

CO NO₂
SO₂ O₃ CO₂
NO_x Kolväten

Slb·analys

Stockholms Luft- och Bulleranalys

LUFTEN I STOCKHOLM

Mätningar av luftföroreningar

vid de fasta stationerna i Stockholm under 1995

och under vinterhalvåret 1995-1996

Rapport från miljöförvaltningen

Slb † analys

Stockholms Luft- och Bulleranalys

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid
SAMMANFATTNING	3
1. MÄTSTATIONER.....	5
1.1 LOKALISERINGAR	5
1.2 MÄTKOMPONENTER.....	5
2. FAKTORER SOM PÅVERKAR LUFTFÖRHÅLLANDENA.....	6
3. RESULTAT 1995-ÅRS MÄTNINGAR	7
3.1 METEOROLOGI.....	7
Temperatur	7
Vindriktningsfördelning	7
Vindhastighet	8
3.2 LUFTFÖRORENINGAR.....	9
Svaveldioxid (SO ₂).....	9
Kvävedioxid (NO ₂)	10
Kolmonoxid (CO).....	11
Marknära ozon (O ₃).....	13
Inandningsbara partiklar (PM ₁₀)	14
4. JÄMFÖRELSER MED LUFTKVALITETSNORMER.....	15
4.1 SVAVELDIOXID (SO ₂)	16
4.2 KVÄVEDIOXID (NO ₂)	16
4.3 KOLMONOXID (CO).....	17
4.4 MARKNÄRA OZON (O ₃).....	17
4.5 INANDNINGSBARA PARTIKLAR (PM ₁₀)	18
4.6 STOFTBURET BLY (Pb).....	19
4.7 FLYKTIGA ORGANISKA ÄMNEN (VOC).....	19
4.8 POLYCYKLISKA AROMATISKA KOLVÄTEN (PAH)	19
5. UTVECKLING AV LUFTFÖRORENINGSSITUATIONEN	20
5.1 METEOROLOGI.....	20
5.2 EMISSIONER.....	21
5.3 HALTER	22
Svaveldioxid (SO ₂)	22
Kväveoxider (NO _x) och kvävedioxid (NO ₂)	22
Kolmonoxid (CO).....	24
Marknära ozon (O ₃).....	25
Stoftburet bly (Pb).....	25

SAMMANFATTNING

I föreliggande rapport redovisas resultaten från mätningarna av luftföroreningar och meteorologi vid stadens fasta mätstationer under 1995. Vidare redovisas, för jämförelse med sk luftkvalitetsnormer, halvårsvisa mätresultat från sommaren 1995 och vintern 1995-96. För att erhålla trender jämförs också årets mätningar med tidigare års.

Från luftföroreningssynpunkt var de *meteorologiska förutsättningarna* under hela 1995 ungefär som genomsnittet för referensperioden 1982-1995. Vinterhalvåret oktober 1995 till mars 1996 uppvisade dock ur luftföroreningssynpunkt ogynnsamma meteorologiska förhållanden. Perioden var kall och högtrycksbetonad med relativt svaga vindar. I innerstaden uppmättes den lägsta medeltemperaturen sedan vintern 1986-87.

För samtliga ämnen som mäts, förutom ozon, har de högsta halterna uppmätts i innerstaden under vinterhalvåret (oktober - april). Ozonhalterna är högst utanför staden under sommarhalvåret (april - oktober).

För att skydda främst människors hälsa finns *luftkvalitetsnormer* av olika slag. Beroende på om normvärdena ska skydda mot akuta eller långsiktiga effekter finns både korttidsmedelvärden (1-24 timmar) och långtidsmedelvärden (halvår).

Följande jämförelser kan göras med de olika luftkvalitetsnormerna för aktuell period:

Svaveldioxid.

Naturvårdsverkets tim-, dygns- och halvårsgränsvärde har klarats med mycket stor marginal på *Torkel Knutssonsgatan*.

Kvävedioxid.

Naturvårdsverkets tim-, dygns- och halvårsgränsvärde har överskridits på *Hornsgatan*. Dygns- och halvårsgränsvärdet har överskridits även på *S:t Eriksgatan*. På *Sveavägen* har dygnsmedelvärdet överskridits. Stadens planeringsmål för kvävedioxid har klarats på samtliga mätplatser.

Kolmonoxid.

Naturvårdsverkets riktvärde och stadens planeringsmål har klarats på *Hornsgatan*, *Sveavägen* och *S:t Eriksgatan*.

Marknära ozon.

EU's tröskelvärde för skydd av hälsa har klarats i innerstaden vid *Torkel Knutssonsgatan* och vid förortsstationen *Gubbängen*, men överskridits vid skärgårdsstationen *Landsort*. EU's tröskelvärde för skydd av vegetation har klarats räknat som timmedelvärde men överskridits räknat som dygnsmedelvärde vid samtliga tre stationer. Övriga tröskelvärden för ozon har dock klarats.

Inandningsbara partiklar.

Uppmätta värden på *Hornsgatan* har varit klart lägre än bedömningsgrunderna.

Stoftburet bly.

Stadens planeringsmål har klarats med mycket god marginal på *Hornsgatan*.

Kolväten (bensen toluen, och bens(a)pyren)

Mätningar på *Hornsgatan* visar på överskridande av det föreslagna gränsvärdet för bensen, tangering för toluen och kraftigt överskridande för bens(a)pyren.

Flerårstrenden för studerade ämnen visar generellt på sjunkande halter av luftföroreningar i stadsluften. Svaveldioxidhalten har i stort sett minskat kontinuerligt sedan 60-talet. Jämfört med vinterhalvåret 1990-91 är minskningen ca 40 % i innerstaden.

Kvävedioxidhalten har minskat något under 90-talet i innerstaden. Förra vinterhalvåret (1994-95) uppmättes de lägsta halterna sedan mätningarna påbörjades i början av 80-talet. Vinterhalvåret 1995-96 visar dock på höga kväveoxid och kvävedioxidhalter, i nivå med vinterhalvåret 1990-91. Även kolmonoxid uppvisar höga halter under det senaste vinterhalvåret, i nivå med halterna 1992-93. Förklaringen ligger dels i den kalla vintern vilket medförde en ökad förbränning (t ex vid kallstarter) i staden och dess omgivning vilket ledde till ökade emissioner, dels förekom s k inversion vid ett flertal tillfällen under december och januari vilket försvårade luftföroreningarnas utspädning.

Halten i luften av marknära ozon uppvisar inte någon tydlig trend. Sommarhalvåret 1995 hade lägre halter än 1994 men ungefär i nivå med 90-talets ozonhalter.

Blymätningarna under 1995 visade på fortsatt låga halter i innerstadsluften. Under 90-talet har halterna på Hornsgatan minskat med över 90 %. Anledningen till den stora minskningen är införandet av blyfri bensin.

1. MÄTSTATIONER

1.1 LOKALISERINGAR

De fasta luftmätstationernas lägen i staden är Torkel Knutssonsgatan 20, Gubbängen (Skrinvägen 25 - Lingvägen 177), Kanaans friluftsbad, Sveavägen 59 och 88, Hornsgatan 85 och 108 samt S:t Eriksgatan 33-39. Vid Torkel Knutssonsgatan och i Högdalen görs också meteorologiska mätningar.

Som referens till ozonmätningarna i staden ingår i redovisningen även ozonresultaten från den regionala mätstationen på Landsort.

Torkel Knutssonsgatan, Högdalen och Landsort ingår i det fasta mätstationsnät som genererar data till Stockholms läns luftvårdsförbund.

En kompletterande redovisning av mätstationernas lägen och övriga förhållanden ges i bilagan ”Mätplatsbeskrivningar”.

1.2 MÄTKOMPONENTER

De ämnen som kontrolleras i det fasta mätsystemet är svaveldioxid (SO₂), kväveoxider (NO₂/NO_x), kolmonoxid (CO), ozon (O₃), polycykliska aromatiska kolväten (PAH), flyktiga organiska ämnen (VOC), stoftburet bly (Pb) och inandningsbara partiklar (PM₁₀). Därutöver registreras meteorologiska parametrar såsom temperatur, vindhastighet, vindriktning, luftens skiktningförhållanden, relativ luftfuktighet och regnmängd.

Tabell 1. Mätstioner och komponenter i stadens fasta mätsystem under 1995. I= innerstaden, Fo= förort, Fr= friluftsområde, g= gatunivå, t= taknivå.

Mätplatser	Områdestyp	SO ₂	NO ₂ NO _x	CO	O ₃	PAH	VOC	Bly	PM ₁₀	Vind	Temp.	Luftfukt.	Regn
Torkel Knutssonsg.	I t	X	X	-	X	-	-	-	X	X	X	X	X
Gubbängen	Fo t	X	X	-	X	-	-	-		-	-	-	-
Kanaan	Fr	X	X	-	-	-	-	-		-	-	-	-
Sveavägen	I g t	-	X	X	-	-	-	-		-	X	-	-
Hornsgatan	I g t	-	X	X	-	X	X	X	X	-	X	-	-
S:t Eriksgatan	I g	-	X	X	-	-	-	-		-	-	-	-
Högdalen	Fo	-	-	-	-	-	-	-		X	-	-	-

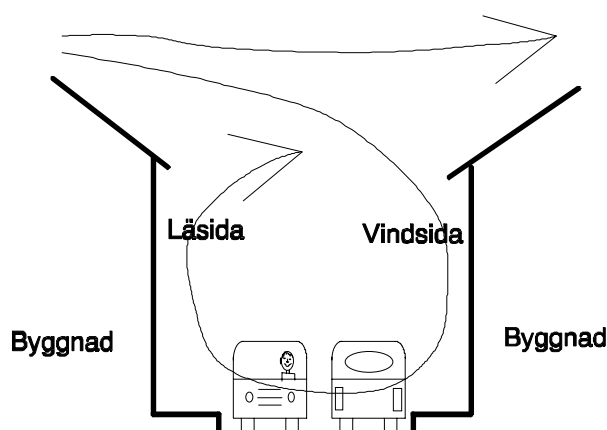
2. FAKTORER SOM PÅVERKAR LUFTFÖRHÅLLANDENA

Föroreningssituationen i stadsluften bestäms i huvudsak av **utsläpp i staden** och av omgivningsluftens förutsättningar för **utspädning** och **ventilation**. I vissa fall, särskilt beträffande svaveldioxid och ozon, kan luftförhållandena påverkas mätbart även av **långdistanstransporterade luftföroreningar**. Halten av marknära ozon kan även påverkas genom tillförsel av stratosfäriskt ozon som vid vissa tillfällen, särskilt under våren, transporteras ner till de marknära luftlagren med vindarna.

Vid låg vindhastighet och stark värmeutstrålning från marken kan **inversionsförhållanden** uppstå som försvårar utspädning och ventilation. Inversioner förekommer speciellt under vintern och leder till dramatiskt höjda luftföroreningshalter. Kraftiga vindar däremot medför goda ventilationsmöjligheter och lägre halter.

Temperaturen spelar en mycket stor roll för vilka luftföroreningsförhållanden som kan uppstå. Exempelvis vid kyla ökar utsläppen av svaveldioxid från energiproduktionen och av kolmonoxid och kolväten från personbilarna genom kallstarteffekter. Vid varm väderlek däremot minskar utsläppen.

I gaturummet spelar även **vindens riktning** stor roll för vilken luftföroreningshalt som uppmäts på respektive sida av gatan. Om vinden blåser längs med gatan blir luftföroreningshalterna förhållandevis jämnt fördelade på båda sidor av gatan. Vid vind tvärs över gatan uppstår ett vindfält med läsida och vindsida i gaturummet (se figur 1) så att den av avgas bemängda gatuluften förs mot läsidan medan vindsidan förses med ”friskluft” från taknivå. Avgashalterna kan i sådana fall vara många gånger högre på läsidan än på vindsidan.



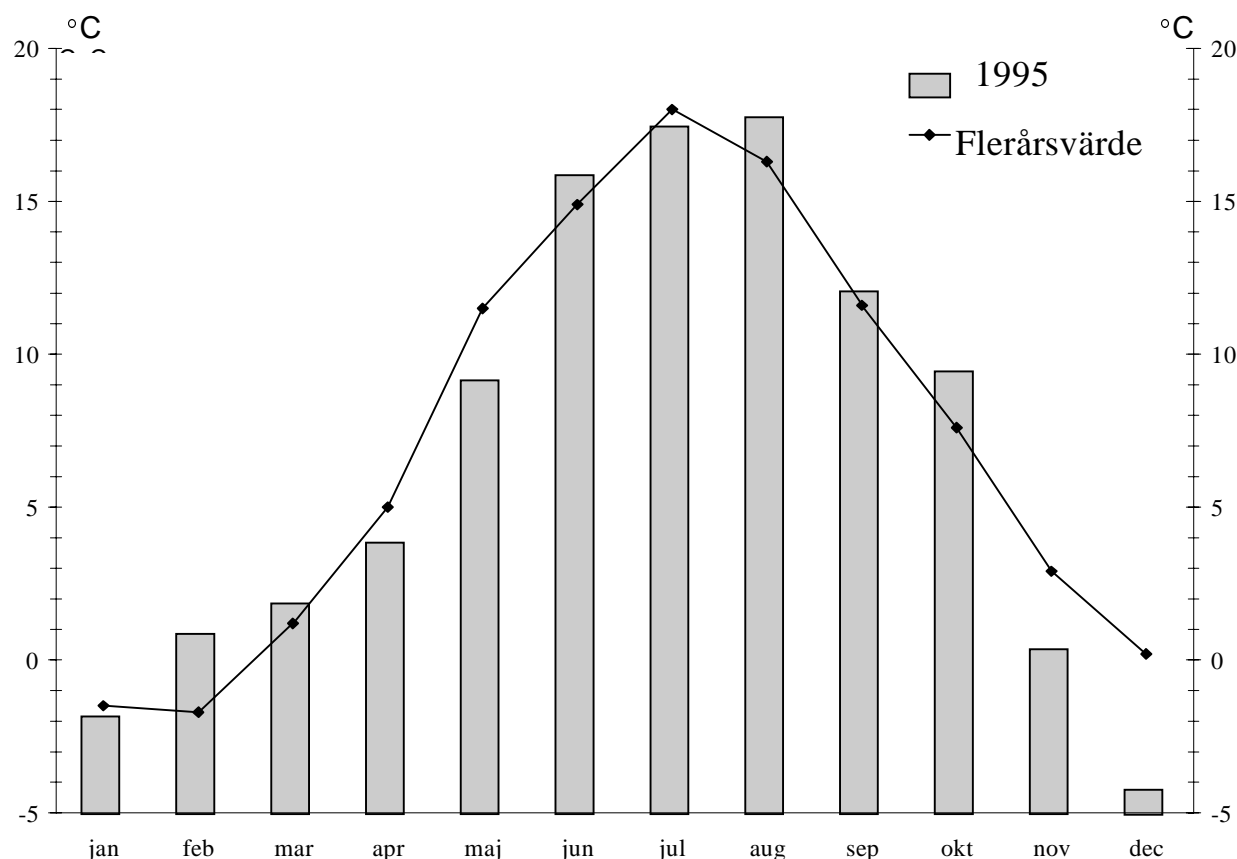
Figur 1. Vindfält i gaturummet vid vindriktning ovan tak vinkelrätt mot gatusträckningen.

Kemiska reaktioner mellan olika ämnen i luften kan också påverka föroreningssituationen. Till exempel oxideras kvävemonoxid till kvävedioxid av ozon. Vid hög ozonhalt, vilket är vanligt under vår och försommar, ökar därför ofta även kvävedioxidhalten.

3. RESULTAT 1995-ÅRS MÄTNINGAR

3.1 METEOROLOGI

Temperatur



Figur 2. Temperatur (månadsmedelvärden) vid Torkel Knutssonsgatan 20.

Årsmedeltemperaturen var 7,0 °C vilket är i nivå med flerårsgenomsnittet (7,2 °C). Februari var mildare än flerårsgenomsnittet för månaden. Våren blev dock något kallare vilket dock övergick i en varm sommar och mild höst. Året avslutades mycket kallare än flerårsgenomsnittet.

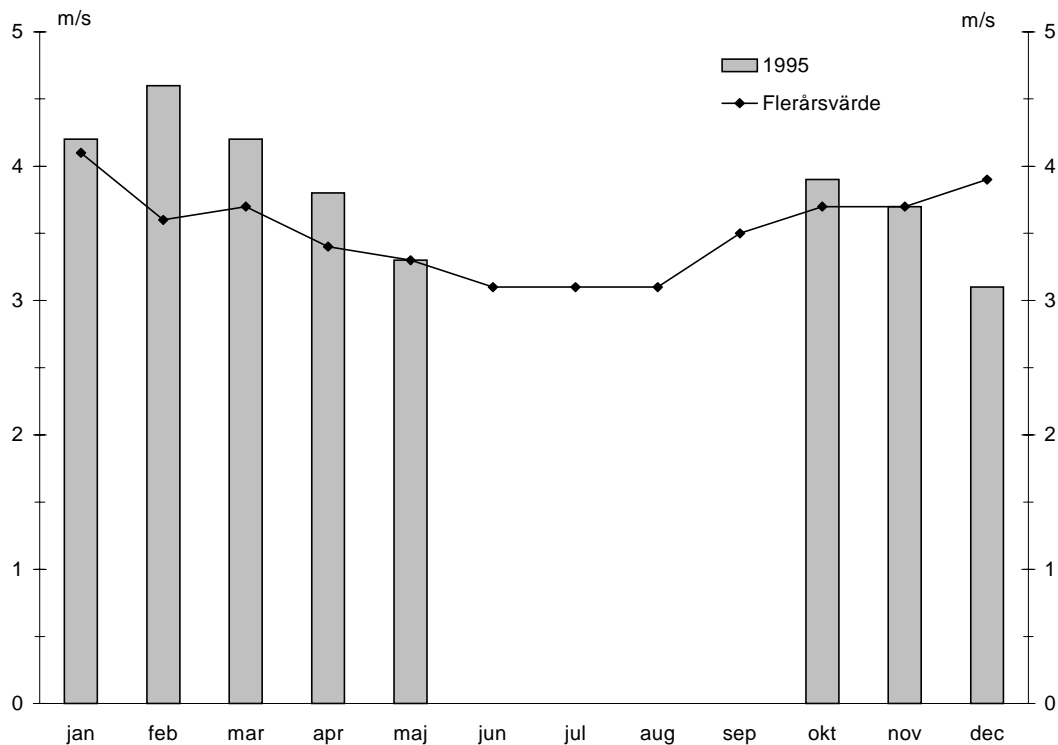
Vindriktningsfördelning

Tabell 2. Fördelning av 1995 års vindriktningar efter väderstreck.

Andel vindar inom sektor (%)	N	NO	O	SO	S	SV	V	NV
1995	9	9	8	6	18	20	19	11
Flerårsvärde	10	9	7	8	18	18	19	11

Vindriktningsfördelningen var i stort sett identisk med flerårsgenomsnittet, vilket innebar att vindar inom sektorerna syd till väst dominerade under året.

Vindhastighet



Figur 3. Vindhastighet (månadsmedelvärden) vid Torkel Knutssongatan 20. (Under juni - september saknas värden för 1995).

Medelvindhastigheten för året blev 3,8 m/s vilket är något högre än flerårsgenomsnittet, 3,5 m/s. Dock blev tidstäckningen relativt låg, 60 %. Vindhastigheten var januari - april högre och för december lägre än flerårsvärdet.

Sammanfattningsvis kan för hela 1995 konstateras att de för luftföroreningsförhållandena viktiga meteorologiska faktorerna temperatur, vindriktning och vindhastighet motsvarade i stort sett genomsnittet för referensperioden 1982-1995.

3.2 LUFTFÖRORENINGAR

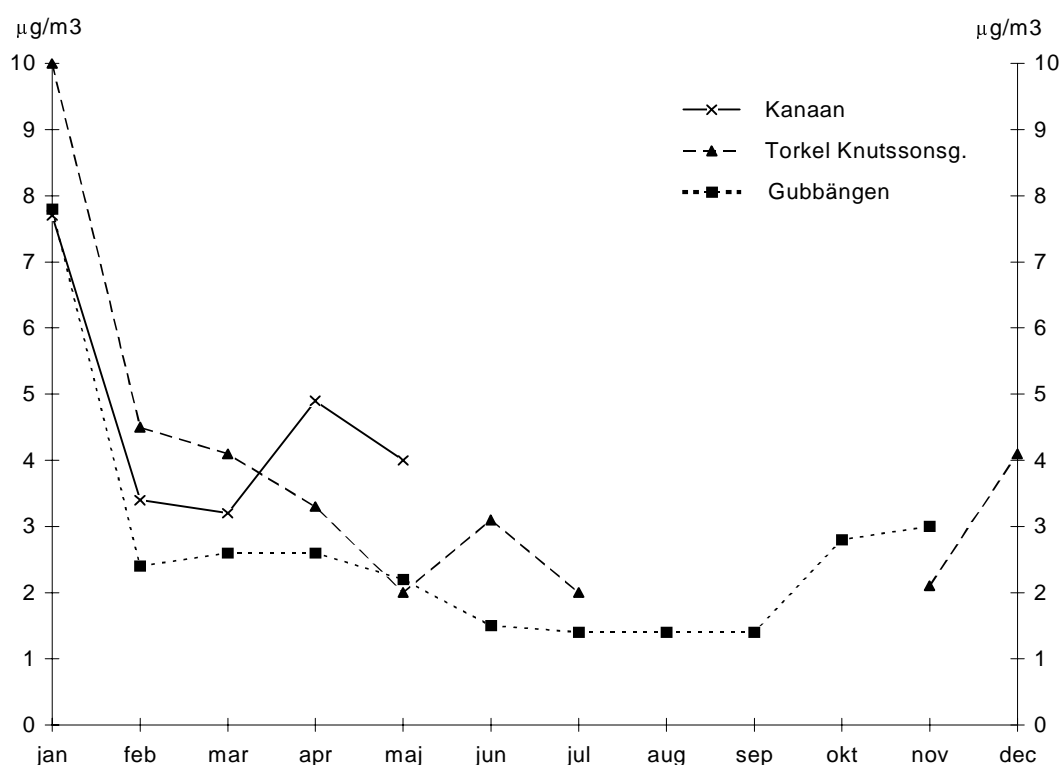
Svaveldioxid (SO₂)

Svaveldioxid mäts vid Torkel Knutssonsgatan (taknivå innerstad), Gubbängen (taknivå förort) och Kanaan (friluftsområde).

Tabell 3. Svaveldioxidhalter (µg/m³) under 1995.

Mätplatser:	Årsmedelvärde	Högsta timmedelvärde	Tidstäckning
Torkel Knutssonsgatan	4	42	63 %
Gubbängen	3	38	81 %
Kanaan	(5)	42	32 %

Att Kanaan (friluftsområde) har högst årsmedelvärde beror på den korta tidstäckningen som endast representerar mätvärden under januari-maj, d v s den del av året som normalt uppvisar högst svaveldioxidhalter (se figur 4). Mätplatserna uppvisar liknande högsta timmedelvärden under året beroende på att höga svaveldioxidhalter är kopplade till s k episoder då långdistanstransporterade luftföroreningar kommer in över Stockholm.



Figur 4. Svaveldioxidhalter (månadsmedelvärden) under 1995.

Den för svaveldioxid typiska årstidsvariationen med lägre halt under den varma årstiden och högre under den kalla ses för samtliga mätplatser, även om tidstäckningen är relativt dålig för framförallt Kanaan. Förloppen speglar utsläppen från främst oljeeldningen som ökar med fallande temperatur.

Kvävedioxid (NO₂)

Kvävedioxid mäts i både *gatumiljö* och *takmiljö* i innerstaden samt i taknivå i förorts- och friluftsområde.

Tabell 4. Kvävedioxidhalter (µg/m³) under 1995.

Mätplatser:	Årsmedelvärde	Högsta timmedelvärde	Tidstäckning
Gatunivå:			
Hornsgatan 108	50	152	99 %
Hornsgatan 85	47	177	99 %
Sveavägen 59	39	142	96 %
Sveavägen 88	38	115	95 %
S:t Eriksgatan 33-39	45	143	99 %
Taknivå:			
Hornsgatan 108	27	114	99 %
Sveavägen 59	24	88	96 %
Torkel Knutssonsgatan	20	92	96 %
Gubbängen	15	92	86 %
Kanaan	8,5	78	59 %

De högsta halterna uppvisar **innerstadsstationerna i gatumiljö** eftersom kvävedioxid kommer till största delen från trafiken. Av tabellen framgår att Hornsgatan har något högre årsmedelvärde än S:t Eriksgatan som i sin tur ligger högre än Sveavägen. Hornsgatans högre halter beror dels på att trafiken är större, dels på sämre utspädning av avgaser p g a att gatan är relativt smal.

Sveavägens västsida (nr 59) hade under året något högre halter än gatans ostsida (nr 88). Detta kan förklaras med att dominerande vindar under året (syd till väst), inneburit att gatans västsida oftast varit läsida med åtföljande högre halter jämfört med den motsatta sidan.

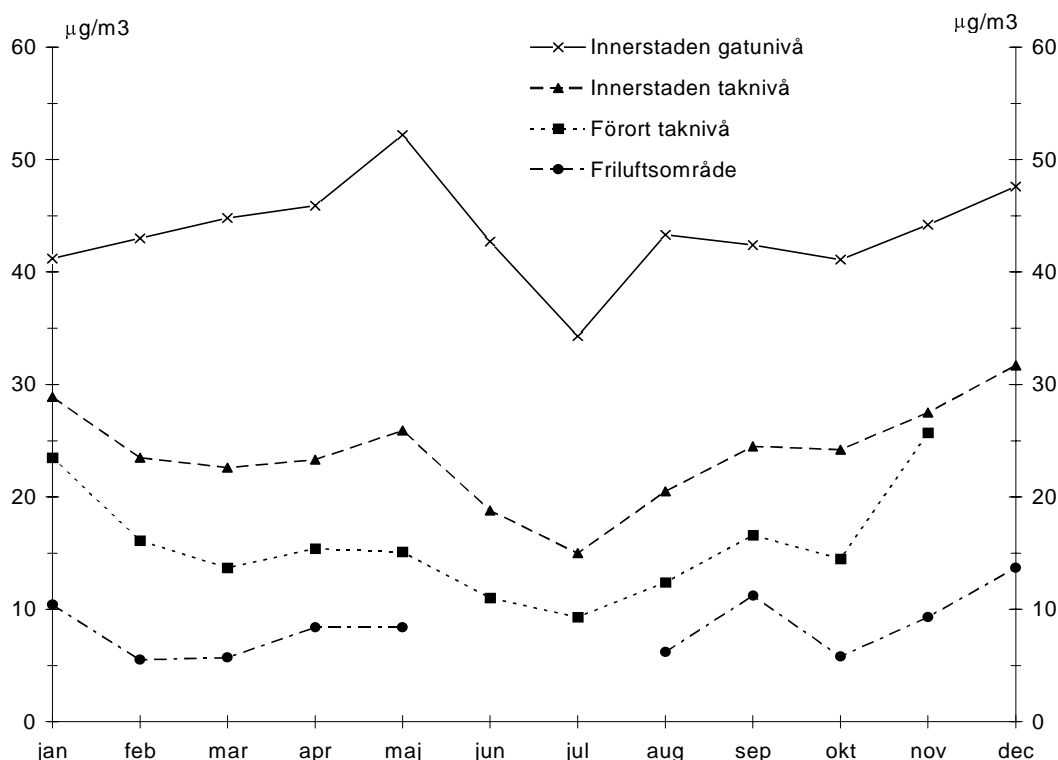
Hornsgatans norra sida (nr 108) har högre årsmedelhalt än södra sidan (nr 85) trots att den under större delen av året är vindsida. Det förklaras av att trafiken är större i den norra körbanan än i den södra (ca 50 %). Norra körbanan är också accelerationssträcka medan den södra är inbromsningssträcka vid de aktuella mätpunkterna.

På Sveavägen 59 var kvävedioxidhalterna i **taknivå** i genomsnitt ungefär 60 % av nivåerna vid gatunivå. För Hornsgatan 108 var nivåerna vid tak ungefär hälften så stora som vid gatan. Detta tyder på att utspädningen av avgaser är större på Hornsgatans norra sida än vad de är på Sveavägens västra sida. Detta stämmer bra med de vindförhållanden som dominerar på respektive plats.

I **förortsområdet Gubbängen** var kvävedioxidhalten som årsmedelvärde ungefär 55-75 % av innerstadens taknivåvärden.

Friluftsområdet vid **Kanaan** hade som sig bör de lägsta kvävedioxidhalterna under året, ungefär en tredjedel av halterna i taknivå i innerstaden. En stor del av halterna här beror på långdistans-transport av kvävedioxid från övriga Sverige och utlandet.

Kvävedioxidhaltens årstidsvariation i olika miljöer visas i figur 5 på nästa sida. I innerstaden representeras gatumiljön av medelhalten i gatumätningarna och takmiljön av medelhalten i takmätningarna. Förorter representeras av Gubbängen och friluftsområden av Kanaan.



Figur 5. Kvävedioxidhalter (månadsmedelvärden) under 1995.

En viss årstidsvariation med generellt sett lägre månadsmedelvärden under semestertid juni - juli ses för samtliga miljöer. Detta beroende på mindre trafikmängder i Stockholm under perioden. Kvävedioxidhalten i gatumiljön är högst under april-maj. Det beror på att förekomsten av ozon är störst då och kväveoxid (NO) oxideras till kvävedioxid (NO₂).

Kolmonoxid (CO)

Kolmonoxid mäts endast i innerstaden. Mätningarna görs både i taknivå och gatunivå.

Tabell 5. Kolmonoxidhalter (mg/m³) under 1995.

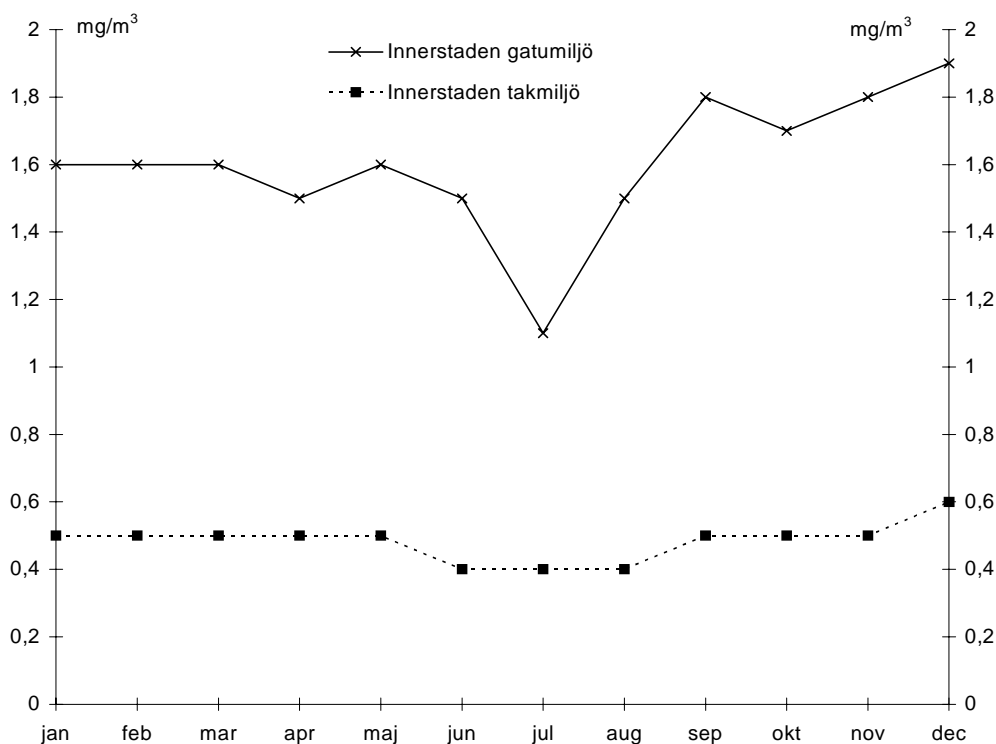
Mätplatser:	Årsmedelvärde	Högsta timmedelvärde	Tidstäckning
Gatunivå:			
Hornsgatan 108	1,8	13	99 %
Hornsgatan 85	1,6	11	99 %
Sveavägen 59	1,7	12	96 %
Sveavägen 88	1,3	8,9	95 %
S:t Eriksgatan 33	1,4	7,2	75 %
S:t Eriksgatan 30	1,0	7,3	72 %
Taknivå:			
Hornsgatan 108	0,4	5,8	99 %
Sveavägen 59	0,6	3,3	96 %

Utsläppen av kolmonoxid i Stockholm kommer till 97 % från vägtrafiken. Därför uppvisar miljöer i gatunivå i innerstaden de högsta halterna. Hornsgatan är också här den gata i innerstaden som hade de högsta halterna under året.

Liksom för kvävedioxid uppvisar Hornsgatans norra sida (nr 108) högre halter än den motsatta sidan. Detta understryker det faktum att trafikmängd och körmonster har större påverkan på halterna än vad vindens utspädning av avgaserna har.

Kolmonoxidhalten (årsmedelvärde) i **taknivå** på Sveavägen var under året i genomsnitt 35 % av halten i gatumiljön. För Hornsgatan var halten vid tak ca 20 % av gatuhalten.

Kolmonoxidhaltens årstidsvariation i innerstaden visas i figur 6. Takmiljön utgörs av genomsnittshalten i de båda takmätningarna och gatumiljön av medelhalten i samtliga gatumätningar förutom S:t Eriksgatan (p g a sämre tidstäckning).



Figur 6. Kolmonoxid (månadsmedelvärden) under 1995.

En årstidsvariation ses i både gatumiljö och taknivå med lägre halter under sommaren, speciellt under semestermånaden juli, jämfört med övriga månader.

Marknära ozon (O₃)

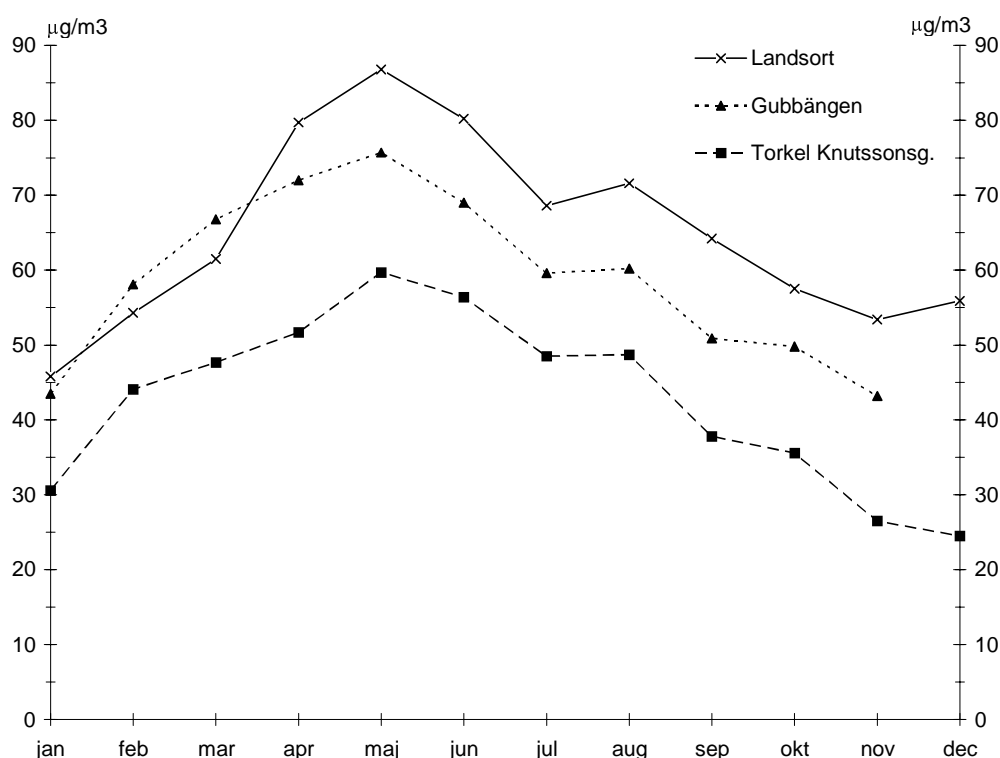
Ozon mäts i innerstad och förortsområde i taknivå samt i skärgårdsmiljö (Landsort).

Tabell 6. Ozonhalter (µg/m³) under 1995.

Mätplatser:	Årsmedelvärde	Högsta timmedelvärde	Tidstäckning
Torkel Knutssonsgatan	43	114	95 %
Gubbängen	60	121	85 %
Landsort	65	139	96 %

De högsta ozonhalterna under året uppvisade mätstationen på Landsort. Mätstationen vid Torkel Knutssonsgatan hade den relativt sett lägsta halten. I innerstaden är halten lägre p g a att luften där är mer förorenad av ämnen som förbrukar ozon, främst kvävemonoxid (NO) som förbrukar ozon vid bildandet av kvävedioxid (NO₂). Höga ozonhalter förekommer i hela stockholmsregionen lika väl som i stora delar av Central- och Nordeuropa och är ett resultat av utsläpp av främst kväveoxider och kolväten.

Ozonhaltens årstidsvariation framgår av figuren nedan.



Figur 7. Ozon (månadsmedelvärden) under 1995.

Ozonhalten har liknande årstidsvariation vid samtliga mätstationer. Halten ökar under våren då solinstrålningen ökar. En markerad ozontopp ses under maj.

Samvariationen vid mätplatserna speglar den allmänna ozonförekomsten i regionen som i första hand beror på långdistanstransporterade luftföroreningar.

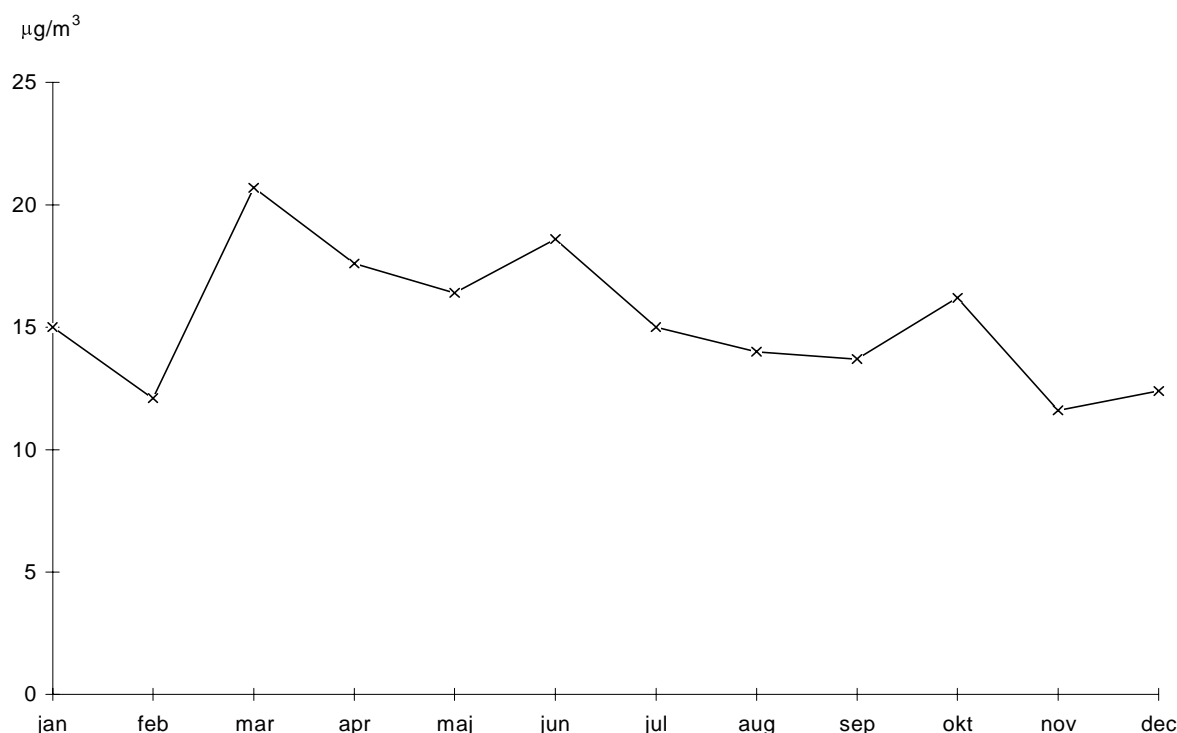
Inandningsbara partiklar (PM₁₀)

Inandningsbara partiklar mäts i taknivå i innerstaden.

Tabell 7. Halter av inandningsbara partiklar ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) på Torkel Knutssonsgatan 1995.

Mätplats:	Årsmedelvärde	Högsta timmedelvärde	Tidstäckning
Torkel Knutssonsgatan	15	124	90 %

Årstidsvariationen för inandningsbara partiklar framgår av figuren nedan.



Figur 8. Inandningsbara partiklar (månadsmedelvärden) på Torkel Knutssonsgatan 20 (taknivå) under 1995.

Halterna av inandningsbara partiklar var högst under våren och försommaren och lägst under vintern. Den relativt höga partikelhalten för mars beror troligen på att månaden var relativt nederbördsfattig vilket dels minskar urtvättningen av partiklar i luften som sker vid nederbörd, dels ökar förutsättningarna för att partiklar virvlas upp från mark och andra ytor. Minskningen av PM₁₀ - halten från mars till maj antas bero på att byte till sommarkläder gör att partikelbildningen genom slitage av vägbanan reduceras. Stadens gator och trottoarer sopas också under perioden, vilket gör att partiklar och stoft avlägsnas från stadens gator.

Inandningsbara partiklar (PM₁₀) mäts också årligen i gatumiljö på Hornsgatan under april-maj (se även s.18). Periodmedelvärdet 1995 var $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, d v s ungefär dubbelt så högt som takhalterna på Torkel Knutssonsgatan under samma period. Detta tyder på att trafiken är den största källan till utsläpp av inandningsbara partiklar.

4. JÄMFÖRELSER MED LUFTKVALITETSNORMER

Luftkvalitetsnormer finns av en mängd olika slag. Normvärdena är i första hand avsedda att skydda mot negativa hälsoeffekter. Beroende på om normvärdena ska skydda mot akuta eller långsiktiga effekter finns i allmänhet såväl *korttids-* som *långtidsvärden*. Korttidsvärdena avser medelvärden under 1-24 timmar medan långtidsvärdena avser halvårsmedelvärden. Vid bestämning av normvärdena har hänsyn tagits till känsliga grupper som t ex astmatiker och allergiker.

Gränsvärden anger halter av föroreningar som inte får överskridas. Naturvårdsverket har definierat gränsvärden för *svaveldioxid*, *kvävedioxid* och *sot*. Gränsvärdena gäller både för vinterhalvår och sommarhalvår och avser mätta eller beräknade värden för platser där människor normalt uppehåller sig.

Riktvärden för luftkvalitet anger halter av föroreningar som inte bör överskridas om en god miljö ska upprätthållas. Naturvårdsverket har angivit nationellt riktvärde för *kolmonoxid*. Till skillnad mot gränsvärden är riktvärden endast vägledande.

Bedömningsgrunder har erhållits genom forskning och utvärdering av olika ämnens egenskaper vid olika halter och vilka effekter som kan förväntas. Bedömningsgrunder finns för *partiklar*. Bedömningsgrunder är liksom riktvärden inte bindande utan endast vägledande.

Planeringsmål antogs av Stockholms stad i början av 1980-talet. Dessa var WHO:s dåvarande rekommendationer beträffande *kvävedioxid* och *kolmonoxid* samt Kaliforniens riktvärde för *stoftburet bly*.

Tröskelvärden anger den halt över vilken ett ämne kan utgöra en risk för hälsa och miljö. Dessa gäller inom hela EU för *marknära ozon*. Överskridande medför skyldighet att informera allmänheten.

Omgivningshygieniska gränsvärden har tagits fram av "Institutet för miljömedicin", IMM, på uppdrag av naturvårdsverket. Dessa är förslag till lågrisknivåer för bl a *bensen*, *toluen* och *bens(a)pyren*.

Luftkvalitetsnormerna och mätresultatet anges ofta i form av *percentiler*. Detta presentationssätt är vanligt för att statistiskt beskriva ett stort mätmaterial. Med exempelvis 98-percentilen för ett ämne menas här den halt av ämnet som underskridits under 98 % och överskridits under 2 % av mättiden. Det innebär att timmedelvärdena inte får överstiga normvärdet mer än 88 gånger på ett halvår och för dygnsmedelvärdena inte mer än 4 dygn på ett halvår.

Den halvårsvisa jämförelsen som följer omfattar för sommaren perioden april - oktober 1995 och för vintern perioden oktober 1995 - april 1996.

4.1 SVAVELDIOXID (SO₂)

Tabell 8. Jämförelse av uppmätta halter av svaveldioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) med nationella gränsvärden halvårsvis.

Gränsvärde	Medelvärdestid	Period	Torkel Knutssonsg.
200	1 timme (98-percentil)	sommar	14
		vinter	16
100	1 dygn (98-percentil)	sommar	8
		vinter	13
50	halvår	sommar	3
		vinter	6

Uppmätta svaveldioxidhalter är i relation till respektive gränsvärde genomgående mycket låga, speciellt under sommarhalvåret då oljeförbränningen är liten.

4.2 KVÄVEDIOXID (NO₂)

Tabell 9. Jämförelse av uppmätta halter av kvävedioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) med stadens planeringsmål (helår) och nationella gränsvärden (halvår).

Gränsvärde/ planeringsmål	Medelvärdestid	Period	Hornsgatan		Sveavägen		S:t Eriksg.
			nr 108	nr 85	nr 59	nr 88	nr 33-35
190*	1 timme (99,9-percentil)	helår	142	138	114	107	116
110	1 timme (98-percentil)	sommar	110	109	85	87	87
		vinter	111	115	88	87	110
75	1 dygn (98-percentil)	sommar	86	86	68	73	71
		vinter	95	105	80	74	101
50	halvår	sommar	52	48	38	39	41
		vinter	54	51	42	42	54

* stadens planeringsmål

Stadens planeringsmål, 190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ har klarats på samtliga mätplatser under 1995.

Nationella gränsvärden:

Timmedelvärdet, 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, har överskridits under vinterhalvåret på Hornsgatans bägge sidor. På övriga platser har gränsvärdet ej överskridits. Det tangerades dock i ett par mätpunkter under både sommaren och vintern.

Dygnsmedelvärdet, 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, har överskridits i båda mätpunkterna på Hornsgatan såväl under sommaren som vintern. Gränsvärdet överskreds dessutom under vintern på Sveavägen 59 och S:t Eriksgatan.

Halvårsmedelvärdet, 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, har överskridits vid Hornsgatans båda mätpunkter förutom under sommarhalvåret (nr 85). Gränsvärdet har under hela perioden klarats på Sveavägen, men överskridits på S:t Eriksgatan under vinterhalvåret 1995-1996.

Som framgår av gränsvärdesjämförelsen har kvävedioxidförhållandena i de flesta fallen varit klart ogynnsammare under vinterhalvåret än under sommarhalvåret. Under de senaste åren har dock förhållandet generellt varit det omvända. Det har berott på svagare vindar och högre ozonförekomst under sommaren, vilket gynnat kvävedioxidbildningen.

4.3 KOLMONOXID (CO)

Tabell 10. Jämförelse av uppmätta halter av kolmonoxid (mg/m^3) med stadens planeringsmål (helår) och nationellt riktvärde (halvår).

Riktvärde/ planeringsmål	Medelvärdestid	Period	Hornsgatan		Sveavägen		S:t Eriksgatan	
			nr 108	nr 85	nr 59	nr 88	nr 33	nr 30
40*	1 timme (högsta värde)	helår	13	11	12	8,9	7,2	7,3
10*	8 timmar (högsta värde)	helår	6,8	7,6	8,1	5,8	6,2	4,4
6	8 timmar (98-percentil)	sommar	4,0	3,9	4,3	4,2	2,6	2,6
		vinter	5,9	5,9	5,3	4,0	4,9	4,0

* stadens planeringsmål

Stadens planeringsmål har klarats på samtliga mätplatser både som *1-timmes medelvärdet* ($40 \text{ mg}/\text{m}^3$) och *8-timmars medelvärdet* ($10 \text{ mg}/\text{m}^3$).

Nationellt riktvärde för kolmonoxid ($6 \text{ mg}/\text{m}^3$) har klarats vid samtliga mätplatser. Marginalen till riktvärdet var dock liten under vinterhalvåret på Hornsgatan.

Kolmonoxidhalterna var som brukligt högst under vinterhalvåret.

4.4 MARKNÄRA OZON (O₃)

Tröskelvärdena för ozon gäller inom hela EU och framgår av tabellen nedan. Ozonhalten är högst under sommarhalvåret.

Tabell 11. Tröskelvärden för ozon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tröskelvärde	Medelvärdestid	Anmärkning
110	8 timmar ¹⁾	skydd av hälsa
65	1 dygn	skydd av vegetation
360	1 timme	skyldighet att varna allmänheten
200	1 timme	skydd av vegetation
180	1 timme	skyldighet att informera allmänheten

¹⁾ medelvärde kl 01-08, kl 09-16, kl 13-20 och kl 17-24

Tabell 12. Uppmätta halter av ozon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) och antal överskridande av tröskelvärdena under hela 1995.

	Torkel Knutssonsg.	Gubbängen	Landsort
Högsta 8-timmars medelvärde	107	109	129
antal 8-timmarsmedelvärden över 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	19
Högsta dygnsmedelvärde	87	98	112
antal dygnsmedelvärden över 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	28	111	163
Högsta timmedelvärde	114	121	139
antal timmedelvärden över 360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0
antal timmedelvärden över 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0
antal timmedelvärden över 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0

Skydd av hälsa (**110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**):

Tröskelvärdet har *överskridits* vid skärgårdsstationen Landsort vid ett flertal tillfällen, men *klarats* vid Torkel Knutssonsgatan (innerstad) och Gubbängen (förort).

Skydd av vegetation:

Tröskelvärdet för skydd av vegetation har *överskridits* under ett flertal tillfällen räknat som dygnsmedelvärde ($65 \mu\text{g}/\text{m}^3$) men *klarats* som timmedelvärde ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) vid samtliga mätstationer.

Skyldighet att varna allmänheten (**360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**):

Tröskelvärdet har *ej överskridits* vid någon mätstation under året.

Skyldighet att informera allmänheten (**180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**):

Tröskelvärdet har *ej överskridits* vid någon mätstation under året.

4.5 INANDNINGSBARA PARTIKLAR (PM_{10})

Mätningar av inandningsbara partiklar (PM_{10}) i trafikmiljö görs årligen under en två månader lång period, april - maj, vid Hornsgatan 108.

Tabell 13. Jämförelse av uppmätta halter av inandningsbara partiklar ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) med bedömningsgrunder.

Bedömningsgrunder	Medelvärdetid	Hornsgatan april - maj
110	1 dygn (98- percentil, halvår)	83
50	halvår	35

Uppmätta halter ligger långt under bedömningsgrunderna. Risken för överskridanden sett på halvårsbasis får därför antas vara liten på platsen.

4.6 STOFTBURET BLY (Pb)

Provtagning på stoftburet bly görs årligen under en tvåmånadersperiod, april - maj, vid Hornsgatan 108. Stockholms planeringsmål för stoftburet bly är **1,5 µg/m³**, som månadsmedelvärde. Årets blymätningar gav ett högsta månadsmedelvärde om **0,05 µg/m³**. Blyhalten är således låg på platsen och stadens planeringsmål *klaras* med mycket god marginal.

4.7 FLYKTIGA ORGANISKA ÄMNEN (VOC)

Provtagning av VOC, bl a bensen och toluen, görs årligen under en tvåmånadersperiod (april - maj) vid Hornsgatan 108.

För *bensen* har IMM föreslagit 1,3 µg/m³ och för *toluen* 37 µg/m³ som omgivningshygieniskt långtidsgränsvärde.

Tabell 14. Jämförelse av uppmätta halter av flyktiga organiska ämnen (µg/m³) med omgivningshygieniska gränsvärden.

Parameter:	Omgivningshygieniskt gränsvärde	Hornsgatan (april - maj)
Bensen	1,3	6
Toluen	37	37

Periodmedelvärdet för bensen på platsen ligger således högt över det föreslagna gränsvärdet. Beträffande toluen så tangeras det föreslagna gränsvärdet.

4.8 POLYCYKLISKA AROMATISKA KOLVÄTEN (PAH)

Provtagning av PAH, bl a bens(a)pyren, görs årligen under en tvåmånadersperiod, april - maj, vid Hornsgatan 108.

För bens(a)pyren, ett ämne i PAH-gruppen med kända cancerogena egenskaper har IMM föreslagit ett *omgivningshygieniskt gränsvärde* om **0,1 ng/m³**. (ng = 10⁻⁹ g)

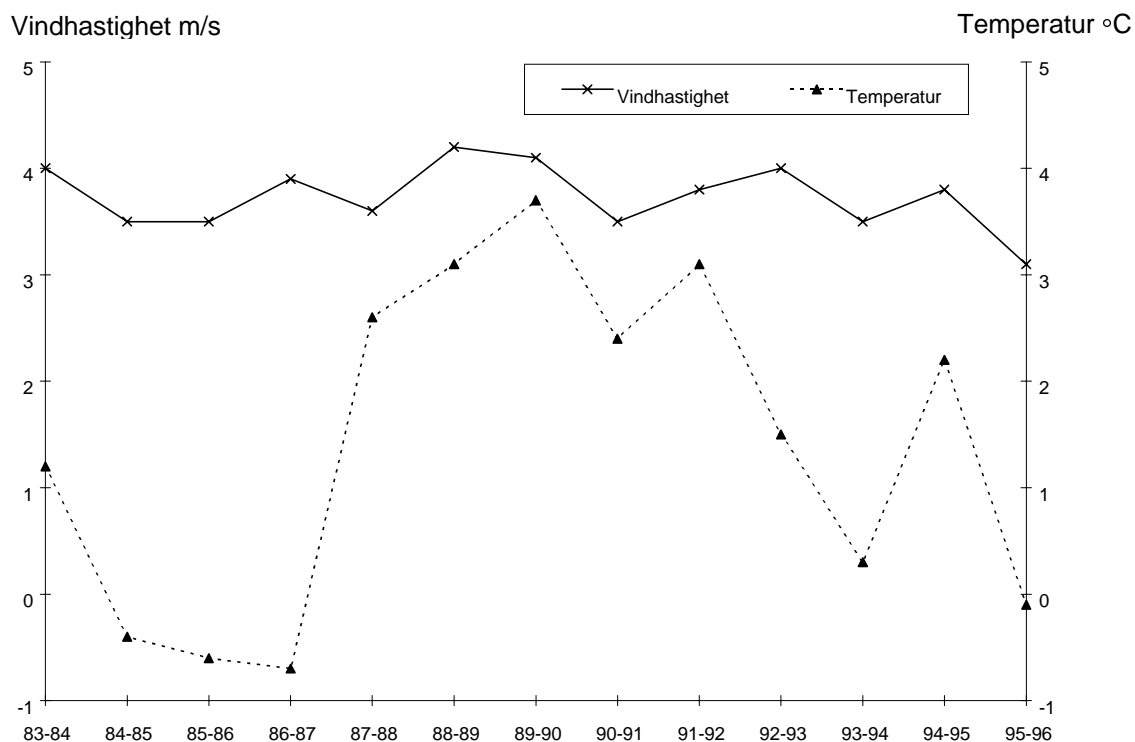
Årets mätningar av bens(a)pyren gav ett periodmedelvärde om **1,4 ng/m³** vilket är lägre än året innan men ändå *kraftigt överskrider* det föreslagna gränsvärdet.

5. UTVECKLING AV LUFTFÖRORENINGSSITUATIONEN

Förändringar av luftföroreningsförhållandena från en tid till en annan uppstår då utsläppens storlek ändras och då luftens förutsättningar för utspädning och ventilation, d v s meteorologin ändras. Förekomst av s k episoder, d v s långdistanstransport av luftföroreningar kan också spela stor roll för främst svaveldioxid- och ozonhalter.

För att reducera meteorologins inflytande vid utvärdering av trender av luftförhållanden på en plats bör jämförelserna göras för samma årstid. Dessutom bör mätperioderna inte vara för korta. Under korta mätperioder kan nämligen tillfälliga meteorologiska förhållanden spela stor roll för mätresultatet och utvecklingstendenser kan vara svåra att se. Här visas trender av meteorologi och luftföroreningar under de 13 senaste vinterhalvåren.

5.1 METEOROLOGI



Figur 9. Medelvindhastighet och medeltemperatur per vinterhalvår sedan 1983-84.

Vintern 1995/96 har kännetecknats av högtrycksperioder med klart och kallt väder med lite vind. **Medeltemperaturen** blev $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ vilket är klart lägre än flerårsgenomsnittet $+1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Det är den lägsta medeltemperaturen sedan vinterhalvåret 1986/87 på Torkel Knutssonsgatan.

Medelvindhastigheten var under den gångna vintern $3,1\text{ m/s}$ vilket är under flerårsmedelvärdet $3,8\text{ m/s}$.

Med tanke på temperatur och vindhastighet under det senaste vinterhalvåret anses de meteorologiska förutsättningarna ha varit *sämre* än flerårsgenomsnittet (se figur 9).

5.2 EMISSIONER

Sedan slutet av 1960-talet har skett en successiv minskning av **svaveldioxidutsläppen** i staden. Detta främst genom sänkt svavelhalt i eldningsolja och minskad oljeförbränning. Utbyggnad av fjärrvärmens har dels inneburit effektivare förbränning, dels att utsläppen sker på hög höjd.

Den senaste skärningen av svavelkraven genomfördes under 1989, då exempelvis högsta svavelhalten i tjock eldningsolja sänktes från 0,8 till 0,5 procent. Mellan 1970 och 1994 har svavelutsläppen från de stora energianläggningarna i staden minskat med nära 95 %. Jämfört med 1980 så har utsläppen minskat med ca 85 %.

Kväveoxidutsläppen från de *stora energianläggningarna* i staden har mellan 1980 och 1994 minskat med ca 60 % sett på årsbasis.

Utsläppen av kväveoxider i staden från *fordonstrafiken* ökade på grund av trafikökningar i det närmaste oavbrutet under 1980-talet fram till 1990. Då bröts trafikökningen och en viss trafikminskning inträffade samtidigt som de skärpta avgaskraven på personbilar från 1989-års modeller började få effekt. Därefter har trafikens kväveoxidutsläpp enligt Slb-analys beräkningar minskat och var 1994 ca 30 % lägre än 1989.

Enligt beräkningarna har de totala kväveoxidutsläppen i staden minskat med ca 40 % mellan 1980 och 1994, räknat på årsbasis.

Kolmonoxidutsläppen, som helt domineras av *personbilstrafiken*, har också minskat under senare år genom förbättrad avgasrening. Mellan 1989 och 1994 har enligt Slb-analys beräkningar utsläppen i innerstaden minskat med ca 35 %.

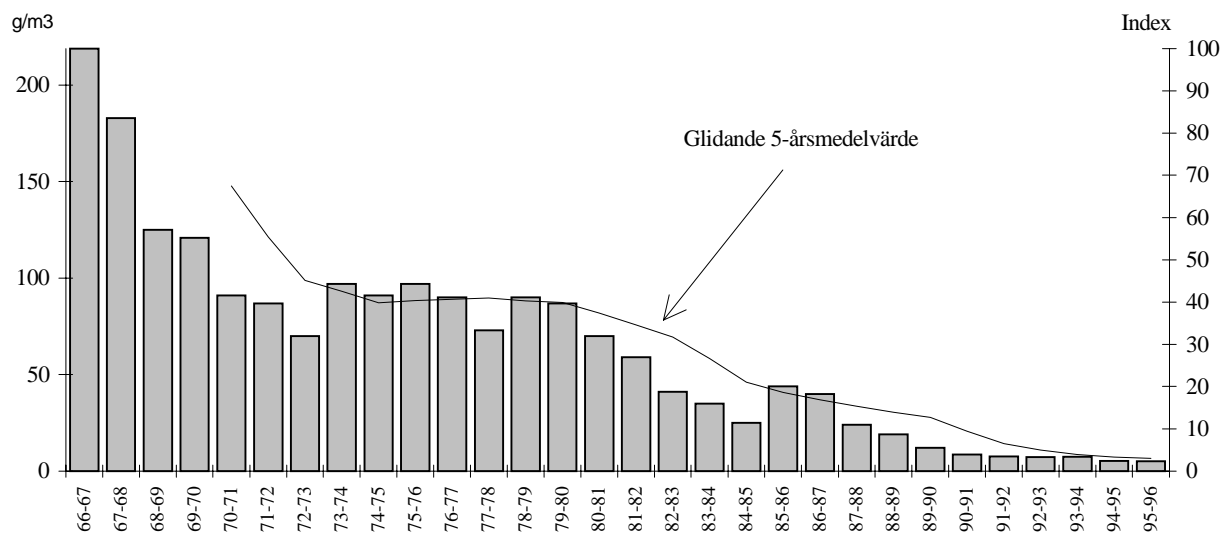
Utsläppen av **bly** som till helt övervägande del skett från *personbilar* beräknas ha minskat med ca 95 % i staden mellan 1979 och 1994. Detta tack vare minskat blyinnehåll i bensinen. I och med att katalysatorrening blev obligatoriskt på personbilar från 1989-års modeller har användningen av blyfri bensin ökat kraftigt. Sedan 1995 har försäljningen av blyad bensin upphört och därmed också de stora utsläppen till luft. Däremot finns bly och andra tungmetaller fortfarande upplagrade i avsevärda mängder i tekniska material. Detta medför inga regelbundna utsläpp till luft men utgör ändå en risk för hälsa och natur genom det diffusa läckaget. Långdistanstransport från Nord- och Centraleuropa ger också ett icke försumbart bidrag till halterna i luftmiljön.

Ozon emitteras inte direkt till atmosfären utan bildas genom fotokemiska reaktioner i luften varvid kväveoxider och kolväten spelar stor roll. Ökade utsläpp av dessa ämnen har lett till att halten av marknära ozon sedan länge ökat i Nordvästeuropa.

5.3 HALTER

Svaveldioxid (SO₂)

I figur 10 visas utvecklingen av svaveldioxidhaltens vinterhalvårsmedelvärden vid innerstadsstationen Torkel Knutssonsgatan 20. I figuren har även lagts in ett glidande femårsmedelvärde.



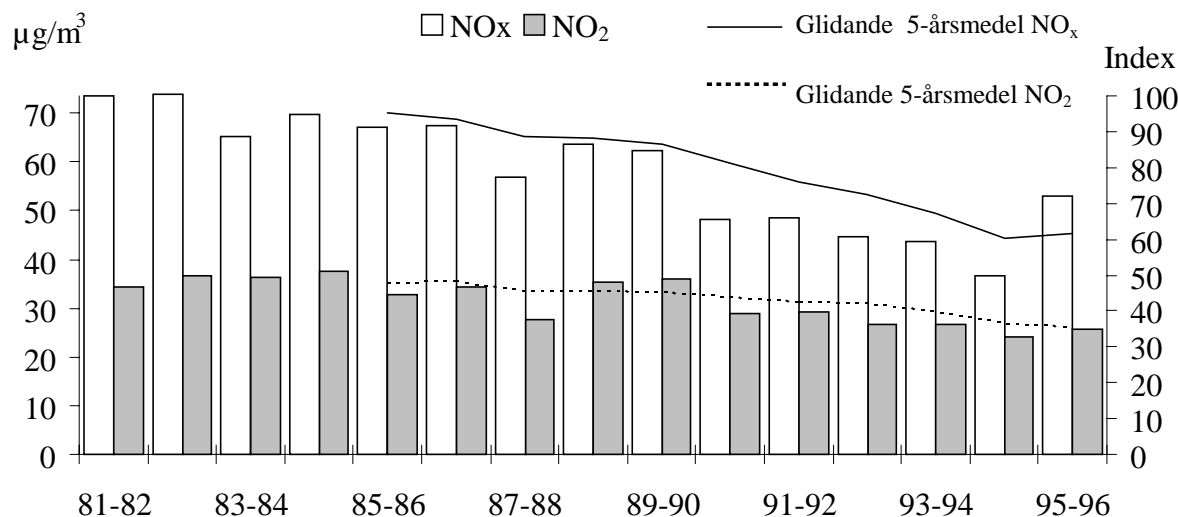
Figur 10. Svaveldioxidhalter (vinterhalvårsmedelvärden) på Torkel Knutssonsgatan.

Svaveldioxidhalten har kraftigt minskat sedan mitten av 1960-talet och var under den senaste vintersäsongen 6 µg/m³ vilket är endast några procent av dåtidens. Jämfört med vintersäsongen 1990-91 har svaveldioxidhalten minskat med ca 40 %.

Kväveoxider (NO_x) och kvävedioxid (NO₂)

Kväveoxider (NO_x) är ett samlingsnamn för kvävemonoxid (NO) och kvävedioxid (NO₂). Huvuddelen av kväveoxidutsläppen (80-90 %) från fordon består av NO. Det är hälsomässigt ganska ofarligt men omvandlas snabbt till hälsovådlig NO₂. I gaturummet är andelen NO₂ generellt 20- 30 % och i taknivå 50-60 %.

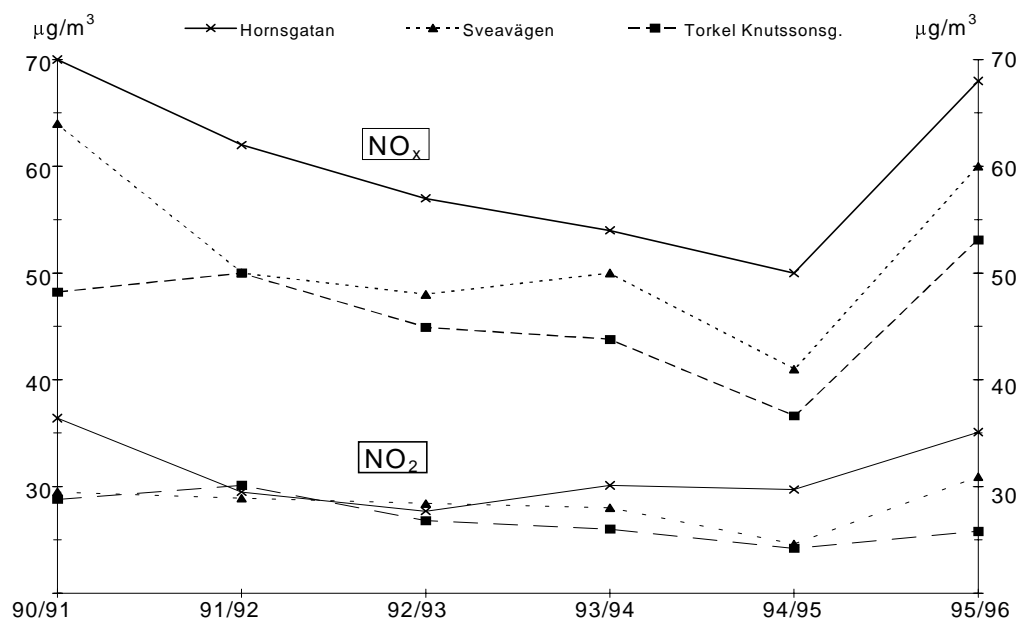
Utvecklingen vad gäller vinterhalvårsmedelvärden av kväveoxider, NO_x och kvävedioxid, NO₂, vid innerstadsstationen Torkel Knutssonsgatan 20, visas i figur 11. I figuren ses även glidande vinterhalvårsmedelvärden i femårsperioder.



Figur 11. Kväveoxid- och kvävedioxidhalter (vinterhalvårsmedelvärden) på Torkel Knutssongatan.

Sett till *enskilda vinterhalvårsmedelvärden* under 1980-talet så uppvisar varken kväveoxid- eller kvävedioxidhalterna några entydiga utvecklingstendenser. Lägre halt under en vintersäsong har följts av högre under efterföljande säsong och tvärtom. Sedan vintersäsongen 1988-89 har emellertid värdena för NO_x och NO₂ i stort sett minskat för varje period. Den förra vintersäsongens (1994-95) NO_x- och NO₂-halter var t ex de lägsta sedan mätningarna påbörjades och klart lägre än halterna vid 1980-talets början.

Vinterhalvåret 1995-96 visar dock på höga halter. NO_x-halterna ligger 20 % högre än genomsnittet för 90-talets vinterhalvår och är de högsta på 90-talet på Torkel Knutssongatan. NO₂-halterna ligger 5 % högre i motsvarande jämförelse. Förklaringen ligger dels i den kalla vintern vilket medförde en ökad förbränning (t ex vid kallstarter) i staden och dess omgivning vilket ledde till ökade emissioner, dels förekom s k inversion vid ett flertal tillfällen under december och januari vilket försvårade luftföroreningarnas utspädning.



Figur 12. Kväveoxid- och kvävedioxidhalter (vinterhalvårsmedelvärden) i taknivå i innerstaden under 90-talet.

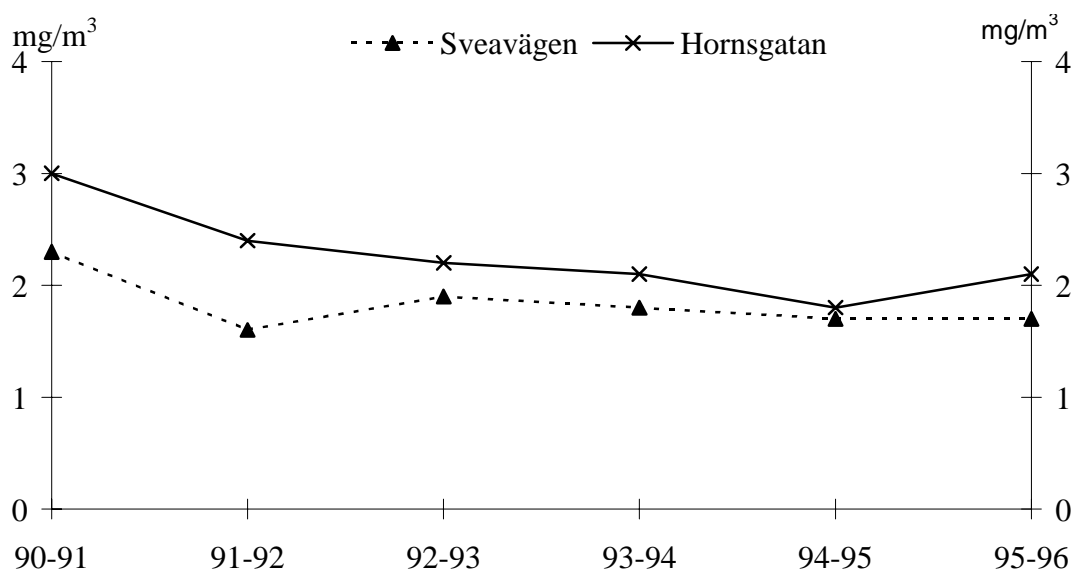
Mätningarna i taknivå vid Sveavägen och Hornsgatan uppvisar en liknande ökning av kväveoxidhalten för vinterhalvåret 1995/96 jämfört med föregående vinterhalvår. För alla tre mätstationer i innerstaden har trenden dessförinnan nästan entydigt varit nedåtgående (figur 12).

Kvävedioxidhalten på Hornsgatan minskade fram till vinterhalvåret 1992-93. Sedan dess har halterna legat still eller ökat. På Sveavägen har NO_2 -halten minskat något varje vinterhalvår förutom det senaste då den ökade. Torkel Knutssonsgatan följer i stort sett Sveavägens utveckling.

Kolmonoxid (CO)

Sedan 1990 mäts kolmonoxid kontinuerligt på Sveavägen och Hornsgatan. Mätningar görs i gatunivå på båda sidor av gatan samt ovan tak.

Mätvärdet för en viss gatusida är starkt beroende av vindriktningen ovan tak relativt gatans sträckning. För att i trendstudien reducera effekterna av detta redovisas i figur 12 medelvärden av båda sidornas kolmonoxidhalt för respektive gata.

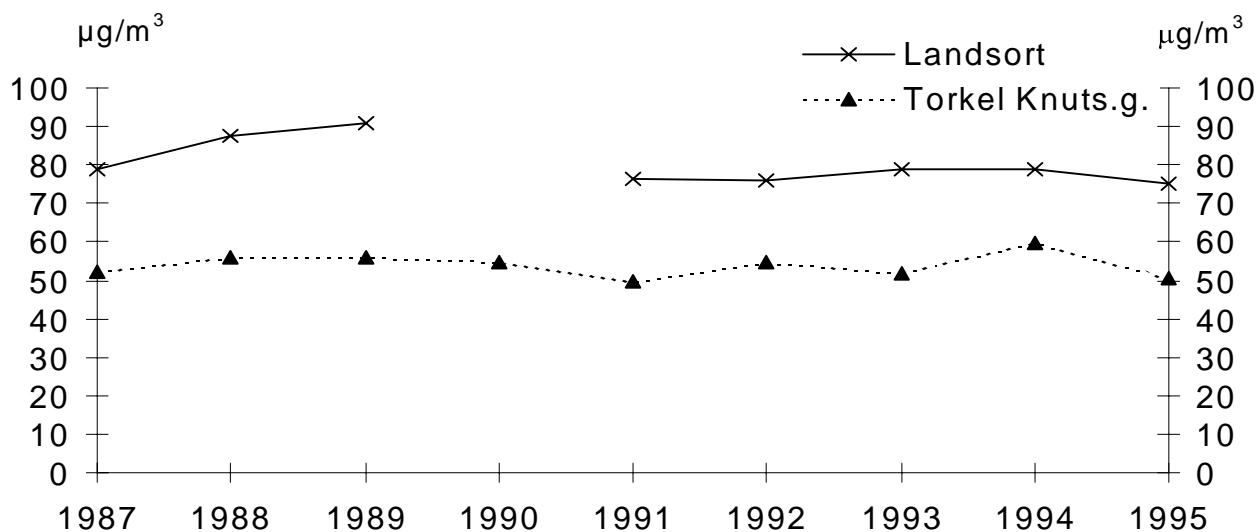


Figur 13. Kolmonoxidhalter (vinterhalvårsmedelvärden) i innerstaden under 90-talet.

Som ses i figuren har periodmedelvärdet för kolmonoxid minskat i stort sett kontinuerligt fram till det senaste vinterhalvåret. Jämfört med genomsnittet för de fem tidigare vinterhalvåren på 90-talet ligger vinterhalvåret 1995-96 ca 10 % lägre för båda gatorna. Halterna är i nivå med 1993-94 års mätningar.

Marknära ozon (O₃)

I figuren nedan visas utvecklingen av sommarhalvårsmedelvärden, april - september, för ozon vid innerstadsstationen Torkel Knutssonsgatan och mätstationen i skärgården på Landsort.

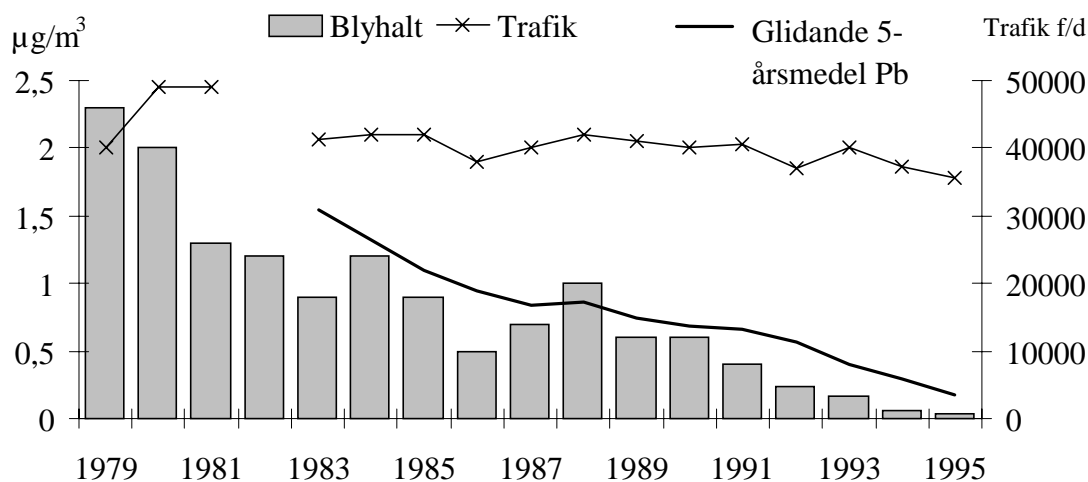


Figur 14. Ozon, sommarhalvårsmedelvärden.

Vid innerstadsstationen Torkel Knutssonsgatan och vid skärgårdsstationen Landsort är årets sommarmedelvärde för ozon något lägre jämfört med året innan, men i nivå med 90-talets halter. Någon klar tendens kan långsiktigt ej ses för någon av stationerna.

Stoftburet bly (Pb)

Kartläggning av blysituationen görs vid Hornsgatan 108 under två månader per år.



Figur 15. Stoftburet bly (medelvärden under två månader) samt trafikmängd på Hornsgatan.

Blyhalten i luften har minskat kraftigt vid Hornsgatan genom åren och var 1995 0,04 µg/m³, vilket är något mindre än 1994 och endast ett par procent av 1979- års halt. Trafiken på gatan har bortsett från de första åren på 1980-talet varit tämligen oförändrad genom åren.

En påtaglig haltninskning ses mellan 1980 och 1981 som en följd av den begränsning av blyinnehållet i bensin från 0,40 g/liter till 0,15 g/liter, som infördes 1981. Blyfri regularbensin började förekomma på marknaden vid mitten av 1980-talet. Sedan 1988, då katalysatorbilar (obligatoriskt krav fr o m 1989-års modeller) introducerades på marknaden, vilka kräver blyfri bensin, har blyhalten i luften ytterligare minskat kraftigt.

MÄTPLATSBESKRIVNINGAR

Torkel Knutssonsgatan 20, cirka 20 m över mark. Mätplatsen är belägen i innerstadsmiljö med till övervägande del fjärrvärmeuppvärmd bostadsbebyggelse. Hornsgatan passerar ca 100 m norr om mätplatsen och trafikeras här av ca 23 000 fordon per vardagsdygn.

Gubbängen, Skrinvägen 25 - Lingvägen 177, ca 10 m över mark. Mätplatsen ligger i ett förortsområde med flerbostadshus. Ca 1,5 km sydväst om mätplatsen ligger Högdalens avfallsförbränningsanläggning och ca 200 m öster om platsen passerar Nynäsvägen som trafikeras av ca 73.000 fordon per vardagsdygn.

Kanaans friluftsbad, ca 4 m över mark. Mätplatsen är belägen i Grimsta friluftsområde. Närmaste bebyggelse finns i flerbostadsområdet Råcksta, ca 1 kilometer nordost om mätplatsen.

Landsort, ca 4 m över mark. Mätplatsen är belägen på ön Landsort ca 7 mil söder om Stockholm. Varken bostadsområden eller nämnvärd fordonstrafik finns i närheten.

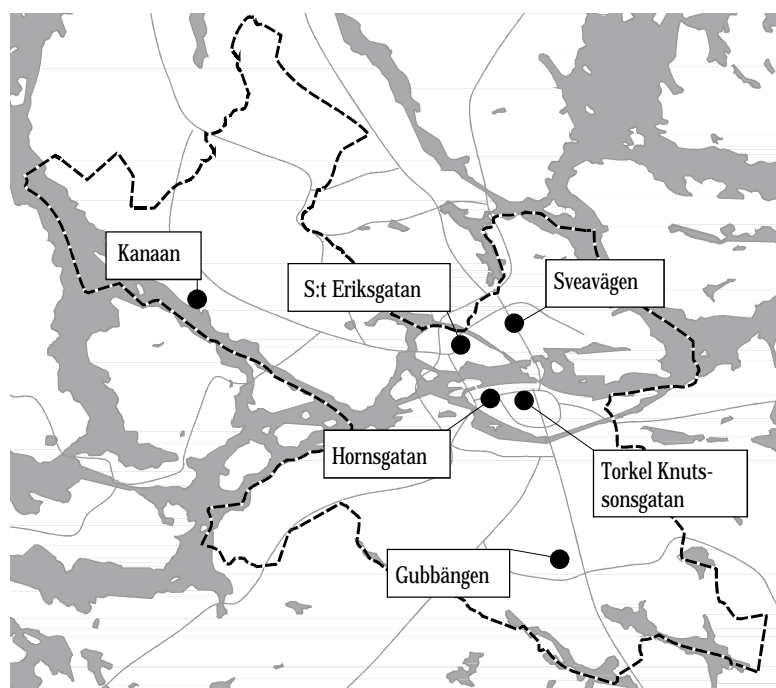
Sveavägen 59, ca 3 m och ca 20 m över gatunivå. Mätplatsen är belägen på gatans västra sida, i utpräglad innerstadsmiljö. Sveavägen trafikeras på platsen av ca 30 000 fordon per vardagsdygn. Avståndet mellan husfasaderna är ca 33 meter.

Sveavägen 88, ca 3 m över gatunivån. Mätplatsen är belägen på gatans östra sida. Beräffande övriga mätplatsförhållanden se Sveavägen 59.

Hornsgatan 85, ca 3 m över gatunivå. Mätplatsen är belägen på gatans södra sida i utpräglad innerstadsmiljö. Gatan trafikeras på platsen av ca 40 000 fordon per vardagsdygn. Avståndet mellan husfasaderna är ca 24 m.

Hornsgatan 108, ca 3 m och ca 20 m över gatunivå. Mätplatsen är belägen på gatans norra sida. Beträffande övriga mätplatsförhållanden se Hornsgatan 85.

S:t Eriksgatan 33-39, ca 3 m över gatunivå. Mätplatsen är belägen på gatans västra sida. Gatan trafikeras på platsen av ca 40.000 fordon per vardagsdygn. Avståndet mellan husfasaderna är ca 30 m.



Slb·analys

Stockholms luft- och bulleranalys

är en resultatenhet inom miljöförvaltningen i Stockholm.

SLB-analys:

- Utreder
- Mäter
- Beräknar
- Informerar

när det gäller ljudmiljö och luftkvalitet både utomhus och inomhus. SLB-analys genomför uppdrag inom dessa områden såväl lokalt (i tätorter) som regionalt (i länet).

Miljöförvaltningen i Stockholm
Rosenlundsgatan 60. Box 38024, 100 64 Stockholm
Tel 08 – 616 96 00, direkt Slb-analys 08 – 616 96 97