20	28.00	10.20	38.20	34.70	20.10	99.30	119.40
11	13.00	9.20	5.40	14.60	193.40	16.60	99.30	115.90
12	356.90	327.90	98.70	426.60	29.60	16.90	6.30	23.20
1990								
1	198.87	227.28	113.64	340.92	35.10	11.70	5.85	17.55
2					47.76	31.84	15.92	47.76
3	163.17	101.43	119.07	220.50	22.20	17.76	13.32	31.08
4					21.28	7.98	13.30	21.28
5	47.77	28.10	30.91	59.01	37.20	14.88	14.88	29.76
6	56.50	16.95	5.65	22.60	35.50	7.10	3.55	10.65
7	90.06	15.01	15.01	30.02	29.64	7.41	12.35	19.76
8	172.38	177.45	81.12	258.57	32.88	4.11		4.11
9	42.60	8.52		8.52	23.94	5.13	1.71	6.84
10					39.52	9.88		9.88
11	97.12	48.56	12.14	60.70	25.10	10.04		10.04
12	95.48	43.40	8.68	52.08	17.50	12.25	3.50	15.75

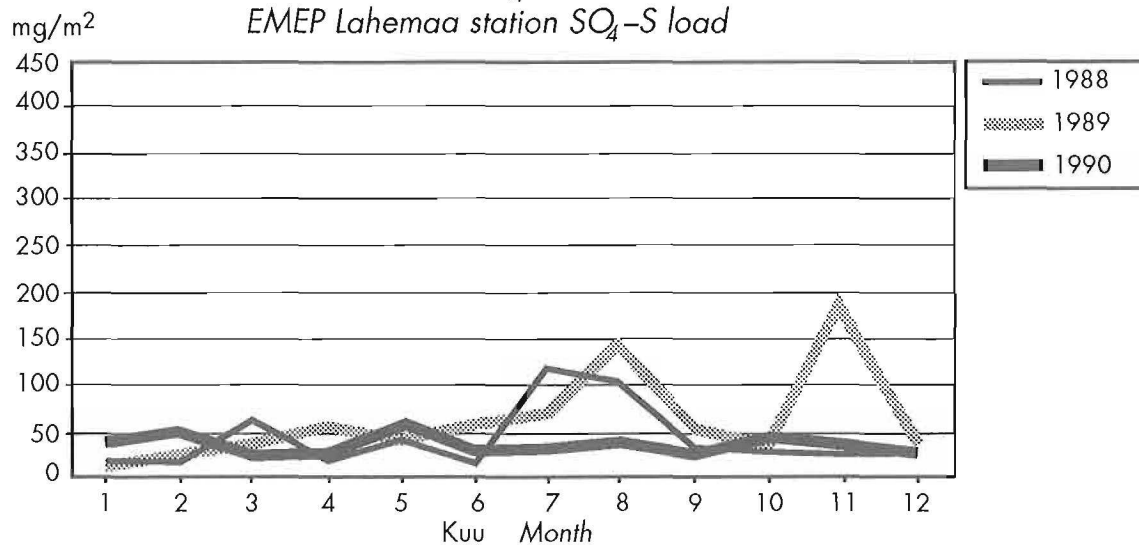
SO₄-S koormused 1981, 1985, 1987-1990.a.
SO₄-S load in 1981, 1985, 1987-1990



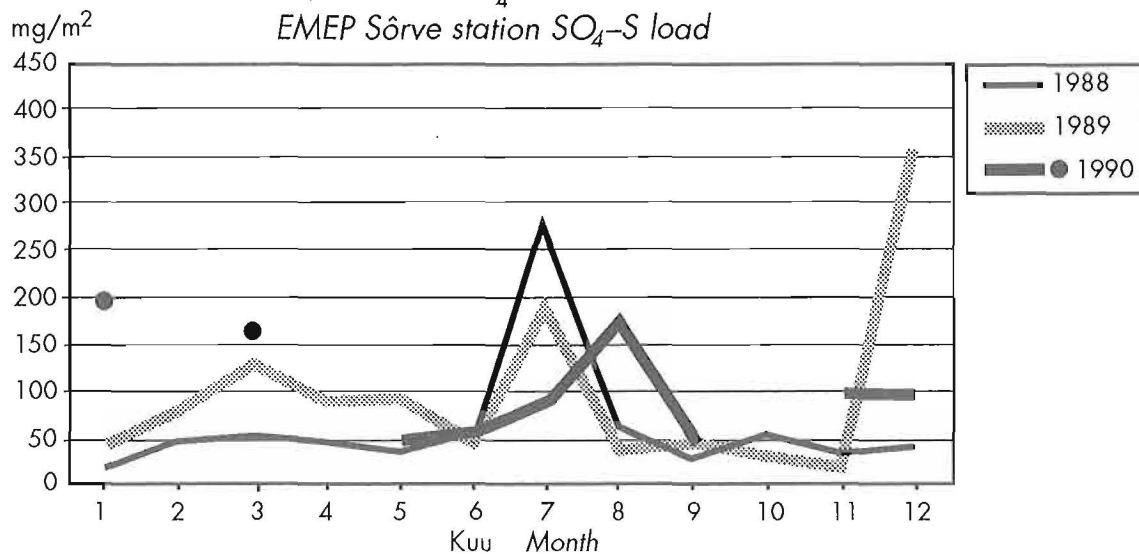
Sõrve jaama SO₄-S koormused 1988.a.
Sõrve station SO₄-S load in 1988



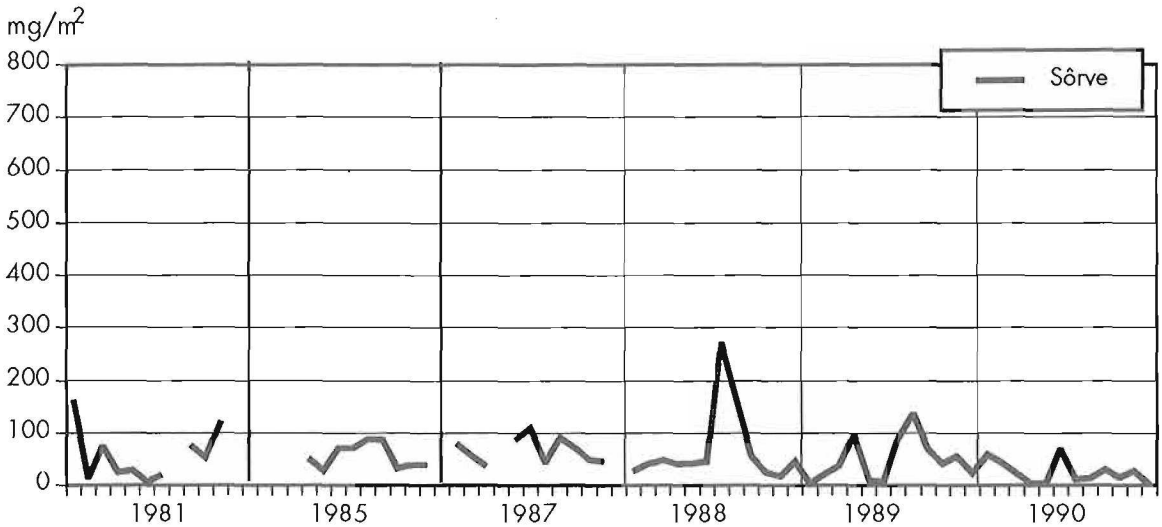
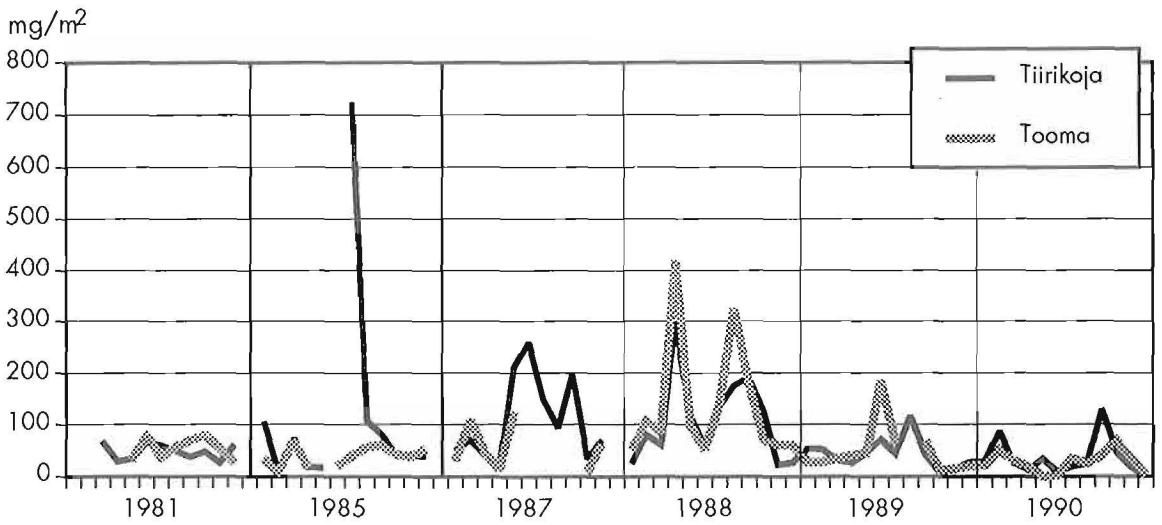
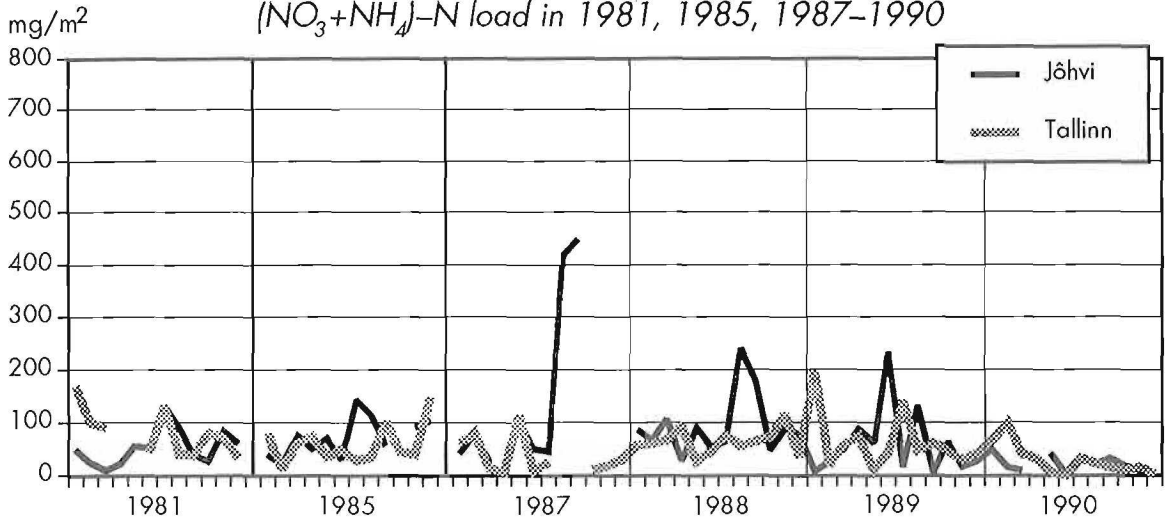
EMEP Lahemaa SO₄-S koormused
EMEP Lahemaa station SO₄-S load

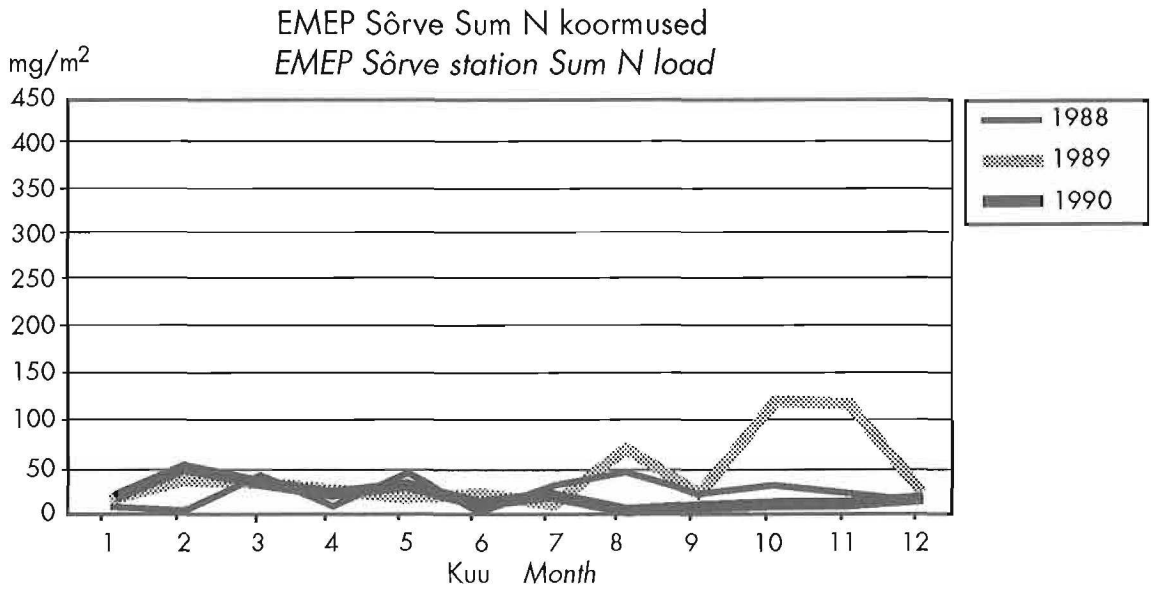
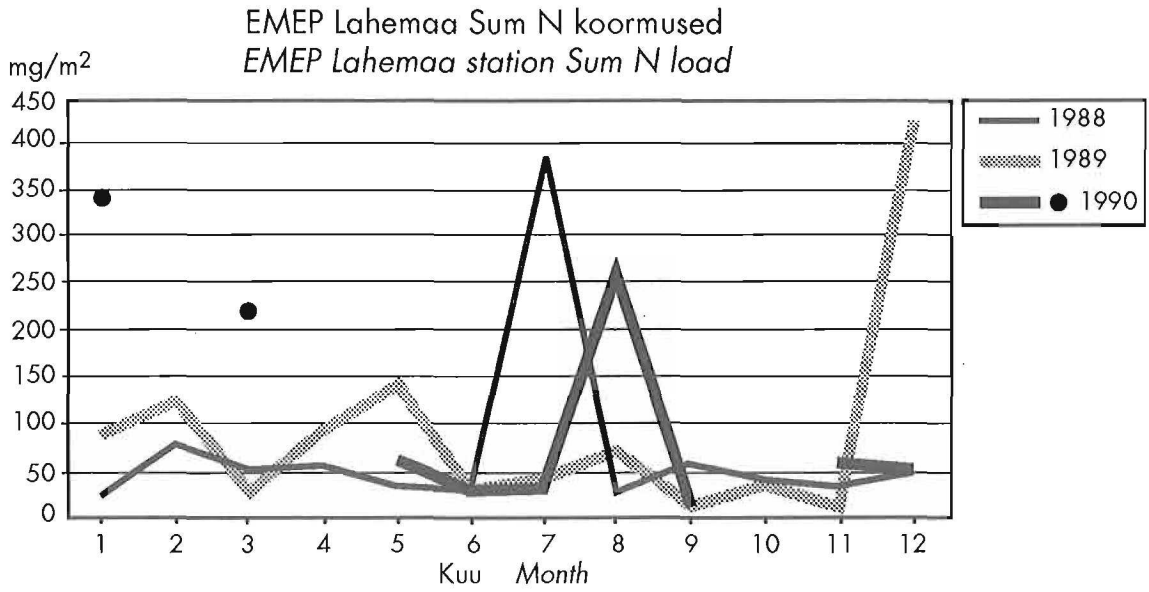


EMEP Sõrve SO₄-S koormused
EMEP Sõrve station SO₄-S load

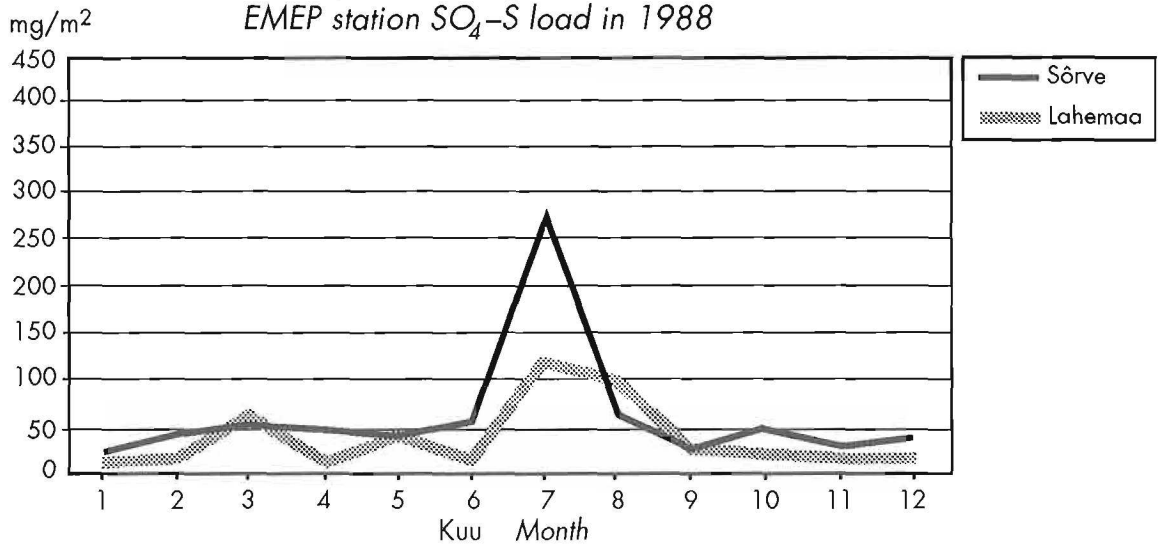


(NO₃+NH₄)-N koormused 1981, 1985, 1987-1990.a.
(NO₃+NH₄)-N load in 1981, 1985, 1987-1990

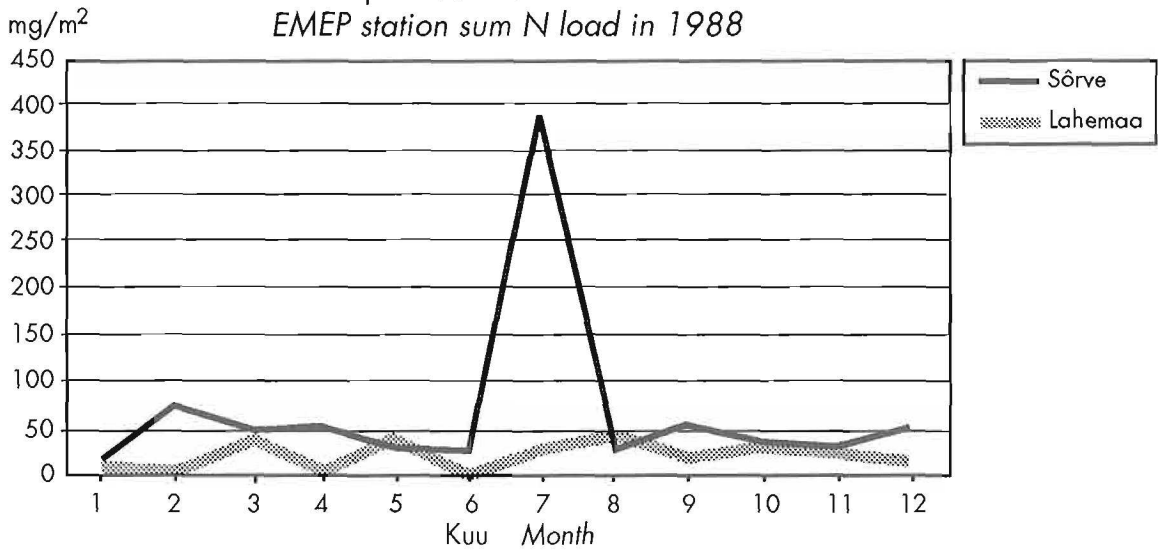


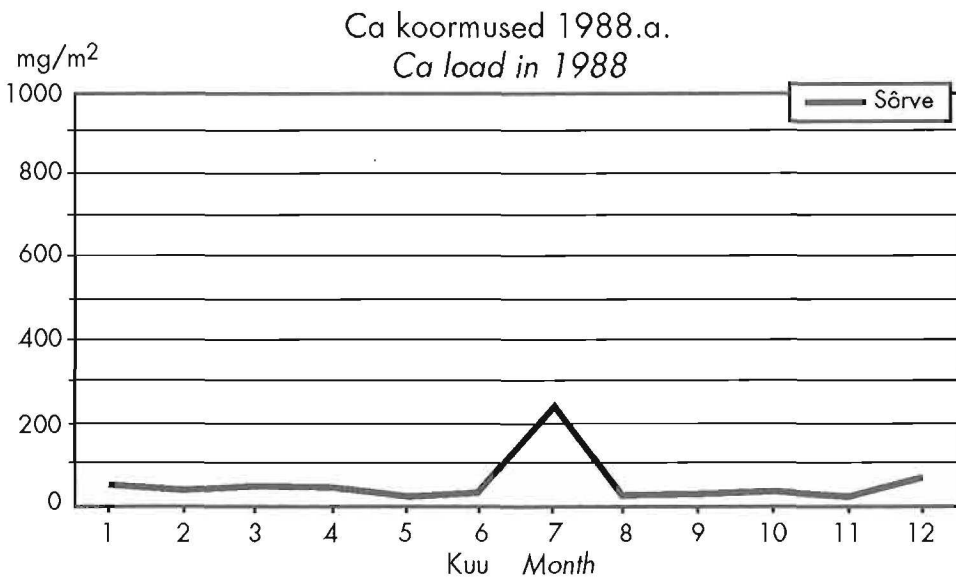
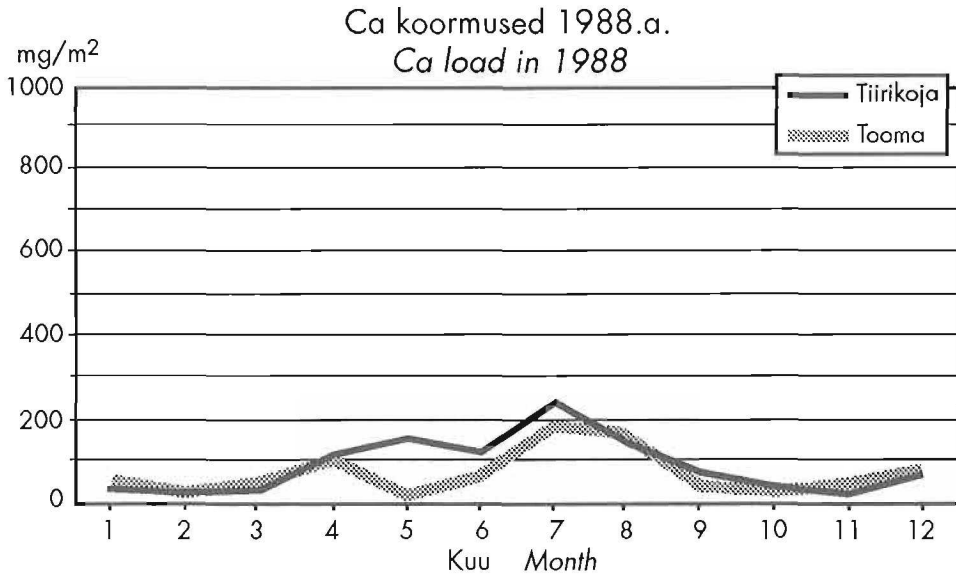
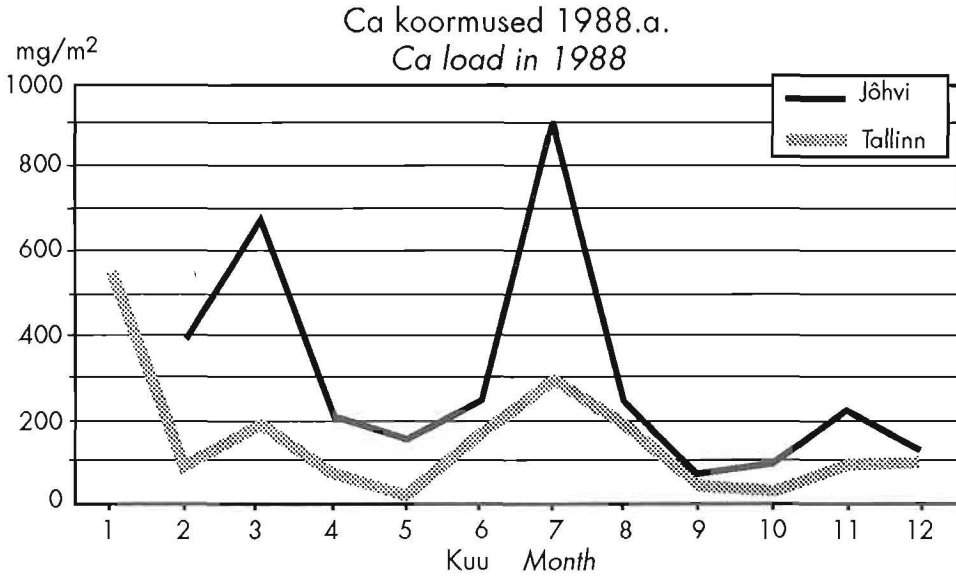


EMEP jaamade SO₄-S koormused 1988.a.
EMEP station SO₄-S load in 1988

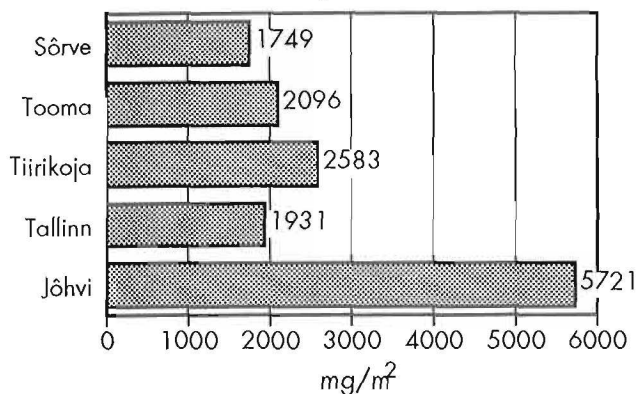


EMEP jaamade sum N koormused 1988.a.
EMEP station sum N load in 1988

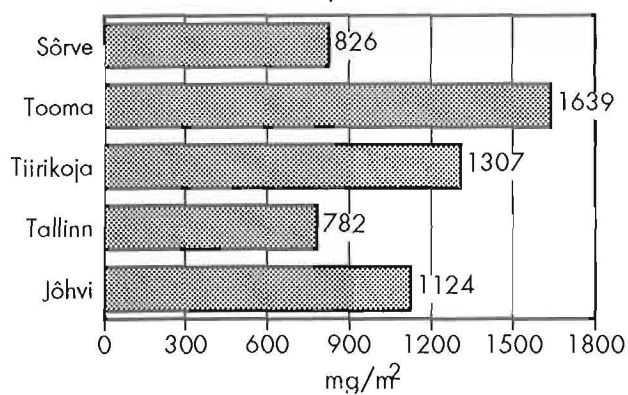




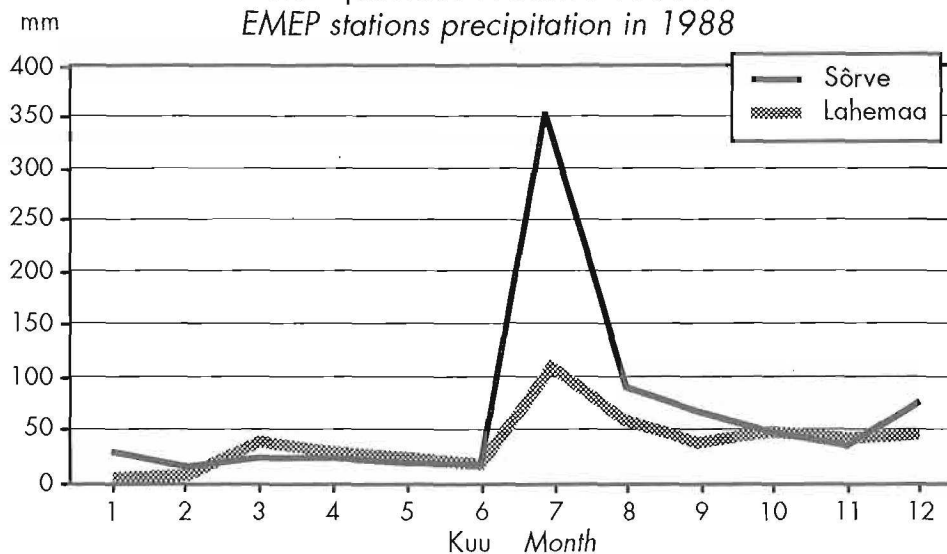
Sum S märgsadenemine 1988.a.
Sum S wet deposition in 1988



Sum N märgsadenemine 1988.a.
Sum N wet deposition in 1988



EMEP jaamade sademed 1988.a.
EMEP stations precipitation in 1988



Sademed 1988.a.
Precipitation in 1988

