

Luftföroreningar i Stockholms län

• 1995 - 1996

•



Luftföroreningar i Stockholms län

1995 - 1996



Rapporten är sammanställd av
Christer Johansson, Pia Höglund, Tage Jonson
Stockholms luft- och bulleranalys
Miljöförvaltningen
Box 38024
100 64 STOCKHOLM
tfn 08 - 616 96 00

Stockholm september 1996

Omslag: Ann-Christin Reybekiel

Innehållsförteckning

	Sida
Inledning	3
Väder	4
Luftföroreningar	
Kvävedioxid	6
Svaveldioxid	8
Ozon	10
Tidsvariationer	11
Trender	12
Deposition	
Bakgrund	13
Deposition av kväve	14
Deposition av svavel	15
Deposition, säsongsvariationer	16
Bilagor	
Sammanställning av våt- och torrdepositionen på mätstationerna i Stockholms län	
Karta över stationer för våtdepositions­mätningar	
Karta över stationer för luftförore­nings­mätningar	
Karta över meteorologiska stationer	

Inledning

Genom mätningar sedan lång tid tillbaka finns kunskap om hur höga halterna av olika luftföroreningar är på olika mätplatser. Att mäta är emellertid inte tillräckligt för att i förväg kunna bedöma vilka effekter olika åtgärder har på luftkvaliteten. Huvudsyftet med det system som byggts upp av Stockholms läns luftvårdsförbund är att kunna analysera sådana effekter. Analyser av luftkvalitet kräver förutom mätningar bra utsläpps- och spridningsberäkningar. Därför har systemutvecklingen inriktats på mätdata, emissionsdata och spridningsmodeller. I denna rapport återfinns data från systemets mätdata. Spridningsberäkningar kräver preciserade problemdefinitioner och är därför projektlagda.

Emissionsdatabas

I databasen lagras data om vilka föroreningar som släpps ut i atmosfären och var utsläppen sker. Dessutom ingår uppgifter om hur utsläppen varierar över tiden. En detaljerad beskrivning av hur emissionsdatabasen är uppbyggd återfinns i luftvårdsförbundets rapport 2:95.

Emissionsdatabasen har byggts upp i samarbete mellan förbundets medlemmar samt länsstyrelsen. Databasen uppdateras varje år. Emissionsdata för 1995 återfinns i nästa rapport

Meteorologiska mätningar

Olika meteorologiska förhållanden avgör hur luftföroreningar sprids i atmosfären. För spridningsberäkningar behövs information om väderparametrar som vind, temperatur, globalstrålning och nederbörd. Dessa parametrar mäts vid ett antal meteorologiska mätstationer i länet. Vissa uppgifter från dessa stationer återfinns i väderavsnitten i denna rapport.

Luftföroreningsmätningar

För att verifiera spridningsberäkningar är mätningar nödvändiga. Teknik och metoder varierar beroende på vilket ämne som mäts. Vissa mätningar krävs för att kartlägga lokala förhållanden. Andra mätningar behövs för att bedöma hur stor del av luftföroreningarna som härrör från andra regioner eller länders utsläpp.

Mätningar krävs också för att på vissa platser erhålla mera noggranna jämförelser med gränsvärden för luftkvalitet eller kritiska belastningsgränser för nedfall av luftföroreningar. I denna rapport görs sådana jämförelser för vinterhalvåret 1995/96 samt för hydrologiska året oktober 1994 till september 1995.

Gränsvärden för luftkvalitet

Sverige har åtagit sig att följa EU:s direktiv för luftkvalitet och har därför infört *gränsvärden* för svaveldioxid, sot och kvävedioxid. Dessa gränsvärden baseras på vinterhalvår men gäller även under sommarhalvår. Halterna är normalt sett högre under vinterhalvåret. Gränsvärdena avser mätta eller beräknade värden för platser där människor normalt uppehåller sig.

För ozon har inget gränsvärde formulerats, men Sverige har antagit EU:s *tröskelvärden* för marknära ozon. Om dessa överskrids innebär det risk för hälsa och miljö. Halterna av ozon är normalt sett högre under sommarhalvåret (april - september).

Riktvärden för luftkvalitet anger halter av föroreningar som inte bör överskridas om en god miljö skall uppehållas. Riktvärden är vägledande men inte bindande och har formulerats av naturvårdsverket för kolmonoxid. *Bedömningsgrunder* för luftkvalitet är också vägledande och anges för luftens halt av partiklar.

Kritiska belastningsgränser för olika naturtyper har formulerats av naturvårdsverket för deposition av svavel och kväve. För svavel ligger kritisk belastning i intervallen 2,5-8 kg/ha och år för Stockholms läns marktyper och för kväve är motsvarande intervall 4-15 kg/ha och år.

Väder

Vinterhalvåret 1995/96

Vädret under vinterhalvåret 1995/96 har kännetecknats av högtrycksperioder med klart och kallt väder kombinerat med låga vindhastigheter. Medeltemperaturen, $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ vid mätstationen på Torkel Knutssonsgatan är klart lägre än flerårs-

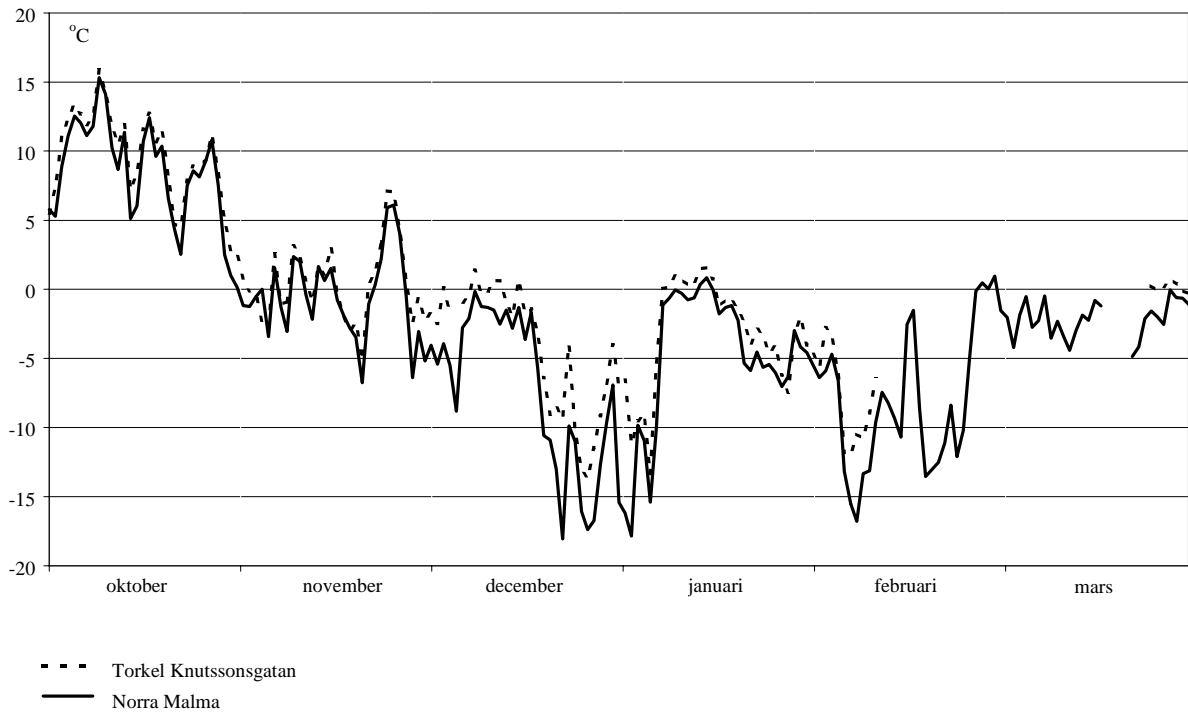
genomsnittet för de senaste tolv vinterhalvåren som är $+1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vindhastighetens medelvärde vid samma mätplats var under den gångna vintern $3,1\text{ m/s}$ vilket är under flerårsmedelvärdet $3,8\text{ m/s}$.

Temperatur $^{\circ}\text{C}$	Medelvärde	Högsta timmedelvärde	Lägsta timmedelvärde	Flerårigt medelvärde
Torkel Knutssonsgatan 20 m	-0,1	20,2	-15,7	1,6 (1983-95)
Norra Malma 2 m	-2,4	20,1	-23,3	-
Botkyrka 2m	-1,9	22,2	-24,2	-
Arlanda 2 m	-2,6	20,4	-23,3	-
Landsort 2 m	-0,3	14,4	-14,0	2,2 (1988-95)

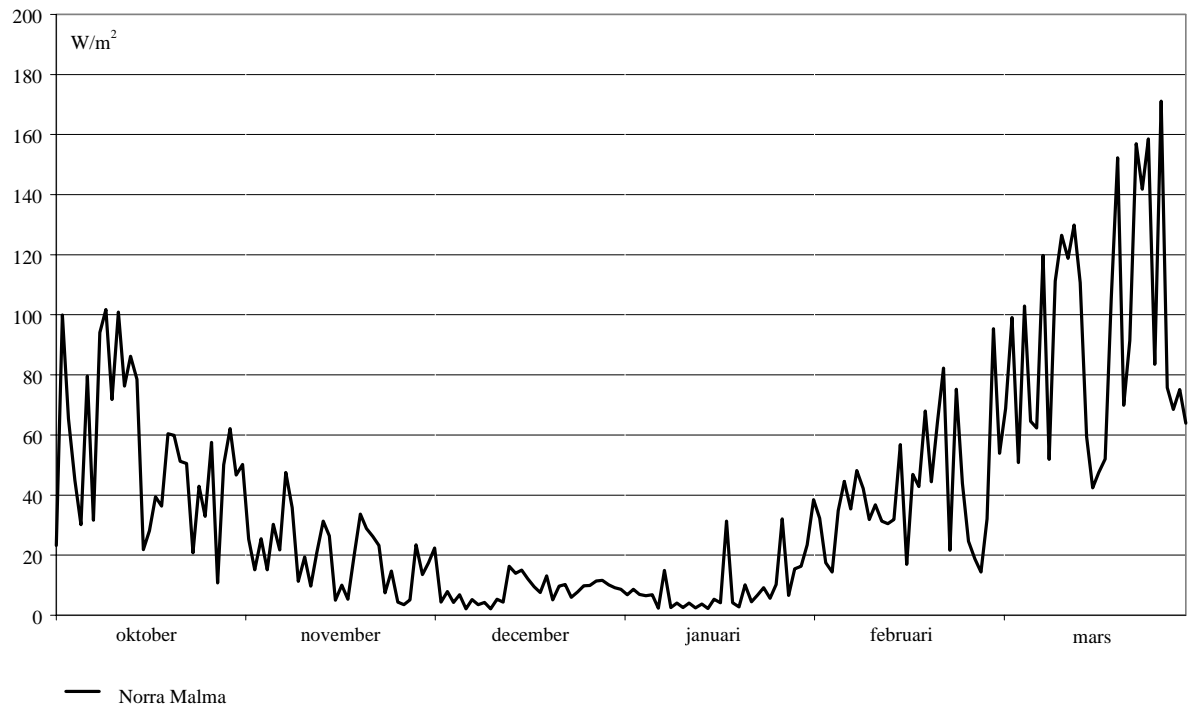
Vindhastighet m/s	Medelvärde	Högsta timmedelvärde	Flerårigt medelvärde
Torkel Knutssonsgatan 36 m	3,1	12,1	3,8 (1982-95)
Norra Malma 24 m	3,0	13,3	-
Högdalen 51 m	4,1	15,9	5,1 (1989-95)

Väder

Temperatur (dygnsmedelvärden)



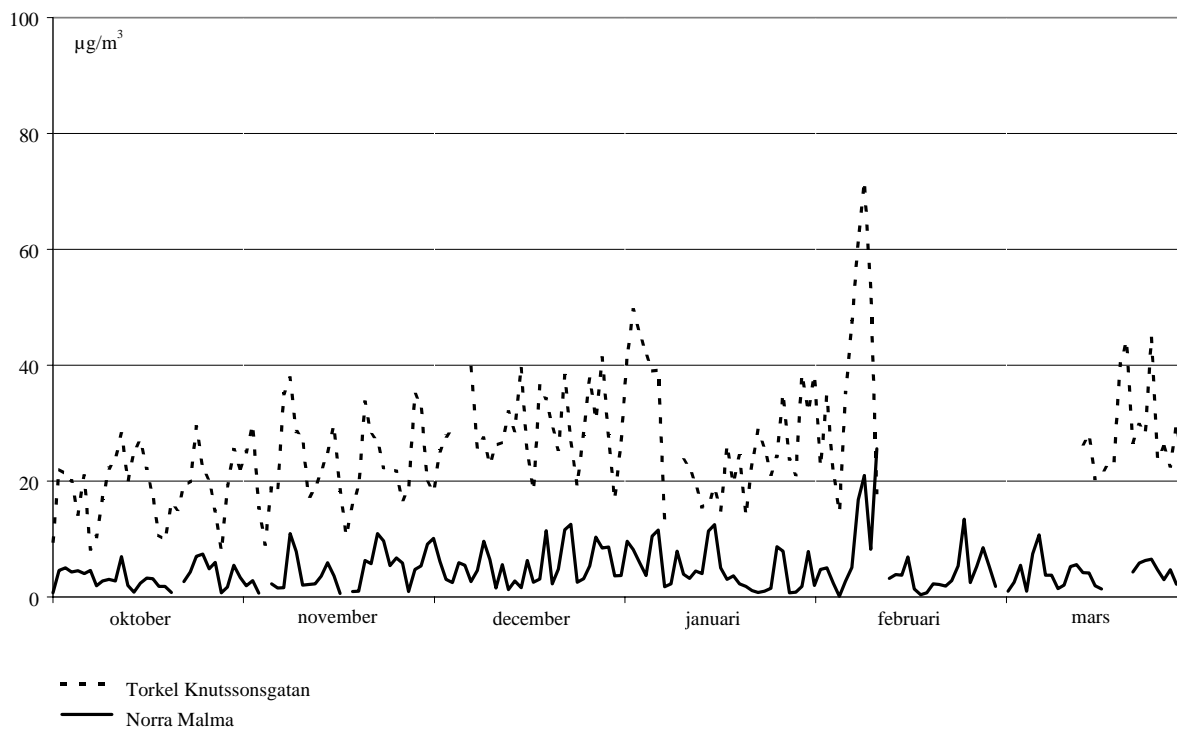
Globalstrålning (dygnsmedelvärden)



Kvävedioxid

NO₂

Dygnsmedelvärdet



Vinterhalvåret 1995/96	Torkel Knutssonsgatan	Norra Malma	Landsort	Gränsvärden
Periodmedelvärde	26	5	5	50
Högsta dygnsmedelvärde	72	26	27	
98%-il dygnsmedelvärde	51	13	20	75
Högsta timmedelvärde	99	86	73	
98%-il timmedelvärde	60	19	22	110

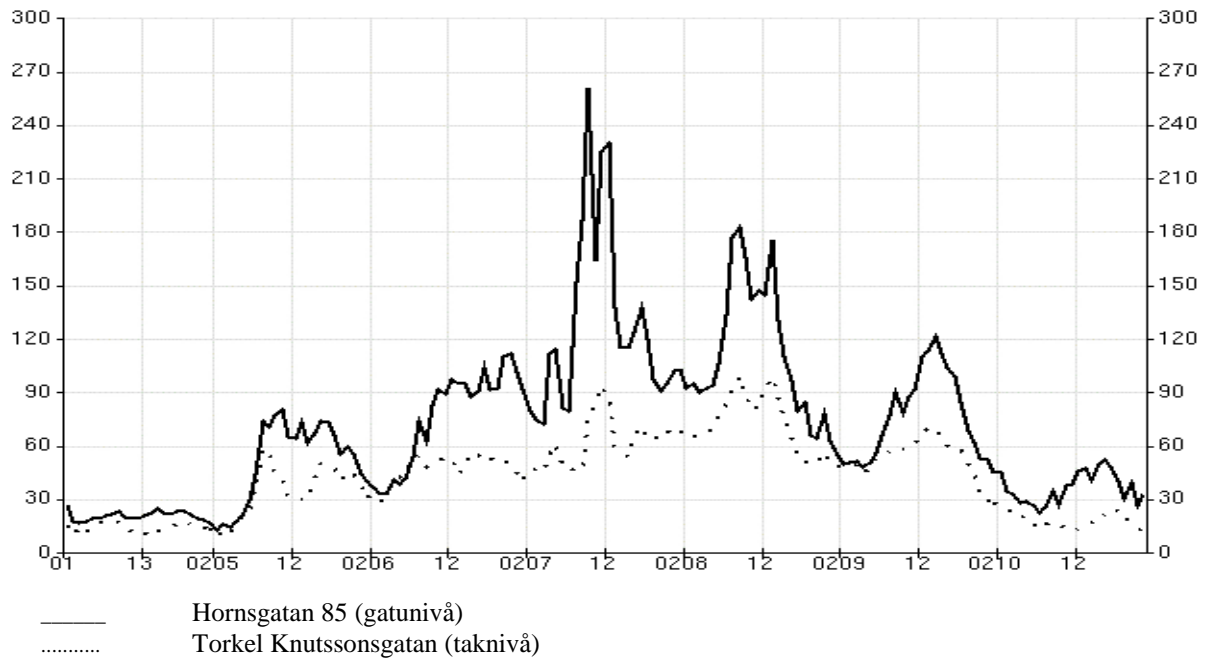
För luftföroreningar var vinterhalvåret 1995/96 det ogynnsammaste sedan vintern 1986/87. Speciellt perioder i december, januari och februari var kalla och högtrycksbetonade med relativt svaga vindar.

Eftersom kväveoxidutsläppen minskat avsevärt sedan 1986/87 var vinterhalvårsmedelvärdet för

Torkel Knutssonsgatan ändå klart lägre, 26 µg/m³ jämfört med 35 µg/m³. De höga halterna vid längre inversionsperioder var dock något högre denna vinter, 60 µg/m³ jämfört med 56 µg/m³, räknat som 98%-il timmedelvärde.

Kvävedioxid

Timmedelvärden

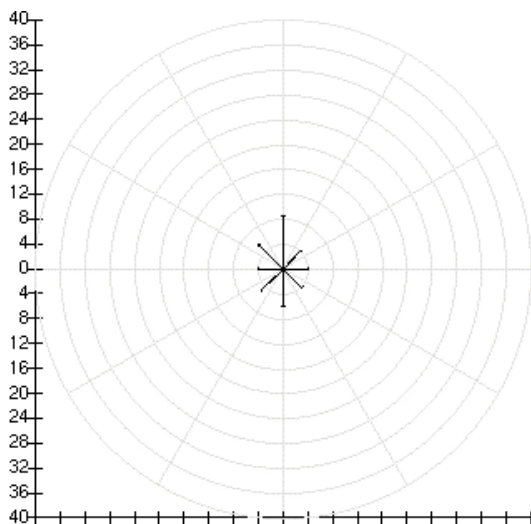


De högsta halterna under vintern uppmättes första veckan i februari. Trots lägre utsläpp än vintern 1986/87 uppmättes under denna vecka ett högsta timmedelvärde 261 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ på Hornsgatan i gatunivå. Detta värde överträffades endast under 4 timmar vintern 1986/87 vid samma mätstation.

Gränsvärden för kvävedioxid överskreds vid flera av de mest trafikerade gatorna i Stockholms innerstad.

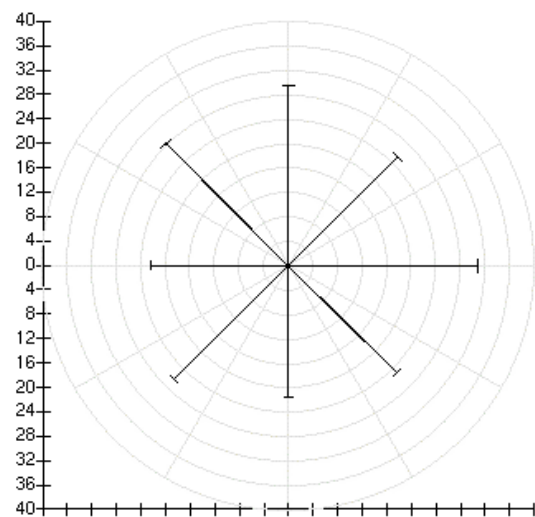
Som framgår av diagrammen nedan var medelvärdet av kvävedioxidhalter vid olika vindriktningar ganska jämnt fördelade både på Landsort och Torkel Knutssonsgatan under vinterhalvåret 1995/96.

$\mu\text{g}/\text{m}^3$



Medelvärde av NO_2 -halter i olika vindriktningar vid Landsort vinterhalvåret 1995/96.

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

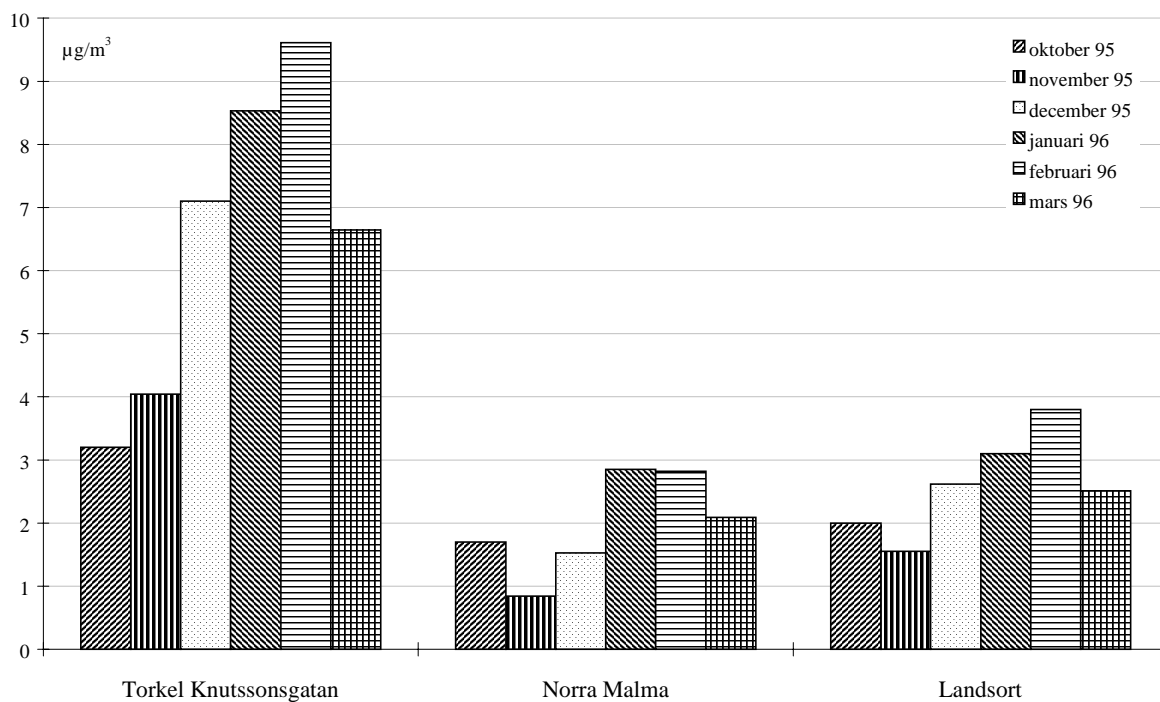


Medelvärde av NO_2 -halter i olika vindriktningar vid Torkel Knutssonsgatan vinterhalvåret 1995/96.

Svaveldioxid

SO₂

Månadsmedelvärden



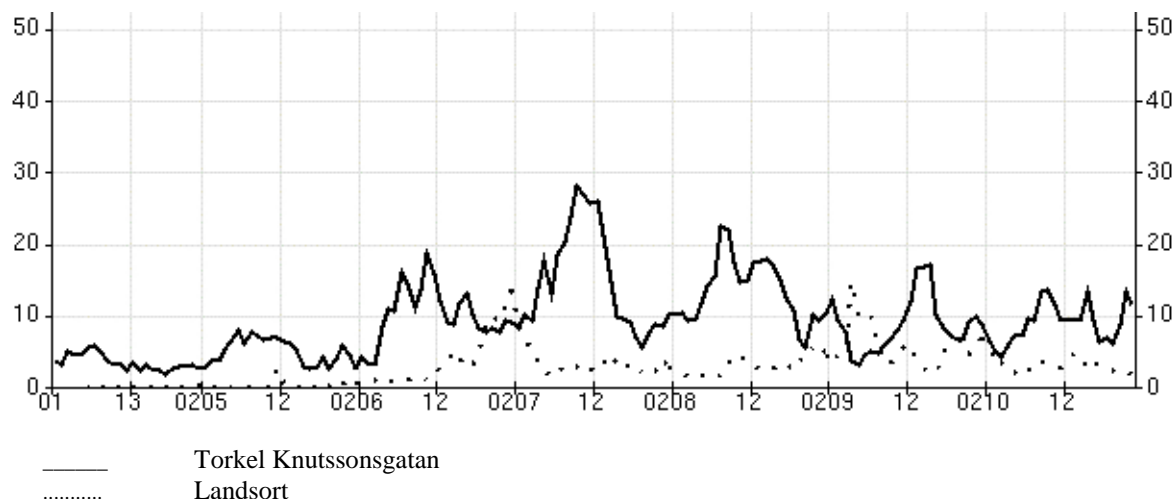
Vinterhalvåret 1995/96	Torkel Knutssonsgatan	Norra Malma	Landsort	Gränsvärde
Periodmedelvärde	6	2	3	50

Svaveldioxidutsläppen i Stockholms län har sedan vintern 1986/87 minskat kraftigt. Vinterhalvårsmedelvärdet vid Torkel Knutssonsgatan har därför sjunkit från 40 µg/m³ till 6 µg/m³ trots lik-

nande vintrar. Vid Landsort har vinterhalvårsmedelvärdet sjunkit från nära 10 µg/m³ till 3 µg/m³.

Svaveldioxid

Timmedelvärden

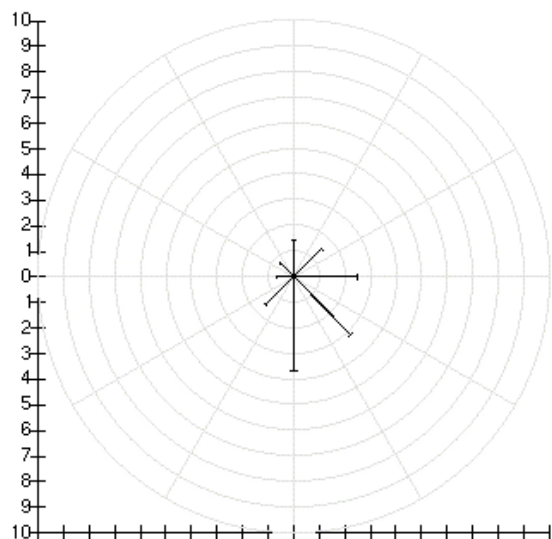


De högsta svaveldioxidhalterna vid Torkel Knutssonsgatan uppmättes första veckan i februari och förorsakades då av lokala utsläpp. Högsta halten var nära $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ räknat som timmedelvärde. Vintern 1986/87 var högsta timmedelvärdet $261 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vid samma mätstation.

Högsta timmedelvärdet vid Landsort, $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, uppmättes i slutet av november vid en episod utifrån.

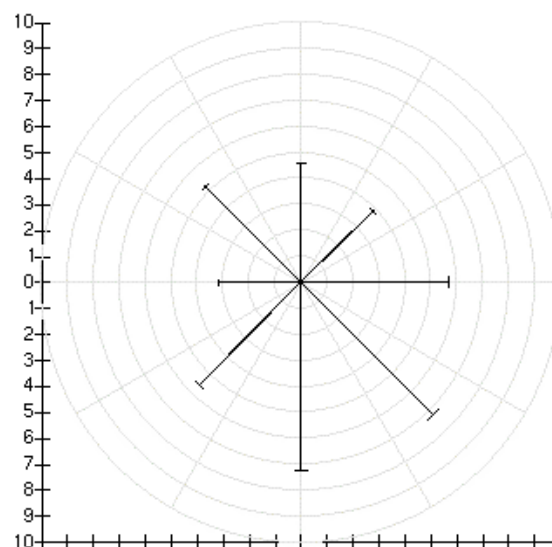
Som framgår av nedanstående diagram var medelvärdet av svaveldioxidhalter vid Landsort klart högst vid vindar från O, SO och S. Även vid Torkel Knutssonsgatan är vinterhalvårsmedelvärdena numera högst vid samma vindriktningar.

$\mu\text{g}/\text{m}^3$



Medelvärde av SO_2 -halter i olika vindriktningar vid Landsort vinterhalvåret 1995/96.

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

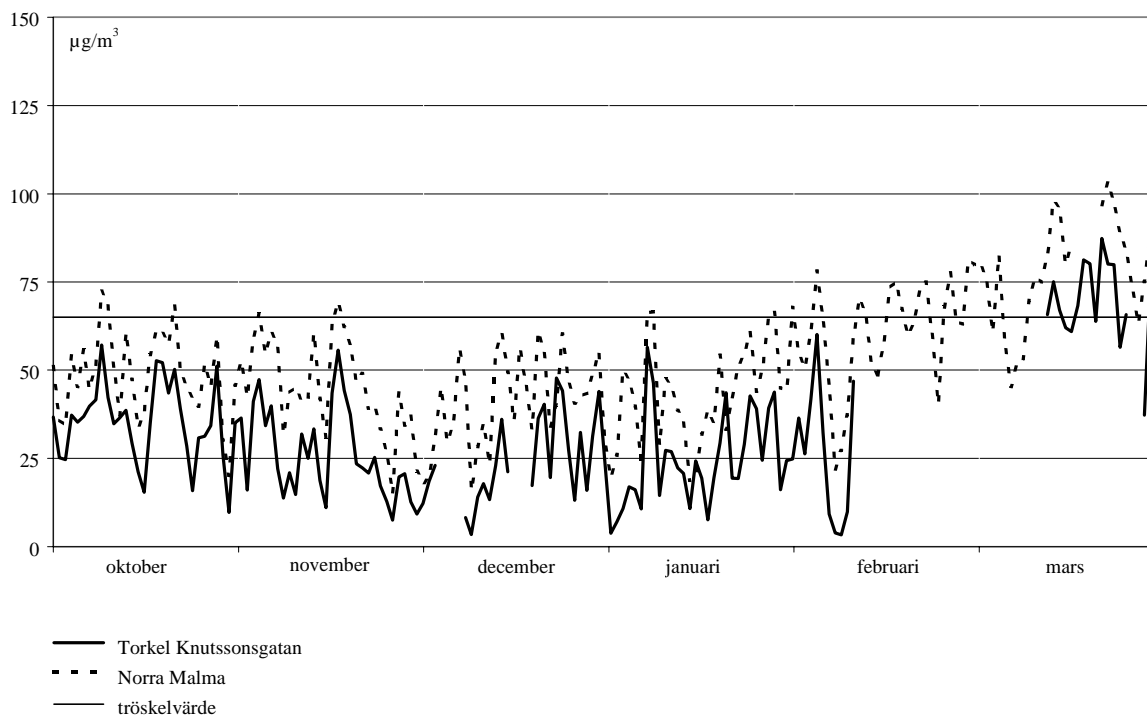


Medelvärde av SO_2 -halter i olika vindriktningar vid Torkel Knutssonsgatan vinterhalvåret 1995/96.

Ozon

O₃

Dygnsmedelvärden

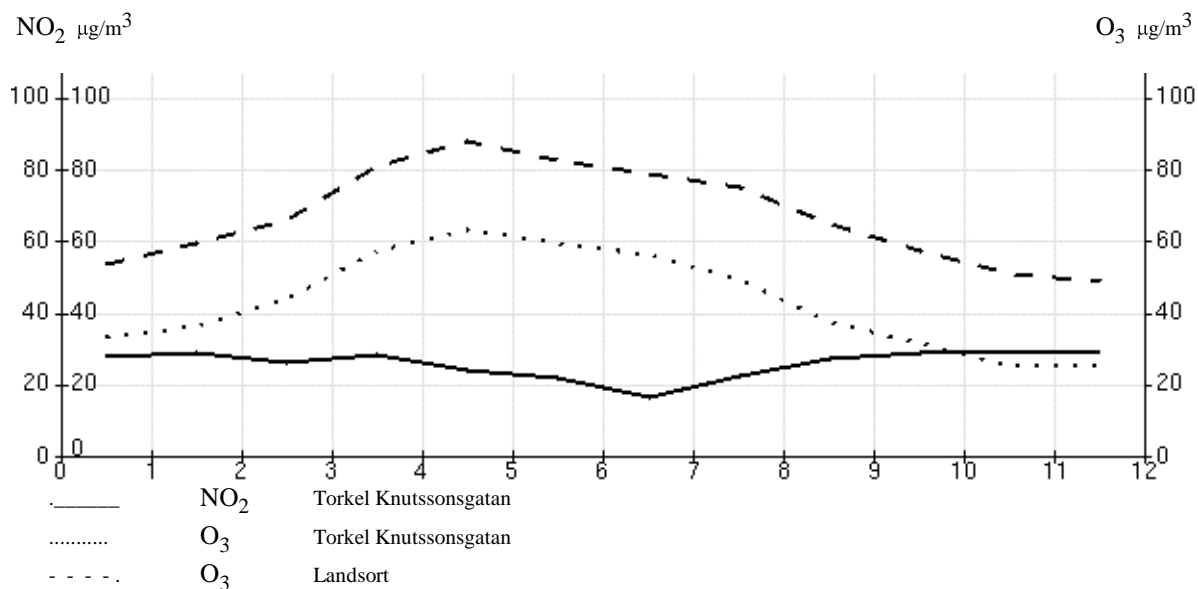


Vinterhalvåret 1995/96	Torkel Knutssongatan	Norra Malma	Landsort
Periodmedelvärde	33	53	63
Högsta timmedelvärde	119	126	136
Antal timmar över 180 µg/m ³	0	0	0
Högsta 8-timmarsmedelvärde*	102	119	129
Antal 8-timmarsmedelvärden * över 110 µg/m ³	0	4	24
Högsta dygnsmedelvärde	87	103	126
Antal dygnsmedelvärden över 65 µg/m ³	12	42	69
Tröskelvärden för marknära ozon:	µg/m³	Medelvärdestid	
Skydd av hälsa	110	8 tim*	
Skydd av vegetation	200	1 tim	
Skydd av vegetation	65	1 dygn	
Skyldighet att informera allmänheten	180	1 tim	
Skyldighet att varna allmänheten	360	1 tim	

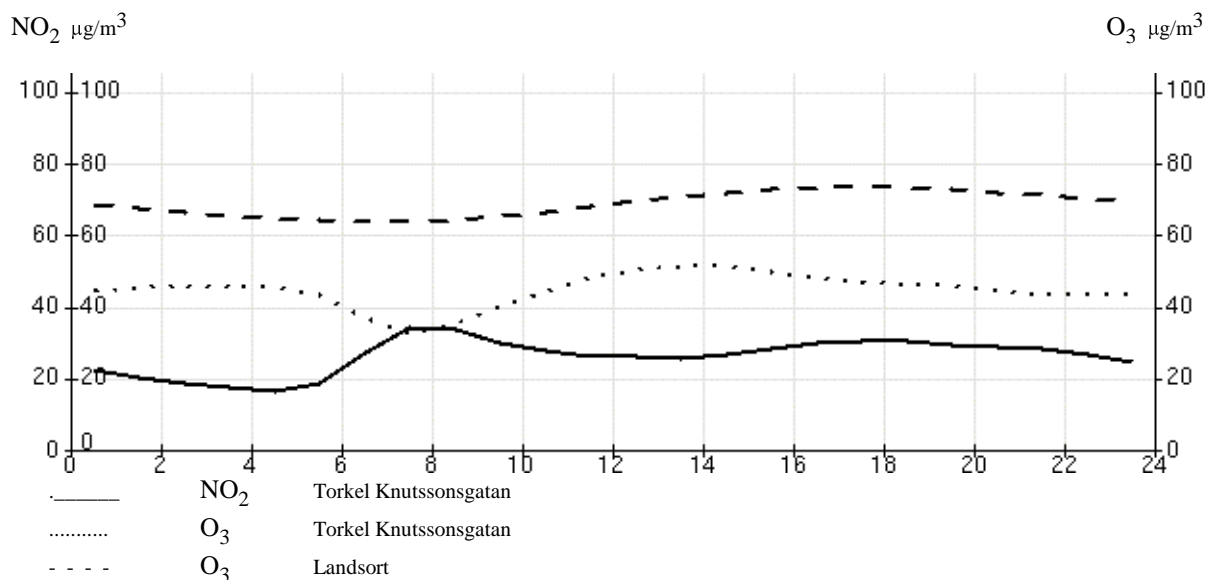
* medelvärden kl 01-08, 09-16, 13-20, 17-24.

Tidsvariationer

Årsvariation (1989 - 1995)



Dygnsvariation (1989 - 1995)

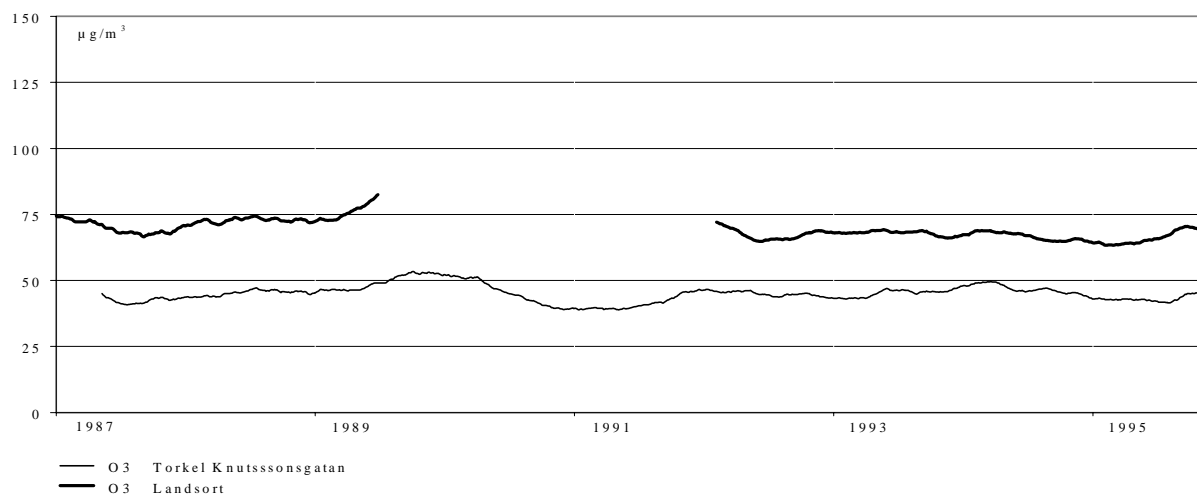
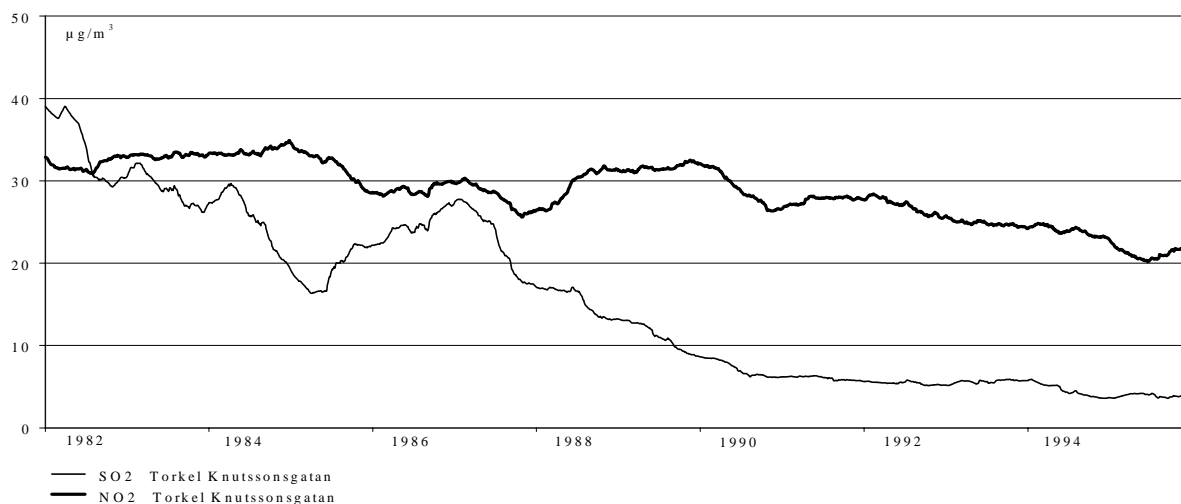


I den övre figuren visas årsvariationen i ozon- och kvävedioxidhalter de senaste sju åren. Ozonhalterna är normalt högst i april-maj såväl i innerstad som skärgård. Nivån på ozonhalterna är betydligt högre i skärgården under hela året. Kvävedioxidhalterna i innerstaden är högst under vinterhalvåret.

I den nedre figuren visas dygnsvariationen av samma halter. I innerstaden varierar ozon- och kvävedioxidhalterna efter motsatta mönster. I skärgården varierar ozonhalterna mindre mellan dag och natt.

Trender

Långtidstrend



Sedan mitten av 60-talet har svaveldioxidhalten vid mätstationen Torkel Knutssonsgatan i Stockholms innerstad succesivt minskat.

Minskningen beror främst på sänkt svavelhalt i eldningsoljan och utbyggnad av fjärrvärmen.

Den senaste skärpningen av svavelkraven gjordes under 1989, då exempelvis högsta svavelhalten i tjock eldningsolja sänktes från 0,8 till 0,5 procent.

Kvävedioxidhalten som mätts sedan början av 80-talet vid Torkel Knutssonsgatan har först under 90-talet börjat minska, främst beroende på minskade kväveoxidutsläpp från vägtrafiken.

Under 80-talet minskade kväveoxidutsläppen från de stora energianläggningarna i Stockholm men vägtrafikökningen medförde att kvävedioxidhalten var i stort sett oförändrad.

Marknära ozon bildas av kolväte- och kväveoxidutsläpp i hela Europa och transporteras in över Sverige. Utsläppen i Stockholms län bidrar också till halterna som har legat på samma nivå sedan mitten av 80-talet såväl vid Torkel Knutssonsgatan som Landsort.

Deposition

Bakgrund

Depositionen av luftföroreningar till marken utgör ett av de allvarligaste miljöproblemen i Stockholms län. Nedanstående presentation avser det hydrologiska året 94/95 (dvs oktober 1994 till och med september 1995).

Den totala depositionen består av dels våtdeposition d v s nedfall med nederbörden, dels torrdeposition, d v s direktupptag på mark och vegetation av gaser och partiklar. Våtdepositionen beror av nederbördsmängderna och halterna i nederbörden. Torrdepositionen beror på markytans beskaffenhet och gasernas/partiklarnas kemiska och fysikaliska egenskaper.

Våtdepositionen av sulfat, nitrat och ammonium mäts kontinuerligt på flera platser i länet. Nederbörd insamlas månadsvis med trutförsedda flaskor som i vissa fall har lock som öppnas automatiskt vid nederbördstillfällena.

Torrdepositionen sker i form av kväveoxider (främst kvävedioxid, NO_2), salpetersyra (HNO_3), ammoniak (NH_3), svaveldioxid (SO_2) och partikulära svavel- och kväveföreningar. Den beräknas

utifrån uppmätta halter och antaganden om depositions hastigheter för de olika ämnena. Den beräknade torrdepositionen som presenteras nedan representerar typvärden för de marktyper som föreligger vid de olika mätstationerna.

För hög deposition av kväve och svavel kan leda till markförsurning, förändrad artsammansättning, läckage av bl a kväve och aluminium till sjöar och vattendrag. Den totala depositionen jämförs med kritiska belastningsgränser, som finns angivna för olika marktyper. Dessa anger hur mycket av ett ämne som kan tillföras ett ekosystem utan att några skadliga effekter uppstår. Områden med kalkrik berggrund kan tolerera högre deposition utan att skadliga effekter uppstår.

För en stor del av Sveriges skogsmark och ytvatten anges för svavel 2.5 till 8 kg S per hektar och år.

För kväve (summan av oxiderat och reducerat kväve) anges 4 till 15 kg N per hektar och år för svensk skogsmark.

Deposition av kväve

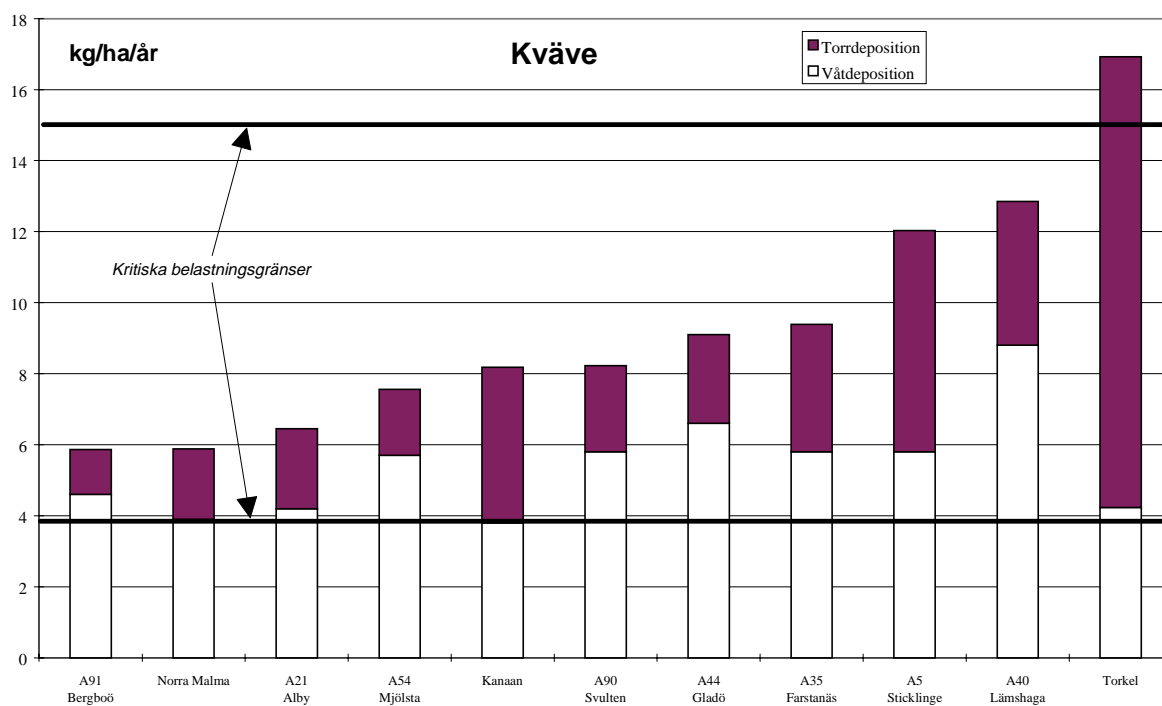
Oktober 1994 - September 1995

Den totala depositionen för året (oktober 1994 - september 1995) framgår av figuren nedan och de enskilda värdena för torr- och våtdepositionen redovisas i nedanstående tabell.

Den totala kvävedepositionen varierar mellan 6 och 17 kg kväve per hektar och år för perioden. På alla platser överskrids den nedre gränsen för kritisk belastning (4 kg/ha/år). Vid Torkel Knutssongatan i Stockholms innerstad överskrids även den övre nivån, 15 kg/ha/år. Detta beror till stor del på den höga andelen torrdeposition av kvävedioxid, vilket i sin tur främst beror på trafikens emissioner av kväveoxider. Vid Torkel Knutssongatan beräknas torrdepositionen av kvävedioxid stå för drygt 70% av den totala depositionen. Även i andra tätt trafikerade områden i länet kan kvävedepositionen förväntas överskrida den övre kritiska belastningsgränsen.

De lägsta värdena på torrdepositionen noteras för de mest avlägsna platserna; Bergboö och Mjölsta.

På de flesta platser utgör depositionen med nederbörden i form av nitrat och ammonium det största bidraget till kvävedefallet. Jämfört med torrdepositionen är våtdepositionen av kväve mer jämnt fördelad över länet. Den består till ungefär lika stor del av nitrat och ammonium. Skillnaderna mellan olika platser beror delvis på olika nederbörds mängder. Dessutom finns en tendens till systematiskt högre våtdeposition vid de mätstationer som inte har nederbördsinsamlare med lock. Detta kan delvis bero på kontaminering av de öppna insamlarna under torrperioder.



Kvävedeposition i Stockholms län, okt 1994 - sep 1995 (kg N/ha/år).

Deposition av svavel

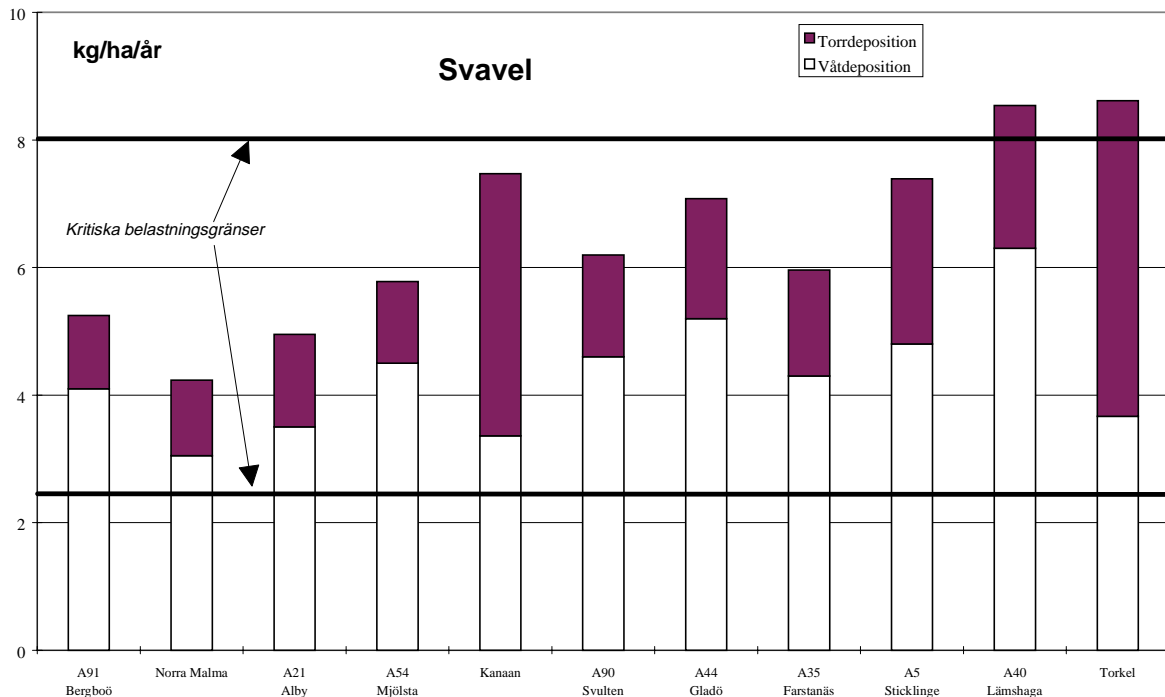
Oktober 1994 - September 1995

Torr- och våtdepositionen av svavel framgår av figuren och tabellen nedan. Den totala depositionen skall jämföras med de kritiska belastningsgränserna; 2,5 till 8 kg svavel per hektar och år.

Den totala depositionen av svavel ligger strax under den övre kritiska belastningsgränsen. En jämförelse mellan mätplatserna visar att den högsta depositionen sker vid Lämshaga (Värmdö) och Torkel Knutssongatan (Stockholm). Lägst deposition noteras för de mest perifera mätstationerna: Bergboö och Norra Malma. På dessa platser är både nederbörds mängderna och halterna av svaveldioxid lägre än på de andra platserna.

Svavelnedfallet sker till största delen i form av sulfat i nederbörden (våtdeposition). I genomsnitt utgör våtdepositionen 70% - 80% av det totala nedfallet. I områden som är mer påverkade av lokala utsläpp av svavel är andelen torrdeponerat svavel ungefär lika stor som våtdepositionen.

Det bör noteras att variationerna i våtdeposition mellan olika platser beror dels på variationer i nederbörds mängderna, dels på viss osäkerhet i data p g a olika god tidstäckning och olika typer av mätutrustning.



Svaveldeposition i Stockholms län, okt 1994 - sep 1995 (kg S/ha/år).

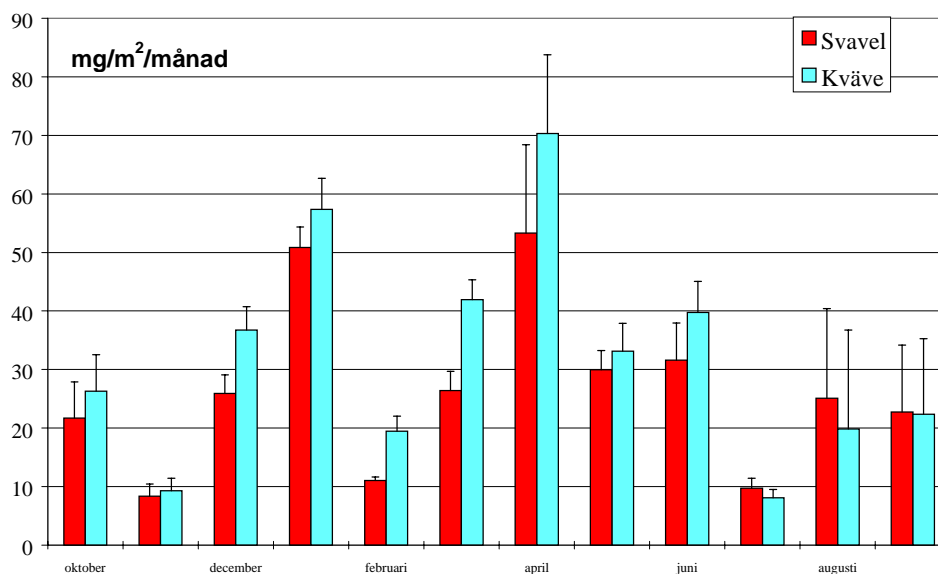
Deposition, säsongvariationer

Oktober 1994 - September 1995

Månadsvariation i våtdepositionen

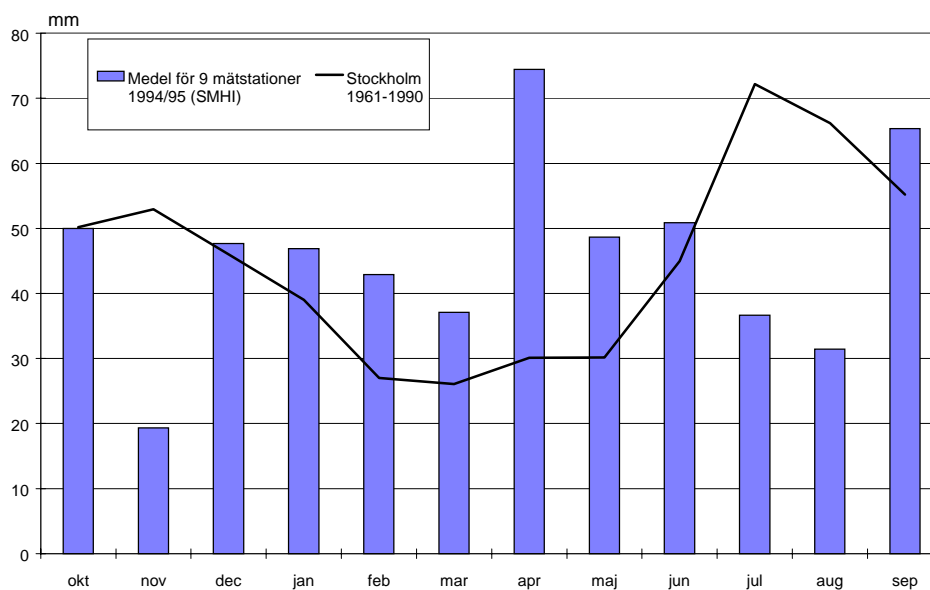
Som framgår av figuren nedan uppmättes mycket stor variation i våtdepositionen under året. Variationen mellan månaderna är större än variationen från en plats till en annan. Staplarna visar medel-

värden från Torkel Knutssongatan, Kanaan, Norra Malma och Svenska Högarna. De vertikala linjerna representerar standardavvikelsen.



Variationen i våtdepositionen beror delvis på variationer i nederbördsmängderna. Av figuren

nedan framgår variationen i nederbördsmängd under året.



Bilagor

Sammanställning av våt- och torrdepositionen på mätstationerna i Stockholms län.

Enheter: kg/ha/år	Mätstation	Nederbörd (mm)	Våtdeposition				Torrdeposition		Totalt	
			SO4-S	NO3-N	NH4-N	Kväve totalt	Kväve	Svavel	Kväve	Svavel
	A91 <i>Bergboö</i>	641	4,1	2,3	2,3	4,6	1,3	1,2	5,9	5,2
	<i>Norra Malma</i>	541	3,0	2,1	1,8	3,9	2,0	1,2	5,9	4,3
	A21 Alby	600	3,5	2,2	2	4,2	2,2	1,4	6,4	4,9
	A54 Mjölsta	770	4,5	3,2	2,5	5,7	1,9	1,3	7,6	5,8
	Kanaan	624 *	3,4	2,1	1,7	3,8	4,4	4,1	8,2	7,5
	A90 <i>Svulten</i>	690	4,6	3,1	2,7	5,8	2,4	1,6	8,2	6,2
	A44 Gladö	783	5,2	3,2	3,4	6,6	2,5	1,9	9,1	7,1
	A35 <i>Farstanäs</i>	651	4,3	3	2,8	5,8	3,6	1,7	9,4	6,0
	A5 Sticklinge	620	4,8	2,6	3,2	5,8	6,2	2,6	12,0	7,4
	A40 <i>Lämshaga</i>	849	6,3	4,4	4,4	8,8	4,0	2,2	12,9	8,5
	<i>Torkel Knutssons-gatan</i>	622 **	3,7	2,2	2,0	4,2	12,7	4,9	16,9	8,6
	Medelvärde	651	4,3	2,7	2,7	5,4	3,9	2,2	9,3	6,5
	Maxvärde	849	6,3	4,4	4,4	8,8	12,7	4,9	16,9	8,6
	Minvärde	541	2,6	1,9	1,6	3,4	1,3	1,1	5,9	4,2

Mätstationer angivna med kursiv stil ingår i Luftvårdsförbundets mätstationsnät, övriga mätstationer ingår i länsstyrelsens nät.

* SMHI Bromma

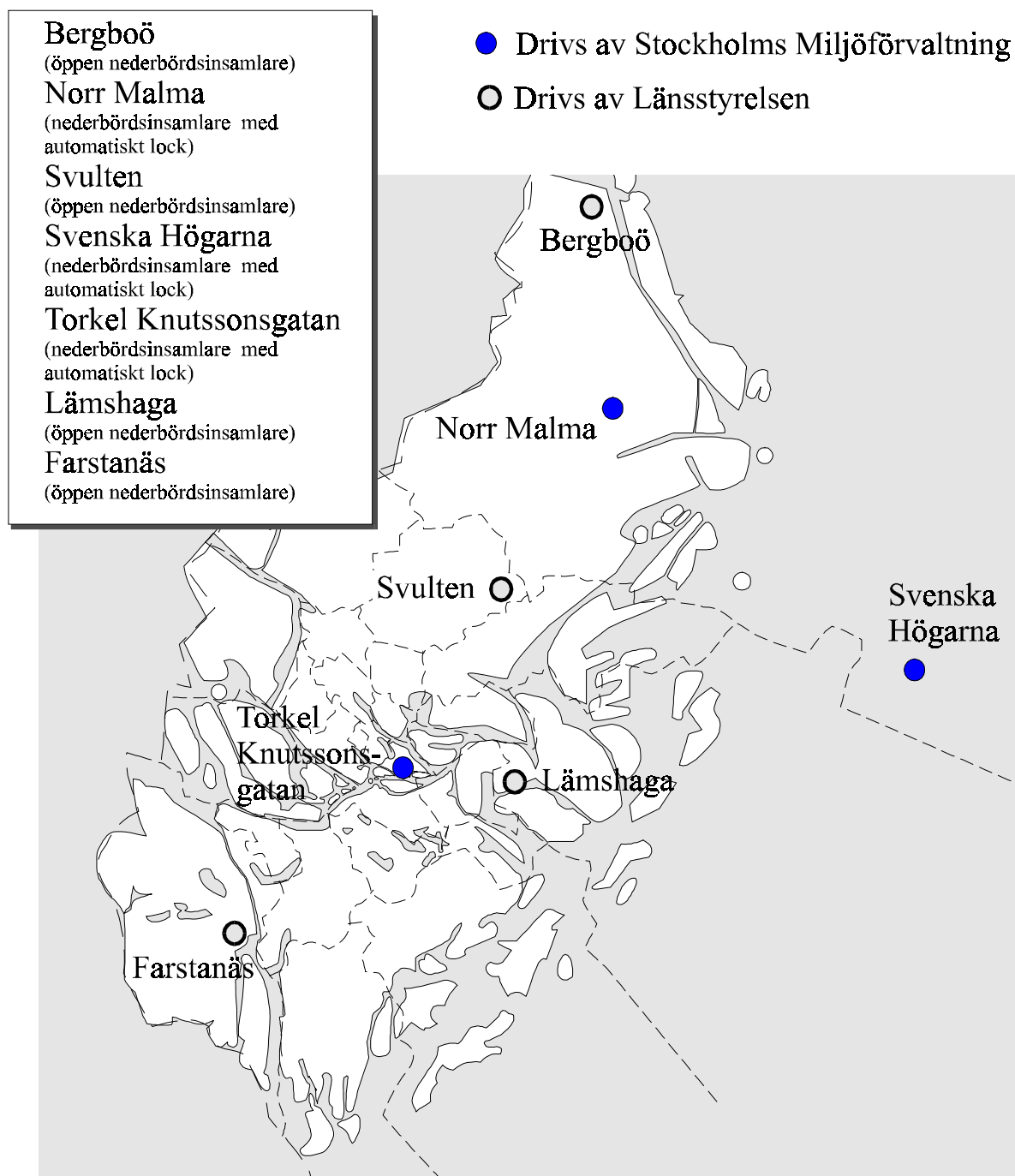
** SMHI Stockholm

I tabellen redovisas uppskattade värden på torrdepositionen av svavel och kväve samt uppmätt våtdeposition. Torrdepositionen uppskattas utifrån mätningar av halterna av gasformiga kväve- och svavelföreningar (NO₂, SO₂, NH₃, HNO₃) samt även partikelbundna ämnen (NH₄⁺, SO₄²⁻, NO₃⁻). Ingen hänsyn tas till att torrdepositionshastigheterna varierar beroende på markyta.



STOCKHOLMS LÄNS LUFTVÅRDSFÖRBUND

Våtdepositions-mätningar





STOCKHOLMS LÄNS LUFTVÅRDSFÖRBUND

Luftföroreningsmätningar

● Drivs av Stockholms Miljöförvaltning

Norr Malma (Norrälje)

Aktiv mätteknik (timme)

NO (kemiluminiscens)
NO₂ (kemiluminiscens)
O₃ (UV-absorption)

Denudrar (månad)

HNO₃ och NO₃⁻
NH₃ och NH₄⁺
SO₄²⁻

Diffusionsprovtagare (månad)

SO₂

Torkel Knutssonsgatan (Stockholm)

Aktiv mätteknik (timme)

NO (kemiluminiscens)
NO₂ (kemiluminiscens, DOAS)
SO₂ (UV-absorption, DOAS)
O₃ (UV-absorption, DOAS)

Denudrar (månad)

HNO₃ och NO₃⁻
NH₃ och NH₄⁺
SO₄²⁻

Landsort

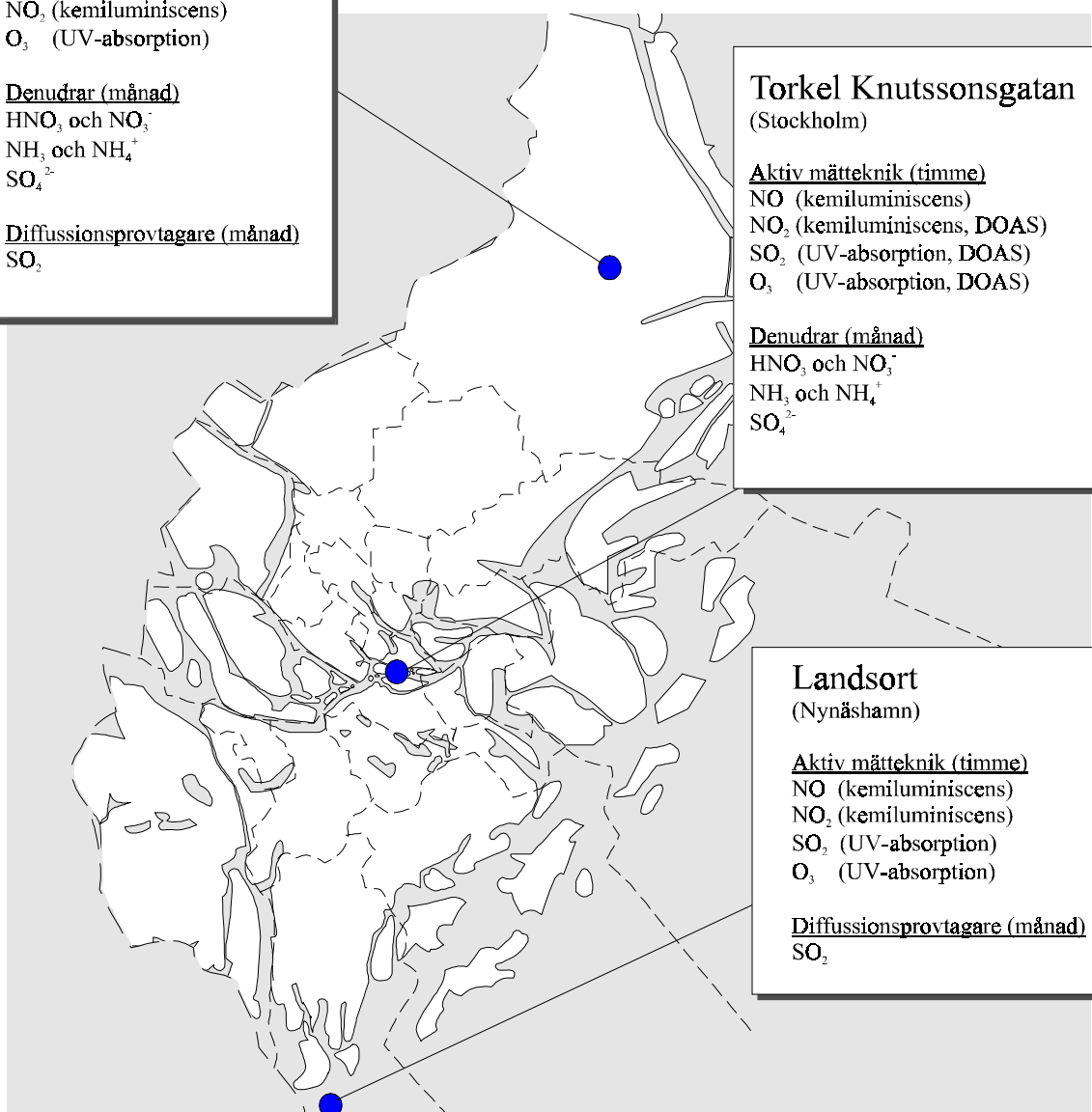
(Nynäshamn)

Aktiv mätteknik (timme)

NO (kemiluminiscens)
NO₂ (kemiluminiscens)
SO₂ (UV-absorption)
O₃ (UV-absorption)

Diffusionsprovtagare (månad)

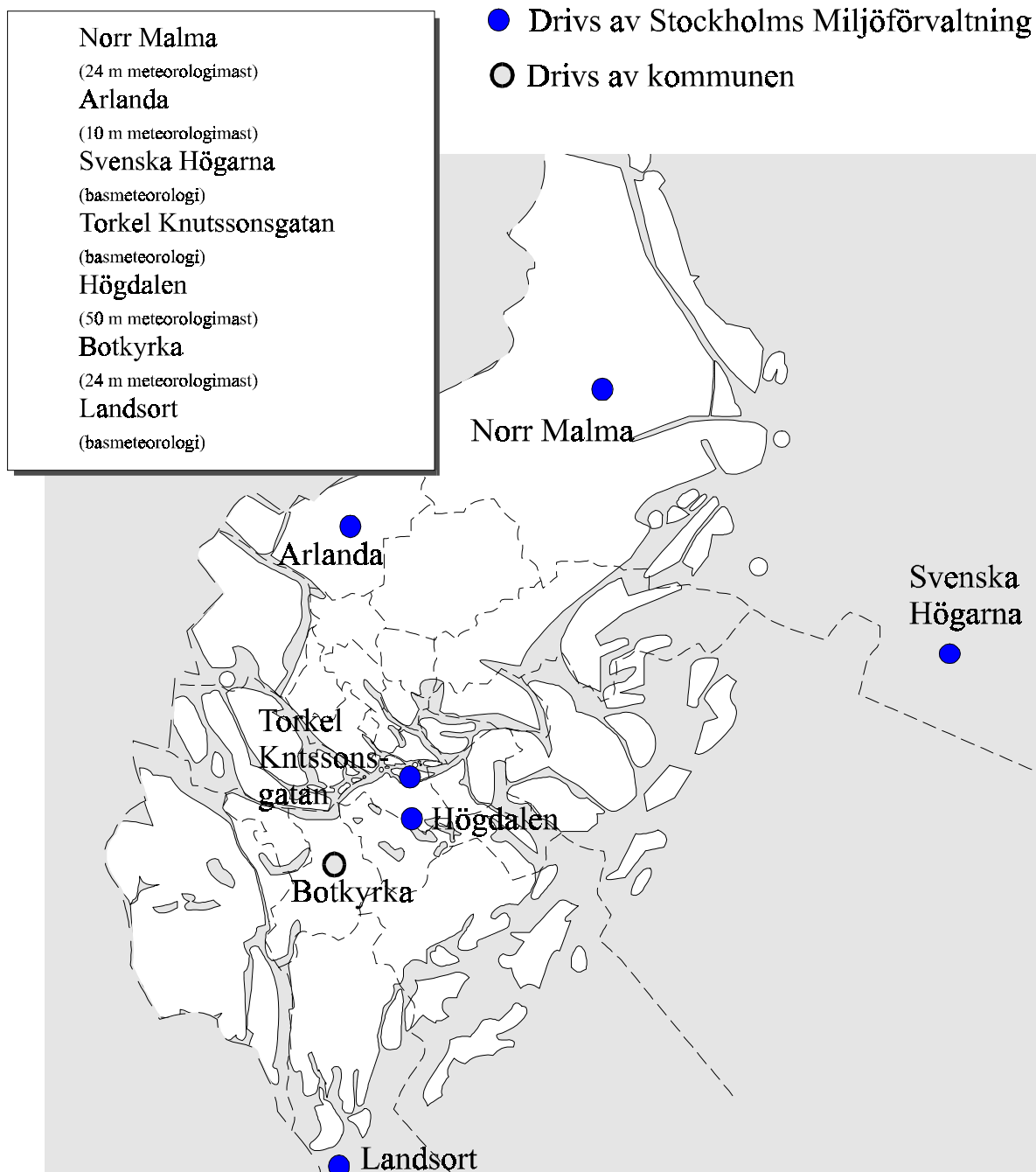
SO₂





STOCKHOLMS LÄNS LUFTVÅRDSFÖRBUND

Meteorologiska mätningar



I augusti 1992 bildades Stockholms läns luftvårdsförbund, som är en ideell förening. Förbundet bytte namn till Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund, då det i januari 1997 utökades till att omfatta även Uppsala län. Medlemmar är cirka 30 kommuner och länens två landsting. Verksamheten drivs av medlemmarna i samarbete med länsstyrelsen i Stockholms län. Målet med verksamheten är att samordna luftmiljöövervakningen i de två länen med hjälp av ett välutvecklat datasystem. Systemet består bl.a. av en emissionsdatabas, mätningar och spridningsmodeller.

Luftvårdsförbundets högsta beslutande organ är årsmötet. Vid årsmötet väljs en politisk styrelse som består av 12 ordinarie ledamöter och 12 ersättare. Styrelsen sammanträder en gång i kvartalet. Kommunförbundet i Stockholms Län (KSL) administrerar förbundet.

Luftvårdsförbundet finansierar driften av luftmiljösystemet med avgifter från medlemmarna. Luftvårdsförbundet köper projektledning och datatjänster från Stockholms miljöförvaltning. Systemet togs i operativ drift i juni 1994.

Luftvårdsförbundets uppgift är att ge politiker ett bättre beslutsunderlag och att på beställning utföra miljökonsekvensbeskrivningar, analyser och utredningar på luftområdet.



POSTADRESS: Göta Ark 190 • 118 72 Stockholm
BESÖKSADRESS: Medborgarplatsen 25, 1 tr
TEL: 08 • 615 94 00
FAX: 08 • 615 94 94