Rapport 2007:08

LÄNSSTYRELSEN
I STOCKHOLMS LÄN

Väggmossan avslöjar spridningen av metaller

Provtagning 2005 i Stockholms län

Författare
Lennart Ljungqvist

Rapport 2007:08

LÄNSSTYRELSEN
I STOCKHOLMS LÄN

Väggmossan avslöjar spridningen av metaller

Provtagning 2005 i Stockholms län

Omslag: Väggmossa *Pleurozium schreberi*

Foto: Lennart Ljungqvist

Utgivningsår: 2007

Tryckeri: Intellecta DocySys AB

ISBN: 978-91-7281-255-0

Ytterligare exemplar av rapporten kan beställas hos
Miljö- och planeringsavdelningen,
Länsstyrelsen i Stockholms län, tel 08-785 40 00

Rapporten finns också som pdf på vår hemsida www.ab.lst.se

Förord

Rapporten är den fjärde i ordningen som beskriver spridningen av tungmetaller i Stockholms län. Prov har tagits på väggmossa som analyserats på innehållet av tungmetaller. De tidigare rapporterna har beskrivit resultaten av provtagningarna år 1990, 1995 och 2000. I den här rapporten presenteras resultaten av provtagningen år 2005, och jämförelser görs med de tidigare provomgångarna.

Inom den nationella miljöövervakningen ingår undersökningar av tungmetallhalter i väggmossa. Vart femte år görs en relativt omfattande kartering. Provtagningen görs i riksskogstaxeringens regi och omfattar några hundra ytor i Sverige. Länsstyrelsen i Stockholms län har valt att komplettera den nationella provtagningen med en egen provtagning i länet åren 1990, 1995, 2000 och 2005. Genom denna komplettering kan förhållandena i länet beskrivas betydligt noggrannare jämfört med om enbart resultat från den nationella undersökningen används. Analyserna av väggmossan ger en bild av hur nedfallet av tungmetaller fördelats över länet under de senaste tre åren.

Resultaten visar att halterna är högre i de centrala delarna av länet jämfört med de perifera. Den generella förändringen sedan mätstarten 1990 är att halterna sjunker. Förändringen är statistiskt säkerställd för bly och vanadin. Avvikande är halten av koppar som inte förändras.

Länsstyrelsens avsikt är att fortsätta att följa trender i tungmetallnedfallet genom analys av väggmossa. Tack vare att ingen provtagningsutrustning behövs så är arbetet enkelt att få en bild av spridningen i länet.

Planering och provtagning har utförts av Britta Höglund och Lennart Ljungqvist på Länsstyrelsens miljöinformationsenhet. Texten är sammanställd av Lennart Ljungqvist. De statistiska analyserna och kartorna är gjorda av Anders Bignert, Naturhistoriska riksmuseet. Tungmetallanalyserna är gjorda vid Lunds universitet.

Undersökningen har möjliggjorts genom bidrag från Miljöanslaget vid Stockholms läns landsting.

Stockholm i maj 2007

Lars Nyberg

Miljö- och planeringsdirektör

Innehållsförteckning

Förord **3**

Innehållsförteckning **5**

Sammanfattning **7**

Summary **8**

The moss *Pleurozium schreberi* reveals the spreading of metals in Stockholm County. 8

Bakgrund **10**

Metodik **11**

Syfte med undersökningen 11
Provtagning 11
Provtagningspunkter 12
Laboratoriearbete och analyser 12

Resultat **13**

Silver (Ag) 13
Aluminium (Al) 13
Arsenik (As) 13
Kadmium (Cd) 13
Krom (Cr) 14
Koppar (Cu) 14
Järn (Fe) 14
Kvicksilver (Hg) 14
Nickel (Ni) 14
Bly (Pb) 15
Antimon (Sb) 15
Vanadin (V) 15
Volfram (W) 15
Zink (Zn) 15
Skillnader inom länet 16
Jämförelse med resten av landet 17
Jämförelse mellan undersökningarna 1990, 1995, 2000 och 2005 18

Diskussion och kommentarer **22**

Litteratur **24**

Bilagor **25**

Sammanfattning

Länsstyrelsen har provtagit väggmossa på 38 ytor i länet under hösten 2005. Provtagningen utgör ett komplement till den nationella undersökningen som utförs i riksskogstaxeringens regi vart femte år, och som år 2005 omfattade sju ytor i länet.

Provtagning och analys av mossan görs för att få en bild av tungmetallspridningen via luften och ett relativt mått på tungmetallnedfallet. Den halt som finns i mossan anses representera ett genomsnitt av de tre senaste årens nedfall.

Utsläppen av tungmetaller till luften i Sverige har minskat under en lång följd av år. Enligt tillgänglig statistik har utsläppen under perioden 1990 till 2001 minskat av arsenik, kadmium, krom, koppar, kvicksilver, nickel, bly och zink. Ett generellt antagande är att utsläppen av tungmetaller har fortsatt att minska men med en avtagande takt jämfört med tidigare år.

Det grundläggande mönstret är som vid tidigare provtagningar att de centrala punkterna i länet har högre halter än de perifera. Summan av alla aktiviteter i de centrala tätbefolkade delarna av länet genererar utsläpp av tungmetaller som ger en haltförhöjning på i snitt 1,2 till 2,4 gånger i de centrala punkterna jämfört med de perifera. Från mönstret avviker kadmium, som har en relativt jämn haltfördelning över länet. Den största skillnaden visar volfram som förekommer med 4,7 gånger högre halter centralt i länet. Vägtrafiken är en av källorna till de förhöjda metallhalterna. Utsläppen av koppar till luft beräknas till större delen komma från vägtrafiken. Koppar finns bland annat i bromsbelägg.

Förändringen i halter mellan provtagningarna har testats med statistiska tester. Under de fem åren mellan 2000 och 2005 sjönk halterna av kadmium, krom, nickel, bly, vanadin, zink, arsenik, järn, kvicksilver, aluminium och volfram. Förändringen mellan dessa två provtagningstillfällen är statistiskt säkerställd. Halterna av koppar förändrades inte.

Vid provtagningen 2000 konstaterades stigande halter av krom, nickel, arsenik och järn. Denna ökning visade sig vara en tillfällig förändring emedan resultaten från provtagningen 2005 visar sjunkande halter.

Under femtonårsperioden 1990 till 2005 har några av metallerna analyserats vid alla fyra provtagningstillfällen, det är bly, vanadin, zink, kadmium, krom, koppar och nickel. Den allmänna bilden är att halterna sjunker av bly, vanadin, zink, krom och nickel. Vid en statistisk trendtest blir dock trenden signifikant endast för bly och vanadin. Det utesluter inte att de övriga halterna verkligen minskar över tiden men det går inte att påvisa med en statistisk trendtest. Halten av koppar har inte förändrats under perioden.

Summary

The moss *Pleurozium schreberi* reveals the spreading of metals in Stockholm County.

During the autumn of 2005 the Stockholm County Administrative Board sampled Schreber´s feather moss, Pleurozium schreberi, at 38 sites in the County. The same type of sampling is also performed on a national scale in the whole of Sweden, as part of the national environmental monitoring programme. Samples are taken every five years. The national programme sampled seven sites in the County in 2005.

The samples are analyzed for their heavy metal content to give a picture of how heavy metals are spread through the air, and to determine the aerial deposition of heavy metals on a regional scale. The heavy metal concentrations in the moss are considered to represent a mean deposition for the last three years.

The emissions of heavy metals in Sweden have decreased over many years. According to the available statistics, the emissions of the metals arsenic, cadmium, chromium, copper, mercury, nickel, lead, and zinc have decreased during the period from 1990 to 2001. A general assumption is that the emissions are still decreasing, but at a lower rate compared to the previous years.

The regional differences in heavy metal content in the moss samples still remain there. The new results are showing that the concentrations are higher in the central part of the County compared to the peripheral parts. Many activities in the highly populated central part of the County generate emissions of heavy metals into the air. This leads to 1.2 to 2.4 times higher concentrations in the central parts compared to the peripheral parts. Only the concentrations of cadmium are about the same throughout the whole County. The concentrations of tungsten are as much as 4.7 times higher in the central parts. This is the greatest difference of all heavy metal concentrations. The road traffic is one of the sources of the elevated heavy metal concentrations. The emissions of copper into the air are strongly connected with traffic on the roads.

The changes in the concentrations of heavy metals in moss were tested using statistical methods. Between 2000 and 2005 the concentration of cadmium, chromium, nickel, lead, vanadium, zinc, arsenic, iron, mercury, aluminium, and tungsten decreased. The changes between 2000 and 2005 are statistically significant. The concentrations of copper did not change.

In 2000 increasing concentrations of chromium, nickel, arsenic and iron were detected. This rise in concentration levels was a temporarily phenomenon, as shown by the results in 2005.

Between 1990 and 2005 some of the metals have been analyzed four times. They were lead, vanadium, zinc, cadmium, chromium, copper, and nickel. The general view is that the levels of lead, vanadium, zinc, chromium, and nickel are decreasing. When testing the trends with statistical methods, only lead and vanadium show a significantly genuine trend. This does not mean that the other heavy metal concentrations are not decreasing, but it cannot be proven with statistical trend tests. The concentrations of copper have not changed during the period.

Bakgrund

En metod att beskriva det atmosfäriska nedfallet av tungmetaller är att utnyttja mossa som uppsamlare av metallerna. Metoden har använts i ett stort antal undersökningar i Sverige sedan 1970-talet. Metoden finns beskriven i Handledning för miljöövervakning (Naturvårdsverket) och kan tillämpas inom den nationella och regionala miljöövervakningen. Resultaten kan användas som ett generellt mått på spridningen av tungmetaller via luften.

Det av riksdagen fastställda miljökvalitetsmålet för *Giftfri miljö* anger att ”miljön skall vara fri från ämnen och metaller som skapats i eller utvunnits av samhället och som kan hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden”. Enligt regeringens bedömning innebär miljökvalitetsmålet i ett generationsperspektiv (2020) bland annat att ”halterna av ämnen som förekommer naturligt i miljön är nära bakgrundsnivåerna” och att ”halterna av naturfrämmande ämnen är nära noll”.

Hösten 1990, 1995 och 2000 insamlade Länsstyrelsen prov på väggmossa från cirka 40 punkter i länet. Provtagningarna var en komplettering av den provtagning som vart femte år genomförs i riksskogstaxeringens regi i hela Sverige. Resultaten från provtagningarna finns beskrivna i Länsstyrelsens rapportserie: Rapport 1992:13, 1997:20 och 2003:12.

Den nationella provtagningen kompletterades åter år 2005 genom Länsstyrelsens provtagning i länet.

Provtagningen av mossa för metallanalys omfattar i dagsläget hela Norden och de flesta länderna i Europa.

Metodik

Syfte med undersökningen

Enligt Handledning för miljöövervakning är syftet med att undersöka tungmetaller i mossa följande:

- att kvalitativt och kvantitativt karaktärisera det regionala bakgrundsnedfallet av tungmetaller
- att påvisa mer betydande föroreningskällor och utsträckningen av de påverkade områdena
- att följa upp tidigare nedfallsmätningar och följa tidsutvecklingen
- att följa upp resultat av emissionsbegränsande åtgärder

I Stockholms län, som saknar stora dominerande punktkällor, är därtill ett av syftena att se vad den sammanlagda inverkan från ett stort tätortsområde kan innebära avseende haltnivåer och storleken på utbredningsområdet av eventuellt förhöjt nedfall.

Tungmetallhalten i mossan anses ge en integrerad bild av det atmosfäriska nedfallet under de senaste tre åren. Mossan saknar rötter och lever därför till största delen av vad som tillförs mosstäcket via luften.

Provtagning

Fältarbetet utfördes under september och oktober 2005. Enbart väggmossa (*Pleurozium schreberi*) provtogs. Vid varje yta har cirka tio handfulla prov med mossa sammanslagits till ett generalprov för ytan. I Stockholms län växer mossan rikligt i olika typer av skogar, och bildar ofta sammanhängande täcken med endast ett litet inslag av andra arter. I tätortsmiljöerna är mosstäcket ofta mer splittrat, med inslag av andra mossarter och ofta olika gräsarter.

Kriterierna för provpunkten har varit att den är tillräckligt öppen, för att undvika påverkan av dropp från trädkronorna, och att ett välutvecklat mosstäcke finns. Enligt instruktionen i Handledning för miljöövervakning skall ett visst avstånd hållas till vägar och punktkällor för att jämförelser skall kunna göras över stora ytor, till exempel över Sverige eller Norden. Vid provtagningen i Stockholms län har betydelsen av påverkan från hela storstadsområdet varit en viktig del av syftet med undersökningen. Punkterna har dock inte placerats helt nära vägar eller punktkällor. Ofta har tillgången på ytor med ett välutvecklat mosstäcke varit styrande i tätortsområden med splittrade skogsmarker.

Provtagningspunkter

Länsstyrelsen har provtagit 38 punkter och riksskogstaxeringen sju punkter. Flertalet av länsstyrelsens punkter ligger i den centrala delen av länet, medan riksskogstaxeringens punkter ligger perifert i länet.

Provpunkternas läge framgår av karta, bilaga 1 och tabeller med koordinater, bilaga 2.

Laboratoriearbete och analyser

Mossproven har rensats vid Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm. Analyserna har utförts vid Lunds universitet. De nationella proven rensas och analyseras på samma ställen. Det ger en kvalitetssäkring avseende behandling och analysering av proven och jämförbarhet mellan länsstyrelsens provtagning och den nationella provtagningen.

Mossproven har analyserats på metallerna silver, aluminium, arsenik, kadmium, krom, koppar, järn, kvicksilver, nickel, bly, antimon, vanadin, volfram och zink. Proven har torkats till konstant vikt vid 40°C och cirka 1 gram prov har uppslutits i koncentrerad salpetersyra. När uppslutningen är klar kokas merparten av syran bort, 4 ml sparas och sedan spädes provet till 50 ml och analyseras. Metallinnehållet har bestämts med ICP-teknik.

De statistiska testerna och kartorna har gjorts av Anders Bignert, Naturhistoriska riksmuseet.

Resultat

Analysresultaten presenteras i bilaga 3 och på kartor i bilaga 4 - 17. På kartorna har analysresultaten indelats i fem nivåer som erhållit varsin färg. Med färgsättningen görs ett försök att få variationen av halterna över länet visuellt lättillgänglig. Skalan är densamma som i tidigare rapporter från länet. Skillnaden i halt mellan provtagningen år 2000 och 2005 presenteras även på kartsidorna.

Silver (Ag)

Resultaten framgår av bilaga 3:1 och av karta bilaga 4.

Halterna av silver i väggmossan varierade mellan 0,006 µg/g och 0,12 µg/g. Medelvärdet var 0,021 µg/g med standardavvikelsen 0,02 µg/g. Medianvärdet var 0,016 µg/g.

Aluminium (Al)

Resultaten framgår av bilaga 3:1 och av karta bilaga 5.

Halterna av aluminium i väggmossan varierade mellan 66 µg/g och 505 µg/g. Medelvärdet var 162 µg/g med standardavvikelsen 86 µg/g. Medianvärdet var 144 µg/g.

Arsenik (As)

Resultaten framgår av bilaga 3:1, 3:3 och av karta bilaga 6.

Halterna av arsenik i väggmossan varierade mellan 0,05 µg/g och 0,69 µg/g. Medelvärdet var 0,1 µg/g med standardavvikelsen 0,1 µg/g. Medianvärdet var 0,08 µg/g.

I övriga Sverige varierade halterna mellan 0,02 µg/g och 1,7 µg/g, med medianvärdet 0,09 µg/g.

Kadmium (Cd)

Resultaten framgår av bilaga 3:1, 3:3 och av karta bilaga 7.

Halterna av kadmium i väggmossan varierade mellan 0,09 µg/g och 0,46 µg/g. Medelvärdet var 0,17 µg/g med standardavvikelsen 0,07 µg/g. Medianvärdet var 0,16 µg/g.

I övriga Sverige varierade halterna mellan 0,03 µg/g och 0,61 µg/g, med medianvärdet 0,14 µg/g.

Krom (Cr)

Resultaten framgår av bilaga 3:1, 3:3 och av karta bilaga 8.

Halterna av krom i väggmossan varierade mellan 0,16 µg/g och 1,49 µg/g. Medelvärdet var 0,7 µg/g med standardavvikelsen 0,25 µg/g. Medianvärdet var 0,66 µg/g.

I övriga Sverige varierade halterna mellan 0,01 µg/g och 59 µg/g, med medianvärdet 0,39 µg/g.

Koppar (Cu)

Resultaten framgår av bilaga 3:1, 3:3 och av karta bilaga 9.

Halterna av koppar i väggmossan varierade mellan 2,92 µg/g och 14,73 µg/g. Medelvärdet var 6,59 µg/g med standardavvikelsen 2,57 µg/g. Medianvärdet var 6,21 µg/g.

I övriga Sverige varierade halterna mellan 1,4 µg/g och 19 µg/g, med medianvärdet 3,5 µg/g.

Järn (Fe)

Resultaten framgår av bilaga 3:1, 3:3 och av karta bilaga 10.

Halterna av järn i väggmossan varierade mellan 79 µg/g och 566 µg/g. Medelvärdet var 212 µg/g med standardavvikelsen 101 µg/g. Medianvärdet var 195 µg/g.

I övriga Sverige varierade halterna mellan 28 µg/g och 3700 µg/g, med medianvärdet 120 µg/g.

Kvicksilver (Hg)

Resultaten framgår av bilaga 3:2, 3:3 och av karta bilaga 11.

Halterna av kvicksilver i väggmossan varierade mellan 0,001 µg/g och 0,177 µg/g. Medelvärdet var 0,017 µg/g med standardavvikelsen 0,026 µg/g. Medianvärdet var 0,012 µg/g.

I övriga Sverige varierade halterna mellan 0,001 µg/g och 0,085 µg/g, med medianvärdet 0,011 µg/g.

Nickel (Ni)

Resultaten framgår av bilaga 3:2, 3:3 och av karta bilaga 12.

Halterna av nickel i väggmossan varierade mellan 0,28 µg/g och 2,72 µg/g. Medelvärdet var 1,19 µg/g med standardavvikelsen 0,49 µg/g. Medianvärdet var 1,17 µg/g.

I övriga Sverige varierade halterna mellan 0,04 µg/g och 11 µg/g, med medianvärdet 0,83 µg/g.

Bly (Pb)

Resultaten framgår av bilaga 3:2, 3:3 och av karta bilaga 13.

Halterna av bly i väggmossan varierade mellan 0,94 µg/g och 11,32µg/g. Medelvärdet var 2,62 µg/g med standardavvikelsen 1,96 µg/g. Medianvärdet var 1,99 µg/g. Ett maxvärde på 38,69µg/g i Vallentuna har bedömts som osäkert och är inte medräknat i medelvärdet 2,62µg/g. Provet var taget inom den nationella undersökningen.

I övriga Sverige varierade halterna mellan 0,5 µg/g och 20 µg/g (38,69 µg/g), med medianvärdet 2,2 µg/g.

Antimon (Sb)

Resultaten framgår av bilaga 3:2 och av karta bilaga 14.

Halterna av antimon i väggmossan varierade mellan 0,048 µg/g och 0,513 µg/g. Medelvärdet var 0,184 µg/g med standardavvikelsen 0,112 µg/g. Medianvärdet var 0,164 µg/g.

Vanadin (V)

Resultaten framgår av bilaga 3:2, 3:3 och av karta bilaga 15.

Halterna av vanadin i väggmossan varierade mellan 0,5 µg/g och 1,8 µg/g. Medelvärdet var 0,99 µg/g med standardavvikelsen 0,31 µg/g. Medianvärdet var 0,91 µg/g.

I övriga Sverige varierade halterna mellan 0,1 µg/g och 21 µg/g, med medianvärdet 0,87 µg/g.

Volfram (W)

Resultaten framgår av bilaga 3:2 och av karta bilaga 16.

Halterna av volfram i väggmossan varierade mellan 0,03 µg/g och 3,85 µg/g. Medelvärdet var 0,29 µg/g med standardavvikelsen 0,61 µg/g. Medianvärdet var 0,16 µg/g.

Zink (Zn)

Resultaten framgår av bilaga 3:2, 3:3 och av karta bilaga 17.

Halterna av zink i väggmossan varierade mellan 21,6 µg/g och 66,8 µg/g. Medelvärdet var 34,0 µg/g med standardavvikelsen 9,0 µg/g. Medianvärdet var 31,7 µg/g.

I övriga Sverige varierade halterna mellan 12 µg/g och 88 µg/g, med medianvärdet 31 µg/g.

Skillnader inom länet

För att undersöka skillnader i halter inom länet har materialet delats in i två grupper, centrala och perifera punkter. Med centrala punkter avses punkter inom Stockholm, Solna, Sundbyberg, Danderyd, Täby och Lidingö, samt vissa delar av Ekerö och Nacka. Övriga punkter är perifera.

Det grundläggande mönstret är, som vid tidigare undersökningar, att halterna i de centrala provpunkterna är högre. Endast halten av kadmium är något lägre centralt. Det indikerar att kadmium i huvudsak förs in till länet via fjärrtransport.

När halterna i de centrala och de perifera punkterna jämförs, fördelas metallerna i tre klasser. De flesta metaller förekommer centralt med halter som är 1,1 till 1,7 gånger högre än halterna i de perifera punkterna. Antimon och kvicksilver förekommer med 2,2 respektive 2,4 gånger högre halter i centrala punkter, och volfram med 4,7 gånger högre halter. Se tabell 1.

Kadmium	0,9
Zink	1,1
Vanadin	1,2
Krom	1,2
Bly	1,4
Arsenik	1,4
Aluminium	1,5
Järn	1,5
Nickel	1,5
Koppar	1,5
Silver	1,7
Antimon	2,2
Kvicksilver	2,4
Volfram	4,7

Tabell 1. Kvoten mellan centrala och perifera punkter 2005.

Analysresultaten från de centrala och perifera punkterna har behandlats statistiskt dels med en parametrisk test (t-test), dels med en icke-parametrisk test (Mann-Whitney´s U-test). Under förutsättning att analysresultaten inom respektive grupp inte uppvisar extremvärden ger den parametriska testen högre statistisk styrka. Om däremot spridningen inom respektive grupp är mycket olika och utstickande värden förekommer är förhållandet det mot-

satta. I det aktuella materialet föreligger signifikant skillnad i varians mellan grupperna för de flesta element. Den icke-parametriska U-testen är här således att föredra. Se resultaten i tabell 2.

Centrala	**Ag**	**Al**	**As**	**Cd**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**V**	**W**	**Zn**
n	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
medel	.026	188	.119	.164	.773	8.03	256	.025	1.44	3.05	.239	1.08	.429	36.0
median	.020	165	.088	.141	.705	7.24	243	.016	1.28	2.21	.218	1.04	.247	33.4
Perifera														
n	16	16	23	23	23	23	23	23	23	23	14	23	16	23
medel	.015	128	.085	.175	.632	5.20	170	.010	.948	3.79	.099	.901	.092	32.1
median	.015	116	.079	.167	.601	4.67	146	.007	.882	1.86	.096	.825	.084	31.4
Medeldiff.	-.010	-59.7	-.034	0.011	-.141	-2.83	-86.4	-.014	-.495	.739	-.140	-.181	-.337	-3.97
U-test	.095	.001	.019	.973	.006	.001	.001	.001	.001	.035	.001	.003	.001	.018

Tabell 2. Jämförelse mellan centrala och perifera punkter 2005. Mann-Whitney´s U-test.

För alla element utom silver och kadmium föreligger signifikant högre koncentrationer på de centralt belägna punkterna ($p<0.05$). För aluminium, koppar, järn, kvicksilver, nickel, antimon och volfram är skillnaden trestjärnigt statistiskt signifikant ($p<0.001$).

Om valet av centrala och perifera punkter ändras så blir skillnaden även något annorlunda. Det generella mönstret med högre halter centralt förändras dock inte.

Det höga medelvärdet för bly i perifera punkter (3,79 µg/g), blir högt på grund av ett extremvärde på 38,69 µg/g. Den statistiska testen påverkas dock inte genom att medianhalterna används.

Jämförelse med resten av landet

En grov jämförelse har gjorts mellan de perifera punkterna i Stockholms län och de punkter som provtagits inom riksskogstaxeringens regi i landet som helhet. Innan resultaten jämfördes loggades de eftersom de visar en lognormal fördelning, det vill säga de har en utdragen fördelning mot högre koncentrationer.

I Stockholms län finns därtill många punkter som provtagits i den centrala tätbefolkade delen av länet. Dessa punkter är beskrivande för förhållandena i länet, men har inte jämförts med halterna i övriga landet.

I jämförelsen urskiljs tre grupper av metaller. 1) De som är på ungefär samma nivå i länet som riksgenomsnittet är arsenik, kadmium, kvicksilver och zink. 2) De som har något högre halter i Stockholms län är nickel, bly, vanadin och järn . 3) Den största avvikelsen gentemot övriga Sverige visar halterna av krom och koppar, vilka är höga i länet. Speciellt kopparhalterna är avvikande höga jämfört med övriga Sverige. Skillnaden gentemot riksgenomsnittet är statistiskt signifikant.

Några metaller har en haltgradient över Sverige, med högre värden i söder och lägre i norr. Det tyder på att fjärrtransporten står för en stor del av halterna i mossan. Det är till exempel fråga om arsenik, kadmium och kvicksilver.

Den nationella provtagningen visar att halterna för varje provtagningsomgång från 1975 till 2005 blivit alltmera utjämnade i Sverige. De kartor som beskriver förhållandena år 2005 innehåller ett fåtal avvikande områden med höga halter. Anmärkningsvärt är att ett högt extremvärde av bly (38,69 µg/g) i Stockholms län slår igenom på kartan över Sverige som en röd fläck i den norra länshalvan. Orsaken till det höga värdet är oklar.

Jämförelse mellan undersökningarna 1990, 1995, 2000 och 2005

Resultaten från år 2005 jämförs med resultaten från åren 1990, 1995 och 2000. I figur 1 anges medelvärdet av alla analyser mellan 1990 och 2005.

Allmän beskrivning

Generellt är halterna i sjunkande mellan åren 1990 och 2005. Avvikande är halten av koppar som inte förändras under perioden. Vid provtagningen 2005 är de övriga metallhalterna de lägsta sedan mätningarna började.

Vid provtagningen 2000 konstaterades avvikande höga halter av nickel, och även höga halter av krom, arsenik och järn. Det gällde både för centrala och perifera punkter. Det är svårt att förklara de stigande halterna mellan 1995 och 2000. Vid provtagningen 2005 hade dessa metallhalter åter sjunkit och nått lägre halter än vid tidigare tillfällen.

Statistisk behandling av skillnaderna.

För att se om de förändringar som skett mellan åren är signifikanta har ett antal statistiska tester gjorts. Jämförelser mellan de fyra provtagningstillfällena har gjorts på flera olika sätt. Som ett första steg har ANOVA och Kruskal-Wallace använts. Dessa test ger oftast samma resultat men eftersom extrema värden förekommer har icke-parametriska tester bedömts vara lämpligare. I de fall Kruskal-Wallace gav ett signifikant resultat har årsmedelvärdena för de provtagna åren 1990, 1995, 2000 och 2005 jämförts med Mann-Whitney´s U-test, tabell 3.

Figur 1. Förändring av metallhalterna 1990 – 2005.

	Alla	n	p	Centrala	n	p	Perifera	n	p
	Median			**Median**			**Median**		
Cd 1990	.240	47		.210	22		.300	23	
Cd 1995	.214	56	.066	.214	22	.540	.220	31	.005
Cd 2000	.225	47	.722	.217	20	.304	.235	27	.702
Cd 2005	.159	45	.001	.141	22	.001	.167	23	.001
Cr 1990	1.29	47		1.20	22		1.32	23	
Cr 1995	.85	56	.001	1.12	22	.596	.790	31	.001
Cr 2000	1.12	47	.001	1.66	20	.005	.940	27	.016
Cr 2005	.66	45	.001	.705	22	.001	.601	23	.001
Cu 1990	5.67	47		6.54	22		5.46	23	
Cu 1995	6.20	56	.374	8.17	22	.012	5.38	31	.420
Cu 2000	6.26	47	.856	8.68	20	.538	4.61	27	.224
Cu 2005	6.21	45	.282	7.25	22	.208	4.67	23	.490
Ni 1990	1.53	47		1.52	22		1.59	23	
Ni 1995	1.38	56	.016	1.58	22	.901	1.23	31	.003
Ni 2000	2.39	47	.001	3.52	20	.001	1.85	27	.001
Ni 2005	1.17	45	.001	1.28	22	.001	.882	23	.001
Pb 1990	10.4	47		10.4	22		10.2	23	
Pb 1995	6.88	56	.001	7.52	22	.003	6.00	31	.001
Pb 2000	6.40	47	.693	6.87	20	.667	6.17	27	.696
Pb 2005	2.00	45	.001	2.21	22	.001	1.80	23	.001
V 1990	2.37	47		2.28	22		2.72	23	
V 1995	2.34	39	.938	2.89	22	.081	1.59	15	.055
V 2000	2.12	47	.185	2.42	20	.635	1.78	27	.760
V 2005	.91	45	.001	1.04	22	.001	.825	23	.001
Zn 1990	43.0	47		40.4	22		44.0	23	
Zn 1995	46.8	39	.113	51.4	22	.053	46.0	15	.863
Zn 2000	48.5	47	.652	49.6	20	.551	46.2	27	.936
Zn 2005	31.7	45	.001	33.4	22	.001	31.4	23	.001
As 1995	.146	20		.167	9		.146	10	
As 2000	.229	47	.001	.245	20	.022	.222	27	.001
As 2005	.081	45	.001	.088	22	.001	.079	23	.001
Fe 1995	310	39		446	22		224	15	
Fe 2000	481	47	.001	803	20	.001	358	27	.001
Fe 2005	195	45	.001	243	22	.001	146	23	.001
Hg 2000	.045	47		.070	20		.034	27	
Hg 2005	.012	45	.001	.016	22	.001	.007	23	.001
Al 2000	477	37		558	20		332	17	
Al 2005	144	38	.001	165	22	.001	116	16	.001
W 2000	.706	34		1.54	17		.234	17	
W 2005	.164	38	.001	.247	22	.013	.084	16	.001

Tabell 3. Skillnaderna mellan resultaten från 1990, 1995, 2000 och 2005. Mann-Whitneys´ U-test.

Mellan 2000 och 2005 har halterna av kadmium, krom, nickel, bly, vanadin, zink, arsenik, järn, kvicksilver, aluminium och volfram sjunkit. Förändringen gäller både centralt och perifert i länet och är statistiskt signifikant.

De statistiska tester som gjorts säger bara att den uppskattade skillnaden mellan olika provtagningstillfällen osannolikt har uppstått av en slump. Vilka faktorer och förhållanden som påverkat resultaten säger testerna inget om.

Förändringen av halterna i länet mellan 1990 och 2005 har testats statistiskt för att se om trender finns.

Antalet provtagningstillfällen för de olika elementen varierar mellan två till fyra stycken. Fyra tillfällen är i allmänhet otillräckligt för att undersöka om statistiskt signifikanta *tidstrender* föreligger (se figur 1). Det kräver i så fall mycket stora förändringar.

Såväl log-linjär regressionstest som en icke-parametrisk trendtest (Mann-Kendal) har utförts för de metaller som analyserats vid fyra tillfällen, nämligen bly, vanadin, zink, kadmium, krom, koppar och nickel. Ingen av dessa tester visade ett signifikant resultat med undantag för bly som minskade i genomsnitt med tio procent per år samt för vanadin där den icke-parametriska testen visade en signifikant minskning för bägge metallerna ($p<0.05$). Detta behöver alltså inte betyda att inte fler metallkoncentrationer verkligen minskar över tid men tillsvidare kan vi inte visa detta med en statistisk trendtest.

Diskussion och kommentarer

Provtagning och analys av väggmossa har använts vid fyra tillfällen i länet, 1990, 1995, 2000 och 2005. Metodiken kan användas för att beskriva regionala skillnader i halter. När det gäller förändringar i tiden är provtagning med fem års intervall allmänt accepterad som metodik. Om man önskar att mera ingående diskutera avvikande halttoppar och tidstrender skulle ett tätare provtagningsintervall ge en mera nyanserad bild av utvecklingen.

Haltkartorna beskriver resultaten av provtagningen hösten 2005. Enligt metodiken är halten i mossan ett medelvärde för två till tre år bakåt i tiden. Förändringskartorna som ritats beskriver skillnaden i halter mellan 2000 och 2005. Vid ett antal närstående punkter kan variationen vara stor – vid vissa punkter ökar halterna medan de vid en närstående punkt minskar. Orsaken till förändringarna på punktnivå har inte utretts. Det som kan inverka på resultaten är närheten till lokala källor. Till detta kommer naturlig påverkan från till exempel jorddamm eller dropp från träd i närheten. Trädens kronor samlar partiklar som tvättas av vid regn.

Det generella mönstret som framträder under perioden 1990 till 2005 är att halterna av tungmetaller i väggmossan sjunker. Den metall som avviker från mönstret är koppar, vilka halter inte har förändrats nämnvärt under perioden från 1990 till 2005. Halterna av nickel, och även av krom, arsenik och järn var avvikande höga år 2000, men har i undersökningen år 2005 sjunkit. De metallhalter som registrerades 2005 var de lägsta sedan 1990, förutom för koppar.

De sjunkande halterna har testats statistiskt för att se om en verklig trend föreligger.

Vid de fyra provtagningstillfällena 1990, 1995, 2000 och 2005 har halterna av bly, vanadin, zink, kadmium, krom, koppar och nickel analyserats. Av dessa metaller är det bly och vanadin som ger en statistiskt säkerställd sjunkande trend. Det behöver alltså inte betyda att inte de övriga metallhalterna verkligen minskar över tiden men vi kan tillsvidare inte visa det med en statistisk trendtest.

De sjunkande halterna i väggmossa i Stockholms län överensstämmer väl med den bild som finns i Sverige som helhet.

De nationella utsläppen av tungmetaller till luft har minskat under en lång följd av år. Under perioden 1990 till 2001 (SMED 2004) gäller detta för arsenik, kadmium, krom, koppar, kvicksilver, nickel, bly och zink. För flertalet metaller har utsläppen i stort halverats under perioden. För bly har utsläppen gått ner från cirka 475 ton år 1990 till cirka 20 ton 2001. Den utveckling som är trolig mellan åren 2001 och 2005 är att utsläppen av metaller fortfarande minskat, men i en avtagande takt jämfört med tidigare.

Inom länet kvarstår skillnader i halter i väggmossa. För flertalet metaller är halterna mellan 1,2 till 2,4 gånger högre vid centrala punkter jämfört med perifera punkter. Den största skillnaden gäller för volfram, med 4,7 gånger högre halter centralt.

De halter som förekommer i väggmossan är svåra att omsätta till riskfaktorer. Mossmetodiken är bäst att använda för att beskriva regionala spridningsmönster och för att detektera förändringar över tiden.

Det har inte hört till undersökningen att försöka identifiera vilka källor som är orsaken till halterna av tungmetaller i väggmossan. I länet saknas stora metallindustrier, vilka normalt sett hör till de verksamheter som genererar de största utsläppen. Andra källor till metallutsläpp är avfallsförbränning, energiproduktion och trafik. Metaller som är knutna till utsläpp från vägtrafiken är till exempel zink, krom, nickel, koppar, antimon, bly, volfram och vanadin. Utsläppen kan genereras genom slitage av däck och dubbar, bromsband och vägbeläggning. I Stockholm är vägtrafiken en stor källa till koppar i luften (Johansson & Burman, 2006), och även till zink. Volfram finns till exempel i däcksdubbar, vilket gör att slitage av dubbar under vinterhalvåret kan vara en orsak till spridningen av volfram. Bränslen och oljor innehåller vanligen nickel och vanadin, vilka emitteras vid förbränning.

Användningen av metaller i samhället förändras över tiden. Kommande undersökningar av tungmetaller i väggmossa kan vid behov fokusera på nya metaller, kombinerat med de traditionella metallerna. I den nationella undersökningen analyseras tio metaller, vilka även analyserats i Stockholms län. I länet har därtill silver, antimon, aluminium och volfram analyserats. Det ger en grund för jämförelse inför framtiden.

Litteratur

ITM. Halter och deposition av tungmetaller i Stockholm 2003/2004. Rapport 147, januari 2006. C. Johansson & L. Burman.

IVL Svenska Miljöinstitutet. Metaller i luft och nederbörd 2004-2005. Rapport U 1868. Gunilla Pihl Karlsson.

Länsstyrelsen i Stockholms län 1992. Tungmetaller i väggmossa i Stockholms län. Rapport 1992:13.

Länsstyrelsen i Stockholms län 1997. Tungmetaller i väggmossa i Stockholms län. Rapport 1997:20.

Länsstyrelsen i Stockholms län 2003. Tungmetaller i väggmossa i Stockholms län. Provtagning 2000. Jämförelse med resultat från 1990 och 1995. Rapport 2003:12.

Naturvårdsverket. Handledning för Miljöövervakning.

SMED. Emissions of particles, metals, dioxins and PAH in Sweden. IVL & SCB. Report series SMED and SMED&SLU, Nr 7, 2004.

Bilagor

1. Karta över provpunkterna 2005
2. Koordinater för provpunkterna
3. Resultattabeller

Haltkartor

4. Silver, Ag
5. Aluminium, Al
6. Arsenik, As
7. Kadmium , Cd
8. Krom, Cr
9. Koppar, Cu
10. Järn, Fe
11. Kvicksilver, Hg
12. Nickel, Ni
13. Bly, Pb
14. Antimon, Sb
15. Vanadin, V
16. Volfram, W
17. Zink, Zn

Bilaga 1

Karta över provpunkterna

TISS - 06.12.13 22:32, cp05

Bilaga 2

Tungmetallhalter i väggmossa i Stockholms län 2005.

Länsstyrelsens provtagningspunkter.

Koordinater enligt handburen GPS

Löp-nr.	Nr.	Namn	Kommun	Koord.	Koord.	Karta
1	2	Ekebyhov	Ekerö	6575510	1614746	10 I NV
2	3	Elvvik	Lidingö	6585796	1638593	10 I NO
3	5	Sticklinge	Lidingö	6586213	1631556	10 I NO
4	6	Djursholm	Danderyd	6590138	1628698	10 I NO
5	7	Gribbylund	Täby	6596483	1628605	10 I NO
6	9	Hagbyholm	Sigtuna	6616440	1604736	11 I SV
7	10	Arlanda	Sigtuna	6620078	1619932	11 I SV
8	11	Eggeby	Uppl. Väsby	6604408	1621378	11 I SV
9	13	Vaxön	Vaxholm	6590023	1641766	10 I NO
10	16	Sunnerby	Nynäshamn	6546161	1616970	9 I NV
11	18	Ensta	Botkyrka	6564008	1612848	10 I SV
12	19	Fårdala	Tyresö	6571423	1639861	10 I SO
13	21	Håbo Tibble/Alby	Uppl. Bro	6607312	1603918	11 I SV
14	37	Grimsta	Stockholm	6582993	1617084	10 I NV
15	38	Judarn	Stockholm	6581444	1619635	10 I NV
16	46	Nibbla	Ekerö	6585897	1611248	10 I NV
17	47	Flaten	Stockholm	6571300	1634550	10 I SO
18	48	Åva	Tyresö	6565480	1645172	10 I SO
19	54	Mjölsta	Norrtälje	6634406	1636890	11 I NO
20	64	Ulriksdal	Solna	6587108	1625295	10 I NO
21	65	Hagaparken	Solna	6584357	1626513	10 I NO
22	105	Råsta Gård	Sundbyberg	6586410	1623263	10 I NV
23	107	Högdalstoppen	Stockholm	6572907	1629085	10 I SO
24	108	Hammarbyhöjden	Stockholm	6577634	1630728	10 I NO
25	111	Nackanäs	Nacka	6577803	1632909	10 I NO
26	114	Solberga	Stockholm	6575956	1625009	10 I SO
27	115	Djurgården	Stockholm	6580565	1632685	10 I NO
28	116	Fiskartorpet	Stockholm	6584058	1628892	10 I NO
29	H/117	Sätra	Stockholm	6576090	1619469	10 I NO
30	C/118	Lövsta	Stockholm	6586907	1613040	10 I NO
31	G/119	Ulvsundaberget	Stockholm	6581759	1623335	10 I NO
32	D/120	Baggeby	Lidingö	6584000	1632138	10 I NO
33	E/122	Akalla	Stockholm	6589427	1619589	10 I NV
34	A/125	Överenhörna	Södertälje	6576822	1589643	10 H NO
35	I/126	Sjödalen	Huddinge	6569098	1624358	10 I SV
36	L/127	Stora Envättern	Södertälje	6555935	1588870	10 H SO
37	M/128	Skarpö	Värmdö	65820	16673	10 J NV
38	O/130	Kårsta	Vallentuna	6618007	1640188	11 I SV

Bilaga 3:1

Tungmetallhalter i väggmossa i Stockholms län 2005

Länsstyrelsens provpunkter

Sort: µg/g torrvikt

Kommun	Provyta	Ag	Al	As	Cd	Cr	Cu	Fe
Ekerö	Ekebyhov	0,013	160	0,097	0,17	0,56	5,24	149
Lidingö	Elvvik	0,022	172	0,090	0,12	0,76	6,63	237
Lidingö	Sticklinge	0,026	112	0,082	0,11	0,84	5,86	173
Danderyd	Djursholm	0,006	91	0,047	0,11	0,39	6,90	166
Täby	Gribbylund	0,012	138	0,071	0,13	0,55	6,81	179
Sigtuna	Hagbyholm	0,013	340	0,096	0,09	0,98	4,67	366
Sigtuna	Arlanda	0,009	100	0,063	0,11	0,57	8,99	122
Uppl. Väsby	Eggeby	0,014	105	0,052	0,11	0,44	4,69	130
Vaxholm	Vaxön	0,016	125	0,062	0,17	0,44	5,38	146
Nynäshamn	Sunneby	0,015	88	0,062	0,23	0,57	4,01	120
Botkyrka	Ensta	0,019	131	0,093	0,19	0,72	4,67	177
Tyresö	Fårdala	0,028	90	0,065	0,17	0,62	6,05	120
Uppl. Bro	Alby	0,015	141	0,069	0,10	0,54	4,97	160
Stockholm	Grimsta	0,015	235	0,089	0,17	0,73	8,35	281
Stockholm	Judarn	0,020	135	0,067	0,17	0,66	6,81	175
Ekerö	Nibbla	0,019	116	0,076	0,17	0,55	6,21	140
Stockholm	Flaten	0,021	131	0,068	0,17	0,68	6,49	175
Tyresö	Åva	0,010	81	0,047	0,17	0,39	4,56	91
Norrtälje	Mjölsta	0,009	115	0,080	0,14	0,56	3,96	139
Solna	Ulriksdal	0,025	185	0,067	0,12	0,71	13,28	267
Solna	Hagaparken	0,019	164	0,072	0,11	0,66	7,31	248
Sundbyberg	Råsta gård	0,013	373	0,103	0,14	1,21	10,02	533
Stockholm	Högdalstoppen	0,062	205	0,159	0,29	1,28	14,73	313
Stockholm	Hammarbyhöjden	0,027	229	0,097	0,17	0,86	7,27	327
Nacka	Nackanäs	0,009	155	0,072	0,13	0,59	8,50	221
Stockholm	Solberga	0,043	154	0,109	0,16	0,98	7,19	254
Stockholm	Djurg/Manilla	0,034	187	0,690	0,12	0,81	7,53	268
Stockholm	Fiskartorpet	0,027	181	0,113	0,14	0,84	10,08	289
Stockholm	Sätra	0,008	80	0,058	0,14	0,38	4,18	93
Stockholm	Lövsta	0,120	505	0,213	0,46	1,49	10,56	566
Stockholm	Ulvsundaberget	0,017	205	0,087	0,14	0,67	8,57	280
Lidingö	Baggeby	0,009	165	0,091	0,19	0,66	7,22	229
Stockholm	Akalla	0,012	165	0,077	0,16	0,70	7,13	216
Södertälje	Överenhörna	0,016	121	0,081	0,17	0,61	3,78	130
Huddinge	Sjödalen	0,020	147	0,069	0,21	0,64	10,29	195
Södertälje	Stora Envättern	0,019	66	0,052	0,15	0,46	5,13	79
Värmdö	Skarpö	0,012	100	0,083	0,19	0,54	4,05	108
Vallentuna	Kårsta	0,014	181	0,075	0,13	0,79	5,81	235

Bilaga 3:2

Tungmetallhalter i väggmossa i Stockholms län 2005

Länsstyrelsens provpunkter

Sort: µg/g torrvikt

Kommun	Provyta	Hg	Ni	Pb	Sb	V	W	Zn
Ekerö	Ekebyhov	0,004	0,90	1,63	0,12	0,80	0,13	24,3
Lidingö	Elvvik	0,012	1,30	2,13	0,19	1,14	0,28	28,3
Lidingö	Sticklinge	0,011	1,25	1,93	0,22	0,91	0,20	32,5
Danderyd	Djursholm	0,003	0,85	0,94	0,13	0,50	0,10	24,0
Täby	Gribbylund	0,010	0,92	1,51	0,16	0,75	0,16	29,5
Sigtuna	Hagbyholm	0,015	1,37	1,71	0,10	1,51	0,17	26,4
Sigtuna	Arlanda	0,001	0,75	1,51	0,12	0,63	0,07	25,8
Uppl. Väsby	Eggeby	0,006	0,70	1,28	0,12	0,59	0,07	21,6
Vaxholm	Vaxön	0,010	0,85	1,65	0,10	0,72	0,10	32,9
Nynäshamn	Sunneby	0,004	0,81	1,99	0,08	0,78	0,05	31,6
Botkyrka	Ensta	0,006	1,00	2,14	0,16	1,06	0,11	34,3
Tyresö	Fårdala	0,004	0,89	1,58	0,10	0,63	0,10	28,0
Uppl. Bro	Alby	0,012	0,85	1,52	0,09	0,71	0,11	22,9
Stockholm	Grimsta	0,015	1,25	7,72	0,24	1,11	0,14	35,9
Stockholm	Judarn	0,015	0,96	1,86	0,19	0,85	0,23	31,1
Ekerö	Nibbla	0,009	0,88	2,54	0,12	0,78	0,10	40,3
Stockholm	Flaten	0,015	1,17	2,39	0,17	0,97	0,25	27,0
Tyresö	Åva	0,003	0,65	1,78	0,06	0,55	0,05	24,2
Norrtälje	Mjölsta	0,005	0,71	1,53	0,07	0,73	0,05	24,0
Solna	Ulriksdal	0,013	1,21	1,95	0,39	0,87	0,27	34,2
Solna	Hagaparken	0,022	1,13	2,07	0,38	0,86	0,48	40,4
Sundbyberg	Råsta gård	0,024	1,91	2,32	0,31	1,51	0,36	48,9
Stockholm	Högdalstoppen	0,039	2,72	11,32	0,51	1,46	0,47	58,3
Stockholm	Hammarbyhöjden	0,025	1,93	2,37	0,24	1,30	0,46	42,1
Nacka	Nackanäs	0,014	1,46	1,98	0,17	0,91	0,18	34,6
Stockholm	Solberga	0,177	1,91	3,63	0,35	1,24	3,85	30,7
Stockholm	Djurg/Manilla	0,025	1,95	1,96	0,27	1,33	0,39	30,6
Stockholm	Fiskartorpet	0,035	1,69	2,29	0,42	1,20	0,54	33,4
Stockholm	Sätra	0,008	0,58	1,71	0,09	0,68	0,05	28,0
Stockholm	Lövsta	0,023	2,22	8,11	0,17	1,80	0,19	66,8
Stockholm	Ulvsundaberget	0,016	1,37	2,55	0,21	1,12	0,24	40,0
Lidingö	Baggeby	0,017	1,89	2,39	0,25	1,56	0,25	38,9
Stockholm	Akalla	0,017	1,19	2,30	0,23	0,92	0,20	33,3
Södertälje	Överenhörna	0,007	0,87	1,71	0,10	0,91	0,06	29,2
Huddinge	Sjödalen	0,014	1,20	3,81	0,24	0,83	0,15	39,2
Södertälje	Stora Envättern	0,005	0,55	1,50	0,05	0,64	0,03	31,7
Värmdö	Skarpö	0,002	0,67	2,24	0,08	0,91	0,05	28,5
Vallentuna	Kårsta	0,012	1,20	2,00	0,18	1,04	0,20	31,4

Bilaga 3:3

Tungmetallhalter i väggmossa i Stockholms län 2005.

Riksskogstaxeringens provpunkter

Sort: µg/g torrvikt

Kommun	Koord.	Koord.	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	V	Zn
Södertälje	6550900	1595900	0,12	0,27	0,84	3,47	218	0,004	1,23	3,32	1,39	46,6
Nynäshamn	6550900	1620900	0,13	0,43	1,19	4,56	223	0,012	1,48	4,97	1,44	45,5
Upplands-Bro	6595900	1605900	0,12	0,16	0,66	4,09	257	0,019	1,34	2,07	1,06	30,8
Värmdö	6570900	1655900	0,16	0,22	0,83	4,67	180	0,006	1,10	3,85	1,27	35,8
Vallentuna	6605900	1635900	0,11	0,19	0,84	8,65	229	0,024	1,26	38,69	1,06	35,2
Vallentuna	6610900	1625900	0,10	0,10	0,60	4,13	254	0,024	1,17	1,86	0,92	29,5
Norrtälje	6670900	1655900	0,08	0,15	0,16	2,92	89	0,028	0,28	1,84	0,57	42,1

Bilaga 4

TISS - 06.10.29 18:12, ag05

Bilaga 5

TISS - 06.10.29 18:00, al05

TISS - 06.11.26 17:32, Aldiff

Bilaga 6

TISS - 06.10.28 12:20, as05

TISS - 06.11.26 17:23, Asdiff

Bilaga 7

TISS - 06.10.29 16:41, cd05

TISS - 06.11.26 18:35, cddiff

Bilaga 8

TISS - 06.10.28 14:43, cr05

TISS - 06.11.26 18:31, crdiff

Bilaga 9

TISS - 06.10.29 14:23, cu05

TISS - 06.11.26 18:32, cudiff

Bilaga 10

TISS - 06.10.29 17:50, fe05

TISS - 06.11.26 16:56, Fediff

Bilaga 11

TISS - 06.10.29 17:26, hg05

TISS - 06.11.26 17:01, hgdiff

Bilaga 12

TISS - 06.10.29 17:45, ni05

TISS - 06.11.26 15:58, nidiff

Bilaga 13

TISS - 06.10.29 16:55, Pb05

TISS - 06.11.26 18:34, pbdiff

Bilaga 14

TISS - 06.05.19 07:46, sb05a

Bilaga 15

TISS - 06.10.28 12:23, v05a

TISS - 06.11.26 17:19, Vdiff

Bilaga 16

TISS - 06.05.19 07:51, w05a

TISS - 06.11.26 17:11, Vdiff

Bilaga 17

TISS - 06.10.29 17:16, zn05

TISS - 06.11.26 18:29, zndiff

Länsstyrelsens rapportserie

Utkomna rapporter under 2007

1. Svenska Högarna - marinbiologisk kartläggning och naturvärdesbedömning, *miljö- och planeringsavdelningen.* Finns bara som pdf.
2. Rassa vikar - marinbiologisk kartläggning och naturvärdesbedömning, *miljö- och planeringsavdelningen.* Finns bara som pdf.
3. Från vision till verklighet - om landsbygdsutveckling i Stockholms län 2000-2006, *miljö- och planeringsavdelningen.*
4. Organiserad brottslighet - ett hinder för långsiktigt hållbar tillväxt i Östersjöregionen, *avdelningen för regional utveckling.*
5. Fiskevårdsplan 2007-2010 för Stockholms län, *avdelningen för regional utveckling.*
6. Svenska för akademiker SFA vård - slututvärdering. Sammanfattning och uppdatering av rapport 2004:4, *avdelningen för regional utveckling.*
7. Jämställd samhällsplanering - ett diskussionsunderlag från projektet BoJämt, *bostadssekretariatet.*
8. Väggmossan avslöjar spridningen av metaller - provtagning 2005 i Stockholms län, *miljö- och planeringsavdelningen.*

I rapporten beskrivs tungmetallhalter i väggmossa i Stockholms län år 2005. Liknande undersökningar genomfördes 1990, 1995 och 2000. Resultaten från de fyra tillfällena jämförs med varandra.

Prov på väggmossa har analyserats på metallerna silver, aluminium, arsenik, kadmium, krom, koppar, järn, kvicksilver, nickel, bly, antimon, vanadin, volfram och zink.

Det generella mönstret med högre halter i de centrala ytorna i länet kvarstår. Mellan åren 2000 och 2005 har halterna av alla metaller sjunkit förutom koppar. Mellan 1990 och 2005 har halterna av bly och vanadin sjunkit. Den trenden är statistiskt säkerställd endast för dessa metaller. Halten av koppar förändras inte.

Länsstyrelsen avser att följa förändringen av metallhalterna i väggmossa i länet med provtagning vart femte år. Resultaten ger ett allmänt mått på spridningen av tungmetaller via luften.

Mer information kan du få av Länsstyrelsens
Miljö- och planeringsavdelning, tel: 08- 785 40 00
Rapporten finns också som pdf på vår hemsida
www.ab.lst.se
ISBN 978-91-7281-255-0

Adress
Länsstyrelsen i Stockholms Län
Hantverkargatan 29
Box 22 067
104 22 Stockholm, Sverige
Tel: 08- 785 40 00 (vxl)
www.ab.lst.se

Formgivning: Christina Fagergren