

Tungmetaller i neder- börd på Södermalm



MÄTNINGAR UNDER ETT
HALVÅR 1998/99

MILJÖFÖRVALTNINGEN I STOCKHOLM, APRIL 2000

Tungmetaller i neder- börd på Södermalm

~

MÄTNINGAR UNDER ETT
HALVÅR 1998/99

*Rapporten är sammanställd av Lars Burman och Christer
Johansson vid Stockholms Luft- och Bulleranalys.
Uppdragsgivare är Miljöförvaltningen i Stockholms stad.*

SLB·analys

Stockholms Luft- och Bulleranalys

Miljöförvaltningen
Box 380 24
100 64 Stockholm
Tel. 08 – 508 28 800

Innehållsförteckning

Sammanfattning - slutsatser

1. Inledning.....	s.5
2. Resultat av provtagning på Södermalm 1998/99.....	s.6
2.1 Nederbörds mängder.....	s.6
2.2 Koncentrationer av tungmetaller i nederbörden.....	s.7
2.3 Deposition av tungmetaller.....	s.8
2.4 Månadsvis variation av koncentrationer och deposition.....	s.9
3. Jämförelse med provtagning på Södermalm 1995/96.....	s.12
3.1 Nederbörd.....	s.12
3.2 Metallkoncentrationer.....	s.12
3.3 Deposition.....	s.14
4. Beräknad total årlig deposition i Stockholms stad.....	s.15
5. Jämförelse med bakgrundsprovtagningar.....	s.16

Bilagor:

Analysmetoder och provtagningsresultat från NILU

Sammanfattning - slutsatser

I rapporten redovisas mätresultat för koncentrationer av tungmetaller i nederbörden samt deposition på Södermalm (Rosenlundsgatan 60) under perioden december 1998 till maj 1999. Två öppna nederbördsinsamlare samt en sk lockprovtagare användes. Den senare gav en uppfattning av våtdepositionen som under perioden var störst för zink ($323 \mu\text{g}/\text{m}^2$, månad), mangan ($102 \mu\text{g}/\text{m}^2$, månad) samt koppar ($95 \mu\text{g}/\text{m}^2$, månad). Våtdepositionen av bly, kadmium och arsenik var under perioden 84, 5,6 respektive $3,1 \mu\text{g}/\text{m}^2$, månad. På grund av mycket nederbörd förekom den största våtdepositionen av de flesta tungmetallerna i april.

Koncentrationen av de studerade tungmetallerna var 60-85 % lägre än motsvarande mätperiod 1995/96 på Södermalm. Minskningen kan till stor del förklaras av meteorologiska förhållanden. Under mätperioden 1995/96 var vädret ovanligt kallt och nederbördsmängden mindre än hälften av vad som var fallet 1998/99, då de meteorologiska förhållandena var mer normala.

Studien visar att partiklar, innehållande stora mängder tungmetaller, deponeras på de öppna insamlingstrattarna under torrperioder mellan nederbördstillfällena. Detta bidrar till en stor uppmätt "torrdeposition" i de öppna provtagarna, framförallt av mangan, nickel och kobolt. Denna sk *torrdepositionseffekt* är störst under våren när gatorna i staden torkar upp och partiklar kan virvla upp och kontaminera luften i staden.

Mätningarna på Södermalm 1998/99 visar att *mätmetoden* är av avgörande betydelse för resultatet av nedfallsmätningar av metaller i urban miljö. För att få kunskap om den *verkliga våtdepositionen* i staden *måste* lockprovtagare användas för att undvika torrdepositionseffekten i insamlingstrattarna. Eftersom de öppna insamlarna ger väsentligt högre värden än lockprovtagaren för alla studerade tungmetaller, förutom för kadmium, överskattas sålunda våtdepositionen.

Utifrån mätresultat för lockprovtagaren (våtdeposition) samt beräkningar av torrdepositionen uppskattas följande årliga mängder av tungmetaller deponeras (totalt) i staden; ca 5,5 ton zink, ca 1,9 ton mangan, ca 650 kg bly, ca 540 kg koppar, ca 210 kg nickel, ca 190 kg vanadin, ca 140 kg krom, ca 65 kg kobolt, ca 36 kg arsenik samt ca 21 kg kadmium. För zink, mangan, nickel och kobolt sker en stor del av depositionen i form av grova partiklar som "cirkulerar" i regionen innan de så småningom sköljs bort med dagvattnet eller faller ned på vattenytan i staden. Denna recirkulation av partiklar gör det svårt att på ett bra sätt kvantifiera den totala depositionen av tungmetaller i staden. Kännedom om (i) partikelstorleksfördelningen på olika platser och under olika förhållanden samt (ii) metallernas förekomst på olika partikelstorleksfraktioner skulle behövas för att möjliggöra en noggrannare beräkning av depositionen av tungmetaller i staden.

Koncentrationen av tungmetaller i nederbörden på Södermalm har jämförts med nationella mätstationer belägna utanför Stockholms påverkansområde (sk bakgrundsstationer). Uppmätt koncentration i lockprovtagaren var under mätperioden i nivå med eller till och med under bakgrundsnivåerna (mätningar med öppna insamlare), för alla studerade tungmetaller förutom för kobolt. Koncentrationen av kobolt i nederbörden var ca 6 gånger högre på Södermalm. Eftersom halterna av luftburna (grova) partiklar är betydligt lägre i bakgrundsmiljö fungerar de öppna insamlarna bättre där än i stadsmiljö. För att göra en helt korrekt jämförelse vore det dock önskvärt att lockprovtagare användes även där. Detta är speciellt viktigt vid perioder med litet nederbörd.

1. Inledning

Denna utredning följer upp de mätningar av metaller som gjordes 1995/96 och som redovisades i rapporten "Metaller i luft och nederbörd – en kartläggning i Stockholms stad" (SLB-analys rapport nr 1:98). Då liksom nu mättes tungmetaller i nederbörden på Södermalm. Att förnyade mätningar nu har gjorts beror bl a på att tidigare analysvärden av koppar inte var tillförlitliga. Dessutom har nu en lockprovtagare använts parallellt med de öppna insamlarna för att få en bild av hur mycket som deponeras under torrperioder i insamlingskärlen.

Mätningarna av tungmetaller har finansierats av Miljöförvaltningen i Stockholm. Norska institutet för luftforskning (NILU) har svarat för analyser medan Stockholms Luft- och Bulleranalys (SLB-analys) har svarat för mätningarnas utförande, utvärdering av resultat samt sammanställning av rapport.

Metaller sprids i luften framför allt i partikulär form. Nedfallet (depositionen) till marken, vattnet och vegetationen sker både som våt- och torrdeposition. Våtdeposition innebär att partiklarna "tvättas ur" från luften och deponeras med nederbörden. Genom torrdeposition avsätts partiklarna direkt på ytan. Depositionen bidrar till att en ständig anrikning av metaller pågår i mark och sediment.

I rapporten redovisas mätresultat för metallkoncentrationer i nederbörd, samt deposition. Resultaten jämförs dels med tidigare mätningar av tungmetaller i innerstaden, dels med mätningar gjorda utanför Stockholms påverkansområde.

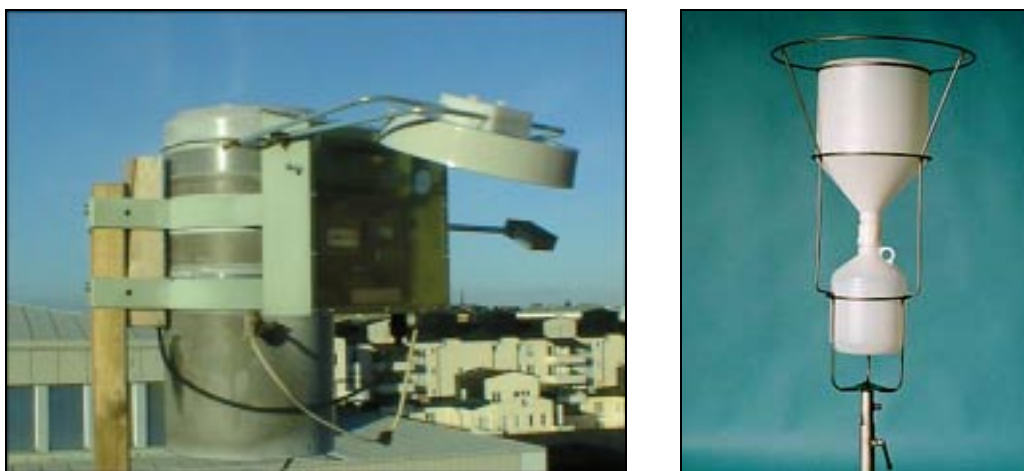
Syftet med Miljöförvaltningens metallmätningar är:

- Att uppskatta det totala årliga nedfallet av tungmetaller i staden för att kunna utvärdera miljö- och hälsopåverkan samt jämföra olika metallflöden i staden
- Att utröna om den urbana miljön ger upphov till ökad metallbelastning jämfört med omgivande landsbygd.
- Att övervaka trender för metallbelastningen i staden

2. Resultat av provtagning på Södermalm 1998/99

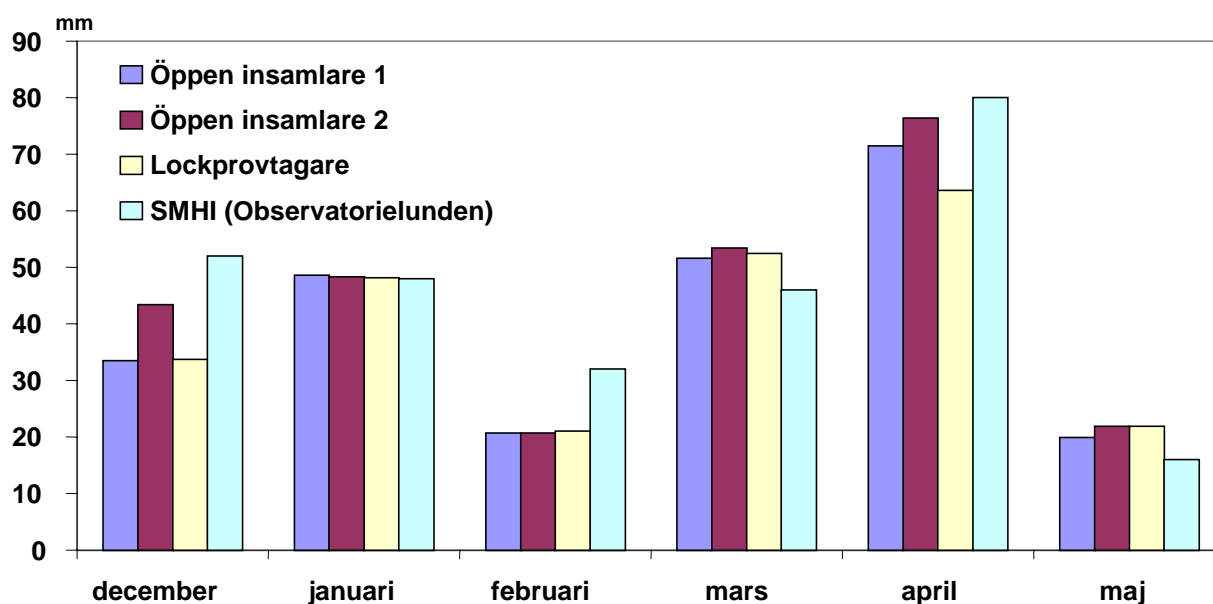
2.1 Nederbörds mängder

Nederbördsproverna är tagna månadsvis i taknivå på Södermalm (Rosenlundsgatan 60) i Stockholms innerstad under perioden december 1998 t o m maj 1999, d v s ett halvår. Två öppna nederbördsinsamlare samt en s k lockprovtagare användes (Figur 1). Proverna som tagits med ständigt öppna insamlare inkluderar, förutom de mängder som finns i nederbörden, även det som torrdeponeras på insamlingstrattarna och som sedan sköljs ned vid nederbördstillfällen. Lockprovtagaren inkluderar endast våtdepositionen.



Figur 1. Lockprovtagare (t v) och öppen provtagare (t h), vilka har använts vid depositionsprovtagningen på Södermalm. Mätutrustningen är anpassad för att undvika kontaminering vid mätningar av metaller.

Depositionens storlek bestäms förutom av koncentrationen av tungmetaller i nederbörden också av nederbördens storlek. Aktuell nederbörd under mätperioden framgår av Figur 2 nedan.



Figur 2. Nederbörds mängder för depositionsprovtagarna på Södermalm samt SMHI's registreringar av nederbörd under samma period på Norrmalm.

För att få en så bra bild som möjligt av depositionen har officiell nederbördsstatistik från SMHI använts. Registreringarna är gjorda på Observatorielunden i Stockholms innerstad (Norrmalm). Nederbörds mängden har i genomsnitt under 30 år varit 198 mm under perioden december t o m maj. Under aktuell period registrerade SMHI 274 mm nederbörd i Stockholm, vilket alltså är något mer än normalt. Provtagarna på Södermalm samlade in 241-264 mm nederbörd under perioden. De största nederbörds mängderna kom i april månad. Överensstämmelsen mellan nederbörds mängderna för lockprovtagaren och de två öppna insamlarna var tämligen god (Figur 2).

2.2 Koncentrationer av tungmetaller i nederbörden

Koncentrationen av respektive tungmetall (Tabell 1) är viktad mot nederbördens storlek respektive månad enligt följande:

$$X = \sum C_i N_i / \sum N_i \quad (i=1-6)$$

X_i = viktad medelvärde för perioden för ett visst ämne ($\mu\text{g/l}$), se Tabell 1

C_i = uppmätt koncentration respektive månad ($\mu\text{g/l}$), se bilaga 1

N_i = registrerad nederbörds mängd respektive månad enligt SMHI (mm), se Figur 2.

De viktade medelvärdena av metallkoncentrationen i Tabell 1 nedan omfattar således halvåret december 1998 t o m maj 1999.

Tabell 1. Mot nederbörds mängden viktade medelvärden och standardavvikelser av tungmetallkoncentration i nederbörd ($\mu\text{g/l}$) på Södermalm, under perioden december 1998 t o m maj 1999.

Tungmetall	Öppen insamlare 1, $\mu\text{g/l}$ (246 mm).	Öppen insamlare 2, $\mu\text{g/l}$ (264 mm).	Lockprovtagare, $\mu\text{g/l}$ (241 mm)
Arsenik (As)	0,27 (+/- 0,15)	0,22 (+/-0,11)	0,12 (+/-0,10)
Bly (Pb)	3,2 (+/-0,94)	3,0 (+/-1,2)	1,8 (+/-0,49)
Kadmium (Cd)	0,06 (+/-0,08)	0,07 (+/-0,09)	0,07 (+/-0,08)
Kobolt (Co)	0,26 (+/-0,11)	0,26 (+/-0,12)	0,09 (+/-0,10)
Koppar (Cu)	5,0 (+/-1,7)	5,1 (+/-2,4)	2,1 (+/-1,1)
Krom (Cr)	0,63 (+/-0,32)	0,52 (+/-0,33)	0,25 (+/-0,08)
Mangan (Mn)	7,7 (+/-2,9)	7,7 (+/-2,8)	2,2 (+/-1,1)
Nickel (Ni)	0,90 (+/-0,22) ej jan.	0,74 (+/-0,15) ej dec.	0,27 (+/-0,12)
Vanadin (V)	1,1 (+/-0,39)	1,0 (+/-0,47)	0,57 (+/-0,21)
Zink (Zn)	15 (+/- 6,8)	17 (+/-7,6)	7,1 (+/-2,9)

Medelvärdet och standardavvikelsen för de två öppna insamlarna var relativt lika, framför allt för kobolt och mangan. Största skillnaden förekom för koncentrationen av arsenik, krom och nickel.

För alla ämnen, förutom för kadmium, hade lockprovtagaren klart lägre koncentrationer än de öppna insamlarna (ca 50-85 %), vilket är väntat. Skillnaden utgörs som tidigare nämndes av partiklar (troligen mestadels större än 10 μm) som har torrdeponerats på de öppna insamlarna under torrperioder och som sedan har sköljts ned vid nederbördstillfällena.

2.3. Deposition av tungmetaller

Depositionens storlek erhålls genom att multiplicera metallkoncentrationen med nederbörds-mängden (SMHI). En uppdelning har gjorts i våtdeposition och uppmätt ”torrdeposition” där det senare utgörs av skillnaden mellan de två öppna insamlarna (medelvärde) och lockprovtagaren. Det är viktigt att betona att denna s k torrdeposition *inte är ett riktigt bra mått på den verkliga torrdepositionen* till mark, vatten och vegetation i staden. Den anger i själva verket hur mycket som fastnar på insamlingssträttarna, vilket t ex kan bero på hur strättarna är utformade. Ett sätt att uppskatta den verkliga torrdepositionen i staden är att utgå ifrån experimentellt bestämda depositions-hastigheter. Depositionsflödet beräknas då som produkten av depositions-hastigheten och den uppmätta halten av metallen i luften. Även denna metod har dock brister då insamlings-effektiviteten på filter är mycket dålig för grova partiklar >10 µm.

Tabell 2. Medelvärden och standardavvikelser för deposition av tungmetaller i Stockholms innerstad (Södermalm). Provtagning i taknivå under perioden dec.1998 t o m maj 1999.

Tungmetall	Våtdeposition (lockprovtagare) µg/m ² , månad	Uppmätt ”torrdeposition” (differens mellan lockprovtagare och öppna provtagarna) µg/m ² , månad	Torrdepositionseffekt (”torrdeposition” relaterad till våtdeposition)
Arsenik (As)	5,6 (+/-4,5)	5,5 (+/-4,0)	98 %
Bly (Pb)	84 (+/-44)	57 (+/-37)	68 %
Kadmium (Cd)	3,1 (+/-1,9)	-0,04 (+/-2,3)*	Ca 0 %
Kobolt (Co)	4,3 (+/-2,8)	7,4 (+/-6,1)	172 %
Koppar (Cu)	95 (+/-56)	135 (+/-68)	142 %
Krom (Cr)	11 (+/-5,4)	15 (+/-16)	130 %
Mangan (Mn)	102 (+/-109)	252 (+/-133)	247 %
Nickel (Ni)	12 (+/-7,1)	25 (+/-10)	209 %
Vanadin (V)	26 (+/-15)	23 (+/-14)	88 %
Zink (Zn)	323 (+/-165)	419 (+/-259)	130 %

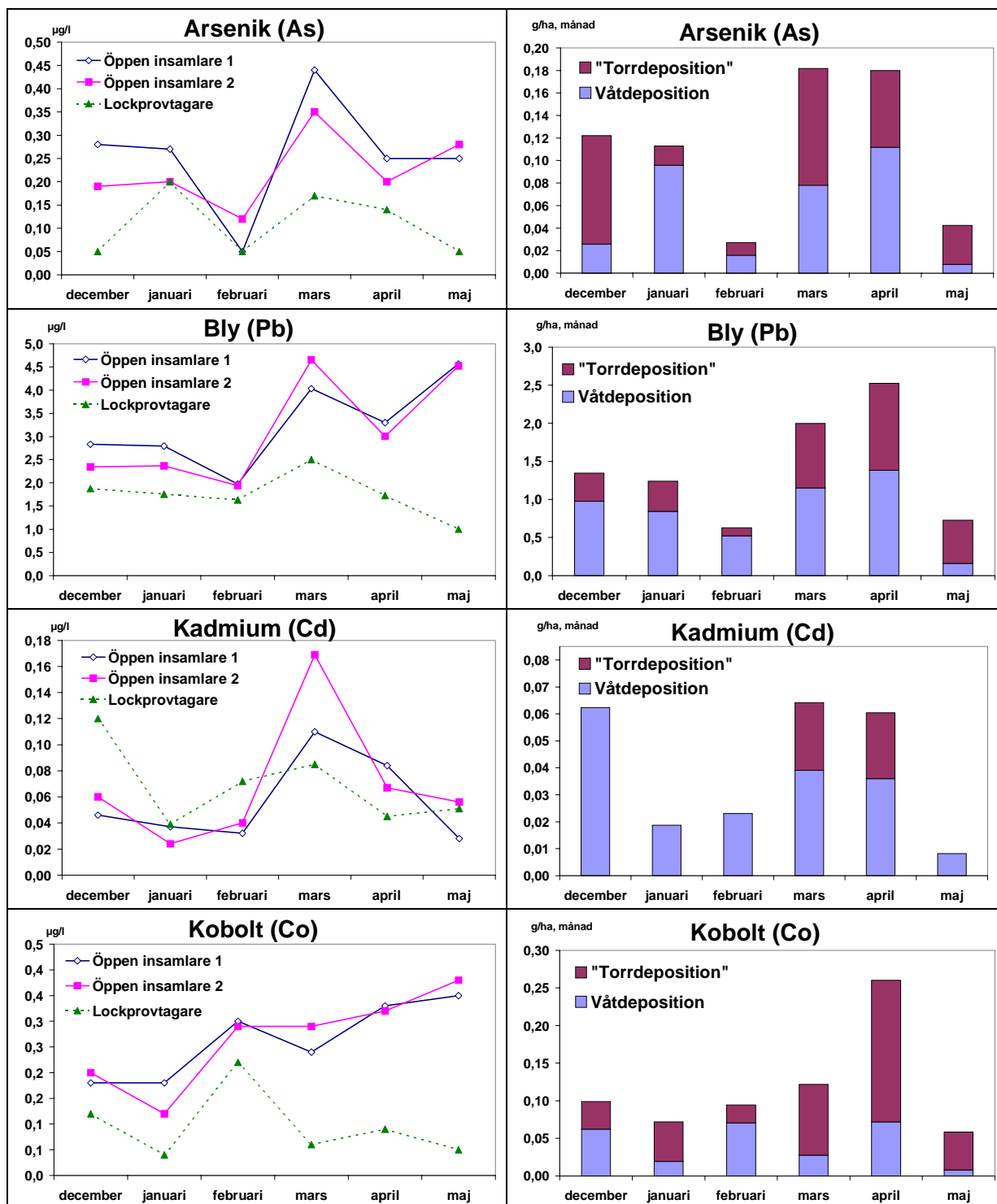
* för Cd gav lockprovtagaren ibland högre månadsmedelvärden än de öppna provtagarna, se fig 4.

Den största våtdepositionen under perioden har erhållits för zink följt av mangan och bly. I tabellen kan man se att uppmätt ”torrdeposition” är av stor betydelse för samtliga metaller förutom för kadmium. Den största torrdepositionseffekten kan ses för mangan, nickel och kobolt. Mangan och kobolt härrör från uppvirvlat jordstoft och när det gäller mangan också från biologiskt växtmaterial. Eftersom det rör sig om relativt grova partiklar är den stora uppmätta ”torrdepositionen” väntad för dessa metaller.

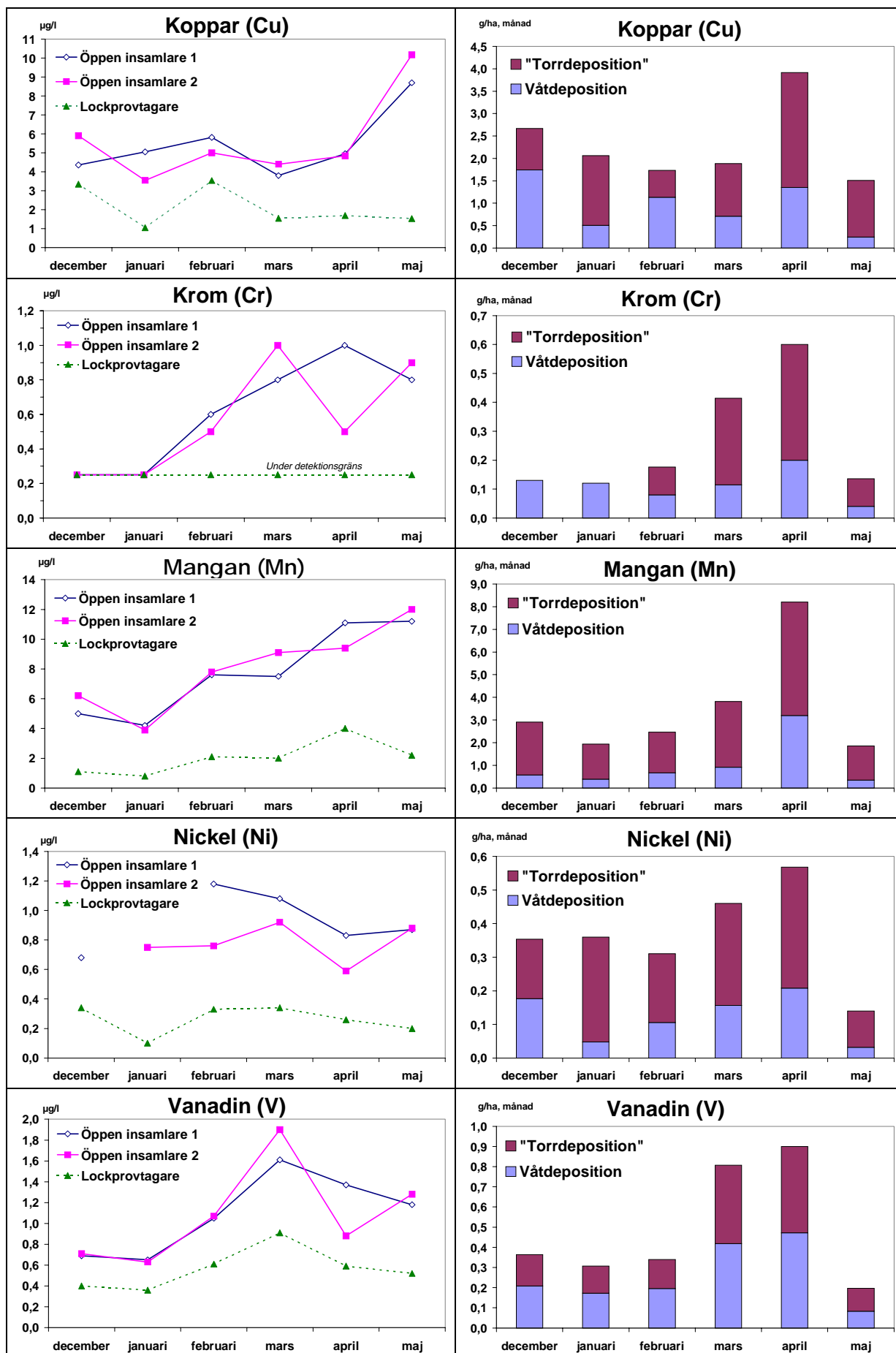
Att också nickel har en stor andel uppmätt ”torrdeposition” är kanske litet oväntat då det till relativt stor del finns på fina partiklar (härrörande från förbränningsprocesser). Nickel förekommer dock även som legeringsämne i rostfritt stål (t ex i vägräcken, lyktstolpar mm). När stålet korroderar, vilket är en ständigt pågående process, frigörs relativt grova partiklar innehållande nickel. Det kan eventuellt vara en förklaring till att nickel hade relativt stor torrdepositionseffekt i provtagningarna på Södermalm. Mer väntat är att den minsta ”torrdepositionen”, förutom kadmium, erhöles för bly, vanadin och arsenik. Dessa tungmetaller härrör från metallverk och förbränningsprocesser och finns till stor del på fina partiklar.

2.4 Månadsvis variation av koncentrationer och deposition

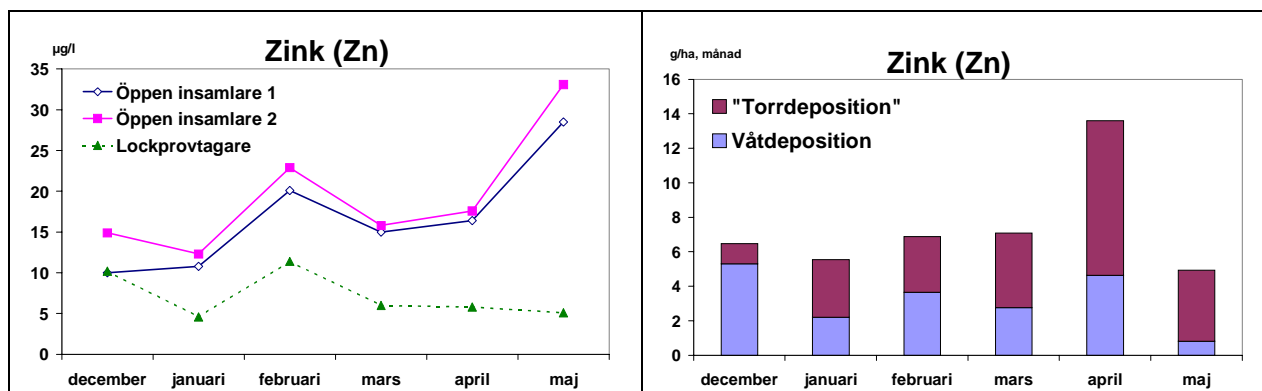
Den månadsvisa variationen av metallkoncentrationen och depositionen framgår av Figur 4.



Figur 4. Variation av metallkoncentrationer samt deposition på Södermalm (taknivå) under perioden december 1998 t o m maj 1999 (figuren fortsätter på nästa sida).



Figur 4 (forts). Variation av metallkoncentrationer samt deposition på Södermalm (taknivå) under perioden december 1998 t o m maj 1999 (figuren fortsätter på nästa sida).



Figur 4 (forts). Variation av metallkoncentrationer samt deposition på Södermalm (taknivå) under perioden december 1998 t o m maj 1999.

Koncentrationen av metaller i de två öppna insamlarna följer varandra relativt väl under perioden. Den högsta koncentrationen av arsenik, bly, kadmium, krom, nickel och vanadin kunde noteras i mars. Koncentrationen av kobolt, koppar, mangan och zink var högst under maj månad.

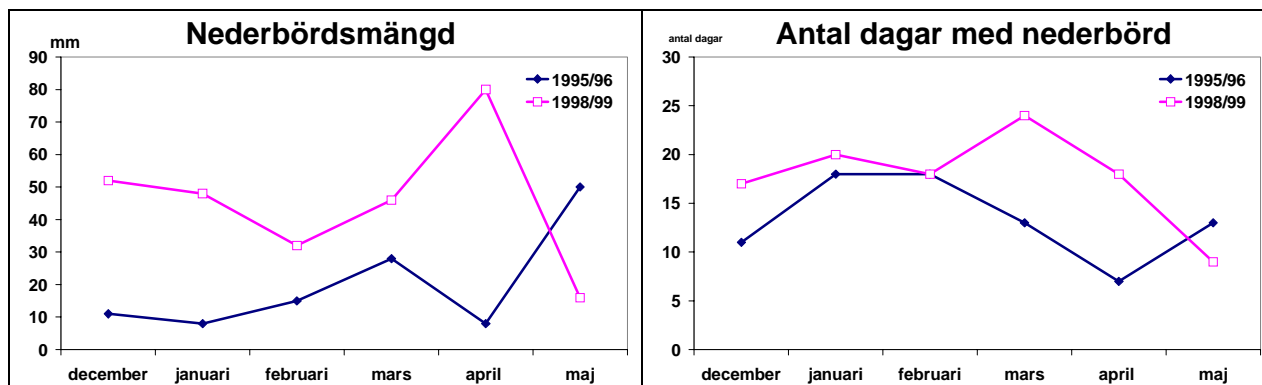
Högsta våtdepositionen förekom i april månad för arsenik, bly, krom, kobolt, mangan, nickel och vanadin. Högsta våtdepositionen av kadmium förekom i mars och i december för koppar och zink.

Under mars och april var "torrdepositionen" stor för de flesta metallerna. Det beror troligen på att partikelbundna metaller virvlar upp från hårdgjorda ytor (gator) och kontaminerar luften i staden. Detta är mycket vanligt i innerstaden under våren när gatorna torkar upp, beroende på att bl a sand och material från slitage av däck och vägbanor har ansamlats under vintern. Mycket trafik samt höga vindstyrkor bidrar till denna s k resuspension som gör att partikelhalten i luften ökar kraftigt.

3. Jämförelse med provtagning på Södermalm 1995/96

En jämförelse av har gjorts med nederbördsprovtagningen 1995/96 på Södermalm (Rosenlundsgatan). I sammanställningen som följer redovisas medelvärden under december t o m maj för de tre öppna nederbördsinsamlarna som då användes.

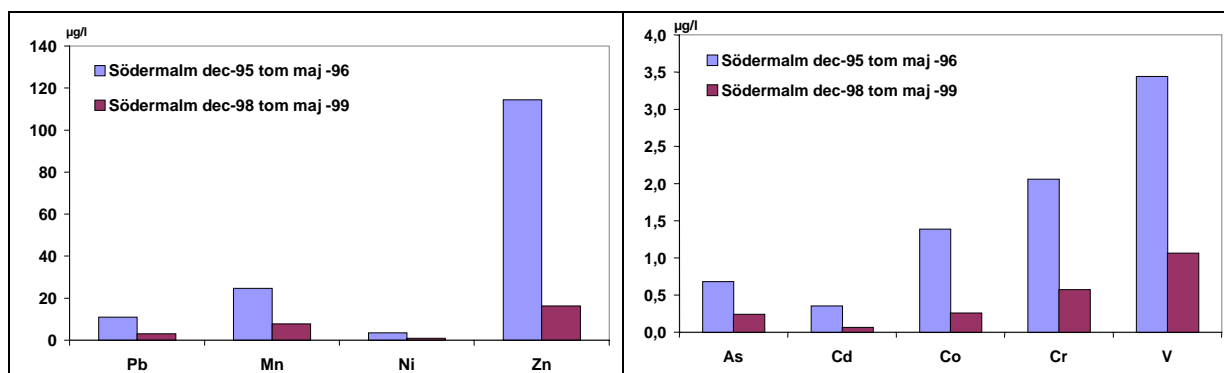
3.1 Nederbörd



Figur 5. Jämförelse av nederbörd under perioden december t o m maj 1995/96 respektive 1998/99 uppmätt på observatorielunden i Stockholms innerstad (källa: SMHI).

Nederbördsmängden var mindre och antalet dagar med nederbörd var färre 1995/96. Under perioden december-95 t o m maj -96 noterades 120 mm nederbörd, vilket är mindre än hälften än under provtagningen 1998/99 (274 mm). Antalet dagar med nederbörd var 1995/96 - 80 st och 1998/99 - 106 st.

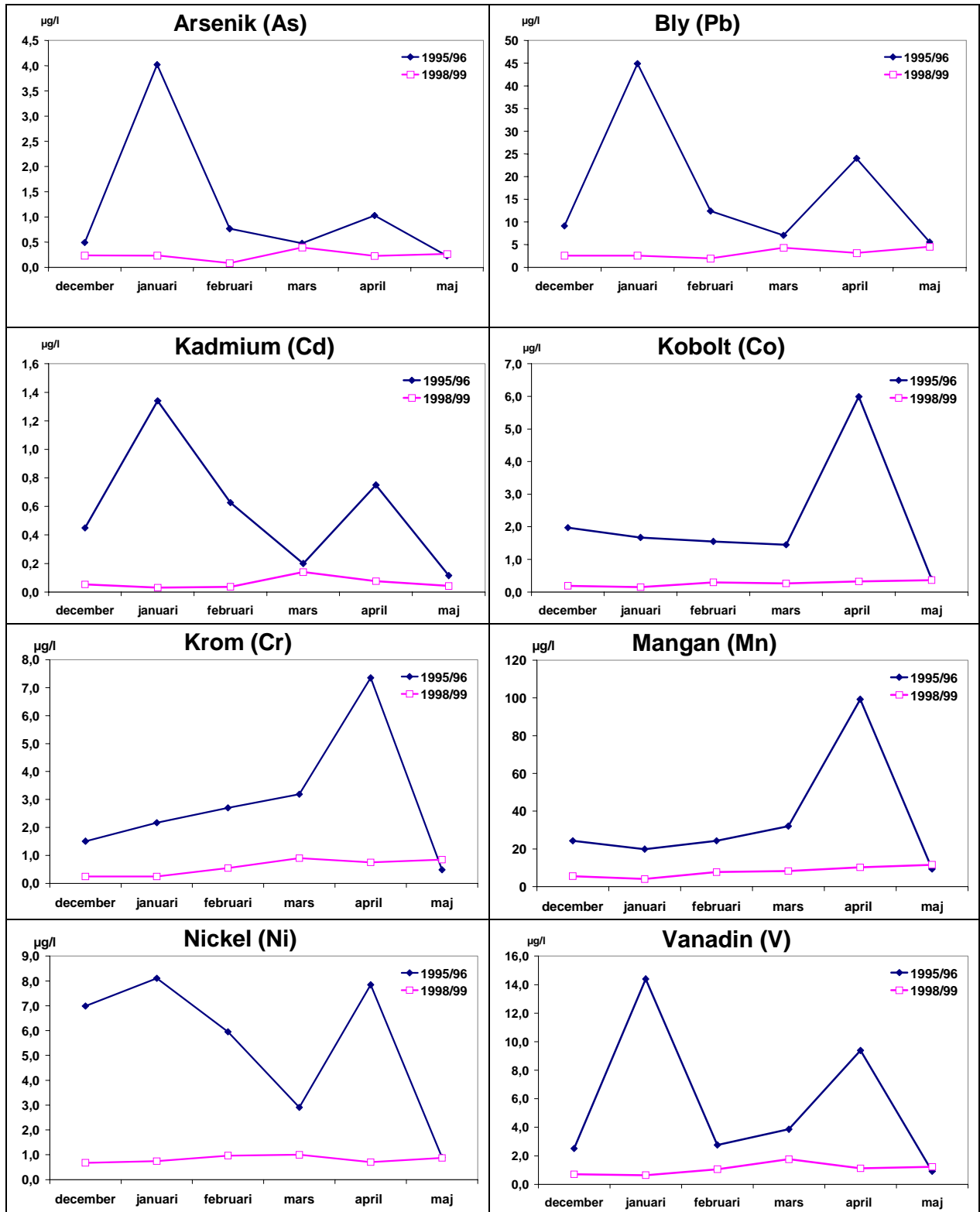
3.2 Metallkoncentrationer

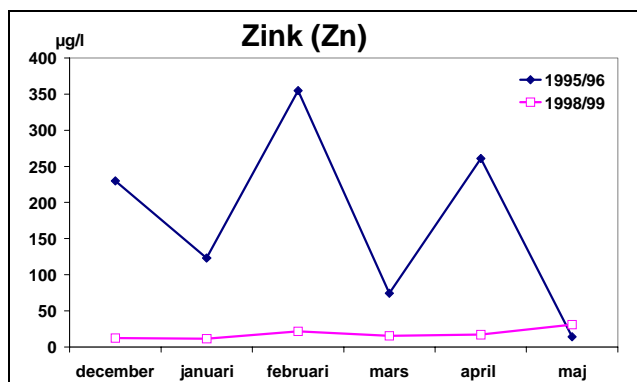


Figur 6. Jämförelse av (viktade) koncentrationer av tungmetaller i nederbörd på Södermalm under perioden december t o m maj 1995/96 respektive 1998/99 (öppna provtagare).

Den mot nederbördsmängden viktade koncentrationen av samtliga tungmetaller var 60-85 % lägre 1998/99 än 1995/96. Den största skillnaden kan ses för zink (ca 85 % lägre) samt för kadmium och kobolt (ca 80 % lägre). Minskningen kan till stor del förklaras av den större nederbördsmängden 1998/99. Generellt sett minskar koncentrationerna med ökande nederbördsmängd.

En månadsvis jämförelse av koncentrationerna redovisas i figur 7 nedan.

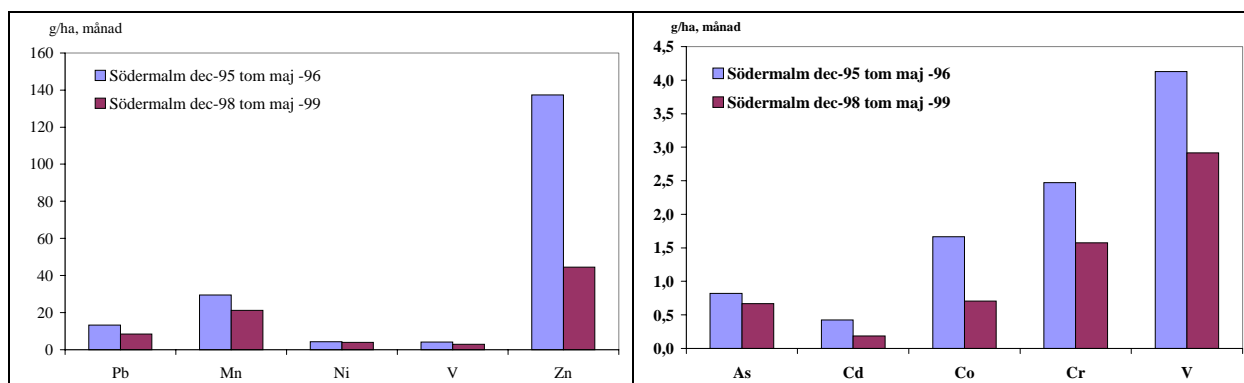




Figur 7. Månadsmedelvärden av metallkoncentrationer under perioden dec t o m maj 1998/99 respektive 1995/96. Mätningar på Södermalm med öppna provtagare (figuren börjar på föregående sida).

En annan förklaring till de relativt höga metallkoncentrationerna 1995/96, förutom nederbörden, var att vintern 1995/96 var ovanligt kall med ofta förekommande temperaturinversioner. Kylan medförde att utsläppen från både energiproduktionen (ökat uppvärmningsbehov) och trafiken (kallstarteffekter) ökade. Inversionerna ledde troligen också till att luftföroreningshalterna av partikelbundna metaller ökade. Koncentrationen av arsenik, bly, kadmium, och vanadin var också väldigt hög i januari -96, vilket inte var fallet i januari -99. Stora skillnader kan också ses i april, framförallt för metaller tillhörande grova partiklar (t ex kobolt och mangan) Den ringa nederbörden samt resuspensionen av partiklar i april gjorde att torrdepositionseffekten för dessa metaller var ovanligt stor 1995/96.

3.3 Deposition



Figur 8. Jämförelse av deposition av tungmetaller under perioden dec t o m maj 1995/96 respektive 1998/99. Mätningar på Södermalm i Stockholms innerstad.

Skillnaderna blir mindre vid jämförelse av deposition p g a större nederbördsmängder 1998/99 än 1995/96. Största skillnaden kan ses för zink; ca 70 % lägre deposition 1998/99 än 1995/96.

4. Beräknad total årlig deposition i Stockholms stad

I SLB-rapport 1:98 (metallmätningar i luft och nederbörd 1995/96) gjordes ett försök till uppskattning av den totala årliga depositionen i Stockholms stad. Eftersom våtdepositionen då beräknades utifrån mätningar med *öppna insamlare*, överskattades densamma. Nedan redovisas en ny beräkning där våtdepositionen baseras på den senaste mätningen med lockprovtagare. Torrdepositionen är dock densamma som tidigare beräkningar, d v s den baseras på mätningar av metallhalter i luften under augusti 1995 t o m juli 1996 (en justering har dock gjorts för koppar). Årsnederbörden är ansatt till 553 mm i beräkningarna nedan, vilket är genomsnittet för Observatorielunden (Norrmalm) under perioden 1992-1998.

Tabell 3. Beräknad total årlig deposition av tungmetaller i Stockholms stad. Beräkningarna är baserade på en mätstation (Rosenlundsgatan, Södermalm). Inom parenteser t h redovisas totala nedfallet i staden beräknat utifrån mätningar 1995/96 (SLB-rapport 1:98).

Metall	Våtdeposition (g/ha/år) ¹⁾	Torrdeposition (g/ha/år) ²⁾	Total deposition (g/ha/år)	Total deposition I Stockholms stad (kg/år) ³⁾
Arsenik (As)	0,68	1,0 (59 %)	1,7	36 (50)
Bly (Pb)	10	20 (67 %)	30	650 (720)
Kadmium(Cd)	0,38	0,6 (61 %)	0,98	21 (20)
Kobolt (Co)	0,52	2,5 (83 %)	3,0	65 (70)
Krom (Cr)	1,4	5,3 (79 %)	6,7	140 (150)
Mangan (Mn)	12	78 (87 %)	90	1900 (2300)
Nickel (Ni)	1,5	8,5 (85 %)	10	210 (250)
Vanadin (V)	3,1	5,5 (64 %)	8,6	190 (200)
Zink (Zn)	39	217 (85 %)	256	5500 (7100)
Koppar (Cu)	11,5	13,8 (55 %)	25	540

1) Beräknad utifrån mätningar av nederbördshalter i lockprovtagare december -98 t o m maj -99

2) Beräknad utifrån mätningar av lufthalter i taknivå augusti -95 t o m juli -96 samt en antagen torrdepositionshastighet på 3 mm/s

3) Stadens area är 21 500 hektar (inklusive vattenområden).

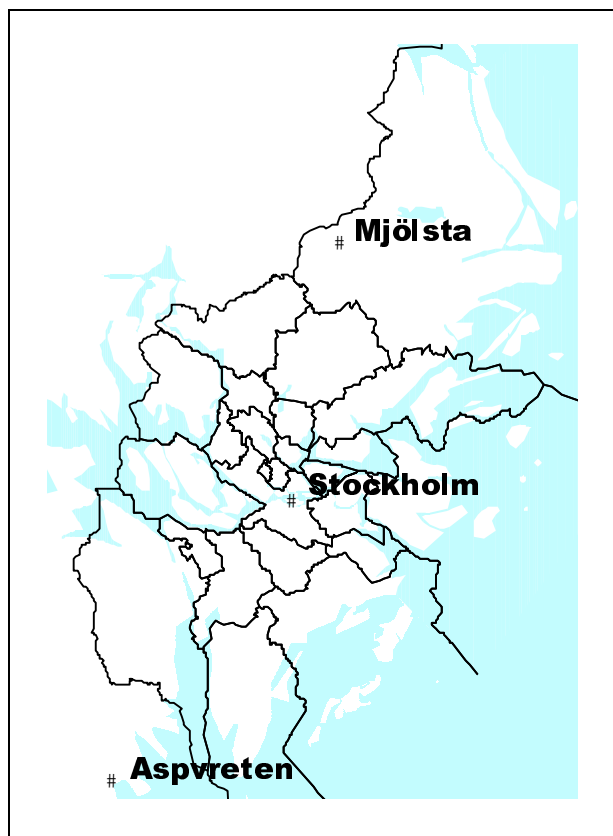
Den största årliga totala depositionen erhöles för zink, ca 5,5 ton och mangan ca 1,9 ton. Depositionen av bly och koppar var ca 650 kg respektive ca 540 kg.

För alla metaller i tabell 3 bidrar torrdepositionen mer till den totala depositionen än vad våtdepositionen gör. För kobolt, krom, mangan, nickel och zink utgör torrdepositionen 80-85 % av totala depositionen. För arsenik, bly, kadmium, vanadin och koppar utgör torrdepositionen 55-65 %.

En viss osäkerhet råder dock för beräkningar av torrdepositionen då de lokala variationerna kan vara stora. Lufthalterna kan också ha minskat något sedan mätningarna 1995/96 (SLB-rapport 1:98).

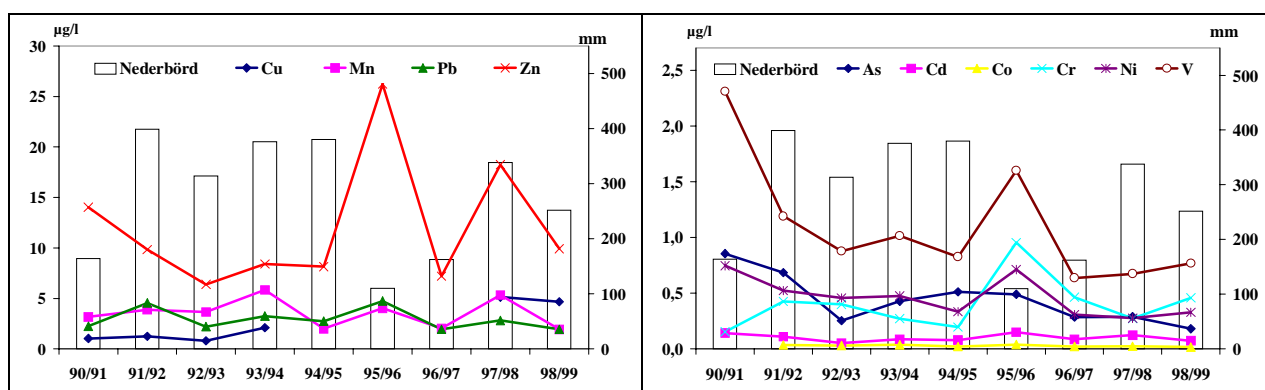
5. Jämförelse med bakgrundsprovtagningar

Länsstyrelsen i Stockholm driver en mätstation för nedfall av tungmetaller i Mjölsta (Norrtälje kommun). Naturvårdsverket kontrollerar, inom den nationella miljöövervakningen, tungmetaller i nederbörd i Aspvreten (Nyköpings kommun). Resultat från dessa två mätstationer har använts som jämförelse till metallmätningarna i Stockholms innerstad. De två mätstationerna är belägna så att inverkan av lokala utsläpp minimeras och kan därför sägas representera bakgrunds-nivån av metallbelastning i Stockholmsregionen (Figur 9).



Figur 9. Mätstationer som har använts som jämförelse med de metallmätningar i nederbörd som gjorts i Stockholms innerstad (Södermalm).

I Figur 10 redovisas nederbördshalter i Aspvreten under perioden december t o m maj sedan 1990/91.

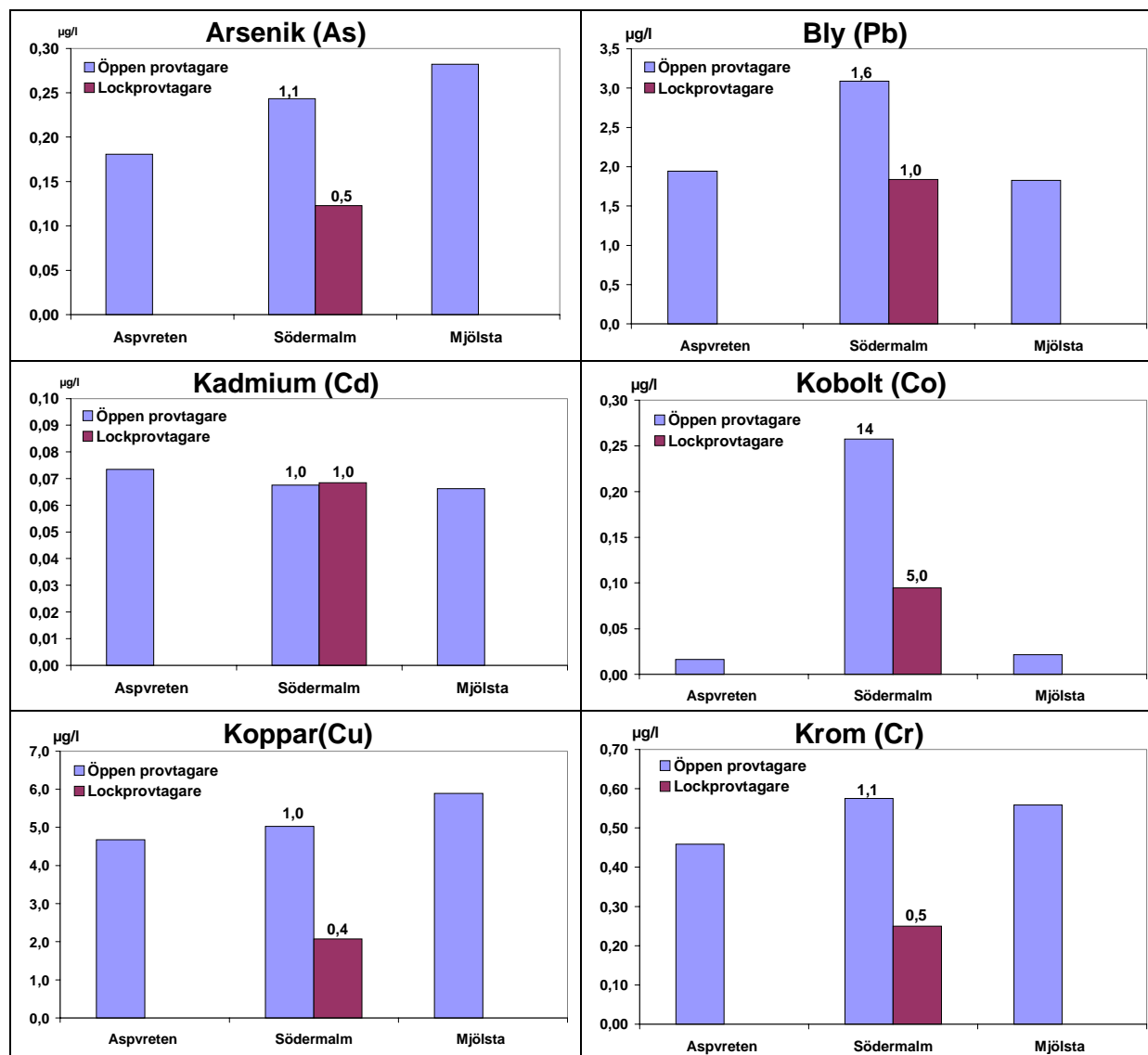


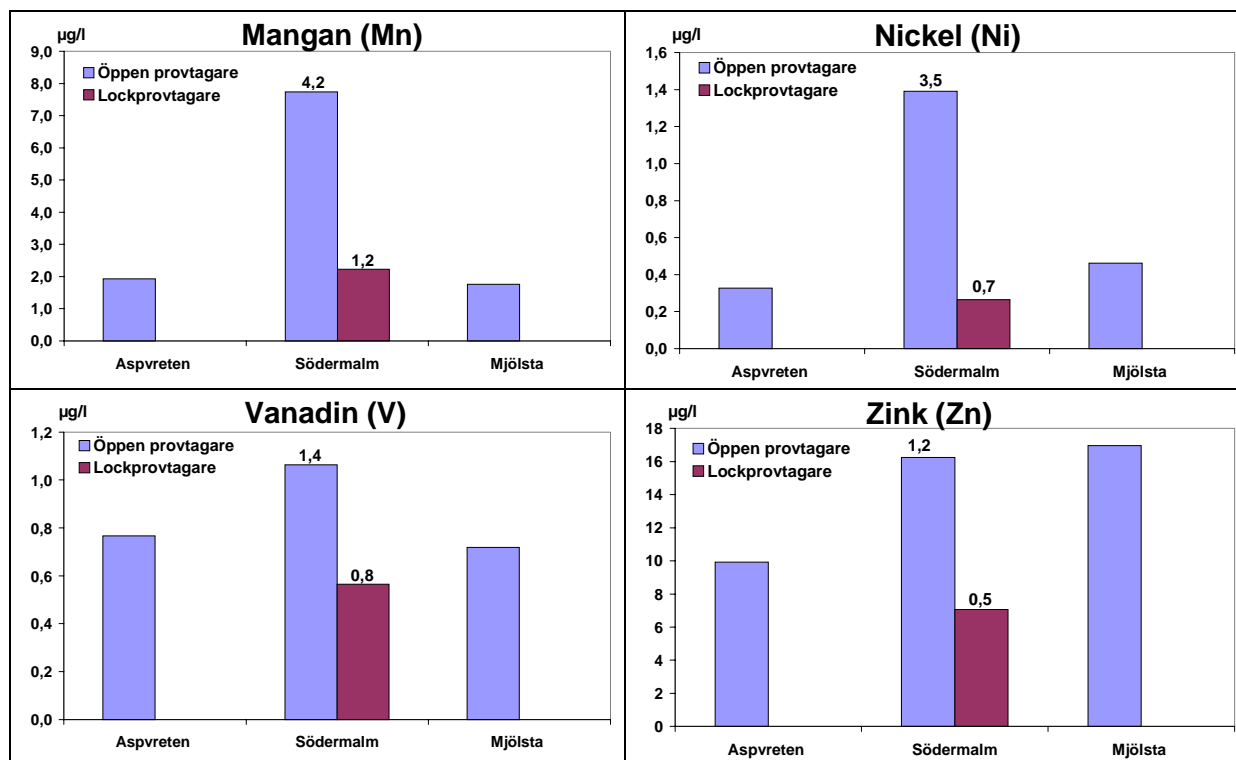
Figur 10. Variation av nederbördshalter och nederbördsmängder i Aspvreten (ca 7 mil söder om Stockholm) under perioden december t o m maj sedan 1990/91.

De högsta koncentrationerna (sedan 1990/91) av kadmium, kobolt, krom, bly och zink uppmättes

under den nederbördsfattiga och kalla perioden december 1995 - maj 1996. Detta tyder på att den s k torrdepositionseffekten, vid ogynnsamma meteorologiska förhållandena, också kan ha relativt stor betydelse även vid s k bakgrundsstationer. Vid mätningar av tungmetaller i bakgrundsmiljö fungerar generellt sett de öppna insamlarna bättre eftersom halterna av luftburna (grova) partiklar där är betydligt lägre än i urban miljö. Under aktuell period 1995/96 var förmodligen torrdepositionseffekten ännu större på Södermalm, vilket förklarar de uppmätta höga nederbörds-halterna.

I Figur 11 jämförs mätdata från Aspvreten och Mjölsta med Södermalm. För samtliga platser redovisas mätresultat för perioden dec-98 t o m maj -99. Nederbörds mängden i Aspvreten och Mjölsta var under denna period 252 mm respektive 184 mm (Södermalm 274 mm).





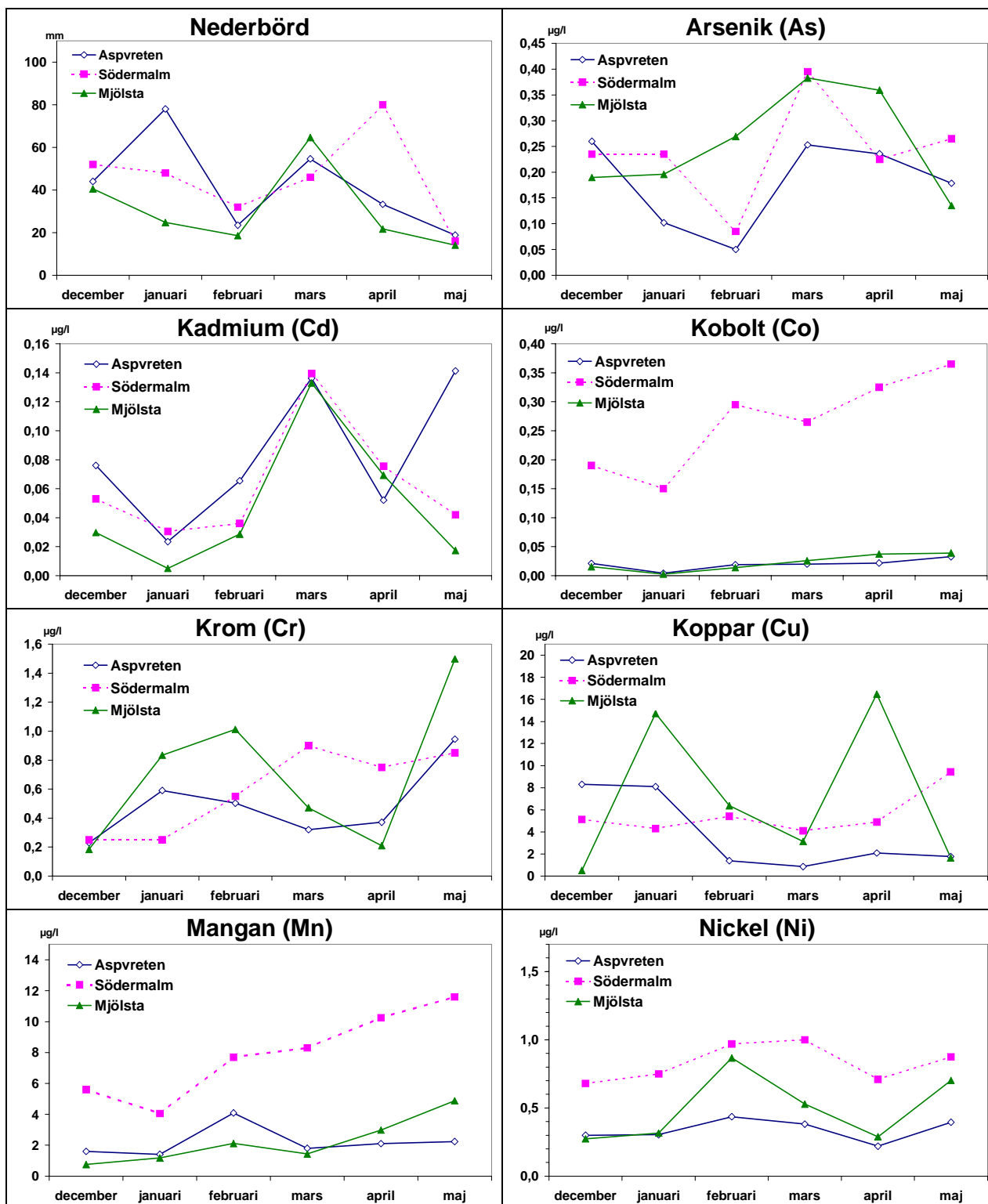
Figur 11. Jämförelse av koncentration av tungmetaller i nederbörd mellan nivåer på Södermalm och bakgrunds nivåer i Aspvreten och Mjölsta (samtliga mätningar dec-98 t o m maj - 99). På staplarna anges kvoten mellan värdet på Södermalm och medelvärdet för Aspvreten och Mjölsta.

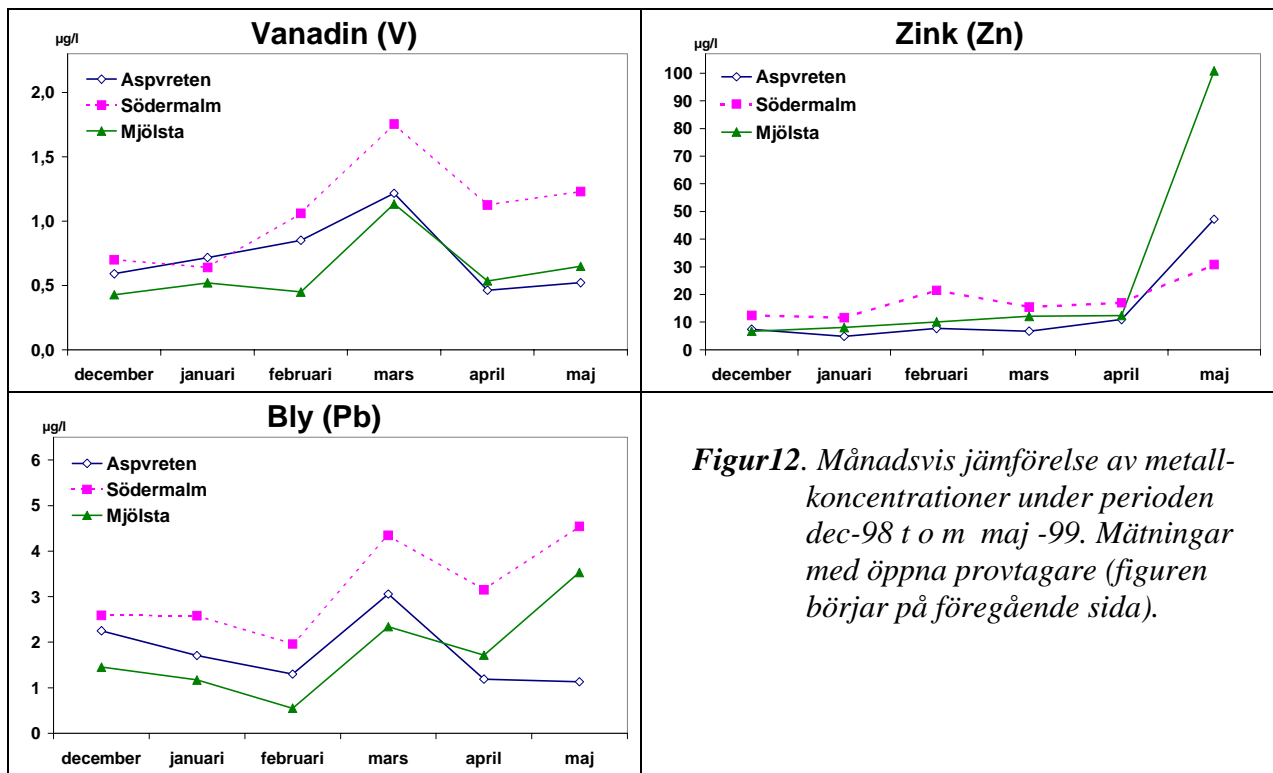
Jämförelsen av bakgrunds nivåerna med den öppna provtagningen på Södermalm visar en förhöjd koncentration i innerstaden av framförallt kobolt (ca 14 gånger), mangan (ca 4 gånger) och nickel (ca 3,5 gånger). Den stora skillnaden för dessa metaller kan troligtvis till stor del förklaras av att torrdepositionseffekten, beroende på högre metallhalter i luften, är större på Södermalm. I SLB-rapport nr 1:98 jämfördes metallhalter i stockholmsluften med bakgrundsluft i Svenska Högarna, Landsort och Utlängan. Jämförelsen visade att Stockholm hade klart förhöjda halter av nästan alla studerade metaller. I Aspvreten och Mjölsta är förmodligen halterna av luftburna partiklar betydligt lägre än i Stockholm.

Vid jämförelse med mätresultat för lockprovtagaren på Södermalm exkluderas "torrdepositionseffekten" i innerstaden. Södermalm hamnar då i nivå med eller lägre än bakgrunds nivåerna för alla metaller ovan förutom för kobolt där koncentrationen är ca 5 gånger högre. För att göra jämförelsen med bakgrundsstationerna helt korrekt vore det önskvärt att lockprovtagare användes även där. Det är speciellt viktigt vid perioder med litet nederbörd då torrdepositionseffekten är stor.

I SLB-rapport nr 1:98 (metallmätningar med öppna insamlare 1995/96) gjordes en likadan jämförelse med Aspvreten och Mjölsta. Den visade generellt på en ännu större skillnad mellan innerstaden och bakgrundsstationerna än vad figur 11 visar. Koncentrationen av t ex kobolt i nederbörden i Stockholms innerstad var då ca 27 gånger högre än de regionala bakgrunds nivåerna. Skillnaden kan troligtvis förklaras av att uppmätta halter i Stockholm var kraftigt förhöjda under 1995/96 (bl a beroende på litet nederbörd) och har sålunda minskat mer än vad bakgrunds nivåerna har gjort.

Nedan visas en månadsvis jämförelse av uppmätta koncentrationer i öppna nederbördsprovtagare i Stockholm, Aspvreten och Mjölsta 1998-99.





Figur12. Månadsvis jämförelse av metallkoncentrationer under perioden dec-98 t o m maj -99. Mätningar med öppna provtagare (figuren börjar på föregående sida).

Koncentrationen av främst kobolt och mangan var klart förhöjda under samtliga 6 månader på Södermalm. Skillnaden (förhöjningen) var allra störst under våren p g a den ökade torrdepositionseffekten i innerstaden.

Den största samstämmigheten, vad gäller koncentrationernas variation för de tre mätplatserna, kan ses för nickel, vanadin bly, och zink (förutom värdet för maj i Mjölsta som var högt).

Metallutsläpp till luft från olika källor i riket 1995, kg

Bransch 1)	Arse- nik	Bly	Kad- mium	Krom	Koppar	Kvick- silver	Nickel	Zink
Gruvor	90	250	23	67	160	10	450	830
Glasbruk	16	1 400	9	15	0	1	0	..
Cementindustri	0	38	1	18	43	3	0	560
Raffinaderier	0	0	27	0	0	0	820	..
Klor-alkaliindustri	0	0	0	0	0	120	0	..
Järn- och stålverk	0	4 700	130	3 600	1 300	110	8 000	24 000
Ferrolegering	0	30	0	7 000	0	0	0	1 400
Metallverk	780	8 800	170	18	4 600	74	11	12 000
Gjuterier	0	1 100	0	73	160	0	110	4 100
Verkstadsindustri	0	120	5	1 000	0	0	17	50 000
Avfallsförbränning	0	130	8	20	0	90	0	280
Krematorier	0	0	0	0	0	280	0	..
Vägtrafik	0	5 200	0	0	0	0	0	..
Sjöfart	0	0	0	0	0	0	0	..
Flyg	0	4 500	0	0	0	0	0	..
Fjärrvärme	190	1 900	58	480	950	97	6 600	2 700
Förbränning								
Därav: Industri	130	4 600	150	680	1 300	72	13 000	18 000
Bostäder	91	5 100	180	840	1 400	39	3 300	24 000
Totalt	1 300	38 000	780	14 000	9 800	880	32 000	140 000

Källa: Naturvårdsverket och SCB

1) Enligt Miljöförordningen

(Analysmetoder och provtagningsresultat från NILU finns redovisade i originalrapporter.)