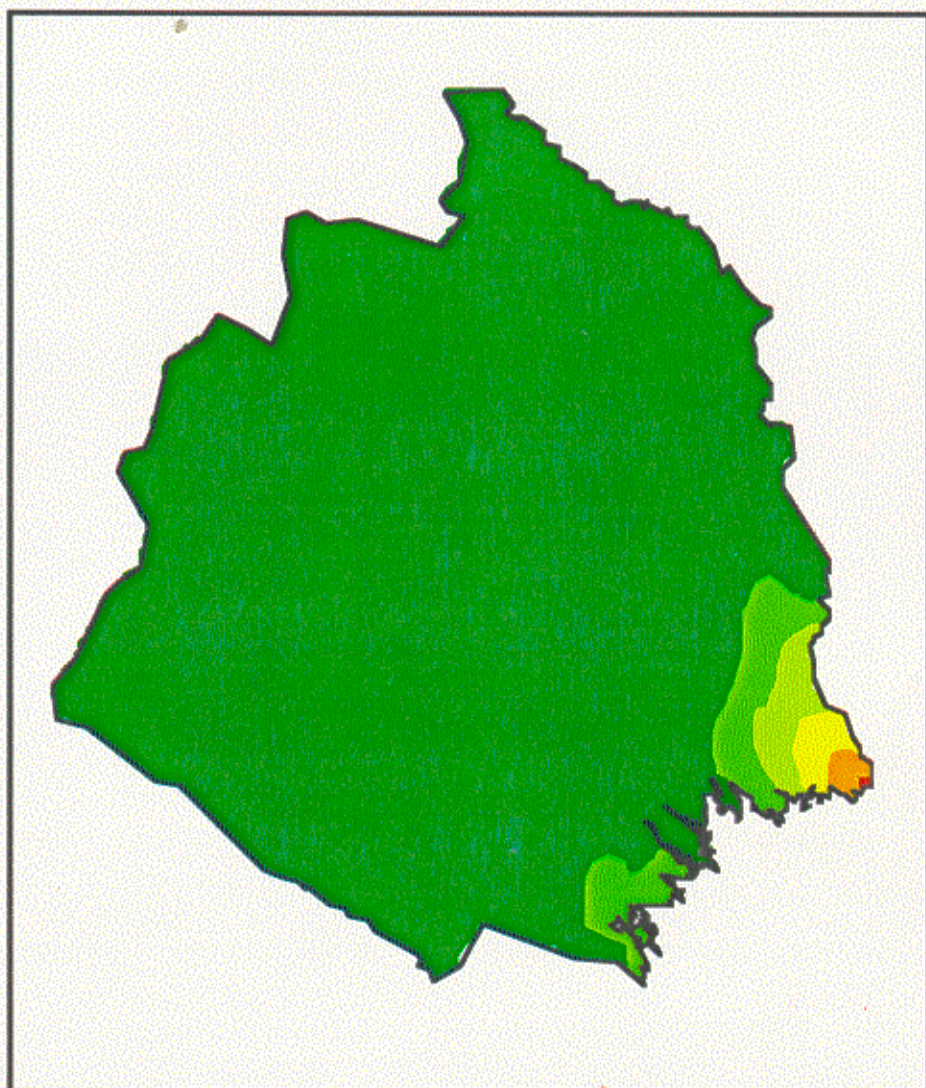


Atmosfäriskt nedfall av tungmetaller kring Haparanda 1987 - 1995



LÄNSSTYRELSEN
I NORRBOTTENS LÄN
RAPPORTSERIE
NUMMER 4/1998



HAPARANDA KOMMUN

INNEHÅLL

INLEDNING	3
BAKGRUND	4
SYFTE	5
METALLNEDFALL MÄTT GENOM ANALYS AV MOSSOR	7
Provtagning	7
Analys	7
Resultat av den yttäckande undersökningen 1987	8
Resultat av undersökningarna på fasta provytor	15
TUNGMETALLER I MARKEN	16
Provtagning	16
Analys	16
Resultat	16
MARKENS BIOLOGISKA AKTIVITET	20
TUNGMETALLER I BÄR OCH SVAMP	21
Metodik	21
Resultat	21
ÖVERSIKTLIG VEGETATIONSBESKRIVNING	24
SAMMANFATTNING AV RESULTATEN	26
BEDÖMNING AV FÖRORENINGSSITUATIONEN	28
TIDSUTVECKLINGEN	29
TABELLER	34

Inledning

Miljösituationen inom Haparanda kommun har sedan 1970-talets början uppmärksamats alltmer p g a den tunga industrins utveckling nära riksgränsen. Indikationer på ökad nedsmutsning via luften har konstaterats och det faktum att stålindustrin i Röyttä vid Torneå saknat utsläppsgränser för sina luftutsläpp fram till 1989 har oroat befolkningen. I de rikstäckande mosskarteringarna som startades 1970 framträdde också genom åren en allt tydligare bild över en ökad belastning av framför allt krom i norra Bottenvikens kustzon.

Länsstyrelsen och kommunen beslutade 1986 att bevilja medel för en långsiktig undersökning av föroreningsituationen i kommunen. Målet med undersökningen skulle vara att kartlägga storleken av det påverkade området, dess förändring under en tidsperiod, och att se om det förekom några biologiska effekter av föroreningarna.

Denna rapport är en sammanfattning av utförda undersökningar. Arbetet har sin tyngdpunkt i undersökningar åren 1987-1989. Under 1980-talets slut gjorde Outokumpu OY betydande investeringar i utrustning för att rena luftutsläppen. För att följa effekterna av dessa på miljön i Haparanda utfördes därför en uppföljande undersökning 1995. Det samlade resultatet redovisas i denna rapport.

Undersökningen har utförts av Åke Rühling, IVL/Ekologiska institutionen, Universitet i Lund, på uppdrag av dåvarande miljö- och hälsoskyddsnämnden, nuvarande samhällsbyggnadsnämnden, i Haparanda kommun som också svarat för projektledning.

Bakgrund

Området kring Haparanda har under de senaste årtiondena utsatts för en betydande belastning av luftspridda luftföroreningar. De har främst sitt ursprung i utsläpp ut från det finska företaget Outokompos stål- och ferrokromverk i Torneå, bara någon kilometer från den svenska gränsen.

Det var först efter 1976 som utsläppen från stålverket började bli betydande. Stoftutsläppet uppgick år 1983 till drygt 1300 ton varav ca 250 ton utgjordes av krom. Under slutet av 1980-talet var kromutsläppet ungefär en tiondel av detta värde och var 1995 ungefär 15 ton per år.

Det aktuella nedfallet av tungmetaller i Sverige har undersökts vart femte år sedan 1970 genom att analysera metallinnehållet i skogsmossor. Undersökningarna har sedan utökats till att omfatta hela Skandinavien. Haltnivåerna i landet har över lag visat en sjunkande tendens sedan detta slags undersökningar påbörjades. Den rikstäckande undersökningen av metallhalter i skogsmossor 1975 visade en svag antydning till förhöjda kromhalter nära Haparanda. Då undersökningen upprepades 1980 framträdde betydligt högre kromhalter och en fortsatt ökning kunde konstateras 1985. Förhöjningen hade sin grund i att allt större mängder krom släpptes ut från stål- och ferrokromverket i Torneå. Då de lokala undersökningarna kring Haparanda inleddes var kromhalterna i mossorna på öarna närmast utanför Haparanda flera hundra gånger högre än medelvärdet för Norrland. Haltförhöjningen var märkbar inte bara närmast Haparanda utan flera mil in i Norrbotten.

Olika biologiska processer i marken bidrar till att döda växt- och djurdelar bryts ned och omvandlas på sådant sätt att näringsämnena i dem på nytt kan tillgodogöras i produktionen av biomassa. Särskilt viktiga ämnen är kväve och fosfor som det ofta råder brist på i naturen. För att dessa ämnen skall överföras till en form så att de åter kan tas upp av t ex växterna svarar främst utomcellulära enzym samt svampar och bakterier. Dessa nedbrytningsprocesser kan emellertid allvarligt störas av tungmetaller som inaktiverar enzymen.

Vid mätningar kring metallemitterande industrier har för de flesta metaller negativa effekter kunnat påvisas när markens metallbelastning varit förhöjd ca 5 till 10 gånger. När belastningen stigit till ca 100 gånger har enzymaktiviteten reducerats till ungefär hälften. Krom har dock visat sig ha en svagare effekt på markprocesserna än många andra metaller, och bl a en undersökning vid Avesta visade på att en 50 gånger förhöjd krombelastning endast reducerade markaktiviteten med 10% medan den gick ned med ca 20% vid 100 gånger förhöjd belastning.

Syfte

Belastningen av bly, järn, kadmium, krom, mangan, molybden, nickel, vanadin och zink har undersökts inom Haparanda kommun. Syftet med undersökningarna har varit att ge en översiktlig bild av tungmetallnedfallets geografiska fördelning inom området och möjliggöra framtida studier av metallnedfallets förändring. Dessutom har avsikten varit att få en uppfattning om fördelningen av tungmetaller i skogsmark, dess effekter på markens nedbrytningsprocesser, upptagning i bär och svamp samt eventuella påverkan på vegetationens sammansättning.

För att närmare belysa effekterna och omfattningen av metallnedfallet har följande delundersökningar utförts:

- Det aktuella tungmetallnedfallet har följts genom att analysera metallinnehållet i mossor från fasta provtytor.
- Tungmetallmängden i markens ytskikt har mätts.
- Tungmetallernas tillgänglighet och fördelning i djupled i marken har studerats.
- Den biologiska aktiviteten i markens ytskikt har undersökts.
- Metallhalter i bär och svamp har mätts.
- En orienterande vegetationsbesiktning har utförts.

Undersökningen av det aktuella nedfallet har gjorts genom att analysera metallinnehållet i skogsmossor. Med samma metodik, men med glesare provnät, har vart femte år likartade undersökningar, som täcker hela Skandinavien utförts. Den använda metoden grundar sig på mossornas egenskap att ta upp metaller nästan uteslutande från luften men ej från det underlag de växer på. Deras metallinnehåll speglar därigenom tillförseln från luften.

För att få ett mått på hur stor mängd tungmetaller som ansamlats i marken har det totala metallinnehållet analyserats i måren, dvs markens organiska skikt i barrskog.

Orienterande studier över metallhalter i bär och svamp har utförts för att få en uppfattning om någon hälsorisk kunde föreligga. En beskrivning över vegetationens sammansättning och eventuella skador gjordes i de mer belastade områdena som en grund för att kunna följa förändringar i framtiden.

Undersökningarna har till största delen utförts inom ett antal fasta provtytor. De har valts med tanke på att de från mark- och vegetationssynpunkt skall vara så lika varandra som möjligt, och dessutom så belägna att de sannolikt kan användas för upprepade undersökningar under kommande år. De ursprungliga provtytorna har sedermera kompletterats med flera nya, främst i det för luftföroreningar hårt utsatta skärgårdsområdet sydväst om stålverket.

Den första specialundersökningen utfördes 1987 och syftade främst till att visa omfattningen av tungmetallbelastningen i naturmiljön och betydelsen av lokala föroreningskällor. 1988 upprepades mätningarna av metaller i mossor. Markens biologiska aktivitet undersöktes och metallhalter i bär och svamp analyserades. Under 1989 gjordes nya mätningar på mossor och bär liksom en dokumentation av vegetationens sammansättning.

En specialstudie av metallhalter i mossor gjordes i anslutning till den rikstäckande undersökningen 1995. Resultatet av den förra, jämte tidsutvecklingen i metallbelastning diskuteras med stöd av data från det rikstäckande övervakningsprogrammet

Metallnedfall mätt genom analys av mossor

Provtagning

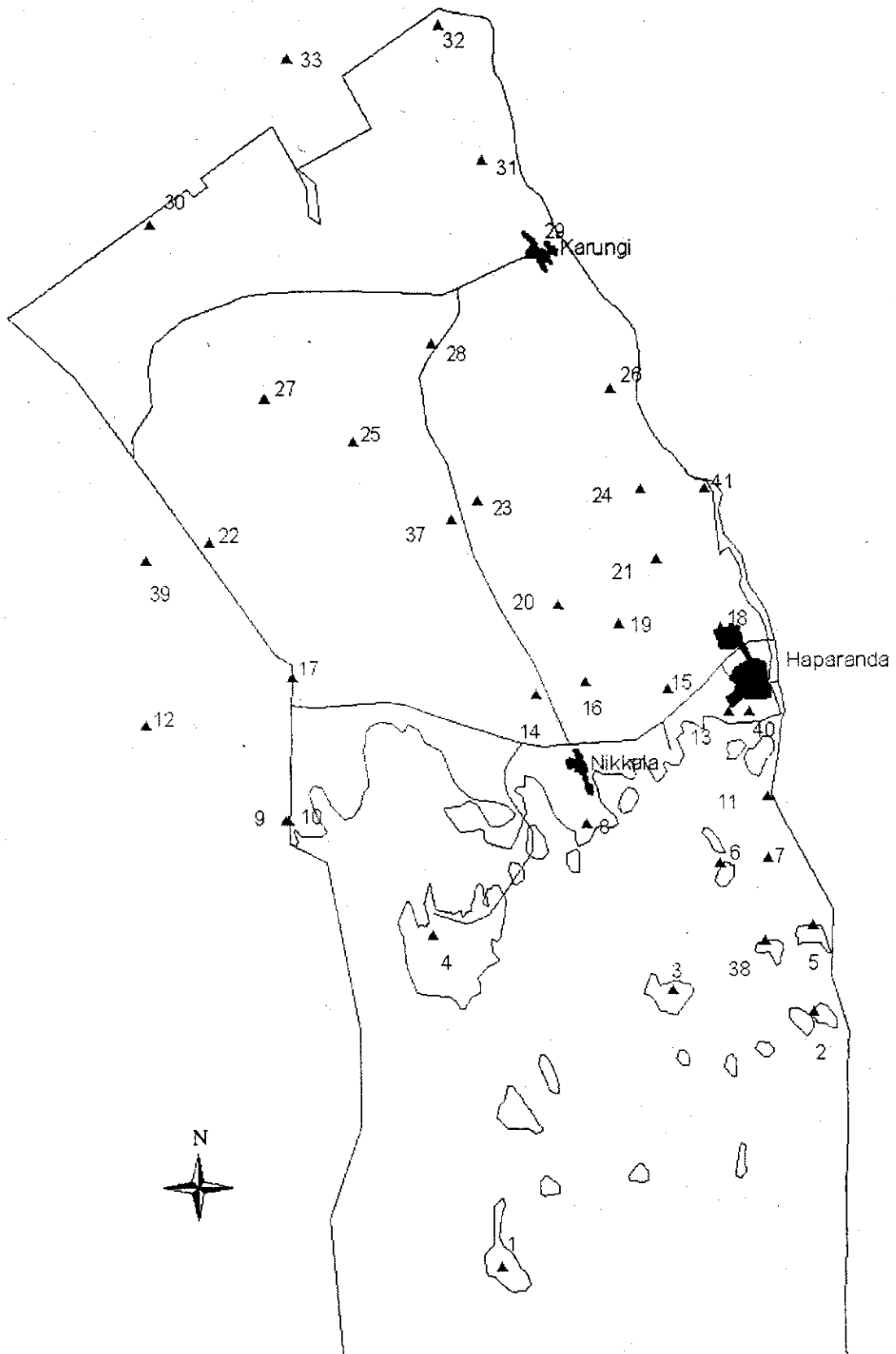
Provstationerna och deras kartkoordinater har förtecknats i tabell 1 och deras lägen framgår av figur 1. För valet av provstationerna hade följande villkor uppställts:

- De skulle ligga minst 300 m från större vägar och bebyggelse.
- De skulle ligga minst 150 m från mindre vägar och enskilda hus.
- Mossan skulle ha normal vitalitet och finnas i tillräcklig mängd.
- Markytan skulle vara någorlunda plan.
- Vegetationen skulle utgöras av normalt slutet barrskog.

Under augusti 1987 insamlades väggmossa *Pleurozium schreberi* från 36 platser. Under oktober 1988 insamlades prov från 8 av de fasta provytorna, och dessutom samlades material som växte direkt på en kromitförekomst. Även under augusti 1989 insamlades prov av väggmossa från 10 av de fasta provytorna. Den senaste provtagningen skedde i oktober 1995 då prov från 9 platser samlades. Vid varje tillfälle togs på varje provplats minst fem delprov inom en yta av ca 100 m².

Analys

Mossorna har rensats så, att de två till tre senaste årens tillväxt tillvaratagits. Vid undersökningen 1987 torkades proverna vid 40°C och uppslöts under fyra dygn med en blandning av salpetersyra och perklorosyra (10:1). Metallinnehållet analyserades med atomabsorptionsspektroskopi; molybden och vanadin med grafitugn, övriga element med flamma. Sedan 1988 har tungmetallhalterna i mossor analyserats med ICP-metodik, sedan proverna upplösts genom kokning med salpetersyra under ca tre dygn. Metallhalterna har beräknats som mg/kg torrsubstans. Metallhalterna har beräknats som mg/kg torrsubstans = µg/g eller ppm).



Figur 1
Provplatsens läge

Resultat av den yttäckande undersökningen 1987

Den undersökning som utfördes 1987 omfattade prov från 36 platser och avsåg att ge en yttäckande bild för kommunen. Metallkoncentrationerna i mossproverna redovisas i tabell 2 och även i form av isolinjekartor (figur 2 – 5). Dessa kartor tjänar till att visa den mer storskaliga variationen inom området. Vid konstruktionen av isolinjerna sker en viss utjämning av de tillfälliga variationerna, dels genom att interpolationerna sker genom anpassning till lämpliga funktioner, dels genom medelvärdesbildning mellan närbelägna provpunkter. För att få detaljupplysningar om halter skall således originaldata i tabellerna studeras, medan kartornas uppgift är att ge en översiktlig bild av metallbelastningen inom området. Det beräknade kromnedfallet inom några områden framgår av tabell 3.

Bly

Den rikstäckande undersökning av tungmetallnedfall som utfördes 1985 visade att bakgrundshalten av bly i mossor från nordöstra Norrland varierade mellan 10 och 20 mg/kg. I föreliggande undersökning inom Haparandatrakten uppvisade de flesta mossprover halter inom detta intervall. Några prover hade blyhalter mellan 20 och 30 mg/kg och tre prover hade lägre halter än 10 mg/kg. Den högsta halten, 28 mg/kg, återfanns vid Haukijärvi nära kommunens nordvästra gräns och den lägsta, 7.3 mg/kg, på Östra Knivskär. Något samband mellan blyhalterna i mossan och närheten till stålverket kunde ej påvisas.

Krom

Bakgrundshalten av krom i nordöstra Norrland är 1–2 mg/kg. En så låg halt har endast noterats vid den mest avlägsna provpunkten, Rautajärvi, i Övertorneå kommun. På fastlandet söder om Haparanda och i skärgården sydost därom översteg kromhalten 500 mg/kg, och den högsta halten, 795 mg/kg, uppmättes på Östra Launinkari. Halter upp till 50 mg/kg, dvs minst 25 gånger högre än bakgrundsvärdet, påträffades på avstånd upp till ca 15 km från stålverket. Ännu på så långt avstånd som vid Lappträsk och Karungi var mossans kromhalt minst 5 gånger högre än regionens bakgrundsvärde (figur 2).

Med kännedom om mosstäckets tillväxt per år och ytenhet är det möjligt att beräkna metalldepositionen. Resultatet av en sådan beräkning av kromnedfallet på några öar och inom några avrinningsområden framgår av tabell 3. Vid beräkningarna har mossans tillväxt antagits vara $150 \text{ mg m}^{-2}\text{år}^{-1}$ och bakgrundshalten har satts till 2 mg/kg.

Mangan

Mangan är ett element som finns i relativt stora mängder i naturen. Mangan tas också i stor utsträckning upp av träd och andra växter och återförs till marken via vissnande växtdelar. Till skillnad från andra element som behandlas här cirkulerar således en betydande mängd mangan mellan mark och växter. Därigenom blir mossans manganhalt relativt hög, och lokala tillskott från föroreningskällor blir ej så lätt märkbara.

Inom Sverige som helhet var bakgrundshalten av mangan år 1985 ca 340 mg/kg, i Finland 390 mg/kg och i Norge 410 mg/kg (rikstäckande mätningar av mangan har ej gjorts senare). Halterna i de nu analyserade mossproverna från Haparandatrakten var också av denna storleksordning, och ingen samvariation med närheten till Stålverket kunde påvisas.

Molybden

Kartorna över molybdenhalter i mossprover visar att spridningen av detta element helt domineras av utsläpp från stålverket. För molybden känner vi bakgrundshalter endast genom analyser av ett begränsat antal prover från andra områden. Den mosskartering som omfattade hela Skandinavien 1985 visade, genom analys av 10 prov per land, att

molybdenhalten i medeltal var 0.3 mg/kg i både Sverige och grannländerna.

De prover som insamlats i nordvästra delen av Haparanda har merendels halter mellan 0.1 och 0.2 mg/kg, vilket kan antas motsvara bakgrundsnivån för området. I skärgården sydost om Haparanda, ut till ca 5 km från stålverket, uppmättes halter över 2 mg/kg. På avstånd ut till 10 km, vilket inkluderar Haparanda tätort, översteg halterna 1 mg/kg (figur 3).

Nickel

Bakgrundshalten av nickel varierar mellan 2 och 3 mg/kg i nordöstra Norrland. Betydligt högre halter har uppmätts kring Haparanda och Torneå. Av figur 4 framgår att isolinjerna i huvudsak är centrerade kring stålverket, men att värmeverk och bebyggelse i Haparanda och Torneå också torde stå för vissa nickelutsläpp. Nickel är nämligen en metall som, tillsammans med vanadin, finns i inte obetydliga mängder i eldningsolja och lätt sprids vid förbränning av dem.

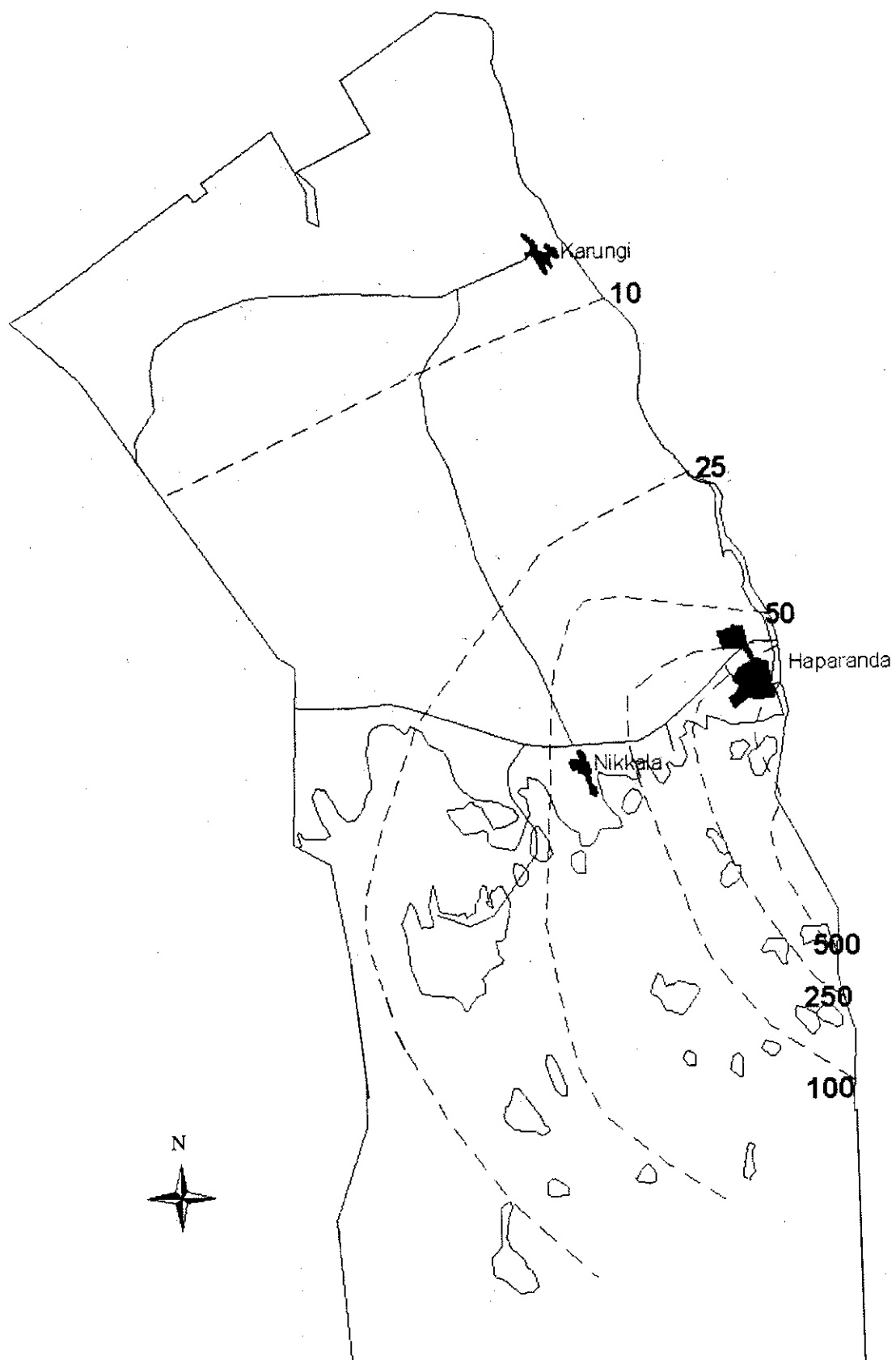
Den högsta halten, 25 mg/kg, uppmättes på Östra Launinkari. På kringliggande öar samt på fastlandet sydost om Haparanda översteg halterna 20 mg/kg. Halter upp till 10 mg/kg återfanns inom hela Haparanda tätort och ut till ett avstånd av ca 10 km från spridningscentrum, medan de nådde upp till minst 5 mg/kg (dvs dubbla bakgrundshalten) ytterligare ca 10 km längre ut.

Vanadin

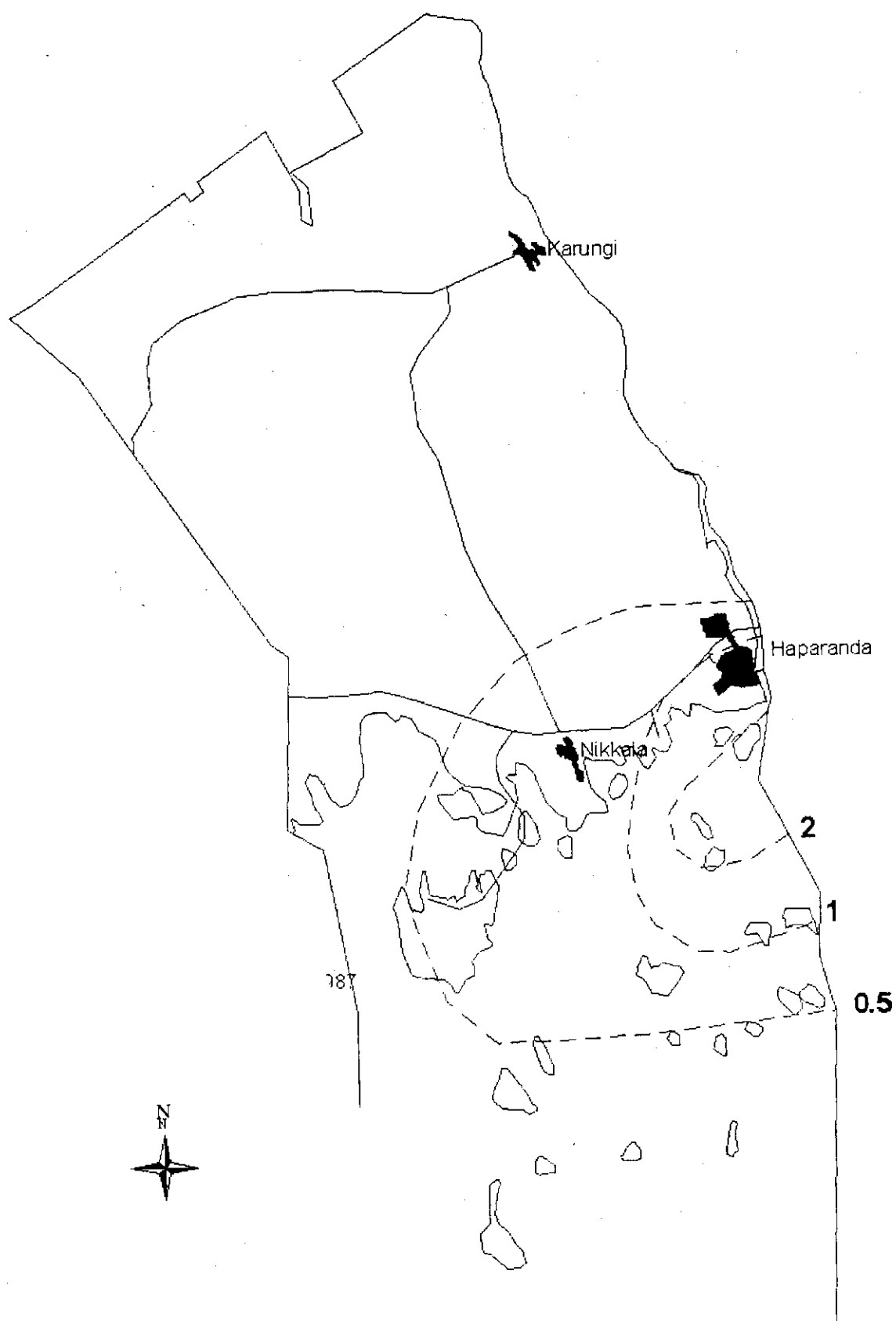
Bakgrundshalten för vanadin varierar mellan 2 och 4 mg/kg i större delen av Norrlands kustland, men halterna är något högre i det kustnära området kring nordligaste Bottenviken. Inom Haparanda kommun finns ett område med tydligt förhöjda halter kring Haparanda och Torneå tätorter. Den högsta halten, 16 mg/kg, uppmättes vid Riekkola, och halterna översteg allmänt 5 mg/kg ut till ett avstånd av drygt 10 km från tätorterna (figur 5).

Zink

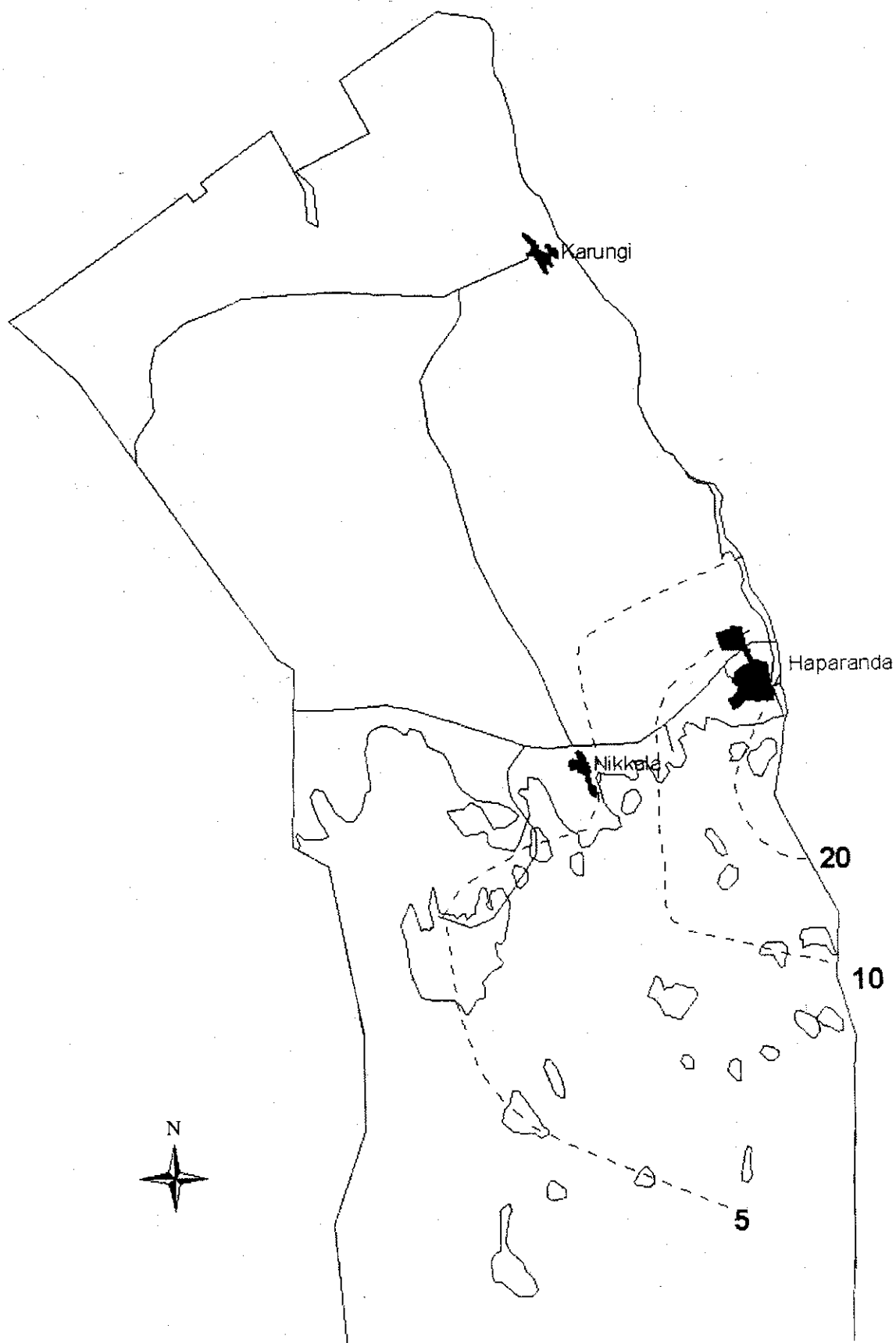
Bakgrundskoncentrationen av zink i skogsmossor i nordöstra Norrland låg 1985 mellan 50 och 60 mg/kg. De halter som uppmätts kring Haparanda avviker ej mycket från detta intervall. Den högsta halten var 79 mg/kg, och noterades vid Vuono. Något samband mellan mossans zinkhalt och närheten till kända föroreningskällor kunde ej påvisas.



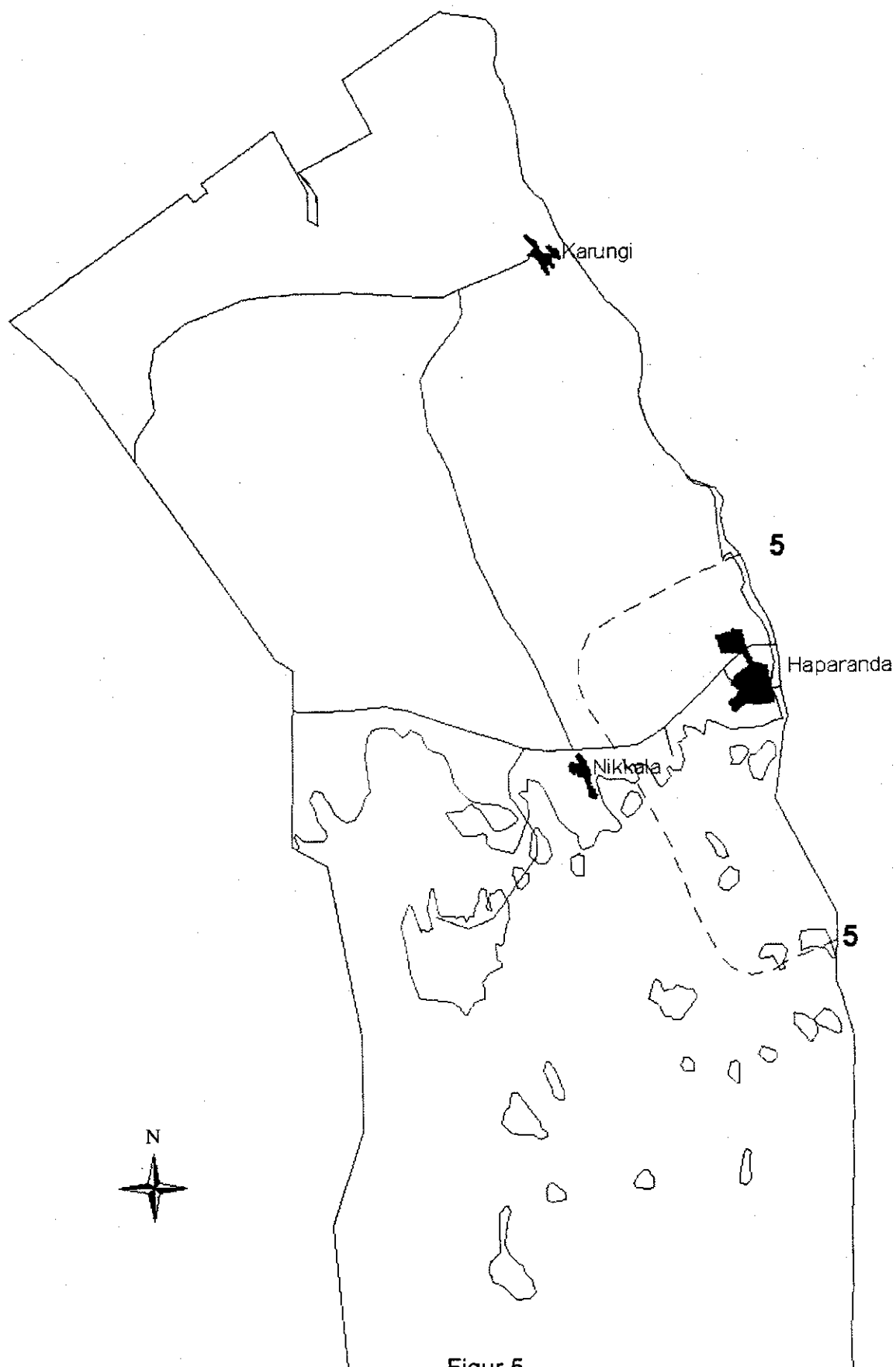
Figur 2
Krom (mg/kg torrvt) i mossprover från Haparandatrakten



Figur 3
Molybden (mg/kg torrsvikt) i mossprover från Haparandatrakten 1987
1:250 000



Figur4
Nickel (mg/kg torrvt) i mossprover från Haparandatrakten 1987
1:250 000



Figur 5
Vanadin (mg/kg torrsvikt) i mossprover från Haparandatrakten 1987
1:250 000

Resultat av undersökningarna på fasta provytor

För att med en mer begränsad arbetsinsats kunna följa tungmetallnedfallets förändringar i tiden insamlades mossor från åtta platser under 1988. Avsikten var att prov även fortsättningsvis skall kunna uttas på dessa fasta provytor vart eller vartannat år. Fortsatt provtagning har skett 1989 och 1995. Provtagningsplatsernas lägen har ej varit helt överensstämmande mellan åren, men varierat så litet att de funna halterna ändå torde ge en god bild av nedfallets förändring. Resultatet redovisas i tabell 4, där även de halter som uppmättes 1987 lagts in i förekommande fall.

Metallhalterna var 1988 av samma storleksordning som 1987. De högsta kromhalterna uppmättes strax söder om Haparanda, t ex 423 mg/kg vid Riekkola och 125 mg/kg vid Vuono. Även metallerna nickel och vanadin uppvisade de högsta halterna inom detta område. Jämfört med de föregående åren var kromhalterna 1989 betydligt lägre. Det gäller i synnerhet för de provplatser som ligger relativt nära stålverket och på vilka tidigare mycket höga halter uppmätts. Även vanadinhalterna var något lägre 1989 än föregående år, medan halterna av molybden, nickel, bly och zink var ungefär de samma som tidigare. År 1995 hade mossans kromhalt gått ned till 112 mg/kg vid Riekkola och 74 mg/kg vid Vuono. Även halterna av nickel och bly hade sjunkit under 1990-talets första hälft.

Undersökningen visade att mönstret för tungmetallbelastningen inom området var ungefär det samma som tidigare år, med det största nedfallet i kommunens sydöstra del.

För att undersöka i vilken utsträckning mossorna påverkas av ett underlag med naturligt höga metallhalter insamlades prov från en kromitklippa i Revonsaari. Prov togs från klippans övre, mellersta och nedre del. Resultaten redovisas i tabell 5, och visar att metallhalterna ej avviker från de väntade på platsen och att kromtillskottet från underlaget således är negligerbart.

Tungmetaller i marken

Provtagning

Prov av markens humusskikt, måren, insamlades från 14 platser under augusti 1987 medan en kompletterande provtagning av djupare markskikt utfördes på tre platser under november samma år. Under augusti 1988 insamlades markprover för analys av tungmetallhalter. Proverna uttogs från markens humusskikt, urlakningshorisonten, rostjorden och det oförändrade underlaget. På dessa prover analyserades både EDTA-lösliga och syralösliga halter av tungmetaller.

För valet av provstationerna hade samma villkor som för mossprovtagningen uppställts:

- De skulle ligga minst 300 m från större vägar och bebyggelse.
- De skulle ligga minst 150 m från mindre vägar och enstaka hus.
- Markytan skulle vara någorlunda plan.
- Vegetationen skulle utgöras av normalt slutet barrskog.

Analys

Humusproven har sållats genom en sikt med 6 mm maskvidd och mineraljordsproven genom en 2 mm sikt.

Markprovens pH har mätts efter extraktion under två timmar med 0.2 M kaliumkloridlösning. Markens organiska halt har bestämts genom glödning vid 650°C och beräknats som procent av torrvikten.

För tungmetallanalys 1987 torkades proverna vid 40°C och uppslöt under fyra dygn med en blandning av salpetersyra och perklorosyra (10:1). Metallinnehållet analyserades med atomabsorptionsspektroskopi; molybden och vanadin med grafitugn, övriga element med flamma. Halten av extraherbara tungmetaller i marken mättes med atomabsorptionsspektrometer efter extraktion med 1 M natrium-EDTA-lösning. Metallanalysen har sedan 1988 utförts med ICP-metodik.

Metallhalterna har beräknats som mg/kg torrsubstans (= µg/g eller ppm).

Resultat

Provplatsernas lägen sammanfaller med de där mossprover insamlats.

Analyserna av metaller i markens mårskikt (tabell 6) visar att det i synnerhet är halterna av krom som är betydligt förhöjda i närheten av stålverket. Även halterna av molybden, nickel och vanadin är förhöjda där, om än inte lika kraftigt.

Den högsta kromhalten, 177 mg/kg, uppmättes på Torne-Furö, medan halterna i måren på de mest avlägsna provplatserna var lägre än 10 mg/kg.

I områden där tungmetallnedfallet varit relativt likartat under längre tid brukar man kunna räkna med att mårens tungmetallhalt är av samma storlek eller något högre än mossans. Om metallnedfallet däremot ökar tar det tid innan måren hinner få högre halter eftersom det nya tillskottet först uppfångas i vegetationen, bl a i mosstäcket, och sedan når mårskiktet när växterna förmultnar. Dessutom har mårtäcket en betydligt högre vikt per ytenhet än

mosstäcket och nytillskottet fördelas därför på en större massa vilket leder till lägre koncentration.

I Haparandaområdet gällde att halterna av t ex bly och zink var av ungefär samma storleksordning i mossor respektive mår. Kromhalterna i mossan var däremot betydligt högre än i måren. Det tyder således på att kromtillförseln ökat kraftigt under senare delen av 1980-talet, vilket är i överensstämmelse med kända utsläppsdata. Överkoncentrationen i mossan var större ju närmare utsläppskällan man befann sig. På ett avstånd av ca 5 km var mossans kromhalt 5 till 10 gånger högre än mårens, medan mossans halt på 30 km avstånd var lägre än mårens. För bly, som ej sprids från stålverket, följde haltfördelningen däremot ett normalt mönster genom att måren genomgående uppvisade högre koncentration än mossan.

På tre platser, Palovaara, Skjutbanan och Akusjärvi, har totalhalter av tungmetaller analyserats från olika djup i markprofilen. Förutom mårprov har även prov från markens urlakningsskikt, anrikningsskikt och det mer eller mindre oförändrade underlaget uttagits. Det motsvarar i djupled ungefär nivåerna 0–3 cm, 5–10, 15–20 samt 40–50 cm. Avsikten med denna orienterande undersökning var att få upplysning om huruvida det sker någon nämnvärd nedtransport i marken av de metaller, främst krom, som tillförts i stora mängder.

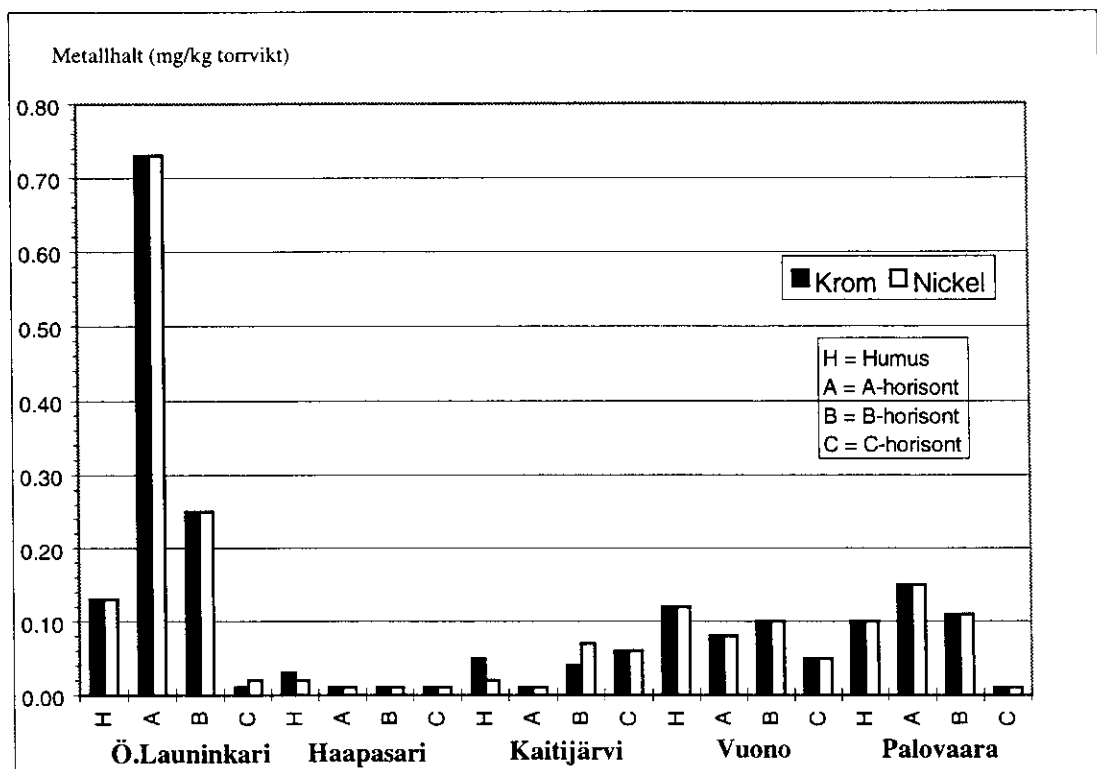
Analyserna redovisas i tabell 7 och visar att på de mest utsatta ställena så återfanns givetvis höga kromhalter i ytan, men även på större djup var kromhalten väsentligt förhöjd. Även vanadinhalterna var höga på större djup. Molybdenhalterna i mineraljorden var genomgående så låga, att den därav betingade osäkerheten i analyserna inte tillåter någon bedömning av fördelningen i djupled. Att metallhalterna var så höga i provet från det största djupet vid Skjutbanan beror på att materialet där bestod av mjåla och inte av sand som i övriga fall. Den finkorniga mjålan förmår binda större metallmängder än grövre material.

På dessa tre platser mättes också mängden humus per ytenhet. I medeltal uppgick den till ca 8 kg/m². Det innebär att humustäcket vid Palovaara innehöll upp mot 400 mg krom/m², vilket skall jämföras med det årliga nedfallet som med ledning av mossanalyserna från Riekkola kan beräknas till ca 150 mg/m² och år. Humustäcket innehöll 1988 således endast en krommängd som ungefär motsvarade de tre senaste årens nedfall. Det visar på att nedtransporten till djupare skikt kan vara omfattande.

Undersökningen antyder således att en väsentlig del av de luftburna kromföroreningarna transporteras ned i markprofilen och så småningom kommer att nå bl a grundvattnet. Bidragande orsaker till nedtransporten utgörs dels av att humustäcket, som kan binda metaller, är mycket tunt i dessa trakter, dels av att den underliggande moränen är grov och lätt genomsläpplig. Ett mäktigt snötäcke som smälter snabbt på våren kan möjligen tänkas ge en större nedtransport än på de platser längre söderut i landet där metallflöden i skogsmark har studerats.

Under 1988 analyserades markens tungmetallinnehåll efter extraktion med EDTA-lösning. Lösningen komplexbinder tungmetaller som eljest sitter bundna till markens kolloidytor, medan gitterbundna metalljoner i mineralpartiklar ej eller endast obetydligt extraheras. Metoden ger därför ett mått på markens utbytbara metallmängd. Analysresultaten redovisas i tabell 8 och figur 6.

Markens organiska halt, mätt som glödförlust, är mycket låg i mineraljorden. Eftersom mineraljorden dessutom är fattig på finare kornstorleksfraktioner, är förutsättningarna små för att binda eller uppehålla tungmetaller.



Figur 6. EDTA - lösligt krom och nickel i mark 1988.

De funna blyhalterna i humustäcket torde i stort sett motsvara totalhalten. Halterna motsvarar vad man kan vänta sig i regionen, och är till sin övervägande del säkerligen betingade av användning av blyhaltig bensin. Blyet binds hårt till humus, och nedtransporten är ringa och därmed är halterna i djupare markskikt mycket låga.

Mätningen av EDTA-lösligt bly, krom och nickel visade på låga halter i de flesta av proverna. Bly förekom dock i höga halter i humusskiktet på alla provplatser, medan krom- och nickelhalterna endast på Östra Launinkari var märkbart högre än på andra platser.

Mätning av halter efter syrauppslutning (tabell 9) visar att blyhalterna i humusskiktet var av samma storleksordning som de som erhöles genom extraktion med EDTA-lösning. Det pekar på att bly huvudsakligen är chelerat till humussubstanter.

Totalhalterna av krom i mineraljorden är relativt likartade mellan de olika provplatserna och även mellan de undersökta markskikten. Huvudparten av de uppmätta värdena låg mellan 4 och 20 mg/kg, vilket torde vara en för området normal halt. I humusskiktet var det däremot påtagligt att högre halter förekom i områdets sydöstra del, högre ju närmare man kom stålverket.

Även nickelhalterna varierade på liknande sätt som krom. De hösta halterna återfanns i humusskiktet i metallverkets närhet, men det fanns också en tendens till att även halterna i mineraljorden var högre där.

Molybdenhalterna var genomgående låga i mineraljorden. I humusskiktet uppmättes allt högre värden med minskande avstånd till metallverket. Den högsta halt som noterades var 1.5 mg/kg på Östra Launinkari.

Halterna av mangan, vanadin och zink låg inom förväntat intervall, och det gick inte att påvisa någon samvariation med närheten till metallverket.

Markens biologiska aktivitet

Många biologiska processer i marken bidrar till att döda växt- och djurdelar bryts ned och omvandlas på sådant sätt att näringsämnena i dem på nytt kan tillgodogöras i produktionen av ny biomassa. Särskilt viktiga ämnen är kväve och fosfor som det ofta råder brist på i naturen. För att dessa ämnen skall överföras till en form så att de åter kan tas upp av t ex växterna svarar främst utomcellulära enzym samt svampar och bakterier. Dessa nedbrytningsprocesser kan emellertid allvarligt störas av tungmetaller som inaktiverar enzymen.

För de flesta metaller gäller att vid mätningar kring metallemitterande industrier har effekter kunnat påvisas när markens metallbelastning varit förhöjd ca 5 till 10 gånger, och när belastningen varit förhöjd ca 100 gånger har enzymaktiviteten reducerats ungefär till hälften. Krom har dock visat sig ha en svagare effekt på markprocesserna, och en undersökning vid Avesta visade på att en 50 gånger förhöjd krombelastning reducerade markaktiviteten med 10% medan den gick ned med ca 20% vid 100 gånger förhöjd belastning. Kring Haparanda har som mest krombelastningar överstigande 20 gånger bakgrundshalten uppmätts.

Man kunde alltså förvänta sig att påverkan på markens nedbrytningsprocesser vid den aktuella belastningen nått och jämnt skall vara mätbara med de metoder som stod till buds. Men även en liten reduktion av nedbrytningen, och därmed av tillgängligheten av växtnäringsämnena, kan få omedelbara konsekvenser för t ex skogens tillväxt. Det bör dessutom observeras att tidigare undersökningar av nedbrytning i skogsmark till stor del utförts i mellersta Sverige. Det är inte otänkbart att de näringsfattiga skogsmarkerna med tunt humustäcke vid Haparanda kan visa stor känslighet för metallbelastning.

Områden som redan 1987 hade så höga kromhalter i måren att en påverkan på de markbiologiska processerna kunde vara iakttagbara utgjordes t ex av öarna närmast sydväst om stålverket (Kataja, Ö. Launinkari) och kustområdet strax söder om Haparanda, t ex Riekkola-reservatet.

En mätning av markrespirationen, koldioxidavgivningen från marken, ger ett samlat mått på den biologiska aktiviteten i marken. Undersökningar kring metallförorenande industrier på andra ställen i landet har som nämnts visat att markens biologiska aktivitet blir starkt nedsatt av tungmetallföroreningar. Kring Haparanda undersöktes markrespirationen 1988 genom att på laboratorium mäta koldioxidavgivningen från humusprover, vars vattenhalt först justerats till full vattenkapacitet.

Resultaten, som redovisas i tabell 10 har inte kunnat belägga att det skulle förekomma någon tydlig påverkan på markens biologiska aktivitet inom området.

Man vet från tidigare undersökningar att kromet i marken huvudsakligen föreligger i trevärd form och starkt chelerat eller komplexbundet till markens humusmaterial. Kromet är mycket svårslösligt över ett brett pH-intervall och endast en liten del torde vara direkt biologiskt tillgängligt.

Tungmetaller i bär och svamp

Innehållet av bly, krom och nickel i bär och svamp har undersökts för att få en preliminär uppfattning om halterna var så höga att hälsorisker kunde befaras. Prover av bär och svamp från Haparanda kommun insamlades under augusti 1988 och 1989. I de flesta fall skedde insamlingen i samband med markprovtagning på platser som ingick i det fortlöpande kontrollprogrammet. Några kompletterande prover från grannkommunerna Kalix och Övertorneå inkom under början på september.

Metodik

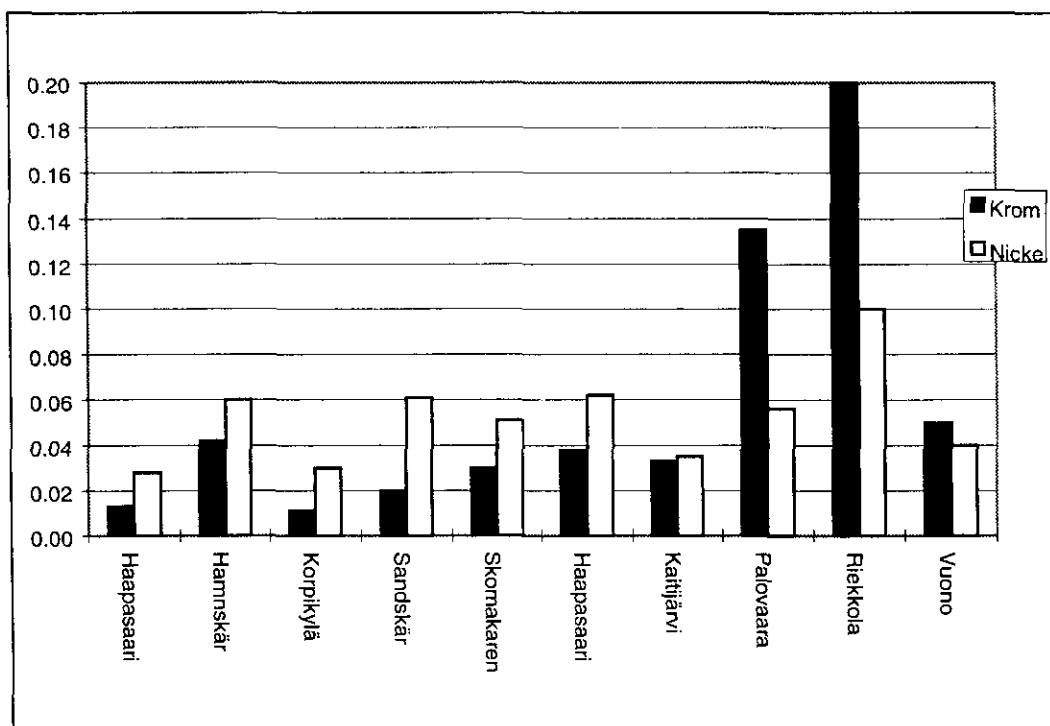
Materialet har rensats så som bär och svamp normalt hanteras i hushållen. Efter torkning har växtdelarna bringats i lösning genom kokning med koncentrerad salpetersyra under ca 3 dygn. Metallanalyserna har utförts med atomabsorptionsmetodik, och halterna har beräknats som mg/kg friskvikt.

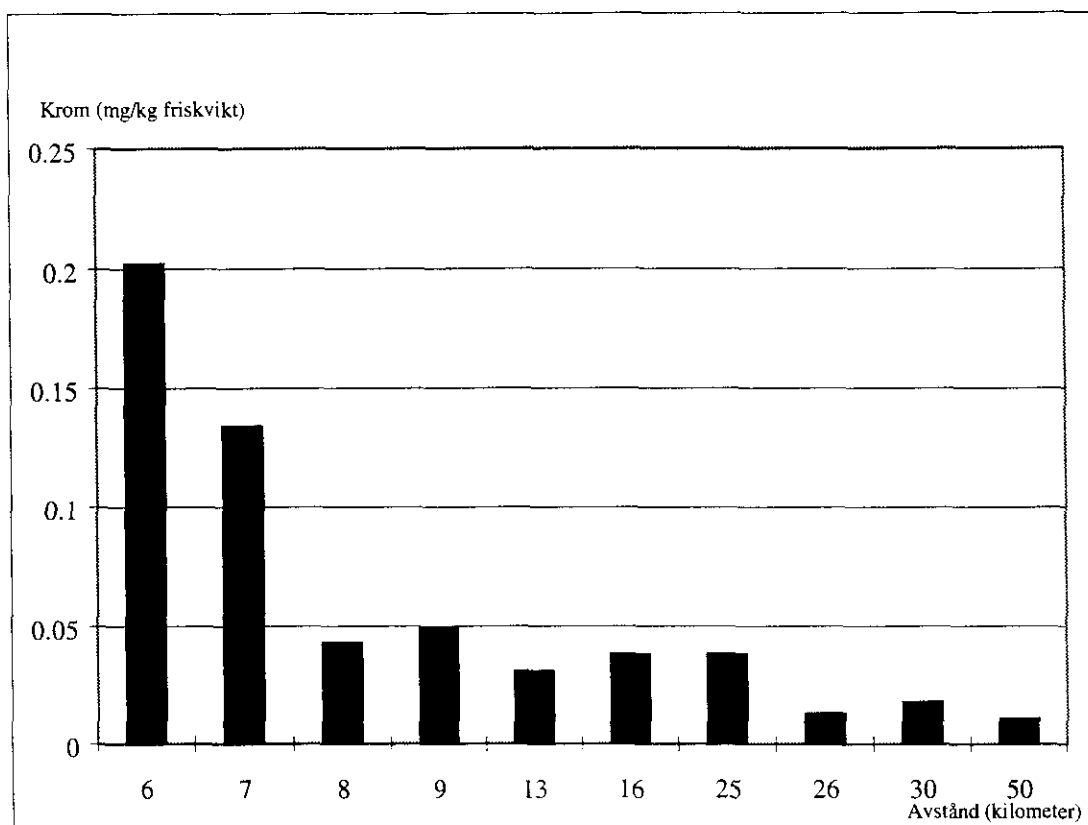
Resultat

Halterna av bly, krom och nickel har analyserats i blåbär, hallon och hjortron och svamp. Hallon och hjortron har enbart insamlats från skärgården, blåbär och svamp även från fastlandet.

Resultaten redovisas i tabell 11. Bärens blyhalter var genomgående låga och låg i de flesta fall under analysmetodens bestämningsgräns. Endast prover från de mycket metallbelastade områdena Palovaara och Riekkola hade klart förhöjda blyhalter.

Figur 7 Metallhalter i Blåbär och lingon 1988-89.





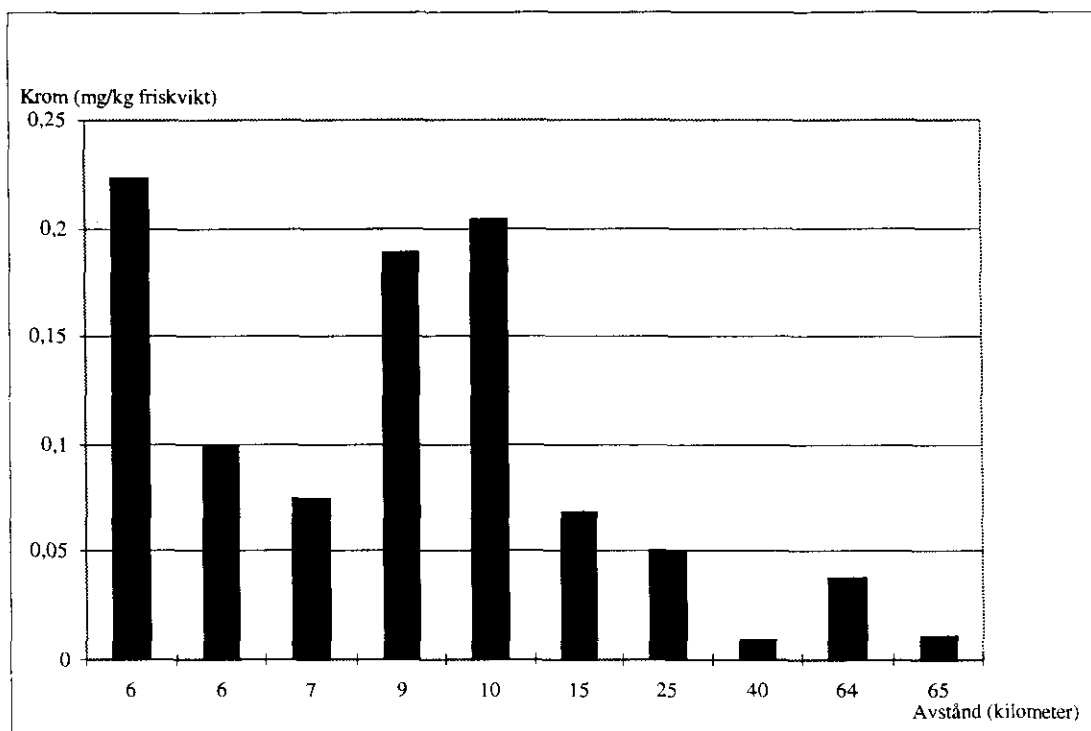
Figur 8. Krom i blåbär och lingon på olika avstånd från stålverket, 1988-89.

Halterna i blåbär var genomgående låga. Kromhalten i dem varierade från ca 0.01 mg/kg i undersökningsområdets norra del till som mest 0.04 mg/kg på

Halterna i hallon var betydligt högre, speciellt för nickel. Sambandet mellan närheten till stålverket och nickelhalten är påfallande. Således uppmättes i hallon ca 1 mg/kg på Östra Launinkari som ligger 2–3 km sydväst därom, och ca 0.26 mg/kg på Östra Knivskär ca 10 km söderut. Kromhalten var även högre i hallon och lingon än i blåbär. Den steg till ca 0.2 mg/kg på Ö. Launinkari resp vid Riekkola.

På de flesta lokaler insamlades smörsopp för analys, men även kantarell och stensopp undersöktes från vardera en lokal. Av tabellen framgår att kantarellen tycks uppta tungmetallerna enligt ett helt annat mönster än sopparna; mera krom men mindre nickel och bly. Medan bären innehöll mycket mindre bly än krom och nickel var sopparnas halt av dessa tre element ungefär av samma storleksordning.

Kromhalterna i svampen uppgick till mellan ca 0.1 och 0.2 mg/kg på tre sydliga provplatser nära stålverket, medan de lägsta värdena, ca 0.01 mg/kg, uppmättes på de platser som ligger längst mot väst och nordväst (figur 9 och 10).



Figur 9. Krom i svamp från olikavstånd till stålverket.

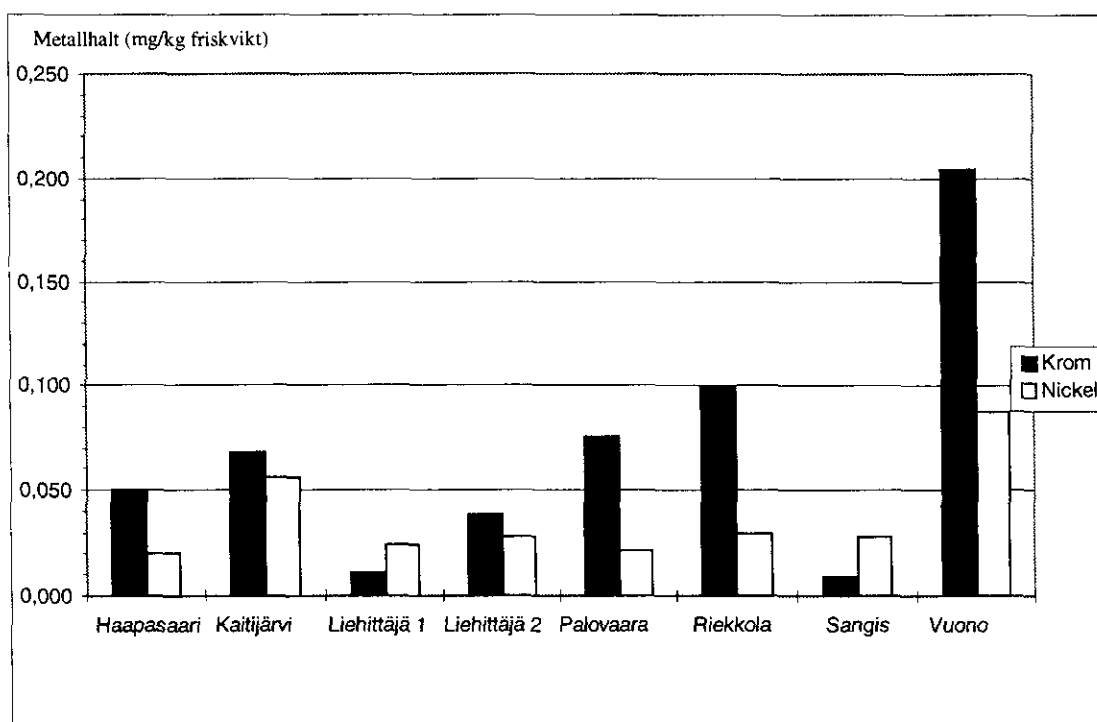


Fig 10 Metallhalter i smörsopp 1988-89.

Översiktlig vegetationsbeskrivning

En översiktlig vegetationsbesiktning utfördes 1989 i anslutning till de fasta provytorna. Den har omfattat en bedömning av antalet kvarsittande barrgenerationer på yngre tallar, lavarnas utveckling m m.

Vegetationens sammansättning har dokumenterats inom fasta provytor med torrängsvegetation nära stränderna på fyra öar i Haparanda skärgård. Att just den vegetationstypen har valts beror på att den kan återfinnas på de flesta öar och dessutom är artrik. Därigenom finns det en god chans att miljöpåverkan skall återspeglas i förekomst eller vitalitet hos en eller flera arter. Vegetationens sammansättning har analyserats inom provytor om 10 × 10 m. Inledningsvis tjänar denna vegetationsanalys huvudsakligen som dokumentation av nuläget (tabell 12). Som ett komplement till de fasta provytorna har preliminära artlistor över samtliga påträffade kärlväxter på dessa öar upprättats.

I det följande beskrivs kortfattat de iakttagelser som gjorts inom resp provytor.

Haapasari

Området ligger norr om en sandtäkt och är bevuxet med ganska klen tallskog. Tallarna hade kvar barr på de fem senaste årsskotten.

Kataja

Vegetationen analyserades inom en torräng på östra sidan om bukten på öns norra sida. Frösättningen hos lundelm *Elymus caninus*, strandråg *Leymus arenarius* och strandvial *Lathyrus japonicus* var normal.

Kukkola

Provytan var nyupprättad 1989 för att ersätta den väl långt bort belägna ytan vid Korpikylä. Den nya provytan ligger väster om järnvägen och norr om vägen mot Leipijärvi. Provytan intas av en relativt ung och artfattig tallskog. Tallarna hade kvar barr på de fem senaste årsskotten.

Myllyjärvi

Undersökningsområdet ligger relativt högt, väster om vägen som löper väster om Myllyjärvi. Jordtäcket är ganska tunt, och berget går ställvis i dagen. Tallarna i detta område hade endast kvar barr på de fyra senaste årens skott.

Riekkola

De markväxande mossorna och lavarna var väl utvecklade. Framför allt på nordsidan av kullen var påväxten av blåslav *Hypogymnia physodes* på granarna omfattande. Där förekom även väl utvecklad tagellav *Alectoria* sp. Tallarna hade kvar barren på de fem till sex senaste årens skott.

Skomakaren

Tallarna hade barr kvar på de fyra senaste årsskotten. Vegetationen har analyserats inom ett torrängsavsnitt intill en stig på nordvästra udden.

Vuono

Området utgörs av en tallskog nära en vägkorsning. Marken är bevuxen med ovanligt väl utvecklat lingonris. Tallarna hade ca 5 barrgenerationer kvar.

Älgsjön

Undersökningsområdet utgörs av en gles tallskog väster om vägen som går väster om Kalavaara. Tallarna hade kvar barren på de senaste fem årens skott.

Östra Knivskär

Tallarna på ön hade kvar barren på dem fem senaste årsskotten. Vegetationen har analyserats inom ett område SO om husen.

Östra Launinkari

På öns inre del finns en granskog av urskogsliknande karaktär. Grangrenarna där var mycket rikt bevuxna med blåslav *Hypogymnia physodes* och även ny påväxt med enlav *Cetraria juniperina* förekom. De markväxande lavarna och mossorna var mycket väl utvecklade, och även fönsterlav *Cladonia stellaris* förekom. Tallarna hade kvar barr på de senaste fem årens skott. Fröbildningen hos lundelm *Elymus caninus* och strandråg *Leymus arenarius* var normal. Vegetationens sammansättning har analyserats inom en torräng ovanför bodarna på öns norra udde.

Sammanfattning av resultaten

De första lokala tungmetallundersökningarna kring Haparanda utfördes 1987. Då insamlades mossprover från 36 platser och prover av markens organiska ytskikt uttogs från 14 platser. Senare under hösten kompletterades materialet med markprover från djupare skikt.

Resultaten visade att det framför allt var krombelastningen som var mycket hög, men att även spridningen av molybden, nickel och vanadin från stålverket var klart påvisbar. För spridningen av nickel och vanadin utgjorde sannolikt även oljeförbränningen i tätorterna Haparanda och Torneå viktiga källor.

Nedfallet av krom beräknades för några öar och avrinningsområden. Särskilt öarna söder om Haparanda fick ta emot ett stort årligt kromnedfall, t ex 90 kg på Kataja. Öarna ligger inom ett område som är av riksintresse för naturvård och friluftsliv, och flera av dem har klassats som objekt med högsta eller mycket högt naturvärde. Även många fastlandsområden innehåller objekt med höga naturvärden.

Analysen av markens humustäcke visade likaså på förhöjda halter av flera tungmetaller, men sannolikt på grund av att utsläppen ännu ej hade pågått så länge, hade inte så höga koncentrationer som i mossan hunnit byggas upp. Markens tunna humustäcke, i förening med grov, genomsläpplig mineraljord med mycket låg organisk halt, innebär dock en risk för snabb nedtransport av metaller till djupare marklager. Vid undersökning av marken inom närområdet befanns också att halterna av framför allt krom, nickel och vanadin vara höga även på större djup, vilket tydde på en väsentlig nedtransport av dessa ämnen. Det finns dock kromfyndigheter relativt nära, framför allt öster om Torne älv, varför det inte helt kunde uteslutas att de höga kromhalterna djupare ned helt eller delvis hade en naturlig orsak.

Undersökningen av metallinnehållet i mossor 1988 visade på att nedfallet av metaller i stort sett var detsamma som uppmättes 1987. Den största metallbelastningen förekom i kommunens sydöstra del, där framför allt halterna av krom, nickel och molybden var avsevärt förhöjda.

Mätningarna av metallhalter i marken visade på att bly ansamlas i avsevärd omfattning i markens humusskikt. De uppmätta mängderna av med EDTA extraherbart krom och nickel var låga såväl i humus som i mineraljord. EDTA är dock ett svagt extraktionsmedel för krom och undersökningen behövde därför kompletteras med en bestämning av totalhalterna av dessa metaller. Denna visade att totalhalten av krom i markens humusskikt ökade kraftigt med närheten till metallverket, och det gällde, om ej lika markant, även för molybden och nickel. Även i mineraljorden kunde man iakttä högre nickelhalter i metallverkets närhet.

Under 1988 undersöktes också markens biologiska processer utan att någon negativ påverkan kunde beläggas. Som tidigare nämnts har effekter på den biologiska aktiviteten kunnat påvisas vid olika industrilägen när markens metallbelastning varit förhöjd ca 5 till 10 gånger. När belastningen varit förhöjd ca 100 gånger har enzymaktiviteten reducerats ungefär till hälften.

Kring Haparanda har som mest krombelastningar överstigande 20 gånger bakgrundshalten uppmätts. Man kunde alltså förvänta sig att en påverkan på markens nedbrytningsprocesser vid rådande belastning nätt och jämnt skulle vara mätbar med de metoder som stod till buds. Även en liten reduktion av nedbrytningen, och därmed av tillgängligheten av växtnäringsämnen, kan få betydande konsekvenser för tex skogens tillväxt. Det bör dessutom observeras att tidigare undersökningar av nedbrytning i skogsmark till stor del

utförts i mellersta Sverige. Det är inte otänkbart att de näringsfattiga skogsmarkerna med tunt humustäcke vid Haparanda kan visa större känslighet för metallbelastning.

Inom några områden var kromhalterna i måren redan så höga att en märkbar påverkan på de markbiologiska processerna borde göra sig gällande. Så var fallet t ex på öarna Kataja och Östra Launinkari närmast sydväst om stålverket samt i kustområdet strax söder om Haparanda, t ex inom Riekkola-reservatet.

Mätningar av det aktuella tungmetallnedfallet 1989 visade att det fortfarande förekom en kraftig spridning av främst krom, nickel och molybden från stålverket.

Av de undersökta bärproverna var det främst hallon från skärgården som visade höga halter av nickel. Halterna av krom i bär och svamp var förhöjda upp till ca 20 gånger inom 10 kilometers avstånd från stålverket jämfört med områden på större avstånd än 40 km.

Det fanns visserligen inte tillräckligt underlag för att bedöma hälsoeffekten av att äta bär och svamp från närområdet, men det ansågs som mindre välbetänkt att konsumera större mängder föda med metallhalter som var så pass mycket förhöjda.

Vegetationens kvantitativa och kvalitativa sammansättning dokumenterades inom ett antal områden. Avsikten var att materialet skulle kunna tjäna som bas för att påvisa framtida eventuella skillnader i diversitet, vitalitet etc.

Den senaste specialstudien inom området utfördes 1995 då tungmetaller analyserades i mossprover. Halterna av *framför allt krom* hade minskat tydligt sedan 1980-talets slut men även en viss nedgång i nickel- och blybelastningen noterades.

De rikstäckande undersökningarna av tungmetallnedfall åskådliggör bl a de storskaliga mönstren och förändringarna. De har visat att området kring Haparanda hör till de kraftigast krombelastade i Skandinavien alltsedan 1980. Även om utsläpp och nedfall minskat under senare år framträder området ännu som tydligt förorenat.

Bedömning av föroreningsituationen

Analysen av tungmetaller i markens mosstäcke visade på ett kromnedfall i Haparandatrakten som även i riksperspektiv var mycket omfattande. I samband med de karteringar av tungmetaller i Norden som gjorts vart femte år framstod området kring Tornedalen ännu 1995 som ett av de mest belastade.

Analysen av tungmetaller i marken antydde att en inte obetydlig nedtransport till djupare lager redan skedde från mårskiktet. Efterhand kan nedtransporten komma att öka i och med att metaller frigörs från förnalagret och mosstöcket och når mären.

En tillförlitlig bedömning av effekterna på marken av förändrat utsläpp och nedfall är knappast möjlig att göra utan närmare kännedom om utlakningsprocesser och transporter. Det framstår därför fortfarande som en angelägen uppgift att närmare studera flödena i skogsmark, alltifrån det att metallföroreningarna först uppfångas av vegetationen tills de transporteras bort med grundvattnet.

Tidsutvecklingen

Tidsutvecklingen för det aktuella tungmetallnedfallet kan följas genom den upprepade analysen av metallinnehållet i markens mosstäcke. I tabell 2 och 4 redovisas de metallhalter i mossor som uppmätts inom det lokala undersökningsprogrammet.

Vid provplatserna Myllyjärvi, Riekkola, Vuono och Älgsjön har prov analyserats från alla fyra undersökningsåren 1987, 1988, 1989 och 1995. På samtliga platser kan man se en betydande nedgång i kromhalterna. En sjunkande tendens, ehuru inte lika regelbunden och entydig, kan man också se för bly, mangan, nickel, vanadin och zink.

Vid mätningarna 1995 uppmättes som högst 112 mg/kg krom. På samma plats, Riekkola, har maximivärdena noterats vid alla tidigare mätningar. 1987 noterades 759 mg/kg, 1988 423 och 1988 208 mg/kg. På de kraftigt belastade öarna Kataja, Östra Knivskär och Östra Launinkari var reduktionen i kromnedfall betydlig redan mellan år 1987 och 1989.

I figur 11 -15 visas mosstäckets kromhalt i Norrbottens län enligt de rikstäckande undersökningarna 1975-1995. År 1975 kunde ingen lokal förhöjning av halterna ses kring Haparanda utöver den generellt något högre nivån i kustlandet. Från och med 1980 års mätningar är krombelastningen kring Haparanda markant förhöjd. Först vid den senaste mätningen, 1995, har belastningen tydligt minskat.

Medianvärden av kromhalter i de prov som insamlats i de rikstäckande undersökningarna har beräknats och sammanställts för två olika områden (tabell 13). De utgörs av Jokkmokksområdet som här motsvarar fyra 50 × 50 km stora utsnitt i rikets nät, nämligen de topografiska kartbladen 25J Moskosel, 25K Harads, 26J Jokkmokk, 26K Murjek respektive Kalixområdet motsvarande kartbladen 25M Kalix och 26M Överkalix.

Inom Jokkmokksområdet har kromhalterna legat relativt oförändrat kring 1 mg/kg under perioden 1980–1990. Haltökningen 1975–1980 kan eventuellt bero på inverkan från stålverket. Den betydligt lägre halten 1995 kan eventuellt delvis tillskrivas ett annat analysförfarande som inte löst upp så mycket mineralbundet krom. Haltutvecklingen är likartad med den inom norra Norrlands kustland som helhet under samma tid.

Jokkmokksområdet har valts för att representera bakgrundsnedfallet utan nämnvärd lokal påverkan medan Kalixområdet är en representant för ett av stålverket måttligt påverkade område. Att göra en jämförelse med det mest belastade området närmast stålverket baserat på det rikstäckande materialet är mindre lämpligt eftersom koncentrationsgradienten är så skarp nära källan. De mellan åren växlande lägena för provplatserna skulle alltför starkt skulle påverka den beräknade medelkoncentrationen. Inom Kalixområdet var halterna dubbelt så höga 1975 som inom Jokkmokksområdet men 1980, 1985 och 1995 mer än tre gånger högre. En viss förhöjning av halterna noterades 1990, vilket torde ha sin orsak i att provnätet det året var ojämnt, med färre prover i den mer belastade östra delen.

Sammanfattningsvis kan man konstatera att kring Haparanda har nedfallet av tungmetaller efter uppgången under 1980-talet minskat betydligt under de senaste åren. Nedfallet av framför allt krom är dock ännu betydligt förhöjt inom ett avstånd av flera mil från stålverket.

Kartor för BD län Krom 75 - 95

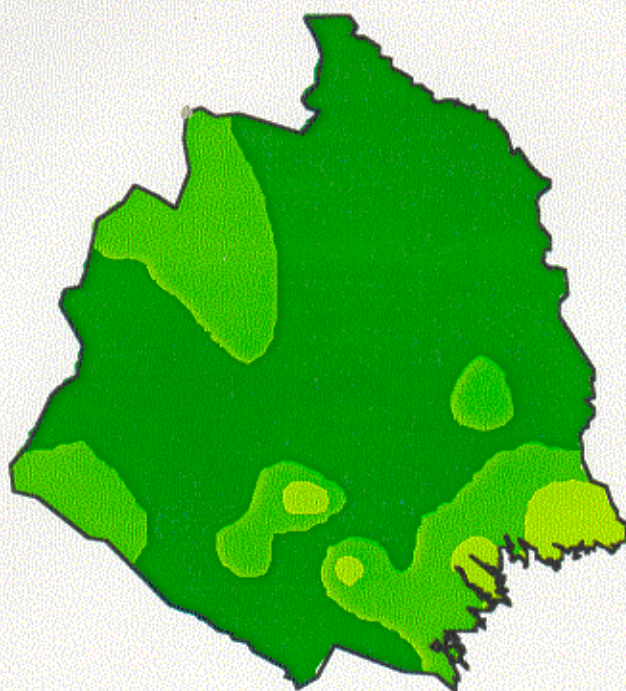


Fig. 11

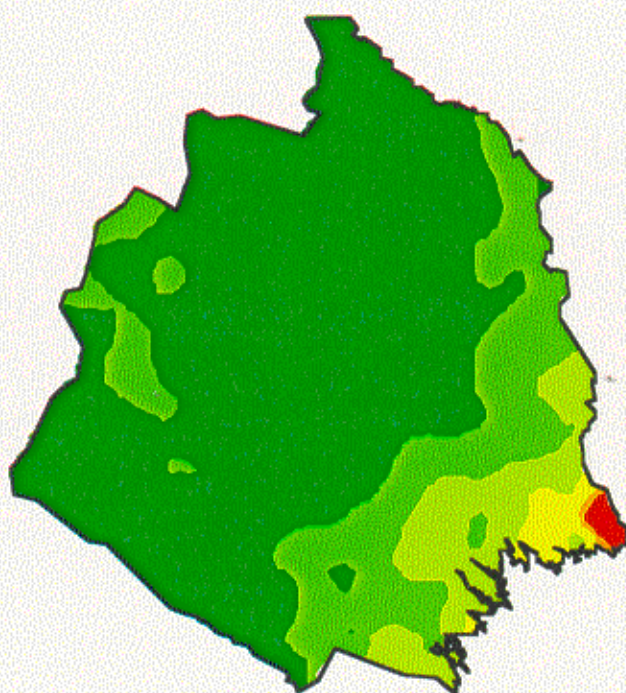
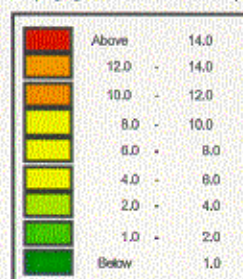
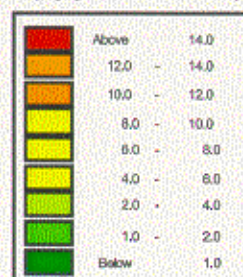
Cr ($\mu\text{g/g}$ mossa torrvt) 1975

Fig. 12

Cr ($\mu\text{g/g}$ mossa torrvt) 1980

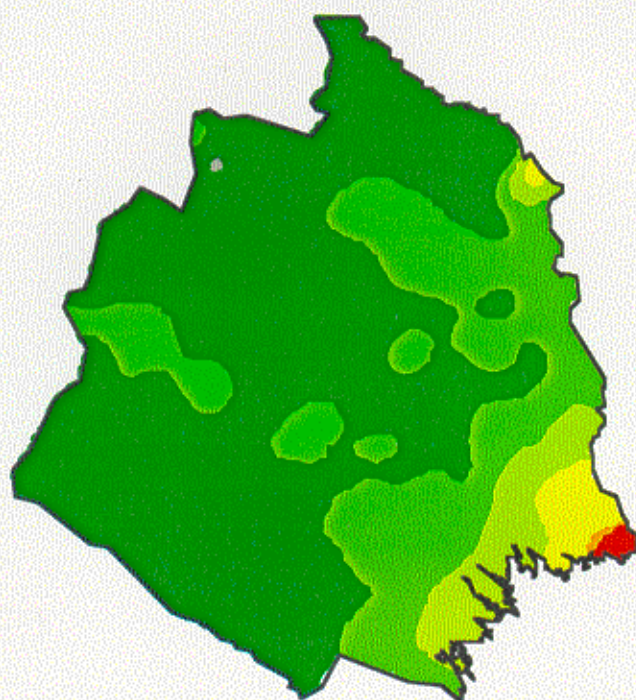


Fig. 13

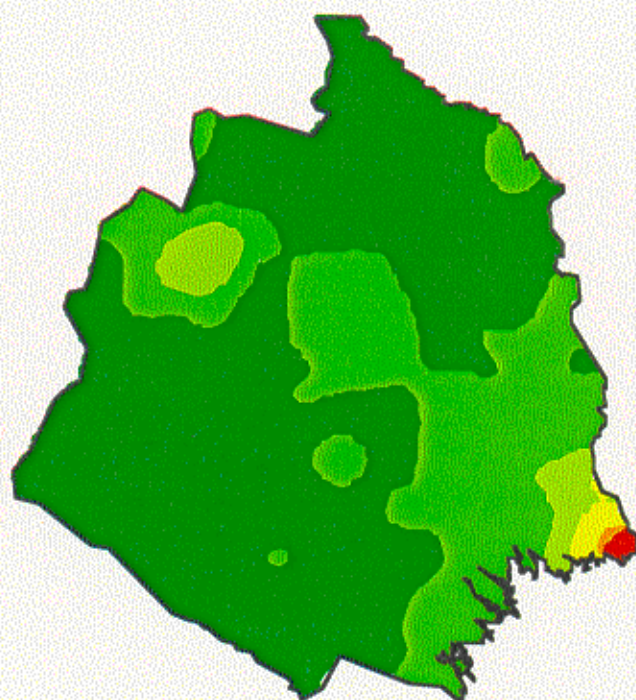
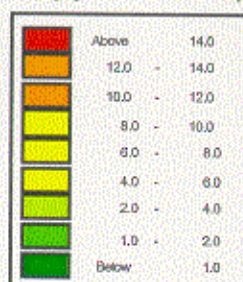
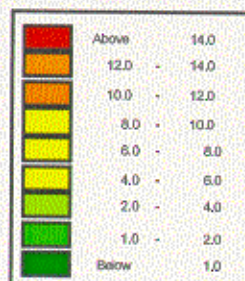
Cr ($\mu\text{g/g}$ mossa torrvikt) 1985

Fig. 14

Cr ($\mu\text{g/g}$ mossa torrvikt) 1990

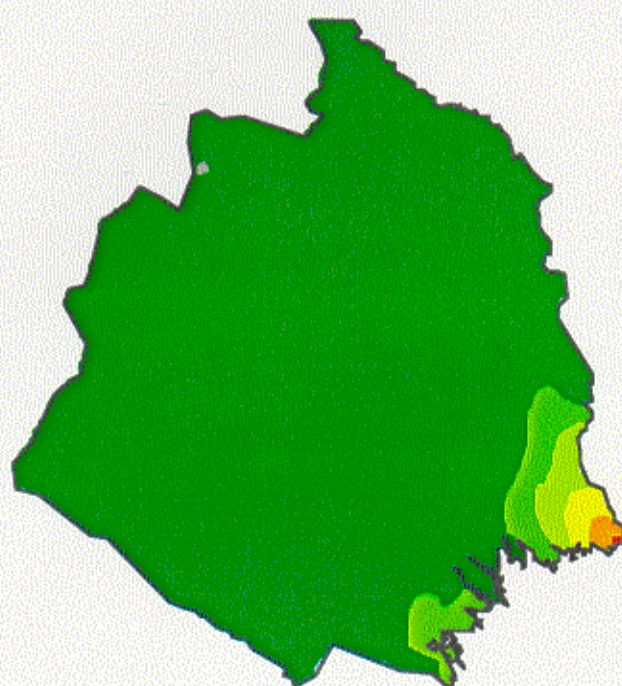
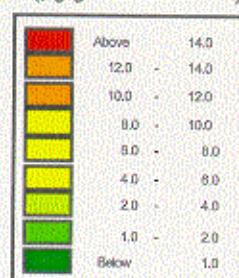


Fig. 15

Cr ($\mu\text{g/g}$ mossa torrviikt) 1995

Tabeller

Tabell 1. Provplatsernas lägen med koordinatangivelse
i rikets nät (enligt LINREG och numeriskt).

Plats	LINREG		X	Y
Akusjärvi	25N 7d	3a1b	73381	18651
Ammunitionsvägen	25N 6d	2e6d	73326	18693
Björkfors	25N 7a	0a9j	73359	18509
Finnberget	25N 4a	1e2j	73212	18549
Haapasari	25N 7c	2d1h	73371	18637
Hamnskär	25N 2g	4a8a	73148	18800
Haukijärvi	26M 0j	2c7j	73527	18479
Hietaharju	25N 7e	3d7h	73387	18737
Kaitijärvi	25M 7j	0c0g	73350	18476
Kankaanranta	26N 1d	1a0f	73560	18655
Karungi	26N 0d	1d1a	73511	18680
Kataja	25N 3g	0c6f	73156	18825
Korpikylä	26N 2c	3d1c	73631	18632
Korva	25N 5d	2d9b	73279	18681
Kukkola	25N 8e	4c1c	73441	18722
Liehattäjä	26M 4i	1a5j	73715	18409
Luppio	26N 5a	2a2b	73772	18501
Matojärvi	26N 2b	1a4d	73614	18552
Mattila	25N 6f	1c4i	73314	18778
Myllyjärvi	25N 6e	1c6f	73316	18725
Nikkala	25N 4e	1a0h	73210	18707
Palovaara	25N 5f	2d0c	73270	18782
Raitajärvi	26M 8f	1a1h	73911	18257
Revonsaari	25N 7f	3c8a	73388	18770
Riekkola	25N 5f	2e0d	73270	18793
Ristivaara	25N 8a	3d6j	73436	18538
Sandskär	24N 9d	2b6a	72976	18660
Sangijärvi	25N 5b	3a8c	73288	18552
Sangis	25M 5j	1c3f	73263	18475
Seskarö	25N 3c	0c1f	73151	18625
Skjutbanan	25N 5e	3a6h	73286	18707
Skomakaren	25N 2f	2a2c	73122	18752
Säivisnäs	25N 4a	1e2i	73212	18548
Tirro	25N 4g	2a5b	73225	18961
Torne-Furö	25N 3f	3c9h	73189	18777
Tossa	25N 9c	1c4h	73464	18627
Vojakkala	25N 7f	0a0a	73350	18750
Vuono	25N 5f	3a2a	73282	18750
Älgsjön	25N 8b	1d3f	73413	18585
Ö. Knivskär	25N 2g	1c0f	73110	18825
Ö. Launinkari	25N 3g	4a2c	73192	18802

Tabell 2. Metallhalter, mg/kg, i mossprover insamlade 1987. Data från platser som provtagits
1988–1995 redovisas även i tabell 1.

Plats	Cr	Mn	Mo	Ni	Pb	V	Zn
23 Akusjärvi	16.7	654	0.25	2.86	12.3	3.71	58.2
20 Ammunitionsv	48.3	448	0.33	3.41	11.6	3.07	45.4
22 Björkfors	15.5	409	0.15	4.51	16.9	4.19	47.7
10 Finnberget	14.1	283	0.27	2.06	10.8	2.15	45.4
30 Haukijärvi	7.41	255	0.08	2.67	28.3	3.57	40.8
24 Hietaharju	26.4	484	0.31	3.11	13.6	5.97	35.0
31 Kankaanranta	5.19	406	0.12	2.61	11.4	3.06	51.1
29 Karungi	9.07	401	0.12	3.35	14.8	3.16	60.4
5 Kataja	611	431	1.51	14.0	12.3	6.72	40.2
32 Korpikylä	6.22	300	0.17	2.11	14.8	3.59	29.5
14 Korva	43.3	362	0.53	3.84	15.2	3.76	46.5
26 Kukkola	20.3	335	0.33	3.53	16.9	3.84	37.3
34 Liehittäjä	4.50	467	0.14	2.18	14.5	2.94	36.7
35 Luppio	5.00	398	0.08	2.55	19.5	4.73	42.5
33 Matojärvi	12.4	409	0.13	2.92	15.8	3.43	62.6
18 Mattila	77.8	659	0.53	7.74	16.1	8.19	47.1
19 Myllyjärvi	61.1	431	0.58	6.01	17.7	4.67	64.3
8 Nikkala	57.4	547	0.48	4.57	10.5	3.22	40.2
36 Raitajärvi	1.42	583	0.12	1.60	9.55	2.36	38.5
13 Riekkola	759	841	1.93	21.8	20.6	16.2	76.9
27 Ristivaara	6.94	206	0.36	3.35	23.8	4.73	51.6
1 Sandskär	24.2	558	0.33	3.29	11.3	3.25	39.0
17 Sangijärvi	15.5	599	0.18	3.10	13.0	4.00	50.0
12 Sangis	10.0	313	0.12	2.49	13.6	3.67	47.7
4 Seskarö	40.0	481	0.63	5.77	20.8	6.23	59.3
16 Skjutbanan	191	360	0.89	10.1	24.4	7.98	56.0
3 Skomakaren	78.7	536	0.75	7.38	15.0	4.90	46.5
9 Sävisnäs	20.2	654	0.16	2.80	13.0	3.34	44.8
11 Tirro	452	296	2.16	20.0	10.9	6.03	72.5
6 Torne-Furö	244	360	2.09	16.5	17.2	8.43	40.8
28 Tossa	21.6	341	0.24	2.11	14.8	7.05	53.8
21 Vojakkala	34.2	514	0.29	3.29	8.36	2.87	47.1
15 Vuono	195	412	0.67	7.62	16.6	7.48	79.1
25 Älgsjön	16.2	467	0.48	3.47	25.6	4.28	48.8
2 Ö. Knivskär	160	519	0.52	6.13	7.31	3.39	40.8
7 Ö. Launinkari	794	332	2.18	24.9	20.5	10.0	46.5

Tabell 3. Beräknat kromnedfall 1987 på några öar och inom några avrinningsområden kring Haparanda.

		Yta km ²	Nedfall mg/m ² *år	Totalnedfall kg/år
Öar	Kataja	1.0	91	91
	Torne-Furö	0.9	36	32
	Ö. Launinkari	0.2	119	24
Avrinningsområden	Akusjärvi	6	2.2	13
	Kivijärvi	0.2	11	2.2
	Myllyjärvi	4	8.8	35

Tabell 4. Tungmetallhalter (mg/kg) i mossor insamlade kring Haparanda.

Provplats	År	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo	Ni	Pb	V	Zn
Haapasari	1989	0.10	26.9	5.88	351	469	0.31	3.12	11.9	3.12	49.2
	1995	0.18	16.0	3.80	232	-	-	2.00	4.8	2.02	53.2
Kataja	1987	-	611	-	-	431	1.51	14.0	12.3	6.72	40.2
	1989	-	118	-	-	282	0.83	9.04	7.30	3.10	24.2
Korkikylä	1987	-	6.22	-	-	300	0.17	2.11	14.8	3.59	29.5
	1988	0.10	10.3	5.15	286	257	0.24	2.11	13.51	2.74	36.2
Kukkola	1987	-	20.3	-	-	335	0.33	3.53	16.9	3.84	37.3
	1989	-	12.9	-	-	548	0.06	2.76	10.6	2.73	26.9
Myllijärvi	1987	-	61.1	-	-	431	0.59	6.01	17.7	4.67	64.3
	1988	0.07	72.5	3.61	491	284	0.29	3.95	15.4	4.06	43.9
	1989	-	44.8	-	-	195	0.98	6.92	12.7	3.81	33.3
	1995	0.14	72.7	3.75	280	-	-	4.20	5.4	2.3	30.4
Nikkala	1987	-	57.4	-	-	547	0.48	4.57	10.5	3.22	40.2
	1995	0.13	34.7	4.37	303	-	-	3.16	4.7	2.29	43.0
Riekkola	1987	-	759	-	-	841	1.93	21.8	20.6	16.2	76.9
	1988	0.07	423	6.73	879	308	1.23	13.34	18.2	10.0	78.7
	1989	-	208	-	-	221	1.87	19.7	20.1	10.4	36.5
	1995	0.16	112	5.15	219	-	-	9.7	6.1	5.6	40.6
Sandskär	1987	-	24.2	-	-	558	0.33	3.29	11.3	3.25	39.0
	1988	0.13	48.1	6.02	397	406	0.22	3.64	10.38	3.12	103
Sangijärvi	1987	-	15.5	-	-	599	0.18	3.10	13.0	4.00	50.0
	1995	0.12	25.4	4.27	566	-	-	2.70	5.5	2.90	39.5
Seskarö	1987	-	40.0	-	-	481	0.63	5.77	20.8	6.23	59.3
	1995	0.19	9.6	4.59	428	-	-	1.6	5.5	3.14	37.1
Skomakaren	1987	-	78.7	-	-	536	0.75	7.38	15.0	4.90	46.5
	1988	0.09	174	7.00	523	867	0.71	8.05	13.84	5.51	49.9
	1989	-	36.1	-	-	397	0.23	5.11	8.94	2.86	24.6
Sävisnäs	1987	-	20.2	-	-	654	0.164	2.80	13.0	3.34	44.8
	1995	0.19	5.9	3.71	213	-	-	1.33	4.8	1.53	55.1
Vuono	1987	-	195	-	-	412	0.67	7.62	16.6	7.48	79.1
	1988	0.08	125	5.46	619	342	0.62	6.48	12.9	5.26	44.0
	1989	-	76.7	-	-	207	0.56	5.85	9.07	3.39	28.3
	1995	0.12	73.5	4.78	315	-	-	4.91	3.7	2.1	41.3
Älgsjön	1987	-	16.2	-	-	467	0.48	3.47	25.6	4.28	48.8
	1988	0.09	14.7	5.42	326	286	0.19	2.74	14.8	3.06	38.3
	1989	-	19.8	-	-	194	0.52	5.12	17.6	4.02	40.9
	1995	0.28	8.7	5.74	484	-	-	2.74	4.2	6.89	33.9
Ö. Knivskär	1987	-	160	-	-	519	0.52	6.13	7.31	3.39	40.8
	1989	-	65.6	-	-	317	0.17	5.32	7.43	2.62	28.1
Ö. Launinkari	1987	-	794	-	-	332	2.18	24.9	20.5	10.0	46.5
	1989	-	281	-	-	146	1.74	18.6	10.7	4.82	32.5

Tabell 5. Metallhalter, mg/kg, i mossor insamlad på en kromitklippa vid Revonsaari 1988.

	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo	Ni	Pb	V	Zn
Övre delen	0.06	5.53	4.79	237	306	0.15	2.31	7.37	2.26	30.9
Mellersta	0.03	10.5	3.32	197	268	0.13	1.27	4.66	1.71	20.1
Undre delen	0.10	7.34	5.50	418	275	0.27	3.87	10.26	3.09	32.2

Tabell 6. Metallhalter, mg/kg, i mårprover insamlade 1987.

Plats	Cr	Mn	Mo	Ni	Pb	V	Zn
20 Ammunitionsv.	27.0	342	0.25	6.52	59.4	24.4	70.6
30 Haukijärvi	7.68	239	0.34	4.53	64.1	8.14	63.3
5 Kataja	66.1	179	0.66	6.65	35.3	8.46	40.9
34 Liehittäjä	13.6	303	0.30	6.04	65.6	7.45	71.7
19 Myllyjärvi	39.3	318	0.23	7.93	67.2	23.3	115.
13 Riekkola	28.7	136	0.32	5.49	34.1	12.2	47.7
27 Ristivaara	6.52	71.8	0.30	4.47	70.3	6.60	71.1
1 Sandskär	9.55	350	0.24	4.12	26.3	14.1	37.0
16 Skjutbanan	33.6	144	0.46	5.06	47.1	13.4	67.2
3 Skomakaren	33.6	453	0.44	6.16	64.1	11.0	73.9
6 Torne-Furö	177	250	0.62	0.7	48.5	20.2	43.8
15 Vuono	43.4	156	0.45	7.32	47.1	16.6	49.4
2 Ö. Knivskär	32.0	387	0.40	5.73	27.5	13.7	34.7
7 Ö. Launinkari	101	321	0.82	0.9	42.6	14.2	35.8

Tabell 7. Tungmetallhalter (syralösligt) 1987 i markens humusskikt, urlakningsskikt, anrikningsskikt och i det oförändrade underlaget (H, A, B resp C-horisonter). Halter i mg/kg torrsvikt.

Lokal	Skikt	Cr	Ni	V	Zn
Palovaara	H	48.6	7.3	32.2	30.1
	A	7.6	3.5	24.8	13.9
	B	15.5	7.5	31.3	20.4
	C	16.7	8.5	32.3	22.5
Skjutbanan	H	60.7	6.6	21.4	75.2
	A	4.3	1.2	12.6	5.9
	B	3.7	2.9	18.3	8.1
	C	16.2	5.0	28.7	12.1
Akusjärvi	H	4.0	1.7	10.9	61.2
	A	1.0	0.1	3.8	1.8
	B	4.4	1.7	17.6	7.6
	C	7.1	2.9	15.6	9.1

Tabell 8. Med EDTA-lösning extraherbara metallhalter (mg/kg torrsvikt) 1988, organisk halt (% av torrsvikt) samt pH i kaliumkloridextrakt.

	Skikt	Cr	Ni	Pb	Org. halt	pH
Haapasari	H	0.03	0.02	45.2	47.7	3.12
	A	0.01	0.01	<1.0	1.3	3.72
	B	0.01	0.01	<1.0	1.0	4.10
	C	0.01	0.01	<1.0	0.5	4.65
Kaitijärvi	H	0.05	0.02	55.99	66.8	2.98
	A	0.01	0.01	<1.0	1.7	3.56
	B	0.04	0.07	<1.0	1.8	4.29
	C	0.06	0.06	<1.0	1.1	4.52
Palovaara	H	0.09	0.09	20.1	19.3	3.81
	A	0.14	0.14	<1.0	2.5	3.61
	B	0.10	0.10	<1.0	1.0	3.79
	C	0.01	0.01	<1.0	0.4	4.67
Vuono	H	0.11	0.11	34.5	39.1	3.68
	A	0.07	0.07	<1.0	1.7	3.65
	B	0.09	0.09	<1.0	0.8	3.95
	C	0.04	0.04	<1.0	0.7	4.33
Ö.Launinkari	H	0.13	0.13	39.2	73.5	2.93
	A	0.73	0.73	<1.0	1.6	3.59
	B	0.25	0.25	<1.0	0.6	3.98
	C	0.01	0.02	<1.0	0.3	4.48

Tabell 9. Tungmetallhalter (syralösliga) i markens humusskikt, urlakningsskikt, anrikningsskikt och i det oförändrade underlaget (H, A, B resp C-horisonter) 1988. Halter i mg/kg torrvt.

Plats	Skikt	Cr	Mn	Mo	Ni	Pb	V	Zn
Haapasari	H	6.48	168	0.17	2.58	47.7	8.09	39.4
	A	3.65	32.8	<0.02	1.15	3.3	8.66	9.0
	B	4.07	37.1	0.03	1.53	1.7	8.89	10.6
	C	6.42	70.0	<0.02	2.29	1.3	11.4	14.7
Kaitijärvi	H	15.0	75.8	0.36	4.24	64.2	9.51	53.0
	A	3.02	18.6	<0.02	0.70	2.7	4.79	6.2
	B	12.1	49.4	<0.02	2.84	1.3	18.8	11.8
	C	12.3	59.6	0.06	3.11	<0.2	16.3	14.5
Palovara	H	32.1	254	0.31	5.00	22.1	18.0	33.2
	A	10.3	38.5	<0.02	2.21	4.0	11.8	8.9
	B	8.50	34.6	0.05	3.27	1.0	9.37	8.2
	C	10.5	90.8	<0.02	5.50	<0.2	11.9	14.3
Vuono	H	29.2	237	0.46	4.70	36.1	16.7	41.0
	A	10.5	40.0	<0.02	2.82	3.2	15.3	8.8
	B	10.9	79.7	0.05	4.53	1.3	15.9	13.6
	C	24.1	178	0.17	7.98	<0.2	26.0	25.0
Ö. Launinkari	H	117	61.1	1.48	13.4	38.0	17.0	46.3
	A	13.2	64.4	0.17	4.00	2.8	20.0	13.7
	B	15.2	78.7	<0.02	4.19	<0.2	21.9	13.6
	C	16.0	113	<0.02	5.81	<0.2	24.8	21.0

Tabell 10. Metallhalter i bär och svampar 1988 och 1989 (mg/kg friskvikt), samt avståndet (km) till stålverket.

Plats	År	Material	Cr	Ni	Pb	Av- stånd
Haapasaari	1988	Blåbär	0.013	0.026	<0.005	25
Haapasaari	1989	Blåbär	<0.01	0.053	-	25
Hamnskär	1988	Blåbär	0.043	0.059	<0.005	7.5
Korpikylä	1988	Blåbär	0.011	0.028	<0.005	49.5
Kukkola	1989	Blåbär	0.010	0.074	-	23
Myllyjärvi	1989	Blåbär	0.016	0.081	-	13
Riekkola	1989	Blåbär	0.017	0.069	-	6
Sandskär	1988	Blåbär	0.018	0.063	<0.005	29.5
Skomakaren	1988	Blåbär	0.031	0.050	<0.005	12.5
Vuono	1989	Blåbär	0.010	0.058	-	9
Älgsjön	1989	Blåbär	<0.01	0.050	-	30
Kataja	1989	Hallon	0.102	0.820	-	6.5
Skomakaren	1989	Hallon	0.030	0.364	-	12.5
Ö. Launinkari	1989	Hallon	0.195	0.985	-	3
Ö. Knivskär	1989	Hallon	0.045	0.256	-	11
Ö. Knivskär	1989	Hjortron	<0.01	0.384	-	11
Haapasaari	1988	Lingon	0.038	0.066	<0.005	25
Kaitijärvi	1988	Lingon	0.038	0.040	<0.005	15.5
Palovaara	1988	Lingon	0.134	0.055	0.031	6.8
Riekkola	1988	Lingon	0.202	0.102	0.022	6
Vuono	1988	Lingon	0.049	0.041	<0.005	9
Riekkola	1988	Kantarell	0.223	0.007	0.007	6
Haapasaari	1988	Smörsopp	0.050	0.020	0.089	25
Kaitijärvi	1988	Smörsopp	0.068	0.056	0.110	15.5
Liehittäjä 1	1988	Smörsopp	0.011	0.024	0.070	64
Liehittäjä 2	1988	Smörsopp	0.038	0.028	0.121	64
Palovaara	1988	Smörsopp	0.075	0.021	0.028	6.8
Riekkola	1988	Smörsopp	0.099	0.030	0.077	6
Sangis	1988	Smörsopp	0.009	0.028	0.074	40
Vuono	1988	Smörsopp	0.204	0.087	0.061	9
Hamnskär	1988	Stensopp	0.189	0.110	0.059	7.5

Tabell 11. Koldioxidavgivning från mårprover (mg CO₂/kg organiskt material och timme) samt pH (mätt i fält).

Provplats	CO ₂	pH
Haapasari 1	859	3.24
Haapasari 2	549	-
Kaitijärvi	744	-
Korpikylä	827	3.14
Myllyjärvi	940	3.68
Palovaara	986	-
Riekkola 1	808	3.43
Riekkola 2	768	-
Skomakaren	737	3.08
Torne Furö	574	3.13
Vuono	937	-
Älgsjön	790	-
Ö. Launinkari	672	-

Tabell 12. Vegetationsanalyser, procentuell täckning.

Skomakaren

Kartangivelse: 25N2e 2e

Datum: 1989-08-10

<i>Juniperus communis</i>	1
<i>Stellaria graminea</i>	1
<i>Rubus arcticus</i>	1
<i>Viola canina</i>	1
<i>Epilobium angustifolium</i>	1
<i>Calluna vulgaris</i>	10
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	30
<i>Vaccinium myrtillus</i>	20
<i>Empetrum hermaphroditum</i>	5
<i>Melampyrum pratense</i>	1
<i>Solidago virgaurea</i>	1
<i>Antennaria dioica</i>	1
<i>Achillea millefolium</i>	1
<i>Hieracium umbellatum</i>	2
<i>Festuca rubra</i>	2
<i>Festuca ovina</i>	5
<i>Poa pratensis</i> ssp. <i>angustifolia</i>	1
<i>Deschampsia flexuosa</i>	20
<i>Pleurozium schreberi</i>	60
<i>Cladonia Cladina</i>	4
Totalt antal arter	21

Ö. Knivskär

Kartangivelse: 25N2g 0c

Datum: 1989-08-10

<i>Juniperus communis</i>	5
<i>Rubus saxatilis</i>	1
<i>Sorbus aucuparia</i>	1
<i>Epilobium angustifolium</i>	1
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	20
<i>Vaccinium uliginosum</i>	2
<i>Empetrum hermaphroditum</i>	30
<i>Trientalis europaea</i>	1
<i>Linaria vulgaris</i>	1
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	1
<i>Melampyrum pratense</i>	1
<i>Solidago virgaurea</i>	2
<i>Antennaria dioica</i>	1
<i>Achillea millefolium</i>	1
<i>Hieracium umbellatum</i>	5
<i>Festuca rubra</i>	10
<i>Festuca ovina</i>	10
<i>Deschampsia flexuosa</i>	10
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	10
<i>Agrostis capillaris</i>	3
<i>Calamagrostis purpurea</i>	1
<i>Lycopodium complanatum</i>	1
<i>Equisetum arvense</i>	1
<i>Cladonia Cladina</i>	20
Totalt antal arter	25

Tabell 12 (fortsättning). Vegetationsanalyser, procentuell täckning.

Kataja

Kartangivelse: 25N3g 0c

Datum: 1989-08-10

<i>Juniperus communis</i>	1
<i>Rumex acetosa</i>	1
<i>Stellaria graminea</i>	1
<i>Silene dioica</i>	1
<i>Vicia cracca</i>	2
<i>Viola canina</i>	1
<i>Cornus suecica</i>	1
<i>Angelica sylvestris</i>	1
<i>Vaccinium myrtillus</i>	1
<i>Empetrum hermaphroditum</i>	1
<i>Linaria vulgaris</i>	1
<i>Veronica longifolia</i>	2
<i>Valeriana officinalis</i> ssp. <i>officinalis</i>	1
<i>Achillea millefolium</i>	2
<i>Tanacetum vulgare</i>	1
<i>Hieracium umbellatum</i>	5
<i>Festuca ovina</i>	5
<i>Poa pratensis</i> ssp. <i>angustifolia</i>	2
<i>Elymus caninus</i>	1
<i>Deschampsia flexuosa</i>	30
<i>Agrostis capillaris</i>	5
<i>Pleurozium schreberi</i>	30
Totalt antal arter	22

Ö. Launinkari

Kartangivelse: 25N3g 4a

Datum: 1989-08-10

<i>Juniperus communis</i>	1
<i>Stellaria graminea</i>	1
<i>Dianthus superbus</i>	2
<i>Rubus idaeus</i>	3
<i>Fragaria vesca</i>	2
<i>Sorbus aucuparia</i>	1
<i>Viola canina</i>	1
<i>Vaccinium myrtillus</i>	3
<i>Linaria vulgaris</i>	2
<i>Euphrasia stricta</i> var. <i>stricta</i>	1
<i>Solidago virgaurea</i>	10
<i>Antennaria dioica</i>	1
<i>Achillea millefolium</i>	2
<i>Hieracium umbellatum</i>	1
<i>Festuca rubra</i>	3
<i>Festuca ovina</i>	5
<i>Poa pratensis</i> ssp. <i>pratensis</i>	1
<i>Deschampsia flexuosa</i>	10
<i>Agrostis capillaris</i>	10
<i>Alopecurus pratensis</i>	1
<i>Polytrichum juniperinum</i>	3
<i>Pleurozium schreberi</i>	50
<i>Cetraria islandica</i>	2
<i>Cladonia Cladina</i>	40
Totalt antal arter	24

Tabell 13. Kromhalter i mossor från Jokkmokk- och Kalixområdet samt inom norra Norrlands kustland som helhet. Medianvärden, mg/kg. Data från de rikstäckande mätningarna.

Område / År	1975	1980	1985	1990	1995
Jokkmokk	0.60	0.90	1.06	0.98	0.39
Kalix	1.25	2.90	4.55	1.50	1.50
<i>Kvot</i>	<i>2.1</i>	<i>3.2</i>	<i>4.3</i>	<i>1.5</i>	<i>3.8</i>
N. Norrlands kustland	1.2	1.6	1.6	1.3	0.6

LÄNSSTYRELSENS RAPPORTSERIE

Förteckning över utkomna rapporter 1998

<u>Nummer</u>	<u>Namn</u>	<u>Referent</u>
1	På tal om Kvinnor och Män i Norrbotten...	Britt-Marie Häggberg, sektor för näringsliv
2	Studier av linjära strukturer i fjällen med hjälp av Satellitbilder	Anna von Sydow, sektor för livsmiljö
3	Övervakning av flora och fauna i fjällen	Gunnar Brännström och Anna von Sydow, sektor för livsmiljö
4	Atmosfäriskt nedfall av tungmetaller kring Haparanda 1987 - 1995	Gunnar Brännström, sektor för livsmiljö