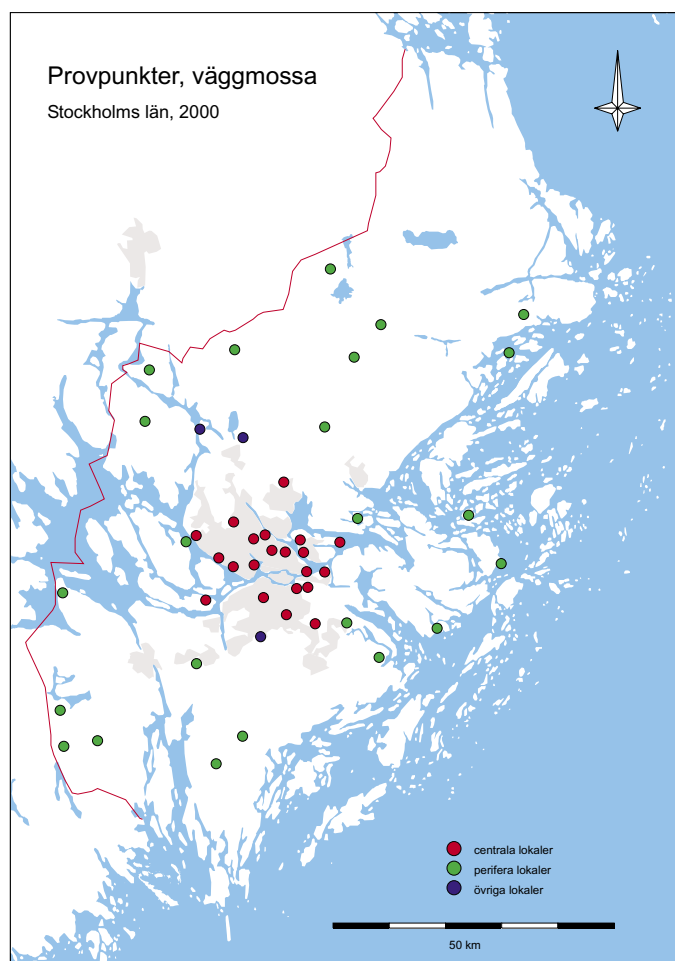


Tungmetaller i väggmossa i Stockholms län



Provtagning från 2000
Jämförelse med resultat från 1990 och 1995

Tungmetaller i väggmossa i Stockholms län

Provtagning 2000

Jämförelse med resultat från 1990 och 1995

Författare: Lennart Ljungqvist

Utgivningsår: 2003

ISBN: 91-7281-097-1

Förord

Föreliggande rapport är den tredje i ordningen som beskriver tungmetallhalter i väggmossa i Stockholms län. Den första rapporten behandlade förhållandena år 1990 och den andra rapporten beskrev förhållandena år 1995. I den här rapporten beskrivs förhållandena år 2000, och jämförelser görs med åren 1990 och 1995.

Inom den nationella miljöövervakningen ingår undersökningar av tungmetallhalter i väggmossa, alternativt husmossa. Vart femte år görs en relativt omfattande kartering. Provtagningen görs i riksskogstaxeringens regi, och omfattar några hundra ytor i Sverige. Naturvårdsverket rekommenderar att den nationella provtagningen vid behov kompletteras på regional nivå. Länsstyrelsen i Stockholms län har valt att komplettera provtagningen i länet år 1990, 1995 och även 2000. Den beskrivning som på detta sätt erhålls av förhållandena i länet är betydligt mer variationsrik jämfört med om enbart resultat från den nationella undersökningen används. Genom mossanalyser erhålls en integrerad bild av nedfallet under de senaste tre åren.

Provtagningen har utförts av Britta Höglund och Lennart Ljungqvist vid Länsstyrelsen. Texten är sammanställd av Lennart Ljungqvist. De statistiska analyserna är gjorda av Anders Bignert, Naturhistoriska riksmuseet.

Länsstyrelsens avsikt är att fortsätta att följa trender i tungmetallnedfallet genom analys av väggmossa. På grund av att ingen provtagningsutrustning behövs, så ges möjligheten att på ett enkelt sätt få en bild av spridningen och nedfallet över länet

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

Stockholm i maj 2003

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Lars Nyberg', with a long vertical line extending downwards from the end of the signature.

Lars Nyberg
Miljö- och planeringsdirektör

Innehållsförteckning

Förord.....	3
Sammanfattning	7
English summary	8
Bakgrund.....	9
Metodik.....	10
<i>Syfte med undersökningen</i>	<i>10</i>
<i>Provtagning</i>	<i>10</i>
<i>Provtagningspunkter</i>	<i>10</i>
<i>Laboratoriearbete och analyser</i>	<i>11</i>
Resultat.....	12
Aluminium.....	12
Arsenik	12
Kadmium	12
Krom.....	12
Koppar	12
Järn	12
Kvikksilver	13
Nickel	13
Palladium.....	13
Bly	13
Vanadin.....	13
Volfram.....	13
Zink.....	14
Platina	14
<i>Skillnader inom länet.....</i>	<i>14</i>
<i>Jämförelse mellan undersökningarna 1990, 1995 och 2000.....</i>	<i>15</i>
Diskussion och kommentarer	17
Litteratur.....	19
Bilagor	21

Sammanfattning

Länsstyrelsen har provtagit väggmossa (*Pleurozium schreberi*) på 39 punkter i länet under år 2000. Flertalet av punkterna är centralt belägna. Provtagningen utgör ett komplement till den provtagning som utförs i Riksskogstaxeringens regi vart femte år, och som främst berör ytor perifert i länet. Riksskogstaxeringens provtagning sker på ett tiotal ytor.

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 har minskat under en lång följd av år. Utsläppsstatistiken för de senaste åren är dock bristfällig både på nationell och regional nivå. Ett generellt antagande är att utsläppen av tungmetaller har fortsatt att minska. Undantag kan dock finnas.

De regionala skillnaderna i halter, som konstaterades vid tidigare provtagningar, finns kvar för flertalet metaller. Det grundläggande mönstret är att de centrala punkterna har högre halter än de perifera, särskilt för aluminium, krom, koppar, järn, kvicksilver, nickel, vanadin och wolfram. Summan av alla aktiviteter i de centrala tätbefolkade delarna av länet genererar utsläpp av tungmetaller som ger en förhöjning på i snitt 1,5 till 2,5 gånger i de centrala punkterna jämfört med de perifera. Från mönstret avviker endast arsenik, kadmium och palladium. Dessa metaller har en relativt jämn haltfördelning över länet.

Utvecklingen under perioden 1990 till 2000 har testats med olika statistiska tester. Mellan 1990 och 1995 sjönk halterna av krom och bly, medan halterna av koppar steg centralt. Den tydligaste förändringen gällde för bly, vars halter sjönk både centralt och perifert.

Under perioden 1995 till 2000 har halterna av kadmium, koppar, bly, vanadin och zink inte förändrats signifikant. Däremot har halterna av krom, nickel, arsenik och järn ökat med statistisk säkerhet. Ökade halter av nickel i mossprov från år 2000 har konstaterats även i andra delar av Sverige.

Att utreda orsaken till de haltförändringar som konstaterats i väggmossan har inte ingått i detta arbete. De haltförhållanden och förändringar som redovisas ger dock anledning till att följa metallinnehållet i väggmossan, men även att följa förändringar i användning, förekomst och utsläpp av tungmetaller. Intransporten till länet kan vara en faktor som slår igenom om de egna utsläppen minskar i omfattning. Utöver de traditionella tungmetallerna ger analys av mossan en möjlighet att följa spridningen via luften av ett antal nya metaller.

English summary

Heavy metals in the moss *Pleurozium schreberi* in Stockholm county

The Stockholm County Administrative Board sampled Schreber's feather moss, *Pleurozium schreberi*, at 39 sites in the county in 2000, as a bioindicator of heavy metal deposition. Most of the sites were located in the central part of 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.

The moss samples were analysed to determine the aerial deposition of heavy metals in the environment on a regional scale. The concentration of heavy metals in the moss was assumed to represent the mean deposition during the previous three years.

Emissions of heavy metals in Sweden have decreased since the 1970s, and it is generally assumed that this trend is still ongoing. However, recent data on regional and national emissions of heavy metals in Sweden are poor. This makes it difficult to explain the reasons for changing concentrations of heavy metals in the samples of Schreber's feather moss from Stockholm county.

Concentrations of most heavy metals in the moss samples from 2000 showed a similar regional variation as in earlier studies from 1990 and 1995. Concentrations of aluminum (Al), chromium (Cr), copper (Cu), iron (Fe), mercury (Hg), nickel (Ni), vanadium (V) and wolfram (W) were higher in the central part of Stockholm county than in the outer parts. Concentrations of most metals were 1.5 to 2.5 times higher in moss from the central part of the county. However, concentrations of arsenic (As), cadmium (Cd) and palladium (Pd) were relatively even throughout the region.

The changes in the concentrations of heavy metals in moss were tested using statistical methods. During the period 1990 to 1995, concentrations of copper increased significantly in the central part of Stockholm county. In contrast, concentrations of chromium and lead decreased significantly. For lead, concentrations in moss decreased in both the central and outer parts of the county.

During the following five-year period, 1995 to 2000, there were significant increases in concentrations of chromium, nickel, arsenic and iron in moss. Concentrations of cadmium, copper, lead, vanadium and zinc did not change significantly. In studies of moss from other parts of Sweden, concentrations of nickel were also observed to rise in 2000.

The scope of this study did not enable us to evaluate the reasons for the changing concentrations of heavy metals in moss in Stockholm county. The concentrations of heavy metals in moss, as well as the regional and temporal changes, indicate the need to repeat this survey in the future. It is also necessary to monitor the use, sources and emissions of heavy metals in the region. The moss monitoring technique also provides a method for recording the deposition of a number of new heavy metals, such as palladium and wolfram.

Bakgrund

En bra metod för att beskriva det atmosfäriska nedfallet av tungmetaller är att utnyttja mossor som uppsamlare av metallerna. Metoden har använts i ett stort antal undersökningar i Sverige sedan 1970-talet. Metoden finns beskriven i *Handbok för miljöövervakning* (Naturvårdsverket). Inom den nationella och regionala miljöövervakningen är karteringen av tungmetallhalter i mossor ett delprogram. Metodiken finns beskriven inom handbokens programområde luft, men resultaten kan användas inom flera programområden som ett generellt mått på nedfallet och fördelningen av tungmetaller via luften. Provtagningen av mossor för metallanalys omfattar i dagsläget hela Norden och de flesta länderna i Europa.

Det av riksdagen fastställda miljö kvalitetsmålet 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 miljö kvalitetsmålet i ett generationsperspektiv bland annat att ”halterna av ämnen som förekommer naturligt i miljön är nära bakgrunds nivåerna” och att ”halterna av naturfrämmande ämnen är nära noll”.

Hösten 1990 och 1995 insamlade Länsstyrelsen prov på väggmossor (*Pleurozium schreberi*) från 39 punkter i länet. Provtagningarna var en komplettering av den provtagning som vart femte år genomförs i riksskogstaxeringens regi i hela Sverige som en del av den nationella miljöövervakningen. Resultaten från provtagningen 1990 finns beskrivna i Länsstyrelsens rapport *Tungmetaller i väggmossor i Stockholms län*, Rapport 1992:13. Resultaten från provtagningen 1995 finns beskrivna i Länsstyrelsens Rapport 1997:20, *Tungmetaller i väggmossor i Stockholms län, Provtagning 1995*.

Den nationella provtagningen kompletterades åter år 2000 genom Länsstyrelsens provtagning i länet.

Metodik

Syfte med undersökningen

Enligt Naturvårdsverkets *Handbok för miljöövervakning* är syftet med att undersöka tungmetaller i mossor 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 egentliga rötter och lever därför till största delen av vad som tillförs mosstäcket via luften.

Provtagning

Fältarbetet utfördes under september och oktober 2000. Enbart väggmossor (*Pleurozium schreberi*) provtogs. Vid varje yta har cirka tio handfulla prov med mossor 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 trädskronorna, och att ett välutvecklat mosstäck finns.

Enligt instruktionen i *Handbok för miljöövervakning* ska ett visst avstånd hållas till vägar och punktkällor för att jämförelser ska 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. Snarare har tillgången på ytor med ett välutvecklat mosstäck varit styrande i tätortsområden med splittrade skogsmarker.

Provtagningspunkter

Länsstyrelsen har provtagit 39 punkter och riksskogstaxeringen tio punkter. Flertalet av Länsstyrelsens punkter ligger i den centrala delen av länet, medan riksskogstaxeringens punkter främst 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 av Åke Rühling, Växtekologiska avdelningen, Lunds universitet. De nationella proven från riksskogstaxeringen rensas och analyseras på samma ställen. Detta ger en kvalitetssäkring avseende behandling och analysering av proven och jämförbarhet mellan länsstyrelsens provtagning och den nationella provtagningen.

Alla prov har analyserats på metallerna arsenik, kadmium, krom, koppar, järn, kvicksilver, nickel, bly, vanadin och zink. Därtill har länsstyrelsens prov analyserats på aluminium, palladium, platina och volfram. Proven har torkats till konstant vikt vid 40°C och uppslutits i salpetersyra. Metallinnehållet har bestämts med ICP-teknik.

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

Resultat

Analysresultaten presenteras i tabell i bilaga 3 och på kartor i bilaga 4 - 16. 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 rapporten för år 1995.

Aluminium

Resultaten framgår av bilaga 3 och av karta bilaga 4.

Halterna av aluminium i väggmossan varierade mellan 168 µg/g och 1057 µg/g.

Medelvärdet var 517 µg/g med standardavvikelsen 247 µg/g.

Medianen var 477 µg/g.

Arsenik

Resultaten framgår av bilaga 3 och av karta bilaga 5.

Halterna av arsenik i väggmossan varierade mellan 0,10 µg/g och 0,44 µg/g.

Medelvärdet var 0,24 µg/g med standardavvikelsen 0,07 µg/g.

Medianen var 0,23 µg/g.

Medianvärdet i hela Sverige var 0,15 µg/g och i södra Sverige 0,19 µg/g.

Kadmium

Resultaten framgår av bilaga 3 och av karta bilaga 6.

Halterna av kadmium i väggmossan varierade mellan 0,14 µg/g och 0,68 µg/g.

Medelvärdet var 0,25 µg/g med standardavvikelsen 0,10 µg/g.

Medianen var 0,23 µg/g.

Medianvärdet i hela Sverige var 0,17 µg/g och i södra Sverige 0,22 µg/g.

Krom

Resultaten framgår av bilaga 3 och av karta bilaga 7.

Halterna av krom i väggmossan varierade mellan 0,51 µg/g och 3,66 µg/g.

Medelvärdet var 1,38 µg/g med standardavvikelsen 0,74 µg/g.

Medianen var 1,12 µg/g.

Medianvärdet i hela Sverige var 0,55 µg/g och i södra Sverige 0,79 µg/g.

Koppar

Resultaten framgår av bilaga 3 och av karta bilaga 8.

Halterna av koppar i väggmossan varierade mellan 3,44 µg/g och 14,34 µg/g.

Medelvärdet var 6,89 µg/g med standardavvikelsen 2,80 µg/g.

Medianen var 6,25 µg/g.

Medianvärdet i hela Sverige var 4,01 µg/g och i södra Sverige 4,7 µg/g.

Järn

Resultaten framgår av bilaga 3 och av karta bilaga 9.

Halterna av järn i väggmossan varierade mellan 166 µg/g och 1485 µg/g.
Medelvärdet var 610 µg/g med standardavvikelsen 363 µg/g.
Medianen var 481 µg/g.
Medianvärdet i hela Sverige var 185 µg/g och i södra Sverige 240 µg/g.

Kvicksilver

Resultaten framgår av bilaga 3 och av karta bilaga 10.
Halterna av kvicksilver i väggmossan varierade mellan 0,01 µg/g och 1,28 µg/g.
Medelvärdet var 0,09 µg/g med standardavvikelsen 0,19 µg/g.
Medianen var 0,05 µg/g.
Medianvärdet i hela Sverige var 0,017 µg/g och i södra Sverige 0,021 µg/g.

Nickel

Resultaten framgår av bilaga 3 och av karta bilaga 11.
Halterna av nickel i väggmossan varierade mellan 1,23 µg/g och 6,57 µg/g.
Medelvärdet var 2,89 µg/g med standardavvikelsen 1,46 µg/g.
Medianen var 2,39 µg/g.
Medianvärdet i hela Sverige var 1,15 µg/g och i södra Sverige 1,3 µg/g.

Palladium

Resultaten framgår av bilaga 3 och av karta bilaga 12.
Halterna av palladium i väggmossan varierade mellan 0,0 µg/g och 0,023 µg/g.
Medelvärdet var 0,0055 µg/g med standardavvikelsen 0,0055 µg/g.
Medianen var 0,0034 µg/g.

Bly

Resultaten framgår av bilaga 3 och av karta bilaga 13.
Halterna av bly i väggmossan varierade mellan 2,58 µg/g och 28,73 µg/g.
Medelvärdet var 7,46 µg/g med standardavvikelsen 4,48 µg/g.
Medianen var 6,40 µg/g.
Medianvärdet i hela Sverige var 4,33 µg/g och i södra Sverige 5,3 µg/g.

Vanadin

Resultaten framgår av bilaga 3 och av karta bilaga 14.
Halterna av vanadin i väggmossan varierade mellan 0,78 µg/g och 4,50 µg/g.
Medelvärdet var 2,24 µg/g med standardavvikelsen 0,82 µg/g.
Medianen var 2,12 µg/g.
Medianvärdet i hela Sverige var 1,18 µg/g och i södra Sverige 1,6 µg/g.

Volfram

Resultaten framgår av bilaga 3 och av karta bilaga 15.
Halterna av volfram i väggmossan varierade mellan 0,11 µg/g och 190,8 µg/g.
Medelvärdet var 7,3 µg/g med standardavvikelsen 31,4 µg/g.
Medianen var 0,74 µg/g.

Zink

Resultaten framgår av bilaga 3 och av karta bilaga 16.

Halterna av zink i väggmossan varierade mellan 25,7 µg/g och 129,0 µg/g.

Medelvärdet var 50,6 µg/g med standardavvikelsen 17,0 µg/g.

Medianen var 48,5 µg/g.

Medianvärdet i hela Sverige var 39,3 µg/g och i södra Sverige 46 µg/g.

Platina

Halterna var ej detekterbara i mossproven.

Skillnader inom länet

För att undersöka skillnader i halter inom länet har materialet delats in i två grupper, dels centrala punkter och dels perifera punkter. Med centrala punkter avses punkter inom Stockholm, Solna, Sundbyberg, Danderyd, Täby och Lidingö, samt vissa delar av Ekerö och Nacka. Ett fåtal punkter som varit svårplacerade i grupperna har uteslutits.

Analysresultaten från de centrala och perifera punkterna har behandlats statistiskt dels med en parametrisk test (t-test), dels med en icke-parametrisk test (Mann-Whitneys' 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 motsatta. 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. Det visar sig också att testerna endast i undantagsfall ger olika resultat (As, W) och i dessa fall är U-testen den mest pålitliga.

Det grundläggande mönstret är att de centrala provpunkterna har högre halter. Slutsatsen blir att för alla element utom arsenik, kadmium och palladium föreligger signifikant högre koncentrationer på de centralt belägna punkterna ($p < 0.05$). För aluminium, krom, koppar, järn, kvicksilver, nickel, vanadin och volfram är skillnaden trestjärnigt statistiskt signifikant ($p < 0.001$).

Beträffande bly och zink är medianerna för de centrala punkterna endast runt tio procent högre jämfört med de perifera ($p < 0.05$). Skillnaden mellan de aritmetiska medelkoncentrationerna är högre. Detta förklaras av att koncentrationerna skiljer sig avsevärt mellan olika punkter inom det centrala området, vilket framgår av kartorna. Även om bly generellt sett har minskat över tiden förekommer alltså öar centralt, med påtagligt högre koncentrationer. Enstaka, relativt sett högre koncentrationer, förekommer också utanför de centrala områdena.

Skillnaden mellan de centrala och perifera punkterna är att haltnivån för flertalet ämnen är 1,5 till 2,5 gånger högre i de centrala punkterna.

**Tabell 1. Jämförelse mellan centrala och perifera punkter 2000.
Mann-Whitney's U-test.**

Centrala	Al	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	Pd	V	W	Zn
N	20	21	21	21	21	21	21	21	21	20	21	20	21
Medel	642	0.263	0.251	1.90	8.84	877	0.154	4.01	8.64	0.007	2.75	13.2	56.9
Median	558	0.252	0.219	1.58	8.62	769	0.072	3.40	6.77	0.004	2.42	1.56	49.9
Perifera													
N	15	23	23	23	23	23	23	23	23	15	23	15	23
Medel	380	0.216	0.249	0.931	5.27	382	0.031	1.96	5.94	0.004	1.83	0.285	45.8
Median	357	0.222	0.236	0.940	4.52	350	0.031	1.81	6.00	0.003	1.78	0.229	45.6
U-test	0.001	0.090	0.920	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.027	0.299	0.001	0.001	0.032

Jämförelse mellan undersökningarna 1990, 1995 och 2000

Resultaten från år 2000 har jämförts med motsvarande från åren 1995 och 1990. Jämförelser mellan de tre provtagningstillfällena har gjort på flera olika sätt. Som ett första steg har ANOVA och Kruskal-Wallace använts. Dessa test ger i allmänhet samma resultat men eftersom extrema värden förekommer har icke-parametriska tester bedömts vara lämpligare. I de fall Kruskal-Wallace gav ett signifikant resultat har årsmedelvärden mellan de provtagna åren 1990-1995 samt 1995-2000 jämförts med Mann-Whitney's U-test.

Vid provtagningarna 1990, 1995 och 2000 har Länsstyrelsens punkter varit desamma. De punkter som provtagits inom riksskogstaxeringen har varierat efter vissa mönster som hör till den provtagningen. De centrala punkterna hör till Länsstyrelsens provtagningsnät, medan de perifera punkterna utgör en kombination av länsstyrelsepunkter och riksskogstaxeringspunkter.

Mellan 1995 och 2000 har halterna av krom, nickel, arsenik och järn ökat. Skillnaden är statistiskt signifikant. Halterna av bly minskade mellan åren 1990 till 1995, men har därefter inte förändrats med statistisk säkerhet. För ämnen som kadmium, koppar, vanaadin och zink varierar halterna mellan de olika provtagningsomgångarna, men de skillnader som finns är inte statistiskt säkerställda.

De statistiska testerna säger bara att skillnaden osannolikt har uppstått av en slump. Vilka faktorer och förhållanden som påverkat resultaten säger testerna inget om.

Tabell 2. Skillnaderna mellan resultaten från 1990, 1995 och 2000. Mann-Whitneys´ U-test.

	Alla	n	p	Centrala	n	p	Perifera	n	p
	Median			Median			Median		
Cd 1990	0.240	47		0.210	22		0.300	23	
Cd 1995	0.214	56	0.066	0.214	22	0.540	0.220	31	0.005
Cd 2000	0.225	47	0.722	0.219	21	0.304	0.236	23	0.702
Cr 1990	1.29	47		1.20	22		1.32	23	
Cr 1995	0.85	56	0.001	1.12	22	0.596	0.79	31	0.001
Cr 2000	1.12	47	0.001	1.58	21	0.005	0.94	23	0.016
Cu 1990	5.67	47		6.54	22		5.46	23	
Cu 1995	6.20	56	0.374	8.17	22	0.012	5.38	31	0.420
Cu 2000	6.26	47	0.856	8.62	21	0.538	4.52	23	0.224
Ni 1990	1.53	47		1.52	22		1.59	23	
Ni 1995	1.38	56	0.016	1.58	22	0.901	1.23	31	0.003
Ni 2000	2.39	47	0.001	3.40	21	0.001	1.81	23	0.001
Pb 1990	10.4	47		10.4	22		10.2	23	
Pb 1995	6.88	56	0.001	7.52	22	0.003	6.00	31	0.001
Pb 2000	6.40	47	0.693	6.77	21	0.667	6.00	23	0.696
V 1990	2.37	47		2.28	22		2.72	23	
V 1995	2.34	39	0.938	2.89	22	0.081	1.59	15	0.055
V 2000	2.12	47	0.185	2.42	21	0.635	1.78	23	0.760
Zn 1990	43.0	47		40.4	22		44.0	23	
Zn 1995	46.8	39	0.113	51.4	22	0.053	46.0	15	0.863
Zn 2000	48.5	47	0.652	49.9	21	0.551	45.6	23	0.936
As 1995	0.146	20		0.167	9		0.146	10	
As 2000	0.229	47	0.001	0.252	21	0.022	0.222	23	0.001
Fe 1995	310	39		446	22		224	15	
Fe 2000	481	47	0.001	769	21	0.001	350	23	0.001

Diskussion och kommentarer

Det förväntade förhållandet är att de centrala punkterna har högre halter än de perifera. Det visar sig stämma för metallerna aluminium, krom, koppar, järn, kvicksilver, nickel, bly, vanadin, volfram och zink. Metallerna arsenik, kadmium och palladium avviker från mönstret genom att de förekommer i halter som är relativt jämnt fördelade över länet. Detta tyder på att källor av betydande omfattning saknas i länet, och den bild som analyserna ger är ett mått på den storskaliga spridningen av metaller.

Bilden för palladium är något svårtolkad emedan metallen till exempel finns i bilarnas katalysatorer och borde emitteras främst i de tätt trafikerade delarna av länet. Den statistiska behandlingen ger som resultat att de centrala och de perifera punkterna inte skiljer sig åt med någon statistisk signifikans. Resultaten presenterade på färgkartorna ger en bild av att de högsta halterna förekommer centralt.

Det förväntade värdet när det gäller förändringen mellan åren är att halterna i väggmossan generellt borde vara på samma nivå eller i sjunkande. Med vissa variationer mellan åren stämmer detta för kadmium, koppar, bly, vanadin och zink. För bly inträffade den stora förändringen mellan 1990 och 1995, då halterna sjönk med en tredjedel.

För metallerna krom, nickel, arsenik och järn har dock halterna stigit mellan åren 1995 och 2000 enligt den statistiska analysen. Den utsläppsstatistik som finns att tillgå på nationell nivå är inte uppdaterad till år 2000 varför det är svårt att få några ledtrådar till resultaten. Den statistik som finns på regional nivå är heller inte tillräckligt fullständig för att ge ett bra underlag för en bedömning av vilka förändringar som skett under 1990-talet när det gäller metallutsläpp till luft. Generellt sett emitteras metaller från metallindustrier, från förbränning av sopor, kol och olja samt andra fossila bränslen. Därtill kan naturliga variationer förekomma på grund av erosion av jordskorpan, då till exempel järn och krom kan tillföras mosstäcket.

På europainivå finns utsläppsstatistik för ett ganska stort antal ämnen. För tungmetaller är ländernas rapportering dock ofullständig, vilket gör att den sammanställningen inte har gått att göra. Det är därför svårt att bedöma hur fjärrtransporten av tungmetaller kan ha förändrats under 1990-talet.

Halterna av krom var i sjunkande 1990 till 1995 i väggmossan, men har därefter stigit både centralt och perifert. Vid en mät punkt i Mjölsta, Norrtälje, där nedfallet mäts i nederbörden, var summan av nedfallet under åren 1993 - 1995 ungefär lika stor som under åren 1998 - 2000. För krom var 1999 ett år med högt nedfall via nederbörden. Om nedfallet under åren 1994 - 1995 jämförs med nedfallet under 1999 - 2000 så slår året 1999 igenom på nedfallsmängden som blir cirka 40 procent högre under åren 1999 - 2000. Krom kan förutom direkt emission till luften även emitteras via till exempel slitage av däck och vägbanor, och slitage av avgassystem. Via erosion av jordskorpan kan krom tillföras i varierande mängder till luft och vatten.

Halterna av nickel i väggmossan var i sjunkande mellan 1990 och 1995, men har därefter stigit kraftigt både centralt och perifert. Utsläpp av nickel är till exempel knutet till förbränning av olja. Slitage av däck och vägbanor bidrar även till emissionerna. Resultaten av mossanalyserna från hela Sverige visar att den generella förändringen mellan 1990 till 1995 var en minskning av halterna och därefter har halterna stigit något till år 2000. Inom denna generella bild inryms geografiska områden med kraftigt stigande halter, och då främst under perioden 1995 till 2000. Vid mätpunkten i Mjölsta, Norrtälje, var summan av nedfallet under åren 1993 - 1995 cirka 15 procent högre än under åren 1998 - 2000. Om nedfallet under 1994 - 1995 jämförs med 1999 - 2000 så var nedfallet under de två senaste åren däremot cirka tio procent högre.

Arsenik förekommer med en relativt jämn haltnivå över länet. Vid mätpunkten i Mjölsta har nedfallet av tungmetaller i nederbörden mätts sedan 1993. Där har nedfallet av arsenik under perioden 1993 till 2000 minskat i omfattning. Den minskningen framträder dock inte genom mossanalyserna.

Proven från hösten 2000 analyserades även på volfram, palladium, platina och aluminium. Palladium och platina förekommer till exempel i bilarnas katalysatorer. Volfram används till exempel för att hårdgöra metaller och ingår till exempel i borrar och slipverktyg och i bildäckens dubbar. Analyserna gjordes som en test på om dessa metaller sprids i miljön. Resultatet blev att platina inte kunde detekteras i mossproven. Volfram förekommer med högre halter i de centrala punkterna jämfört med de perifera punkterna. Palladium förekommer med något högre värden centralt i länet, men inte med en statistisk säkerställd skillnad.

Att utreda orsaken till de haltförändringar som konstaterats i väggmossan har inte ingått i detta arbete. De haltförhållanden och förändringar som redovisas ger dock anledning till att följa metallinnehållet i väggmossan, men även att följa förändringar i användning, förekomst och utsläpp av tungmetaller. Intransporten till länet kan vara en faktor som slår igenom om de egna utsläppen minskar i omfattning. Utöver de traditionella tungmetallerna ger analys av mossan en möjlighet att följa spridningen via luften av ett antal nya metaller.

Med många mättillfällen stiger säkerheten i bedömningar över tiden. Jämförelsen mellan de tre tillfällen som nu gjorts kan innehålla svårdefinierade fel. Mossundersökningarnas starkaste sida är att visa geografiska mönster. Vanligen bedöms halten i mossan beskriva de tre senaste årens nedfall. Som visats ovan för till exempel krom och nickel kan nedfallet variera mycket mellan enskilda år, vilket kan innebära att ett år med avvikande högt eller lågt nedfall inverkar oproportionerligt mycket när det gäller att beskriva trender i nedfallet genom mossanalyser.

Litteratur

Åke Iverfeldt, ed., Metals in the Urban and Forest Environment. Water, Air & Soil Pollution: Focus. Volume 1 / 2001.

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.

Naturvårdsverket, Statistiska centralbyrån. Naturmiljön i siffror 2000. Sjätte utgåvan.

Naturvårdsverket, Handbok för Miljöövervakning.

Notter, M., red.1993. Metallerna och miljön. Miljön i Sverige - tillstånd och trender (MIST). NV rapport 4135.

Rühling, Å. Tungmetallnedfallet i Östergötlands län 2000. Utgiven av Östergötlands Luftvårdsförbund.

Länsstyrelsen i Stockholms län 2002. Nedfall av tungmetaller och kvicksilver vid Mjölsta i Stockholms län 1993-2001. Publiceras 2003.

Bilagor

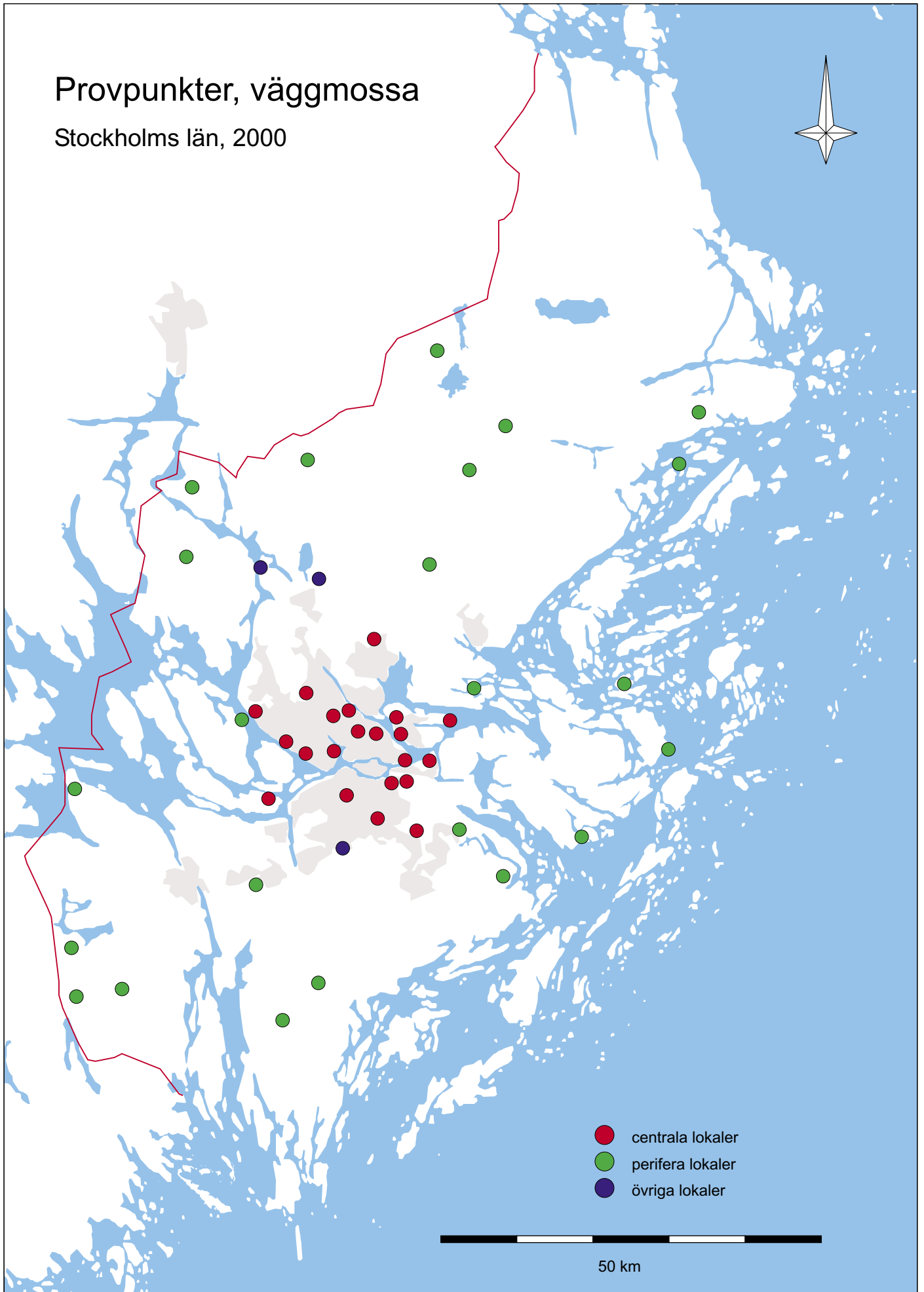
1.	Karta över provpunkterna 2000	22
2.	Koordinater för provpunkterna	23
3.	Resultattabeller	24

Kartor:

4.	Aluminium	26
5.	Arsenik	27
6.	Kadmium.....	28
7.	Krom	29
8.	Koppar	30
9.	Järn.....	31
10.	Kvicksilver	32
11.	Nickel	33
12.	Palladium	34
13.	Bly.....	35
14.	Vanadin.....	36
15.	Volfram	37
16.	Zink	38

Provpunkter, väggmossa

Stockholms län, 2000



Bilaga 2

Provpunkter för väggmossa i Stockholms län.

Koordinater för provpunkterna					
				2000	2000
Löpnr.	Nummer	Namn	Kommun	Handburen	GPS
1	2	Ekebyhov	Ekerö	6575508	1614742
2	3	Älvvik	Lidingö	6585797	1638595
3	5	Sticklinge	Lidingö	6586210	1631551
4	6	Djursholm	Danderyd	6590121	1628668
5	7	Gribbylund	Täby	6596492	1628628
6	9	Hagbyholm	Sigtuna	6616448	1604714
7	10	Arlanda	Sigtuna	6620032	1619886
8	11	Eggeby	Uppl. Väsby	6604406	1621380
9	13	Vaxön	Vaxholm	6590030	1641761
10	16	Sunnerby	Nynäshamn	65464	16166
11	18	Ensta	Botkyrka	65642	16131
12	19	Fårdala	Tyresö	6571453	1639831
13	21	Håbo Tibble	Uppl. Bro	6607300	1603941
14	37	Grimsta	Stockholm	6583007	1617059
15	38	Judarn	Stockholm	6581447	1619640
16	46	Nibbla	Ekerö	6585889	1611241
17	47	Flaten	Stockholm	6571300	1634212
18	48	Åva	Tyresö	6565315	1645580
19	54	Mjölsta	Norrtälje	6634398	1636917
20	64	Ulriksdal	Solna	6587107	1625296
21	65	Hagaparken	Solna	6584360	1626513
22	105	Råsta Gård	Sundbyberg	6586402	1623263
23	107	Högdalstoppen	Stockholm	6572907	1629085
24	108	Hammarbyhöjden	Stockholm	6577562	1630914
25	111	Nackanäs	Nacka	6577779	1632898
26	114	Solberga	Stockholm	6575950	1625010
27	115	Djurgården	Stockholm	6580569	1632689
28	116	Fiskartorpet	Stockholm	6584057	1628895
29	H/117	Sätra	Stockholm	65762	16197
30	C/118	Lövsta	Stockholm	6586986	1613037
31	G/119	Ullsundaberget	Stockholm	6581759	1623349
32	D/120	Baggeby	Lidingö	6584000	1632139
33	E/122	Akalla	Stockholm	65894	16197
34	A/125	Överenhörna	Södertälje	65768	15893
35	I/126	Sjödalen	Huddinge	65690	16245
36	L/127	Stora Envättern	Södertälje	6555912	1588853
37	M/128	Skarpö	Värmdö	65820	16673
38	N/129	Gällnö/Krokh.	Värmdö	65906	16615
39	O/130	Kårsta	Vallentuna	6618708	1641140

Bilaga 3

Tungmetallhalter i väggmossa i Stockholms län 2000.

Länsstyrelsens provpunkter

Sort: µg/g torrsvikt

Provyta	Kommun	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	V	Zn	Al	Pd	W
Ekebyhov	Ekerö	0,37	0,30	1,36	7,45	655	0,050	3,20	4,97	2,11	42,6	551	0,0003	1,32
Älvvik	Lidingö	0,20	0,17	1,28	6,70	564	0,059	2,80	6,33	2,18	39,3	504	0,0001	1,18
Sticklinge	Lidingö	0,21	0,18	1,30	7,40	600	0,054	3,27	6,97	2,35	49,9	444	0,0010	1,56
Djursholm	Danderyd													
Gribbylund	Täby	0,20	0,21	1,14	8,19	542	0,041	2,55	5,30	1,70	46,8	426	0,0041	0,82
Hagbyholm	Sigtuna	0,25	0,17	2,41	7,63	1196	0,040	4,47	7,10	3,60	59,9	1045	0,0071	0,17
Arlanda	Sigtuna	0,20	0,20	1,09	14,34	482	0,034	2,28	3,97	1,56	46,2	454	0,0030	0,28
Eggeby	Uppl. Väsby	0,12	0,17	0,72	4,26	299	0,019	1,60	3,06	1,05	31,8	284	0,0000	0,24
Vaxön	Vaxholm	0,14	0,14	0,60	4,40	268	0,041	1,36	3,33	1,09	27,7	207	0,0020	0,58
Sunnerby	Nynäshamn	0,21	0,50	0,73	4,52	327	0,020	2,03	5,83	1,65	48,7	270	0,0027	0,18
Ensta	Botkyrka	0,23	0,19	0,97	5,21	436	0,053	2,14	5,80	1,73	40,2	372	0,0025	0,50
Fårdala	Tyresö	0,22	0,26	1,19	6,99	513	0,042	2,46	5,50	2,02	49,8	488	0,0019	0,44
Håbo Tibble	Uppl. Bro	0,20	0,22	1,01	5,42	481	0,036	2,52	4,93	1,74	34,6	515	0,0034	0,20
Grimsta	Stockholm	0,27	0,21	1,58	11,03	769	0,033	3,40	28,73	2,42	48,7	550	0,0042	0,74
Judarn	Stockholm	0,17	0,25	0,95	6,02	440	0,091	2,30	4,13	1,51	43,0	341	0,0000	1,54
Nibbla	Ekerö	0,20	0,25	1,09	6,24	347	0,029	2,14	7,83	1,43	66,9	372	0,0025	0,40
Flaten	Stockholm	0,18	0,21	1,16	6,26	441	0,064	2,62	5,90	1,74	55,0	417	0,0006	1,14
Åva	Tyresö	0,22	0,39	0,85	4,63	365	0,041	2,28	6,83	2,12	43,4	357	0,0054	0,50
Mjölsta	Norrtälje	0,14	0,24	0,53	3,72	238	0,009	1,48	3,60	1,08	46,2	237	0,0000	0,14
Ulriksdal	Solna	0,18	0,15	1,77	9,82	903	0,068	3,63	5,40	2,33	39,3	596	0,0070	1,56
Hagaparken	Solna	0,19	0,22	1,75	8,74	837	0,067	3,67	6,67	2,66	75,4	547	0,0027	190,80
Råsta Gård	Sundbyberg	0,25	0,32	2,74	12,25	1459	0,099	5,57	8,60	3,33	91,0	937	0,0107	2,42
Högdalstoppen	Stockholm	0,39	0,32	3,66	10,58	1349	0,350	6,50	11,77	3,67	62,8	800	0,0137	10,67
Hammarbyh..	Stockholm	0,32	0,20	3,12	8,62	1485	0,197	6,03	10,23	4,07	48,5	1011	0,0174	6,85
Nackanäs	Nacka	0,19	0,24	1,45	7,68	646	0,115	3,37	6,13	2,35	49,4	477	0,0016	2,86
Solberga	Stockholm	0,44	0,25	2,94	10,51	1472	1,283	6,57	11,27	4,50	52,0	981	0,0162	28,40
Djurgården	Stockholm	0,25	0,22	1,97	9,35	927	0,109	4,57	7,83	3,37	54,5	652	0,0088	3,40
Fiskartorpet	Stockholm	0,28	0,29	2,41	10,89	1152	0,146	5,67	12,37	3,40	62,7	825	0,0230	3,69
Sätra	Stockholm													
Lövsta	Stockholm	0,40	0,68	2,93	14,20	1253	0,072	5,63	11,43	3,60	129,0	1057	0,0144	0,69
Ulvundaberget	Stockholm	0,24	0,19	1,83	8,85	870	0,101	3,97	8,10	2,71	48,9	561	0,0091	3,27
Baggeby	Lidingö	0,27	0,29	1,57	6,29	713	0,051	3,26	5,83	2,41	44,8	554	0,0042	1,06
Akalla	Stockholm	0,23	0,15	1,55	7,27	684	0,062	3,26	6,77	2,21	57,0	599	0,0027	0,72
Överenhörna	Södertälje	0,10	0,14	0,51	3,44	166	0,011	1,23	2,58	0,78	25,7	168	0,0026	0,12
Sjödalen	Huddinge	0,19	0,20	1,12	5,92	471	0,075	2,39	21,93	1,75	46,8	309	0,0063	2,10
Stora Envättern	Södertälje	0,23	0,23	0,99	5,26	358	0,053	2,04	6,00	1,75	48,9	374	0,0053	0,11
Skarpö	Värmdö	0,23	0,24	0,82	3,89	308	0,036	1,75	5,30	1,88	30,2	332	0,0107	0,23
Gällnö/Krokh.	Värmdö	0,19	0,24	0,64	3,69	234	0,022	1,60	6,33	1,78	39,9	212	0,0051	0,23
Kårsta	Vallentuna	0,19	0,24	0,64	3,98	288	0,019	1,76	5,00	1,46	42,2	297	0,0018	0,21

Bilaga 3

Tungmetallhalter i väggmossa i Stockholms län 2000.

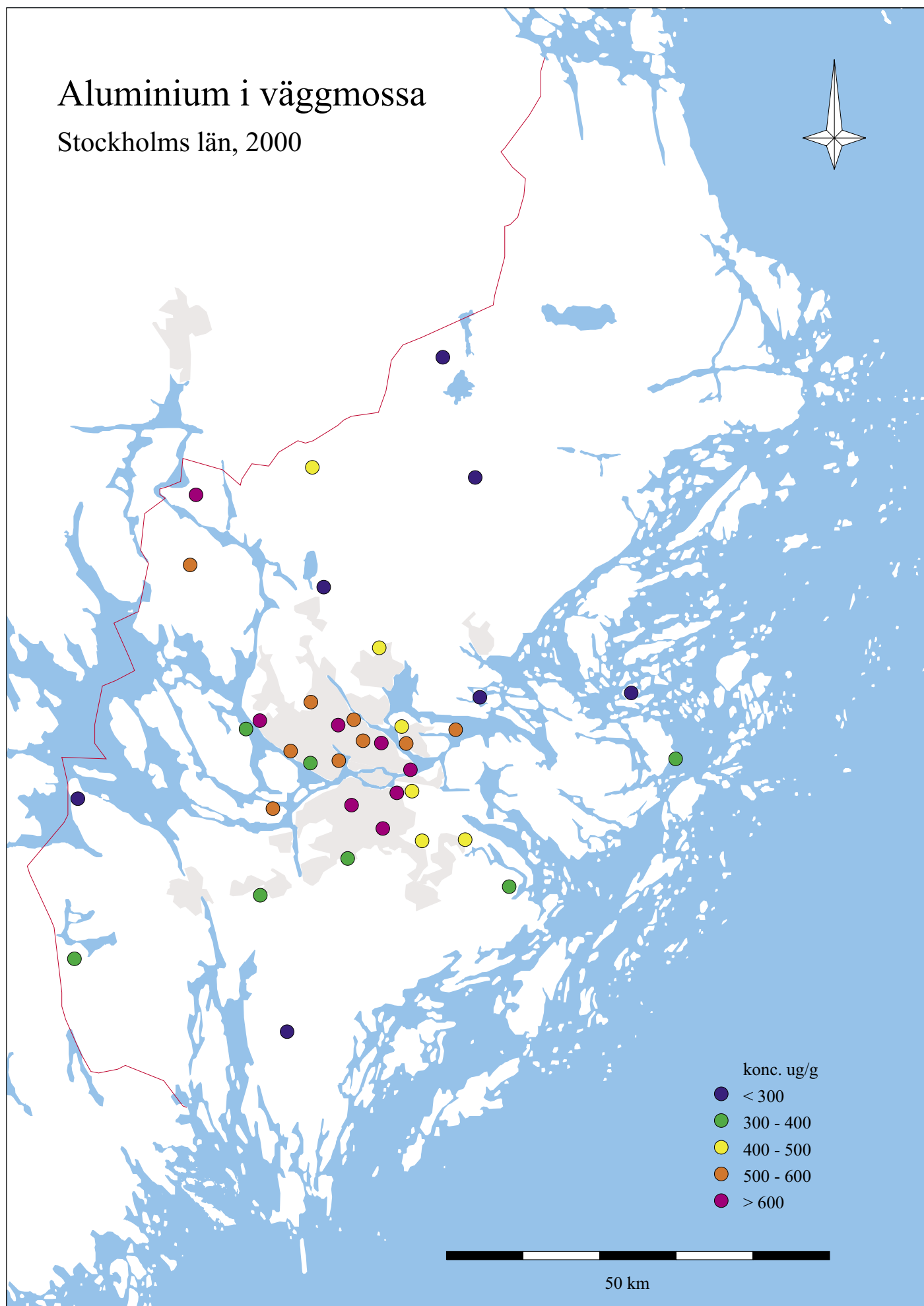
Riksskogstaxeringens provpunkter.

Sort: µg/g torrsvikt

Kommun	Y	X	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	V	Zn
Upplands-Väsby	1613700	6605900	0,387	0,190	1,51	9,76	731	0,071	2,73	7,57	2,83	52,1
Vallentuna	1635900	6606300	0,211	0,183	1,06	6,21	350	0,022	1,41	4,63	1,72	46,4
Värmdö	1655900	6570500	0,228	0,200	0,94	4,45	295	0,031	1,81	7,10	1,92	32,4
Södertälje	1589500	6549500	0,241	0,250	0,87	4,19	365	0,030	1,69	6,17	1,85	52,6
Södertälje	1595500	6550500	0,297	0,236	0,98	4,44	366	0,021	1,39	11,13	2,12	45,4
Nacka	1635900	6580500	0,274	0,235	1,54	7,48	648	0,113	2,39	6,67	3,08	54,4
Norrtälje	1645900	6624500	0,318	0,250	0,94	5,92	402	0,045	1,85	7,33	2,29	45,6
Norrtälje	1668700	6619500	0,249	0,220	0,64	4,61	259	0,031	1,57	7,10	2,15	72,2
Norrtälje	1671300	6626300	0,229	0,410	0,94	3,93	394	0,034	2,38	6,40	2,26	64,1
Nynäshamn	1621300	6551300	0,230	0,325	0,98	4,10	343	0,017	1,42	6,73	2,04	44,9

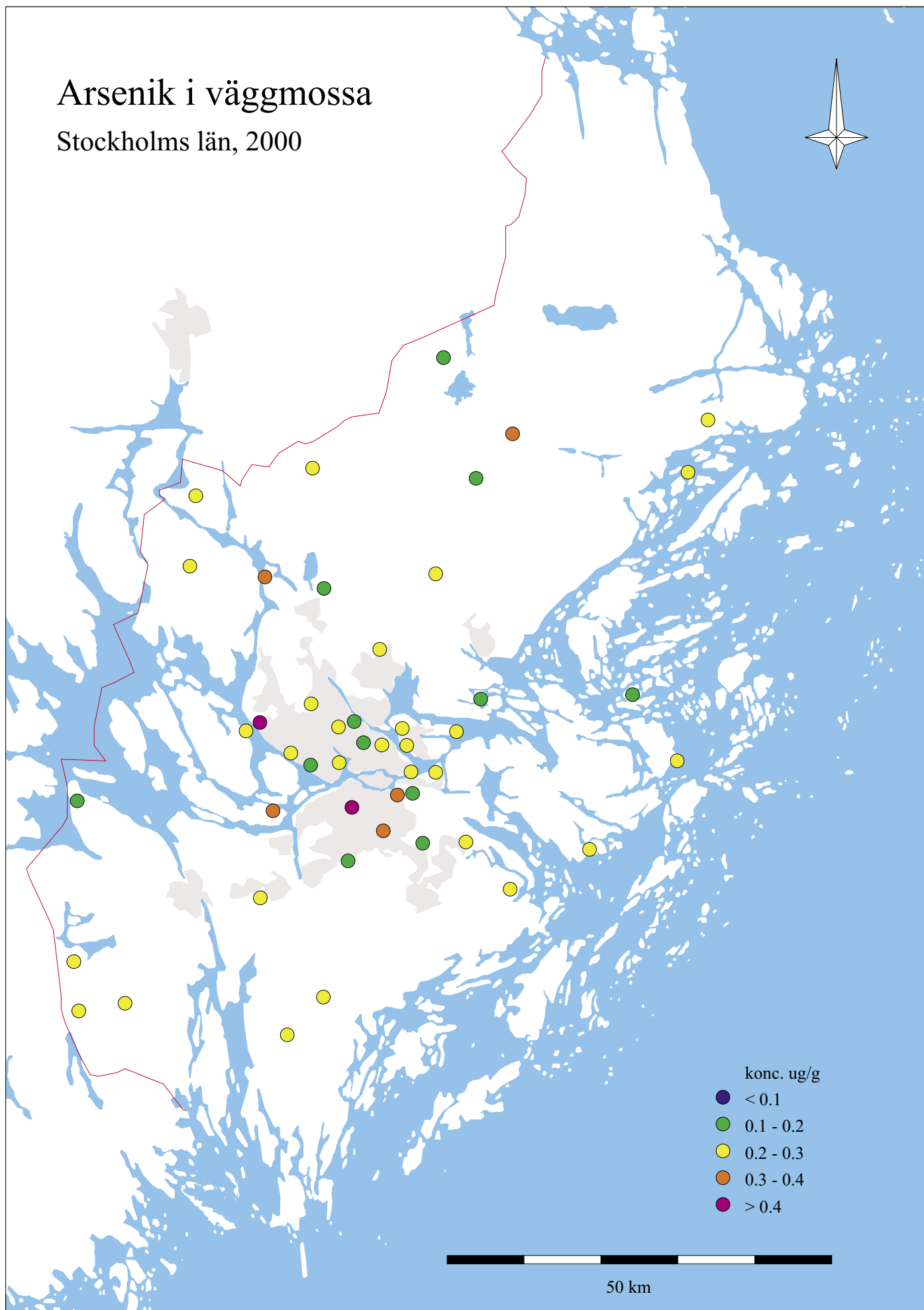
Aluminium i väggmossa

Stockholms län, 2000



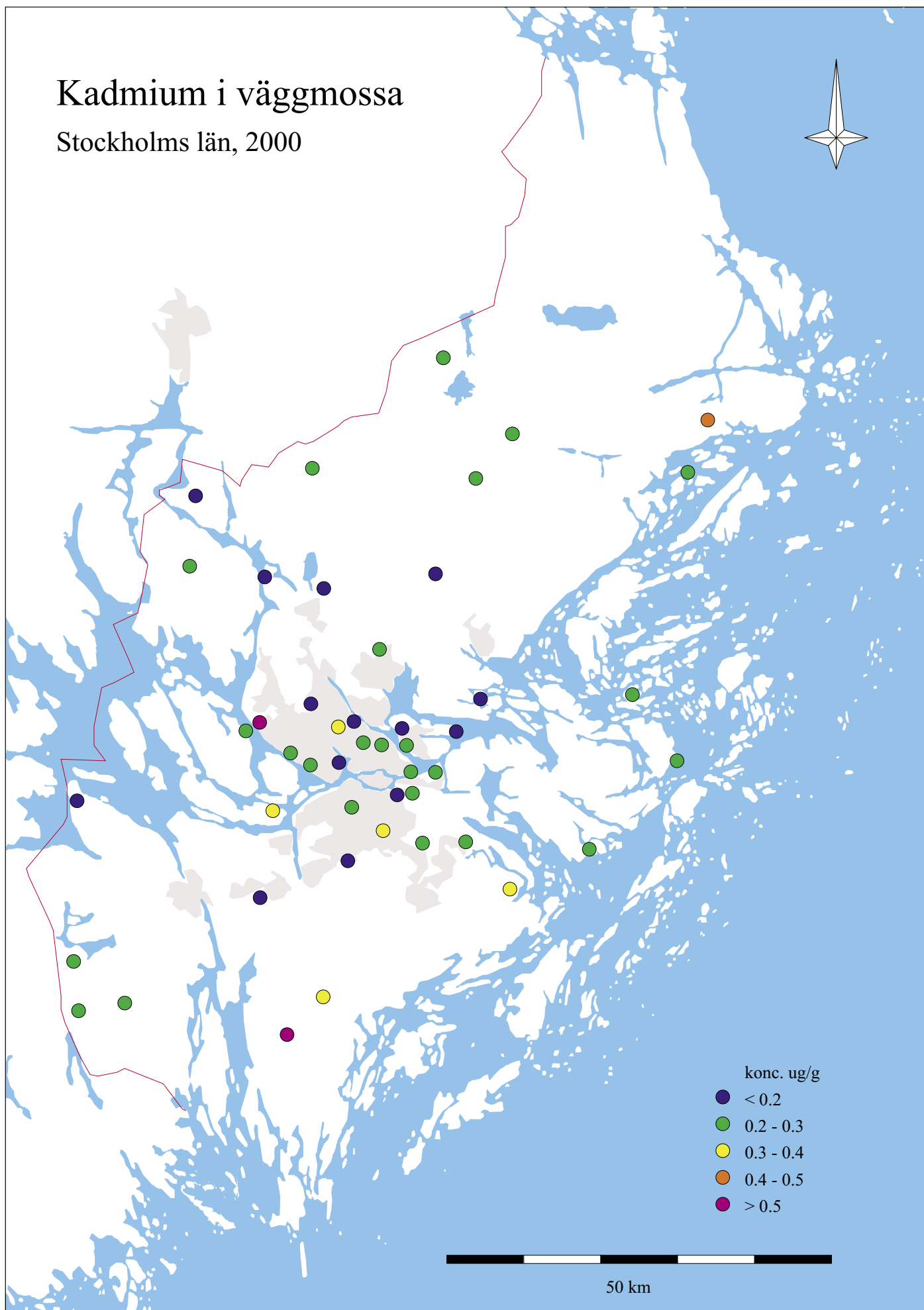
Arsenik i väggmossa

Stockholms län, 2000



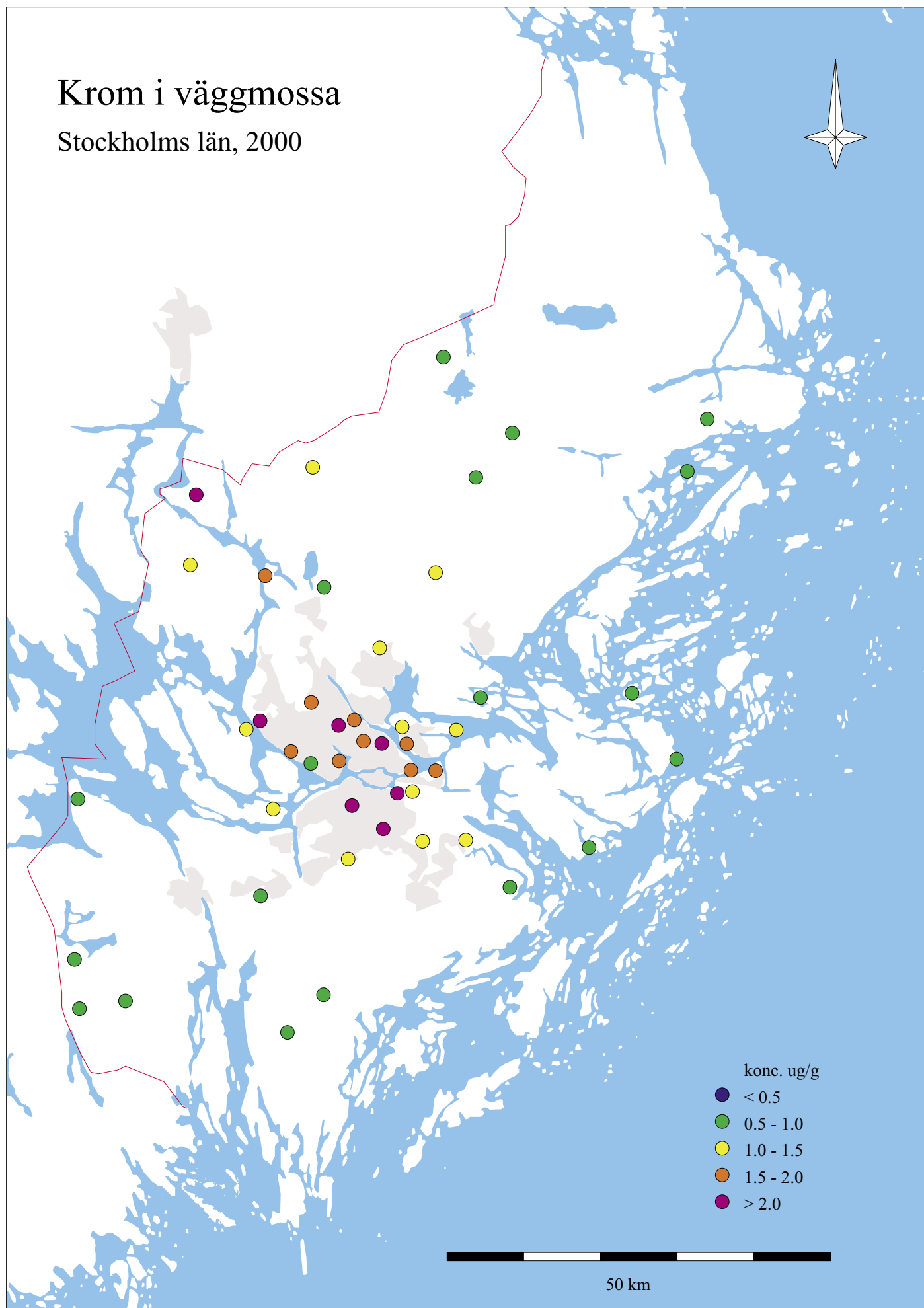
Kadmium i väggmossa

Stockholms län, 2000



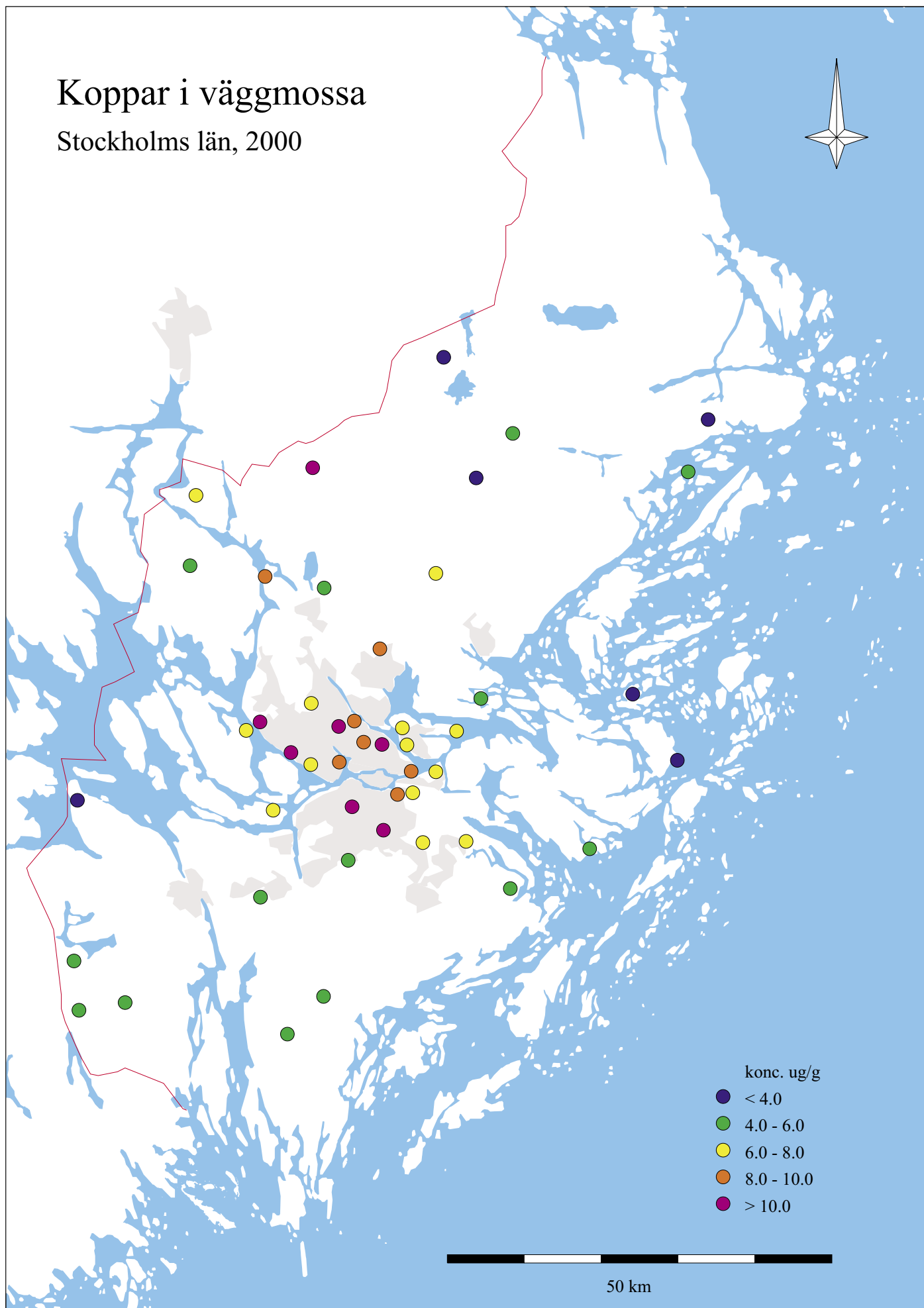
Krom i väggmossa

Stockholms län, 2000



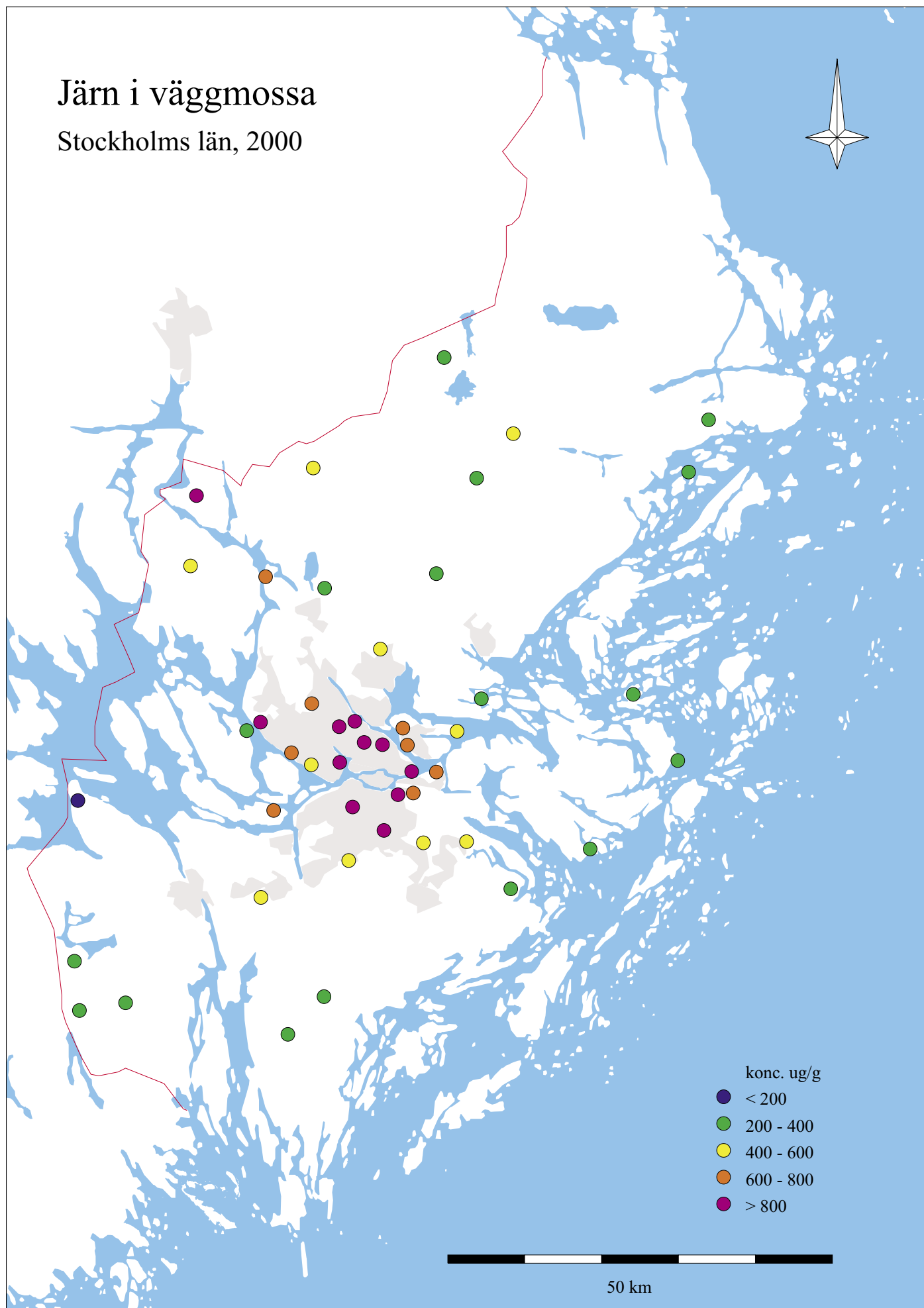
Koppar i väggmossa

Stockholms län, 2000



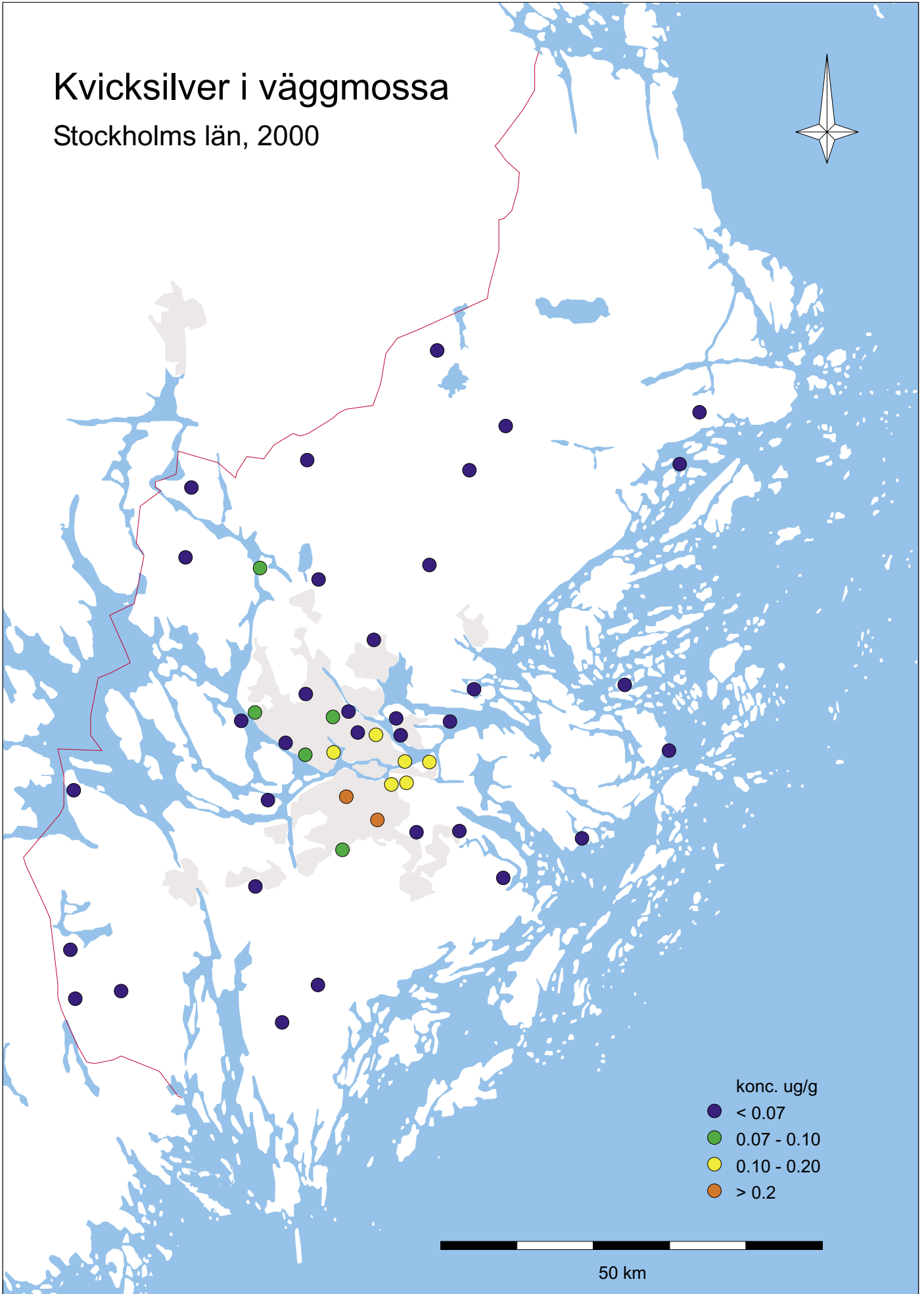
Järn i väggmossa

Stockholms län, 2000



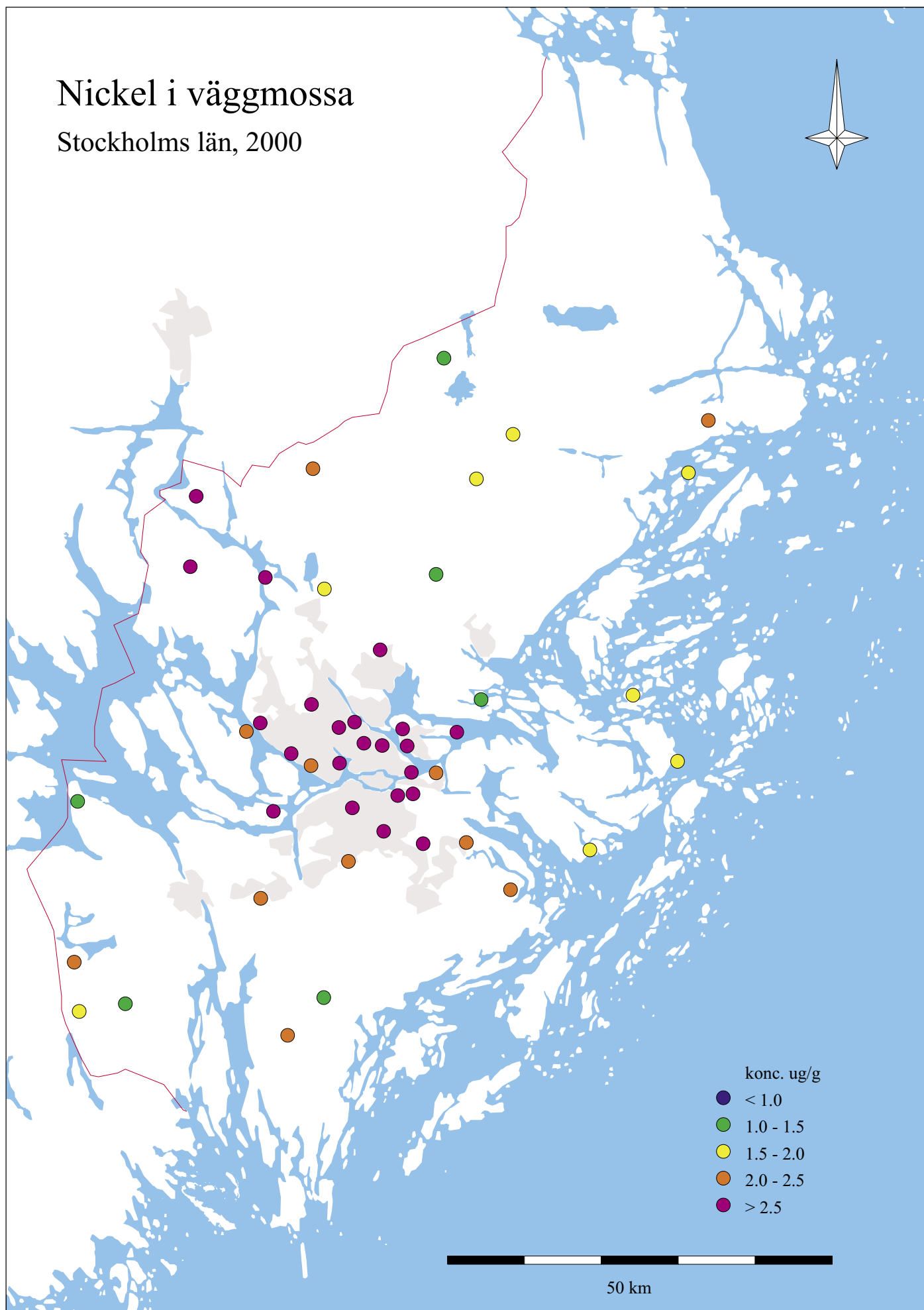
Kvicksilver i väggmossa

Stockholms län, 2000



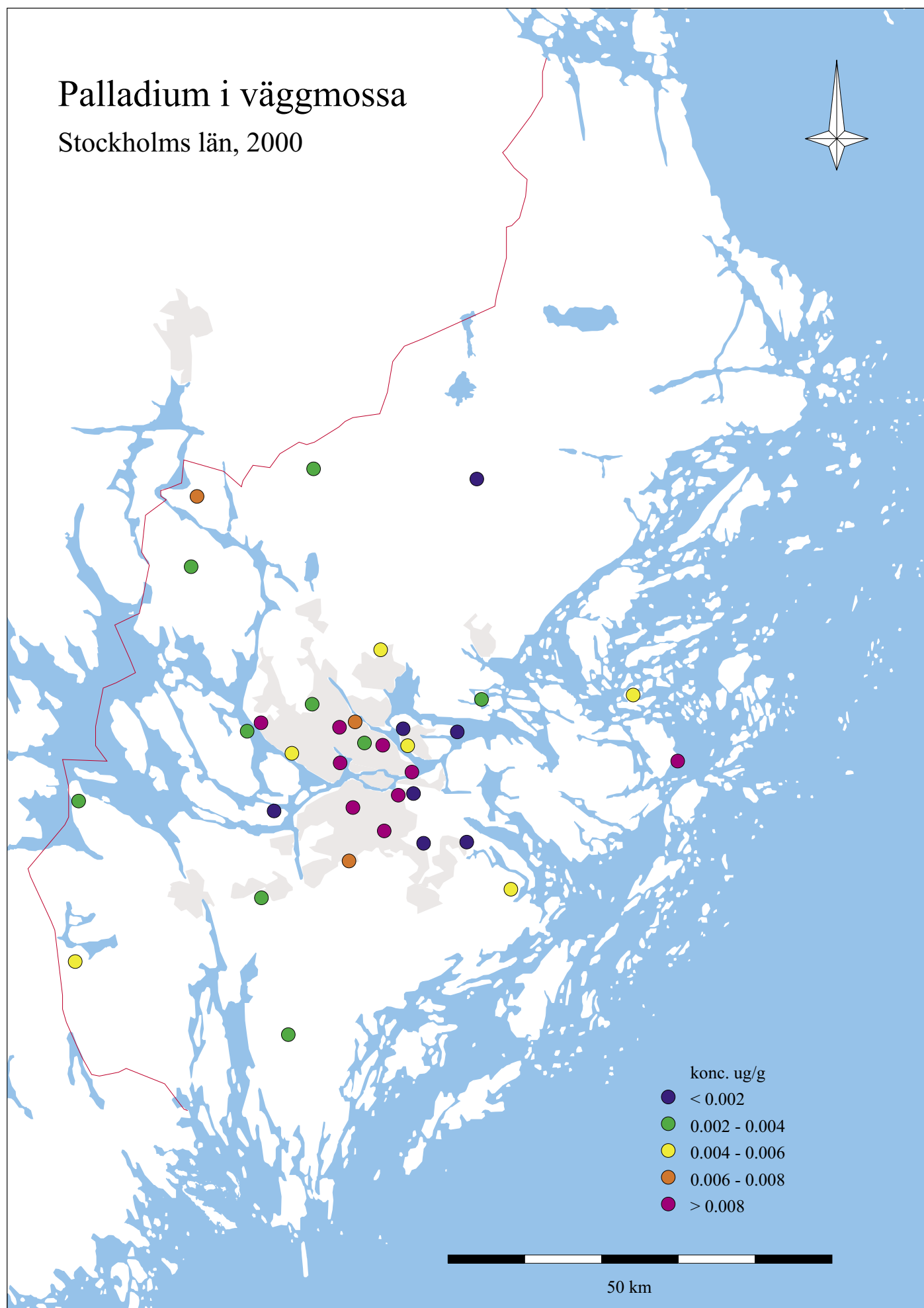
Nickel i väggmossa

Stockholms län, 2000



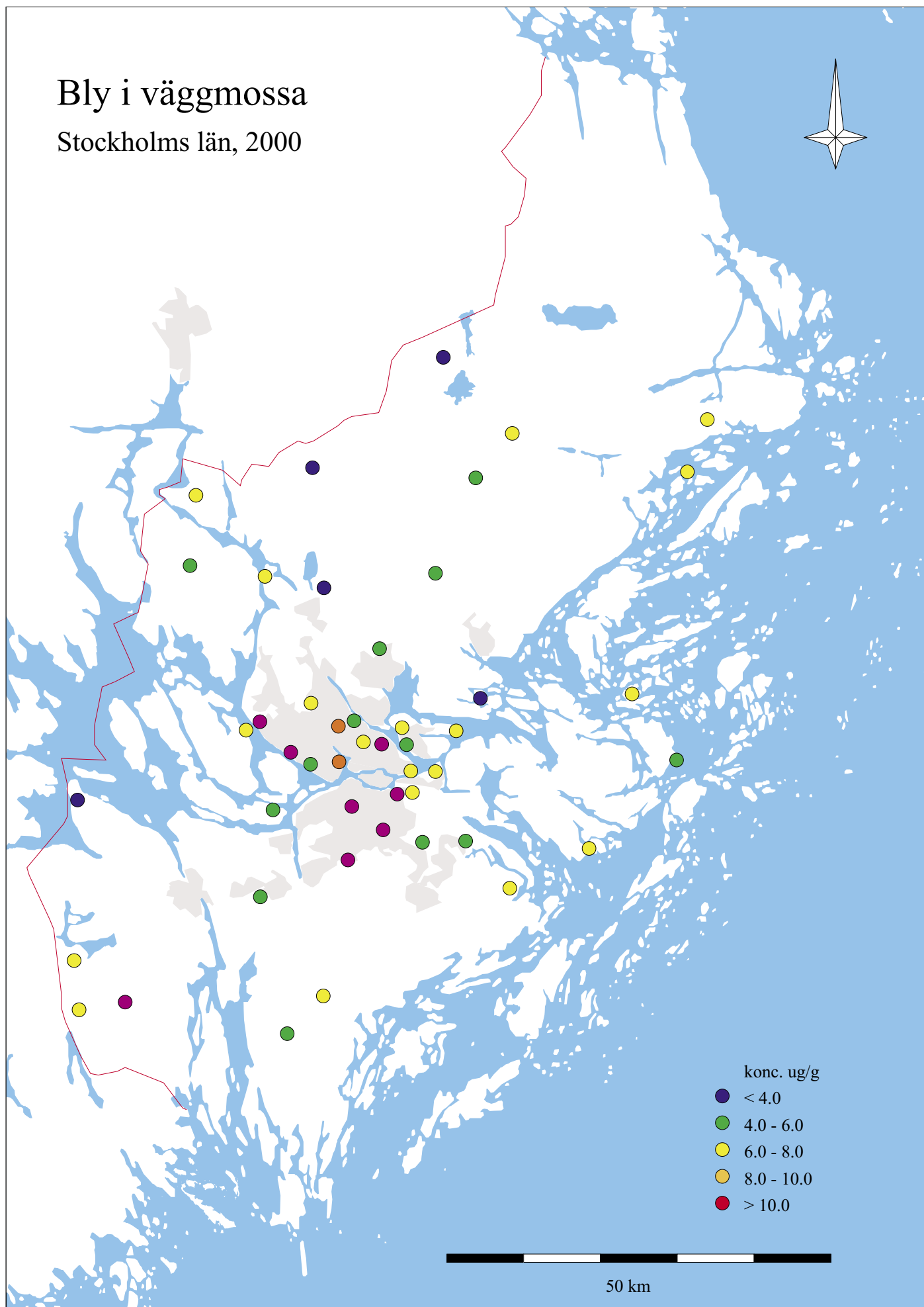
Palladium i väggmossa

Stockholms län, 2000



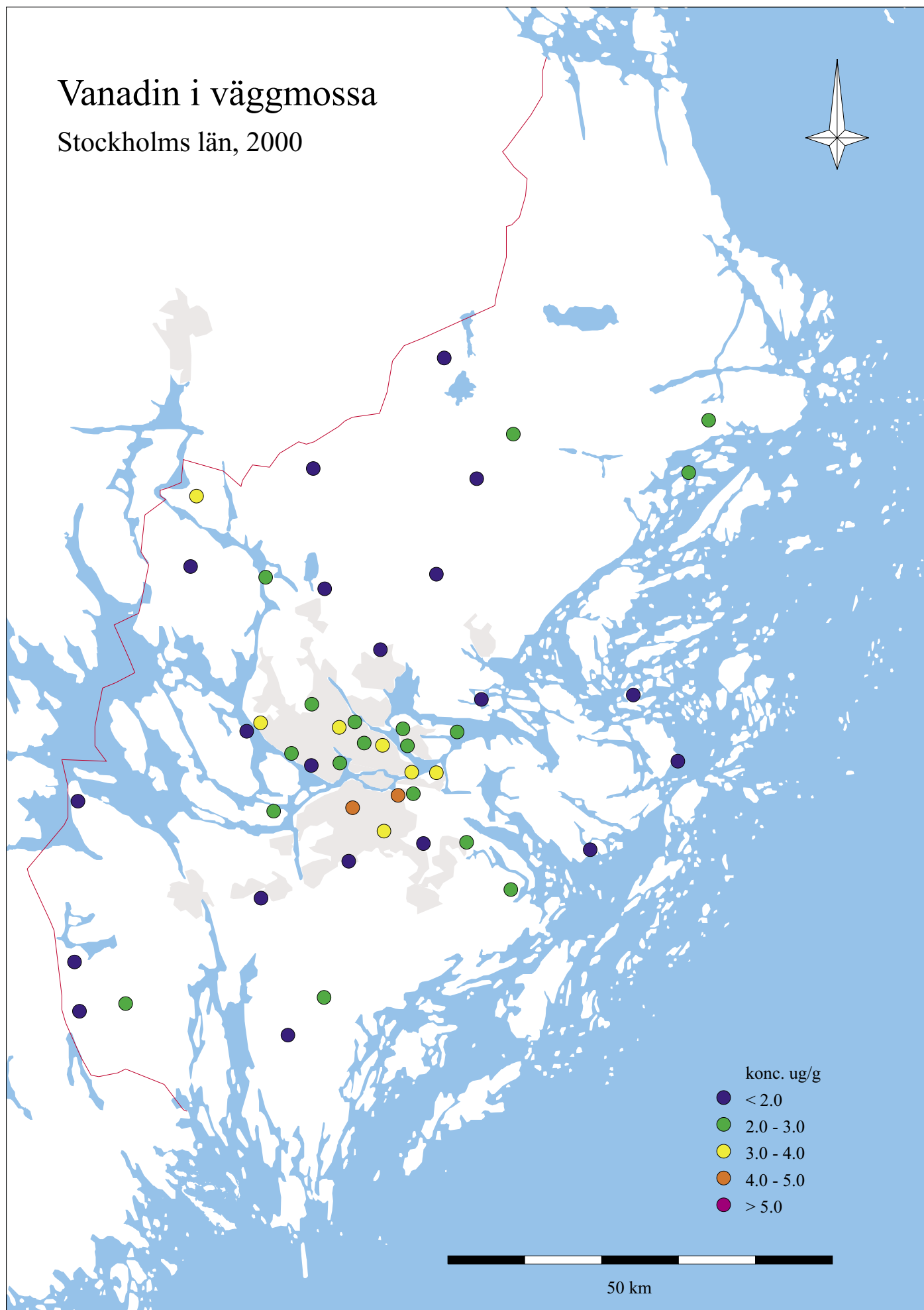
Bly i väggmossa

Stockholms län, 2000



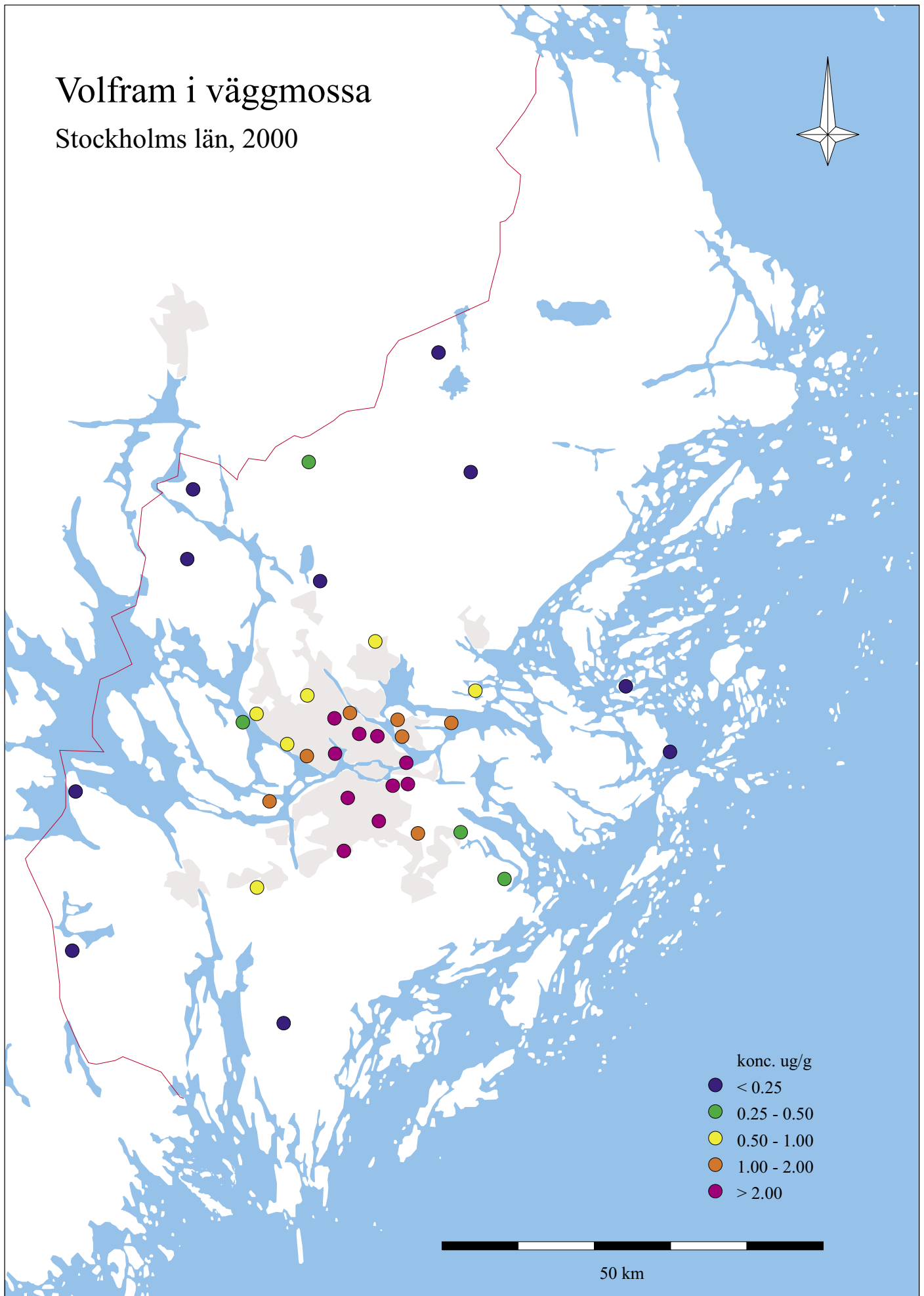
Vanadin i väggmossa

Stockholms län, 2000



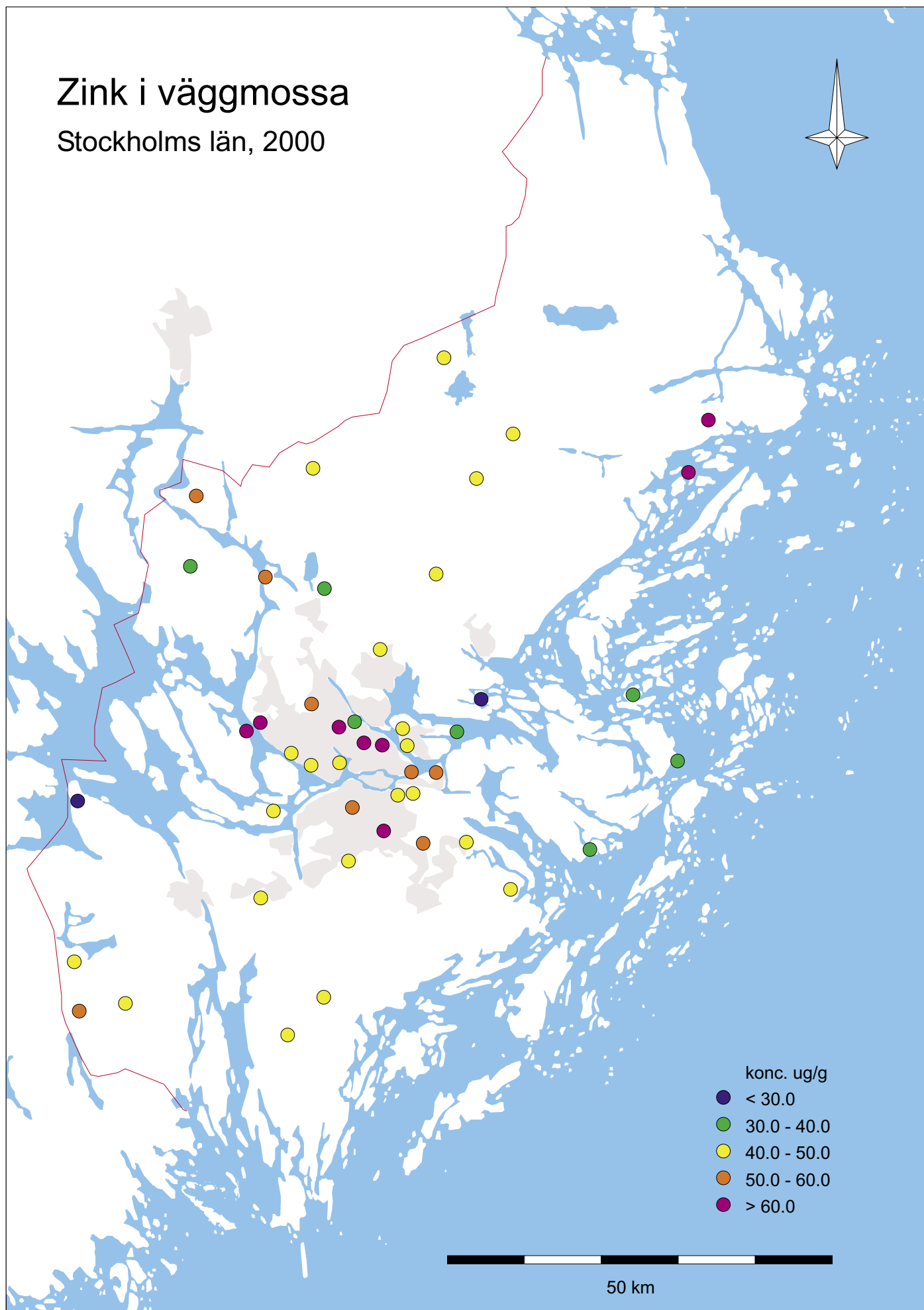
Volfram i väggmossa

Stockholms län, 2000



Zink i väggmossa

Stockholms län, 2000



Länsstyrelsens rapportserie

Tidigare utkomna rapporter under 2003

01. Integration i kommunerna - en mångfald av arbetssätt och förutsättningar, *socialavdelningen*
02. Förorenade områden - Färgindustrin, *miljö- och planeringsavdelningen*
03. Luftföroreningar i Stockholms län - Resultat t.o.m. september 2001, (*finns endast som pdf*), *miljö- och planeringsavdelningen*
04. Bostadssubventioner - volymer och bidragsunderlag, helårsöversikt 2002, *socialavdelningen*
05. Skyddsvärda grundområden i Svealands skärgårdar, *miljö- och planeringsavdelningen*
06. Förorenade områden - Bekämpningsmedelstillverkare och sprängämnestillverkare, *miljö- och planeringsavdelningen*
07. Samlad redovisning av förslagen till infrastrukturplaner för Stockholm - Mälarregionen, *avdelningen för regional utveckling*
08. Förorenade områden - Träimpregneringsbranschen. En inventering av potentiellt förorenade områden i Stockholms län, *miljö- och planeringsavdelningen*
09. Den öppna missbruksvården i Stockholms län - en kartläggning, *socialavdelningen*
10. Besökare i naturreservat - metodstudie och resultat av en enkätundersökning i Stockholms län 2002, *miljö- och planeringsavdelningen*
11. Nedfall av tungmetaller och kvicksilver - resultat från mätningarna vid Mjölsta i Stockholms län åren 1993-2001, *miljö- och planeringsavdelningen*
12. Tungmetaller i väggmossa i Stockholms län - Provtagning 2000, *miljö- och planeringsavdelningen*

Denna rapport beskriver tungmetallhalter i väggmossa i Stockholms län år 2000. Liknande undersökningar genomfördes 1995 och 1990 och resultaten från de tre tillfällena jämförs med varandra.

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

Det generella mönstret med högre halter vid de centrala punkterna i länet kvarstår för de flesta metaller. Trenden mellan åren 1995 och 2000 har varit oförändrad för flertalet metaller, och stigande för fyra metaller.

Länsstyrelsen avser att följa förändringen av metallhalter i väggmossa i länet med provtagning vart femte år. Resultaten ger ett allmänt mått på spridning och nedfall av tungmetaller.