

Skogsforskningsinstitutet  
Parkano forskningsstation

**Bioindikationsuppföljning av luftkvaliteten  
i området Jakobstad – Nykarleby år 2000**

**Hannu Raitio och Kati Kärkkäinen**

2002

METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
Kiljasto

## INNEHÅLL

1. Inledning .....	3
2. Material och metoder .....	5
2.1 Uppföljningsområde och provbestånd .....	5
2.2 Kartering av lavar .....	9
2.3 Provträdens vitalitet .....	14
2.4 Grundämneshalter i barren .....	15
2.5 Grundämneshalter i mossan .....	17
2.6 Grundämneshalter i humus .....	18
2.7 Statistiska analyser .....	18
3. Resultat och granskning av dem .....	20
3.1 Grundämneshalter i humus .....	20
3.2 Kartering av lavar .....	25
3.3 Kronornas kondition på provträden .....	47
3.4 Grundämneshalter i barren .....	56
3.5 Grundämneshalter i mossan .....	68
4. Sammandrag .....	90
Litteratur .....	92

Bilaga 1. Modell för anvisningar för sökning av provytor

Bilaga 2. Antal arter av stamlavar, förekomstfrekvenser och skadeklasser uppskattade enligt punktfrekvensmetoden för de olika provytorna.

Bilaga 3. Indikatorarternas förekomst på de olika provytorna

Bilaga 4. Förekomstfrekvenser, skadeklasser och antal arter bestämda enligt punktfrekvensmetoden per provträd på provytorna

# 1. Inledning

Bioindikatoruppföljning av luftkvaliteten i skogsmiljön har blivit allt vanligare i Finland under de två senaste decennierna. De första omfattande bioindikatorundersökningarna gjordes i början av 1970-talet på influensområdena för de största befolkningscentra och industrianläggningarna (t.ex. Kauppi & Mäkinen 1975, Kauppi et al. 1977, Manninen 1978, Huttunen et al. 1981). Det har gjorts både uppföljningar av engångsnatur och regelbundet upprepade uppföljningar. Beställarna har varit antingen enskilda industrianläggningar, kommuner eller samkommuner. Bioindikatoruppföljningar av luftkvaliteten har i allmänhet haft tyngdpunkten på områden där de lokala utsläppen av luftföroreningar är betydande.

En bioindikator är en organism, ett organismsamhälle eller en del av ett sådant, med vars hjälp miljöns kvalitet undersöks. En förändring i bioindikatorns struktur, funktion eller kemiska sammansättning avspeglar bl.a. förekomst av luftföroreningar, deras spridning eller effekterna av dem. En god bioindikator är lätt att behandla, kan lätt kännas igen och är genetiskt enhetlig samt vida spridd. Dessutom är en god bioindikator känslig och specifik och avspeglar lätt och entydigt inverkan av miljöförändringar. Då kan resultaten också generaliseras, de är representativa och metoden kan standardiseras.

Vid de uppföljningar som hittills gjorts har det framkommit olika slags problem:

1. Uppföljningen är ofta splittrad, eftersom den har utförts vid olika tider i olika delar av landet och de variabler som använts har varierat mellan olika områden.
2. Upprepade uppföljningar har utförts av olika personer, varvid resultatens kvalitetsnivå och jämförbarhet försämras.
3. Provytorna är inte sinsemellan helt jämförbara och vid provtagningen har man inte fäst tillräcklig uppmärksamhet på statistisk sampling.
4. De variabler som använts i uppföljningarna har inte varit specifika för olika föroreningar och stressfaktorer.
5. Uppföljningsmetoderna har inte alltid hållit för kritisk bedömning.
6. Det har inte gått att bedöma vilken betydelse resultaten av uppföljningen har för alla nämnda variabler med tanke på naturen.
7. Tolknigen av resultaten har försvårats av rapporteringens oenhetlighet.
8. Uppgifterna om luftkvaliteten har inte kunnat kopplas till resultaten av bioindikatoruppföljningen.

Under de senaste åren har det fästs större uppmärksamhet än tidigare på bioindikatoruppföljningarnas kvalitetsnivå och man har också börjat förenhetliga dem (Jussila et al. 1999, Airola & Soininen 2000).

Resultaten av en bioindikatoruppföljning avspeglar effekterna av utsläpp indirekt, eftersom det speciellt i Finland är mycket ovanligt att luftföroreningarna direkt påverkar vegetationen. Förändringarna i bioindikatorerna sker i allmänhet långsamt, så resultaten visar hur föroreningarna inverkar på lång sikt. Därför lönar det sig inte att upprepa bioindikatoruppföljningarna varje år utan t.ex. vart femte år.

Ofta associeras resultaten av bioindikatoruppföljningar med uppföljning av skogarnas hälsotillstånd. I verkligheten är det dock fråga om två separata funktioner med olika betraktelsesätt och målsättningar. Vid uppföljning av skogarnas hälsotillstånd väljs de studerade objekten enligt statistisk sampling så att de så väl och representativt som möjligt

avspeglar de rådande förhållandena, bl.a. skogstyper, skogarnas åldersstruktur och förhållandet mellan olika trädslag, medan de studerade trädbestånden vid bioindikatorundersökningar oftast representerar en viss skogstyp, åldersklass och ett visst trädslag. Vid bioindikatorundersökningar väljs de bestånd och träd som skall undersökas ofta enligt vilka objekt och träd som är lämpade för kartering av lavar.

Rapporter om luftkvaliteten i Jakobstadsområdet har getts under en mycket lång tid (Centrallaboratorium Ab 1973, Lammi 1982, Häkkinen et al. 1992, Ahonen 2000). En egentlig basutredning av luftkvaliteten gjordes 1989–1991 genom Meteorologiska institutets försorg (Häkkinen et al. 1992). På motsvarande sätt karterades luftkvaliteten med hjälp av bioindikatorer i Nykarlebyområdet av Österbottens vattenskyddsförening rf (Kåll 1999).

Bioindikatoruppföljningen är en del av kontrollen av luftkvaliteten i Jakobstad och dess närområde. Den kompletterar den kontinuerliga fysikalisk-kemiska uppföljningen av luftkvaliteten. Föregående bioindikatoruppföljning gjordes för tio år sedan. Den nya uppföljningen inföll lämpligt förutom i förhållande till föregående uppföljning också med tanke på starten av det nya storkraftverket i Jakobstad samt planerna på investering, utbyggnad och modernisering av träförädlingsindustrin.

Undersökningen finansierades av UPM-Kymmene Oyj/Wisaforest, Oy Alholmens Kraft Ab, Oy JA-RO Ab, Oy KWH Plast Ab, Oy Componenta Ab, Jakobstads Energiverk, Ab Ewapower Oy, staden Jakobstad, Larsmo kommun, Pedersöre kommun och Nykarleby stad. Undersökningen utfördes av Skogsforskningsinstitutets forskningsstation i Parkano och ansvarig forskare var FD Hannu Raitio.

Vid sökningen efter provtytor bistod verksamhetsledare Henrik Nylund (skogsvårdsföreningen Norrskog rf) samt verksamhetsledare Boris Mattsson (Nykarleby skogsvårdsförening rf). Inrättande av provtytor, fältmätningar och insamling av prover sköttes av FM Sampsa Lommi, skogsbruksingenjör Yrjö Nuutinen, skogsbrukstekniker Olavi Kohal, Sulo Lehtinen och Ari Rynänen samt forskningsmästarna Matthias Hein, Jari Ilomäki, Mikko Kauppila och Kimmo Siuruainen. Forskningsmästarna Irja Talonen, Anneli Nuijanmaa och Matthias Hein förbehandlade proverna. Laboratorietekniker Juha Puranen, laboranterna Kari Honka och Anneli Käenmäki samt laboratiemästare Arja Reijonen svarade för de kemiska analyserna av proverna. I behandlingen av materialet och uppgörande av rapporten deltog FM Kati Kärkkäinen (kartering av lavar), FM Martti Lindgren (kronornas tillstånd på de studerade träden) samt biträdande forskare Jarmo Mäkinen (statistiska analyser, kartor, tabeller och bilder). Ombrytningen av rapporten sköttes av byråsekreterare Tuire Kilponen.

## 2. Material och metoder

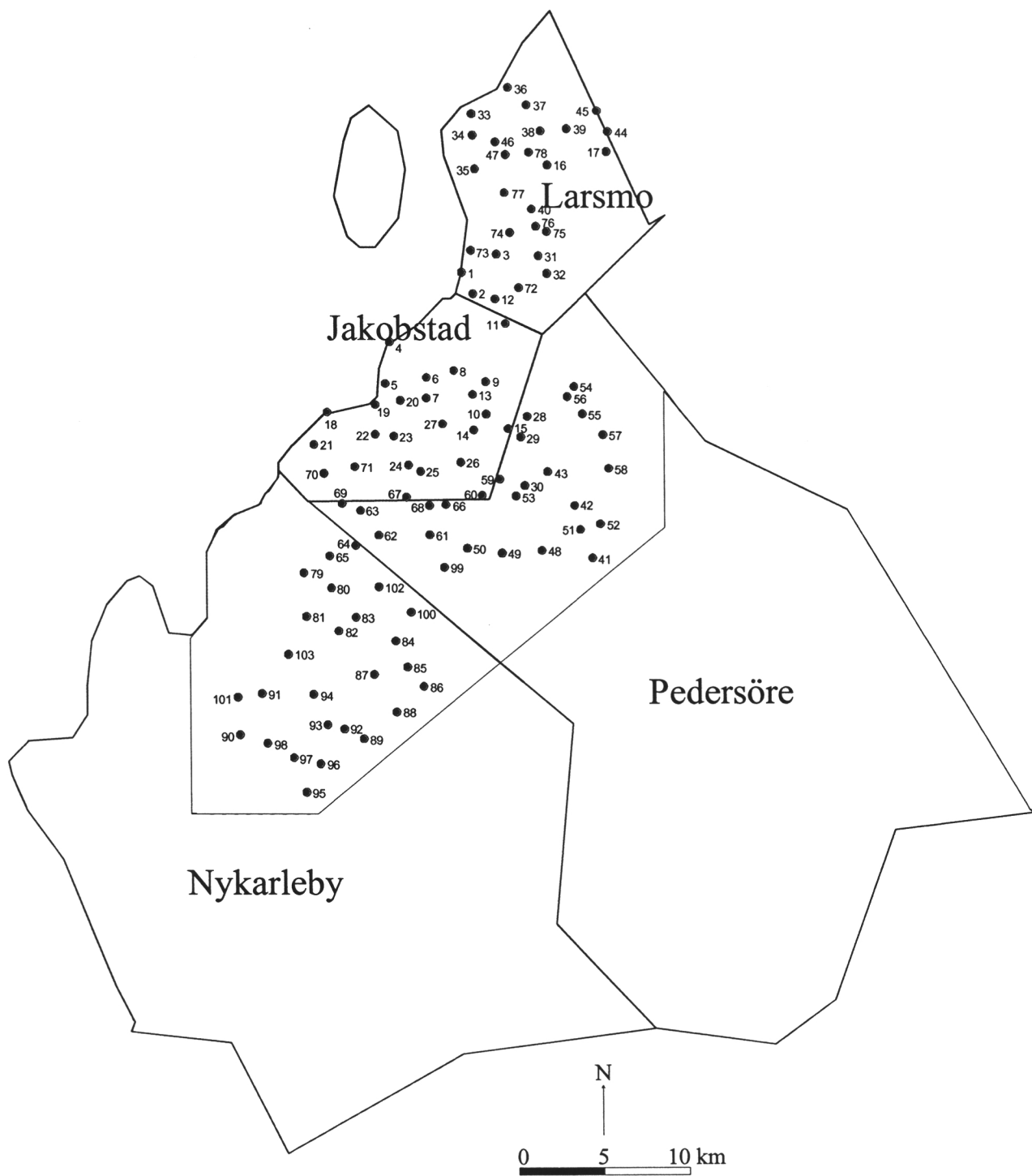
### 2.1 Uppföljningsområde och provbestånd

Uppföljningsområdet omfattar staden Jakobstads område samt delar av Larsmo och Pedersöre kommuner och Nykarleby stad, totalt cirka 500 km<sup>2</sup> (Figur 1). På området inrättades ett enhetligt 2 x 2 km<sup>2</sup> rutnät med utgångspunkt från det enhetliga koordinat-systemets östkoordinat 3289 och nordkoordinat 7062. Varje ruta bestod av fyra 1 x 1 km<sup>2</sup> delrutor. I varje 2 x 2 km<sup>2</sup> ruta inrättades ett provbestånd, som man alltid i första hand försökte få placerat i den nordöstra delrutan, om den delrutan innehöll trädbestånd som motsvarade kraven. Ifall det inte fanns något bestånd som motsvarade kriterierna i den nordöstra delrutan, sökte man därefter ett objekt i den sydöstra rutan, sedan i sydväst och till slut i den nordvästra delrutan. Ifall inte en enda av delrutorna i den aktuella 2 x 2 km<sup>2</sup> rutan hade något bestånd som motsvarade kriterierna, förkastades observationsrutan, dvs. inget provbestånd inrättades på det området. Ifall rutan innehöll flera beståndsfigurer som fyllde kriterierna, valdes slumpmässigt det första beståndet som motsvarade kraven. Sammanlagt inrättades 103 provbestånd (Figur 1). Provbeständen inrättades på Jakobstads område 2.5–31.5.2001 och på Nykarlebys område 5.9–15.9.2000. I tabell 1 anges i vilken kommun provytorna finns, mittpunktens koordinater samt inrättningsdatum. Beträffande Nykarleby inrättades provytorna och utfördes fältarbetena senare än på det övriga området, eftersom Nykarleby stad kom med i uppföljningsundersökningen senare än de övriga.

Som hjälp vid förhandsvalet av provytor användes skogsbrukskartor per figur, där på förhand i rutnätet utplacerade bestånd, som fyller urvalskriterierna, valdes ut i samråd med de lokala skogsvårdsföreningarna. Bestånden skulle vara växtlig skogsmark på momark och skogstypen i första hand antingen ljung- (CT) eller lingontyp (VT). Beståndet på minst ett hektar skulle vara cirka 70–90-årig medelålders ekonomiskog eller skog av äldre utvecklingsklass. I undantagsfall inrättades en provyta på frodigare eller kargare växtplats, eller åldern på de dominerande träden i ung ekonomiskog skulle vara minst 50 år. Skogsbestånd med en ålder över hundra år undveks. Trädbeståndet skulle vara talldominerat. Tallen som huvudträdslag skulle utgöra minst hälften av hela trädbeståndet.

Provytorna placerades om möjligt på en kulle något högre än omgivningen, dock inte närmare än 50 meter från skogsbeståndets kant, inte heller på en hög backe eller i en sänka mellan backar. Försumpade och bergiga platser undveks. Dessutom måste det ha gått minst tre år från senaste avverkning i beståndet. I närheten av provytan (50–100 m) fick det inte finnas byggnader, motortrafik eller andra utsläppskällor. På det område som valdes skulle det inom en 30 meters radie finnas minst tio tallar med över 20 cm diameter vid brösthöjd och dessa skulle vara beståndets dominerande träd.

Provytans mittpunkt märktes ut i terrängen med ett cirka en centimeter grovt och 15–20 cm långt vitt plaströr, som stacks med i marken. Mittpunktens läge bestämdes med GPS-positionering (TRIBLE TSC1 ASSET Surveyor/modell TSCPN29673-50). För att hitta mittpunkten uppgjordes dessutom sökanvisningar (Bilaga 1). I sökanvisningarna finns alltid först en utgångspunkt, som är en punkt som syns på grundkartan, t.ex. en råsten, en korsning mellan vägar eller stigar eller ett åkerhorn. Vid behov förtydligades utgångspunkten i terrängen genom utmärkning av den antingen med ett målat märke eller med en träpåle. I sökanvisningarna antecknades därefter riktningen i grader och avståndet från utgångspunkten antingen direkt till provytans mittpunkt eller till en hjälppunkt. En hjälppunkt användes i de fall då avståndet från utgångspunkten till mittpunkten var långt (över



Figur 1. Det undersökta området (skuggat område) samt provytorna (•).

Tabell 1. Provytornas läge och anläggningsdag.

Provyta nr	Kommun	Nordkoordinat, °	Östkoordinat, °	Anläggningsdag
1	Larsmo	63,746194	22,702198	2.5.2000
2	Larsmo	63,735237	22,716661	2.5.2000
3	Larsmo	63,756999	22,742432	2.5.2000
4	Jakobstad	63,707490	22,621540	3.5.2000
5	Jakobstad	63,685279	22,619594	3.5.2000
6	Jakobstad	63,689960	22,667811	3.5.2000
7	Jakobstad	63,678934	22,668730	3.5.2000
8	Jakobstad	63,694522	22,699300	3.5.2000
9	Jakobstad	63,689860	22,738274	4.5.2000
10	Jakobstad	63,672390	22,741245	4.5.2000
11	Larsmo	63,720983	22,757067	4.5.2000
12	Larsmo	63,733330	22,742873	4.5.2000
13	Jakobstad	63,682661	22,723612	5.5.2000
14	Jakobstad	63,664080	22,727416	5.5.2000
15	Jakobstad	63,665705	22,768302	5.5.2000
16	Larsmo	63,804851	22,794916	8.5.2000
17	Larsmo	63,813549	22,864713	8.5.2000
18	Jakobstad	63,667643	22,552985	8.5.2000
19	Jakobstad	63,673948	22,609312	9.5.2000
20	Jakobstad	63,676935	22,638851	9.5.2000
21	Jakobstad	63,650463	22,539355	9.5.2000
22	Jakobstad	63,658021	22,611922	9.5.2000
23	Jakobstad	63,657644	22,633814	10.5.2000
24	Jakobstad	63,642878	22,652915	10.5.2000
25	Pedersöre	63,640113	22,667820	10.5.2000
26	Pedersöre	63,646210	22,714985	10.5.2000
27	Jakobstad	63,665902	22,689963	11.5.2000
28	Jakobstad	63,672579	22,788773	11.5.2000
29	Jakobstad	63,661737	22,783418	11.5.2000
30	Pedersöre	63,636275	22,791185	11.5.2000
31	Larsmo	63,757422	22,791185	12.5.2000
32	Larsmo	63,748324	22,802716	12.5.2000
33	Larsmo	63,828771	22,702615	15.5.2000
34	Larsmo	63,817591	22,705217	15.5.2000
35	Larsmo	63,800161	22,710667	15.5.2000
36	Larsmo	63,843984	22,742936	16.5.2000
37	Larsmo	63,835473	22,766467	16.5.2000
38	Larsmo	63,822037	22,784739	16.5.2000
39	Larsmo	63,823992	22,815325	16.5.2000
40	Larsmo	63,781484	22,779770	17.5.2000
41	Pedersöre	63,600182	22,876682	17.5.2000
42	Pedersöre	63,627611	22,852052	17.5.2000
43	Pedersöre	63,644247	22,817209	17.5.2000
44	Larsmo	63,824249	22,865277	18.5.2000
45	Larsmo	63,836404	22,855343	18.5.2000
46	Larsmo	63,814867	22,732409	18.5.2000
47	Larsmo	63,808764	22,744891	18.5.2000
48	Pedersöre	63,602566	22,816552	19.5.2000
49	Pedersöre	63,599751	22,769733	19.5.2000
50	Pedersöre	63,601071	22,729145	19.5.2000
51	Pedersöre	63,614647	22,860605	22.5.2000
52	Pedersöre	63,618092	22,883261	22.5.2000

Provyta nr	Kommun	Nordkoordinat, °	Östkoordinat, °	Anläggningsdag
53	Pedersöre	63,630305	22,782398	22.5.2000
54	Pedersöre	63,690051	22,842122	23.5.2000
55	Pedersöre	63,675912	22,854420	23.5.2000
56	Pedersöre	63,684976	22,836018	23.5.2000
57	Pedersöre	63,665560	22,880272	23.5.2000
58	Pedersöre	63,647812	22,889273	24.5.2000
59	Pedersöre	63,638760	22,761995	24.5.2000
60	Pedersöre	63,629416	22,742652	24.5.2000
61	Pedersöre	63,606642	22,684277	24.5.2000
62	Pedersöre	63,604900	22,623587	25.5.2000
63	Pedersöre	63,617288	22,600084	25.5.2000
64	Pedersöre	63,598597	22,596909	25.5.2000
65	Pedersöre	63,592262	22,566294	25.5.2000
66	Pedersöre	63,623309	22,699925	26.5.2000
67	Pedersöre	63,626161	22,653623	26.5.2000
68	Pedersöre	63,622294	22,682614	26.5.2000
69	Jakobstad	63,620217	22,577643	29.5.2000
70	Jakobstad	63,635362	22,554079	29.5.2000
71	Jakobstad	63,640065	22,590337	29.5.2000
72	Larsmo	63,739955	22,770275	30.5.2000
73	Larsmo	63,757631	22,710996	30.5.2000
74	Larsmo	63,768205	22,756021	30.5.2000
75	Larsmo	63,770325	22,798458	30.5.2000
76	Larsmo	63,772813	22,785224	30.5.2000
77	Larsmo	63,789026	22,746498	31.5.2000
78	Larsmo	63,810638	22,772751	31.5.2000
79	Nykarleby	63,582368	22,537571	5.9.2000
80	Nykarleby	63,575746	22,571564	6.9.2000
81	Nykarleby	63,559664	22,543798	6.9.2000
82	Nykarleby	63,553488	22,583627	6.9.2000
83	Nykarleby	63,561572	22,602995	6.9.2000
84	Nykarleby	63,550236	22,650513	7.9.2000
85	Nykarleby	63,536857	22,666705	7.9.2000
86	Nykarleby	63,527231	22,687518	7.9.2000
87	Nykarleby	63,531859	22,628926	7.9.2000
88	Nykarleby	63,512405	22,657474	8.9.2000
89	Nykarleby	63,497624	22,621113	8.9.2000
90	Nykarleby	63,495066	22,476483	11.9.2000
91	Nykarleby	63,517679	22,497372	11.9.2000
92	Nykarleby	63,502065	22,597040	12.9.2000
93	Nykarleby	63,503805	22,577252	12.9.2000
94	Nykarleby	63,519118	22,558386	12.9.2000
95	Nykarleby	63,467842	22,557127	13.9.2000
96	Nykarleby	63,483120	22,571555	13.9.2000
97	Nykarleby	63,485281	22,539904	13.9.2000
98	Nykarleby	63,491722	22,507788	13.9.2000
99	Pedersöre	63,590203	22,703234	14.9.2000
100	Pedersöre	63,565657	22,666931	14.9.2000
101	Nykarleby	63,516827	22,471652	14.9.2000
102	Pedersöre	63,577713	22,627519	14.9.2000
103	Nykarleby	63,538966	22,526201	15.9.2000



hundra meter). Vid behov användes flera hjälppunkter. Ifall det mittpunktsmärke som placerats ut i terrängen försvinner med tiden, kan mittpunkten positioneras med hjälp av två eller tre fixpunkter. Som fixpunkter användes en träpåle, ett målfärgsmärke på en sten eller annat synligt permanent märke i terrängen. Från fixpunkterna mättes riktning och avstånd till mittpunkten. Då sökanvisningarna gjordes upp användes 400° kompass samt måttband.

Som observations- och provträd valdes börjande norrifrån medsols de tio tallar som stod närmast mittpunkten och som ingick i det dominerande kronskiktet och vilkas diameter i brösthöjd var över 20 cm. Dessa tallar skulle också vara kvistfria upp till minst tre meter från marknivån. I samband med karteringen av trädbeståndet mättes också provträdens avstånd från mittpunkten och deras riktning i förhållande till mittpunkten bestämdes (Bilaga 1). På provträden mättes dessutom diametern vid brösthöjd (1,3 m höjd från trädets uppkomstpunkt) från riktningen för provytans mittpunkt samt längden och nedre gränsen för den levande kronan. Provträden numrerades med löpande nummer från ett till tio med svart tusch. Grundytan för trädbeståndet på provytan (m<sup>2</sup>/ha) mättes med relaskop genom två relaskopobservationer (Bilaga 1). Åldern för det dominerande trädbeståndet bestämdes genom att borrhspån togs från ett enligt grundytan viktat medianträd. Om trädbeståndet var ojämnt gjordes vid behov flera borrhningar för åldersbestämning. I Tabell 2 anges de genomsnittliga uppmätta karakteristika för de olika provytorna. I Figur 2 visas provytornas skogstypsfördelning per kommun samt för hela materialet.

Beträffande karakteristika var den genomsnittliga grundytan för provbestånden på Nykarleby stads område statistiskt sett mindre än i de övriga kommunerna. I fråga om beståndens genomsnittliga ålder, trädens längd och den levande kronans nedre gräns fanns inga statistiska skillnader mellan kommunerna. Däremot fanns det skillnader mellan de olika kommunerna beträffande förhållandet mellan olika trädslag. I Figur 3 anges provbeståndens genomsnittliga förhållanden mellan olika trädslag per kommun samt i hela materialet. I alla provbestånd var tallens andel över två tredjedelar av beståndet. De mest talldominerade provbestånden fanns i Nykarleby och på motsvarande sätt var den sammanlagda andelen av gran och andra trädslag i beståndet störst i Jakobstad. Skillnaderna i förhållandena mellan olika trädslag var dock relativt små.

## 2.2 Kartering av lavar

Karteringen av lavar omfattade observationer av stamlavar på tall, deras förekomst, riklighet och kondition, och utfördes 19.6–15.9.2000 i enlighet med standard (SFS 5670). Fältobservationerna gjordes av FM Sampsa Lommi. På tio provträd antecknades förekomst av tolv lavararter på 100-200 cm höjd på trädstammen (Tabell 3). Blåslavens (*Hypogymnia physodes*) och tagellavarnas (*Bryoria* spp.) riklighet bedömdes enligt punktfrekvensmetoden (skala 0–100) på stammens nordöstra och sydvästra sida. I ett rutfält med storleken 30 x 40 cm<sup>2</sup> antecknades artvis det antal delrutor där arten förekom i mittpunkten. Rutfältets nedre gräns placerades på 120 cm höjd från trädets rotända. Blåslavens och lavarnas allmänna samt tagellavarnas skadeklass (I–IV) bedömdes för varje provträd (Tabell 4).

Lavkarteringens tillförlitlighet påverkas i första hand av karterarens artkännedom samt erfarenhet av att göra en bioindikatoruppföljning. Det räcker inte bara med att känna de 12 arter som nämns i standarden, för om artkännedomen är begränsad kan indikatorarterna

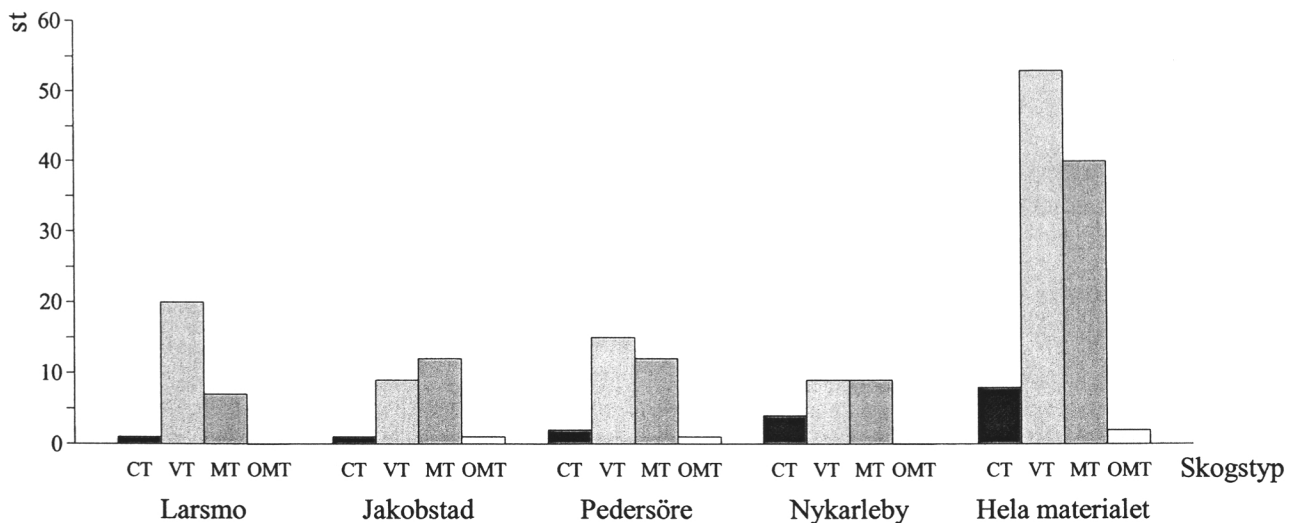
Tabell 2. Provbståndens skogstyp, utvecklingsklass, beståndets genomsnittliga ålder, längd, den levande kronans nedre gräns och grundyta samt trädslagets relativa andel enligt grundytan.

Provbestånd, nr	Skogstyp	Utvecklingsklass	Beståndets ålder, år	Beståndets längd, m	Den levande kronans nedre gräns, m	Grundyta, m <sup>2</sup> /ha	Trädslagets relativa andel tall, %	gran, %	annat, %
1	VT	2	55	16,62	10,08	25,0	98,32	1,68	0,00
2	VT	3	75	15,7	7,66	17,0	70,59	29,41	0,00
3	VT	2	65	17,6	10,77	25,0	100,00	0,00	0,00
4	MT	3	72	19,56	12,11	23,3	84,00	13,23	2,78
5	MT	4	100	19,66	12,62	22,5	75,30	24,70	0,00
6	OMT	3	85	22,15	15,47	40,0	62,66	37,34	0,00
7	VT	4	110	12,47	7,65	16,0	90,08	9,92	0,00
8	MT	3	80	18,48	8,88	17,0	100,00	0,00	0,00
9	MT	3	87	22,7	15,18	31,0	96,77	3,23	0,00
10	MT	3	80	20,69	12,58	32,0	63,43	30,69	5,88
11	MT	2	50	14,65	5,68	20,0	80,70	9,77	9,52
12	VT	2	55	18,46	10,92	35,0	94,20	5,80	0,00
13	MT	3	70	18,1	10,47	32,5	94,12	4,41	1,47
14	MT	3	77	20,94	11,88	22,5	54,46	38,69	6,85
15	MT	2	50	15,71	8,51	28,0	94,64	5,36	0,00
16	VT	4	125	16,23	9,58	22,0	86,34	13,66	0,00
17	VT	4	100	15,74	9,38	27,0	90,28	9,72	0,00
18	VT	2	52	14,47	8,41	22,0	82,92	17,08	0,00
19	VT	4	95	18,14	11,86	30,0	91,74	8,26	0,00
20	VT	3	80	15,43	8,83	21,5	50,77	17,32	31,91
21	VT	3	75	18,69	11,39	23,5	100,00	0,00	0,00
22	VT	4	90	19,08	11,45	27,0	94,44	5,56	0,00
23	MT	3	60	18,01	11,16	22,5	92,86	0,00	7,14
24	CT	3	95	17,76	10,65	23,5	90,65	9,35	0,00
25	VT	2	55	17,47	11,79	31,5	100,00	0,00	0,00
26	MT	3	70	21,26	14,21	31,5	100,00	0,00	0,00
27	MT	3	60	16,99	8,63	19,5	74,47	23,03	2,50
28	MT	3	100	19,56	12,33	30,3	43,14	56,86	0,00
29	MT	3	75	19,68	10,51	27,0	44,17	54,17	1,67
30	VT	4	90	15,71	8,47	19,5	85,03	9,76	5,21
31	VT	4	120	19,38	13,56	32,0	95,20	4,80	0,00
32	VT	4	120	18,08	11,1	21,5	75,65	24,35	0,00
33	VT	2	50	16,2	8,63	23,0	93,48	6,52	0,00
34	VT	2	55	13,47	6,97	27,5	90,87	9,13	0,00
35	MT	3	70	19,16	11,3	26,5	96,21	3,79	0,00
36	VT	3	75	19,7	12	28,0	92,86	7,14	0,00
37	VT	3	85	15,46	8,17	18,0	77,78	22,22	0,00
38	VT	4	120	16,83	11,03	23,5	91,45	8,55	0,00
39	MT	4	120	21,51	14,88	32,5	86,43	12,14	1,43
40	VT	3	80	17,57	10,17	24,5	81,69	18,31	0,00
41	VT	3	85	18,49	11,63	32,5	97,14	2,86	0,00
42	VT	3	100	19,64	12,85	24,5	81,69	18,31	0,00
43	VT	4	100	18,26	9,86	21,5	100,00	0,00	0,00
44	VT	3	80	17,13	10,25	27,5	67,37	32,63	0,00
45	MT	4	85	21,34	13,06	41,0	84,97	15,03	0,00
46	VT	3	55	17,86	11,02	28,0	96,43	3,57	0,00
47	VT	3	55	15,36	7,52	21,0	88,10	7,14	4,76
48	MT	3	85	17,9	10,65	25,5	56,77	43,23	0,00
49	OMT	3	90	19,2	12,58	28,5	49,63	44,13	6,25
50	MT	3	65	15,68	7,25	21,0	54,76	38,10	7,14
51	VT	3	95	17,12	11,23	23,5	81,87	9,07	9,07
52	VT	3	95	16,07	9,44	24,5	95,45	2,27	2,27
53	MT	3	75	15,8	8,84	16,5	60,48	33,46	6,07
54	CT	4	145	14,06	7,85	18,5	100,00	0,00	0,00
55	MT	2	50	17,53	10,15	32,5	96,89	3,11	0,00
56	VT	4	100	18,26	12,06	31,5	93,86	6,14	0,00
57	MT	3	85	18,19	10,9	28,0	100,00	0,00	0,00
58	VT	2	60	18,09	11,13	31,5	96,82	3,18	0,00

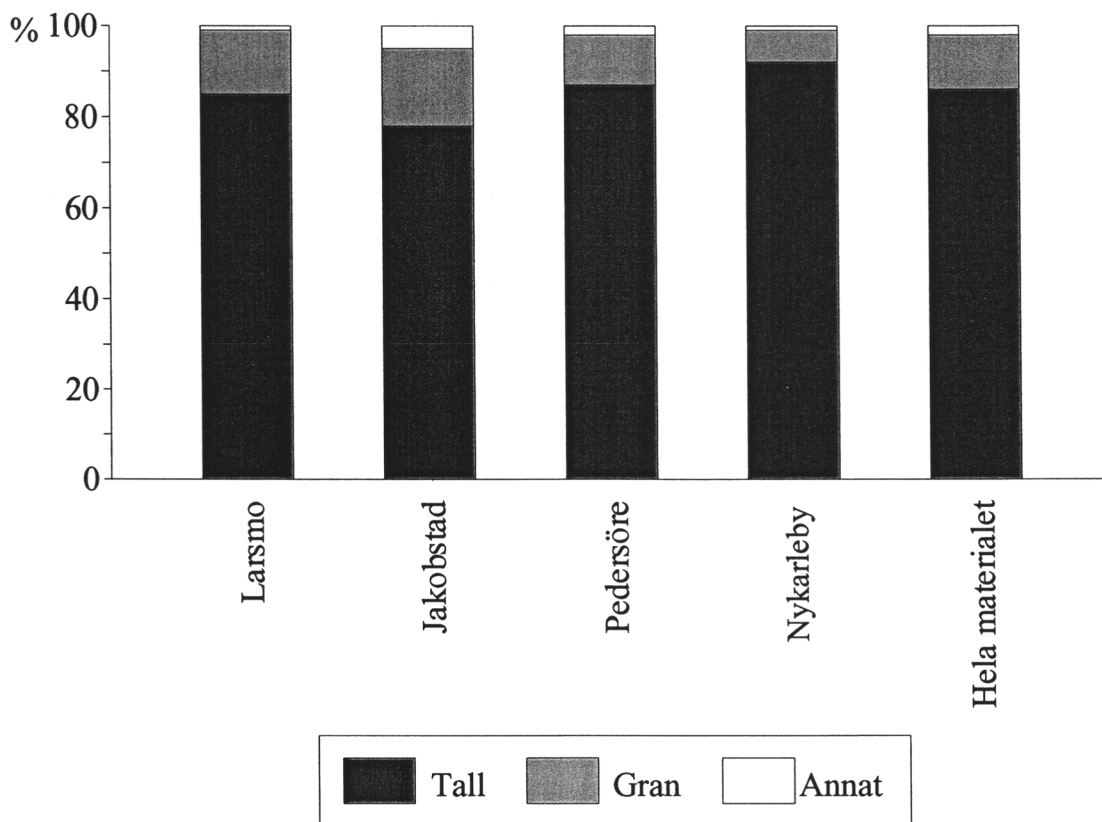
Prov- bestånd, nr	Skogs- typ	Utveck- lings- klass	Be- ståndets ålder, år	Be- ståndets längd, m	Den levande kronans nedre gräns, m	Grund- yta, m <sup>2</sup> /ha	Trädslagens relativa andel tall, %	gran, %	annat, %
59	MT	2	48	14,82	7,71	26,0	92,15	1,85	6,00
60	VT	3	60	18,03	11,09	30,0	90,00	10,00	0,00
61	MT	3	70	20,21	12,75	24,0	72,90	22,55	4,55
62	VT	2	60	18,76	11,51	26,5	100,00	0,00	0,00
63	VT	4	115	21,4	14,22	32,0	100,00	0,00	0,00
64	MT	3	85	18,77	10,98	28,0	75,10	24,90	0,00
65	MT	3	57	18,22	10,57	25,0	94,00	4,00	2,00
66	VT	2	50	17,33	10,8	33,5	100,00	0,00	0,00
67	VT	2	60	17,76	9,01	17,5	100,00	0,00	0,00
68	MT	4	110	19,6	13,13	27,5	100,00	0,00	0,00
69	VT	3	70	16,95	10,88	23,0	100,00	0,00	0,00
70	VT	3	70	15,04	8,18	17,5	72,50	0,00	27,50
71	VT	3	90	17,57	10,53	22,0	47,79	35,05	17,16
72	MT	3	76	19,87	11,39	28,5	65,00	33,33	1,67
73	VT	4	110	17,36	10,63	18,5	91,81	8,19	0,00
74	VT	3	80	17,75	9,9	23,0	91,03	8,97	0,00
75	MT	3	53	16,1	9,38	25,0	94,12	5,88	0,00
76	VT	3	65	15,68	8,4	22,5	47,92	52,08	0,00
77	MT	3	85	15,21	8,96	19,5	64,29	35,71	0,00
78	CT	4	120	18,31	12,09	25,0	100,00	0,00	0,00
79	CT	3	115	15,69	9,53	17,0	100,00	0,00	0,00
80	VT	2	58	16,64	8,79	21,5	100,00	0,00	0,00
81	MT	3	65	20,09	12,04	21,0	100,00	0,00	0,00
82	VT	3	77	19,09	11,75	23,0	95,65	4,35	0,00
83	VT	3	57	17,46	9,71	22,0	100,00	0,00	0,00
84	CT	3	97	18,75	11,5	23,0	100,00	0,00	0,00
85	CT	3	95	18,08	11,06	22,0	100,00	0,00	0,00
86	VT	4	100	18,04	11,23	19,0	100,00	0,00	0,00
87	CT	3	71	14,42	6,97	15,5	100,00	0,00	0,00
88	MT	2	58	18,66	12,38	24,5	100,00	0,00	0,00
89	VT	2	50	14,56	7,85	15,5	100,00	0,00	0,00
90	MT	2	45	15,35	8,02	22,0	100,00	0,00	0,00
91	MT	3	75	20,21	13,21	29,0	93,10	6,90	0,00
92	VT	3	71	17,46	11,11	21,0	73,32	20,43	6,25
93	VT	4	130	19,86	11,87	19,0	100,00	0,00	0,00
94	MT	4	98	21,16	13,52	22,0	85,71	14,29	0,00
95	VT	4	89	19,45	12,17	21,0	83,87	16,13	0,00
96	MT	3	79	20,73	12,69	23,0	84,28	13,45	2,27
97	VT	4	88	19,38	11,77	20,0	80,00	20,00	0,00
98	MT	3	75	20,42	13,03	24,0	83,33	8,33	8,33
99	CT	3	113	19,2	11,11	24,5	100,00	0,00	0,00
100	MT	3	77	21,75	12,98	21,5	68,53	19,41	12,06
101	MT	2	55	17,1	10,09	28,3	100,00	0,00	0,00
102	VT	3	89	17,26	10,59	22,5	67,41	32,59	0,00
103	MT	3	80	20,38	12,49	21,3	44,62	55,38	0,00

Skogstyper: CT = ljungtyp, VT = lingontyp, MT = blåbärstyp, OMT = harsyre-blåbärstyp

Utvecklingsklasser: 1 = plantskog, 2 = bestånd vid första gallring, 3 = medelålders ekonomiskog, 4 = avverkningsmoget bestånd.



Figur 2. Provbståndens skogstypsfördelning (CT = ljungetyp, VT = lingontyp, MT = blåbærtyp, OMT = harsyre-blåbærtyp) per kommun samt i hela materialet.



Figur 3. Provbståndens genomsnittliga förhållanden mellan olika trädslag beräknade enligt grundytan per kommun samt i hela materialet.

Tabell 3. Undersökta lavararter och deras känslighet för svaveldioxid (Kuusinen et al. 1990).

Känslighet	Art	Artens svenska namn
Härdig Gynnas	<i>Algae + Scoliciosporum</i> <i>Hypocenomyce scalaris</i>	algpåväxt flarnlav
Ganska härdig	<i>Hypogymnia physodes</i> <i>Parmeliopsis ambigua</i> <i>Tuckermannopsis chlorophylla</i> <i>Vulpicida pinastri</i>	blåslav stocklav brämlav granlav
Ganska känslig	<i>Parmeliopsis hyperopta</i> <i>Platismatia glauca</i> <i>Pseudovernia furfuracea</i> <i>Parmelia sulcata</i>	vedlav näverlav gälllav skrynkellav
Känslig	<i>Bryoria</i> spp. <i>Usnea</i> spp.	tagellavar skägglavar

Tabell 4. Allmän skadeklassificering av blåslav och stamlavar (SFS 5670).

Skadeklass	Blåslav	Allmän skada
I Normal	lavarna friska eller nästan friska	alla arters utseende och tillväxt oförändrad
II Lindrig skada	något tvinande och lindriga färgförändringar	buskartade tvinande, bladartade normala
III Tydlig skada	tvinande grönskiftande, mörknade eller bådadera	buskartade små, bladartade svårt skadade
IV Svår skada	små, skrynkliga och grönskiftande, mörknade eller bådadera	buskartade saknas, bladartade svårt skadade

förväxlas med andra arter. Dessutom är vissa arter svåra att upptäcka, speciellt på ett belastat område, där individerna är små och tvinande. Bedömningen av synliga skador på lavarna är karterarens subjektiva bedömning och därför kan det finnas betydande skillnader mellan olika karterare. Det kan dock konstateras att den person som utfört karteringen av lavar i den här undersökningen har många års erfarenhet av artkännedom beträffande lavar och hur man utför motsvarande karteringar.

Vid granskning av karteringens resultat skall man beakta de naturliga miljöfaktorerna, som påverkar lavarternas antal och deras riklighet. Det är inte alltid lätt att utesluta dessas inverkan på granskningen (Tabell 5). När man studerar indikatorarterna på ett visst område är det skäl att beakta deras spridning i Finland, för om en lavart är allmän eller saknas kan det bero på dess naturliga spridnings- eller miljöfaktorer. Av indikatorlavarna är de klart allmännaste blåslav och stocklav. De är allmännast på både tall och gran. Blåslav är allmän i bestånd av alla åldrar. Trädgrönelav, flarnlav och skrynkellav är sällsynta. Näverlav, skägglav och trädgrönelav föredrar gamla skogar. Brämlav och granlav är allmänna i unga skogar. Granlav verkar vara den enda indikatorarten vars förekomst mängd inte varierar på olika områden. Skägglavar förekommer mest i Mellersta Finland och mängden minskar då

Tabell 5. Naturliga miljöfaktorer som påverkar stamlavarnas förekomst och deras riklighet.

Miljöfaktor	Karakterisering
<i>Barkens kvalitet</i>	Trädets ålder och gener påverkar barkens kvalitet. På lövträd är stammens pH högre än på barrträd i allmänhet. Dessutom sjunker surheten med åldern t.ex. på tallar.
<i>Stamavrinning</i>	Mängden och kvaliteten av det regnvatten som rinner längs stammen varierar beroende på trädkronans täthet och hur täckande den är, stammens lutning och kvistighet.
<i>Belysningsförhållanden</i>	Varierar mellan olika områden, t.ex. på sydsluttningar och solbelysta berg är ljusmängden stor. Belysningsförhållandena påverkas dessutom av trädbeståndets täthet, trädkronornas täckande förmåga och kvistighet.
<i>Temperatur</i>	Belysningsförhållandena påverkar den lokala temperaturen. Stammens nedersta delar utsätts lättare för kall nattluft än stammens övre delar.
<i>Luftfuktighet</i>	Varierar beroende på belysningsförhållanden och ståndort. Nordsluttningar, sänkor, dödisgropar och andra skuggigare ståndorter har ett mikroklimat som är typiskt för fuktiga ståndorter.
<i>Näringshalt</i>	Regnvattnets näringshalt och stammens näringsmängd påverkas av mängden bakgrundsdamm och barkens kvalitet.

man rör sig antingen söderut eller norrut. Den relativt rikliga förekomsten av dem vid västra Finlands kust kan förklaras med klimatfaktorer: lägre luftfuktighet och mindre årlig nederbörd än i inlandet. Förekomsten av stocklav, tagellav och brämlav är som störst i norra Finland, även om dessa arter förekommer i hela landet (Kuusinen et al. 1990).

### 2.3 Provträdens vitalitet

Ett av de viktigaste karaktärsdragen som används vid bedömning av kronans kondition är kronutglesningen samt färgsymptom i kronan. Med kronutglesning avses relativ löv- eller barrförlust jämfört med verkliga eller tänkta träd av samma ålder och samma kronotyp med outglesad krona på samma ståndort. Vid bestämning av referensnivån beaktas att kronans struktur förändras i olika åldersskeden.

Provträdens kronutglesning och färgfel bedömdes i de översta 2/3 av den levande kronan. Bedömningen i 5 % klasser gjordes okulärt med hjälp av kikare. Trädet bedömdes ha färgfel, om det i kronan fanns över 10 % barr med färgsymptom. Bedömningen av provträdets vitalitet gjordes 19–30.6.2000 (27 provytor), 17.–31.8.2000 (51 provytor) och 1–20.9.2000 (25 provytor) i enlighet med direktiven för den allmäneuropeiska uppföljningen av skogarnas hälsotillstånd (UN-ECE/EU ICP Forests Manual). Bedömningarna gjordes av forskningsmästare Jari Ilomäki (22 provytor), skogsbrukstekniker Sulo Lehtinen (11 provytor), skogsbrukstekniker Olavi Kohal (14 provytor), skogsbruksingenjör Yrjö Nuutinen (41 provytor) och skogsbrukstekniker Ari Ryyänen (15 provytor).

Den okulära bedömningen av trädens kondition är subjektiv och därför känslig för olika felkällor. Resultaten kan påverkas av förutom bedömarens erfarenhet också trädbeståndets

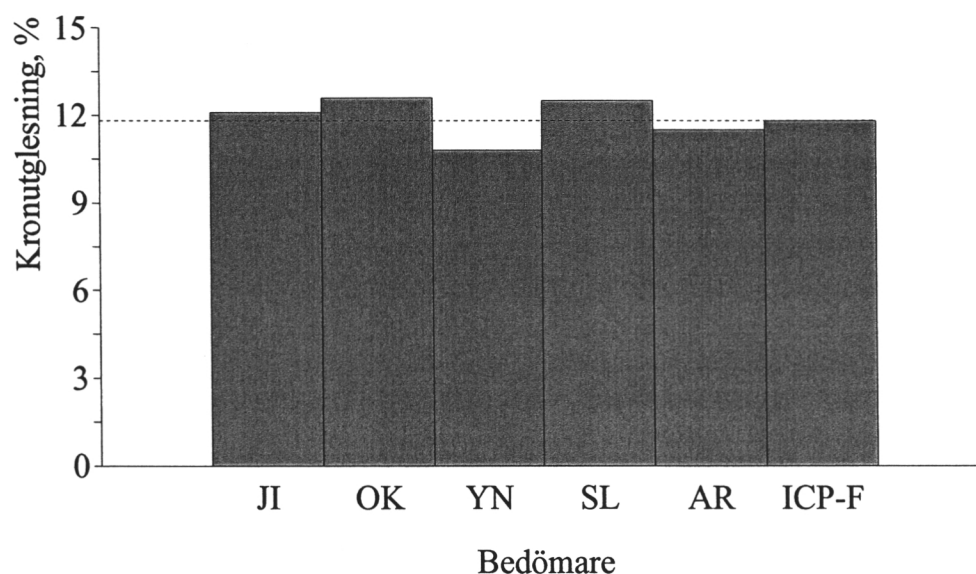
täthet samt olika väder- och belysningsförhållanden. Den viktigaste målsättningen med en uppföljningsundersökning är att ge information om förändringar i kronornas kondition. Då är det viktigt att de olika personerna har enhetlig bedömningsnivå och att den personliga bedömningsnivån hålls stabil.

Skogsforskningsinstitutet ordnar årligen, innan terrängarbetena börjar, en kurs omfattande en vecka för de personer som ansvarar för uppföljningen av skogens hälsotillstånd. Under denna kurs jämförs olika personers bedömningar av barrförlust med hjälp av ett bestånd med testträd. De personer som har utfört bedömningarna i terrängen i den här undersökningen har alla flera års erfarenhet av bedömning av kronutglesning.

I figur 4 anges de genomsnittliga testresultaten vid bedömning av Metlas testträd (60 st) för de personer som gjort bedömningen av kronutglesningen i den här bioindikatoruppföljningen jämfört med medelvärdet för bedömarna i den allmän-europeiska uppföljningen av skogarnas hälsotillstånd våren 2000. I tabell 6 anges resultaten för varje träd separat. Inte ens den största enskilda bedömningsskillnaden översteg tio procent. Därför är resultaten av den allmän-europeiska uppföljningen av skogarnas hälsotillstånd och den här bioindikatoruppföljningen jämförbara beträffande de karakteristika som beskriver trädens vitalitet.

## 2.4 Grundämneshalter i barren

Barrprover för kemiska analyser samlades in under perioden 1.11–17.12.2000. Från varje provyta samlades trädspecifika prover från tio träd. På samma träd gjordes föregående sommar bedömning av vitaliteten och kartering av lavar. Provkvistar samlades från kronans översta tredjedel från alla väderstreck i enlighet med direktiven för den allmän-europeiska uppföljningen av skogarnas hälsotillstånd (UN-ECE/EU ICP Forests Manual).



Figur 4. Testresultat för de bedömarna som utförde bioindikatoruppföljningens utglesningsbedömning för Metlas provträd (n = 60) jämfört med de genomsnittliga resultaten för bedömarna (n = 9) i den allmän-europeiska uppföljningen av skogarnas hälsotillstånd (ICP-F) år 2000.

Tabell 6. Testresultat för de personer som utförde bioindikatoruppföljningens utglesningsbedömning samt bedömarna i den allmänneuropeiska uppföljningen av skogarnas hälsotillstånd (ICP-F) för Metlas provträd.

Träd	JI	OK	YN	SL	AR	ICP-F
1	10	10	15	10	15	10,6
2	10	15	15	15	10	14,4
3	10	10	10	5	10	10,0
4	15	10	15	15	10	12,8
5	10	5	10	15	5	8,9
6	20	20	15	25	20	20,0
7	10	15	15	20	10	15,0
8	10	10	15	15	15	12,8
9	5	10	15	10	10	10,6
10	0	5	10	5	5	5,0
11	20	25	15	20	15	18,9
12	20	10	20	20	15	15,6
13	15	20	15	15	20	16,1
14	10	10	10	10	10	9,4
15	15	10	15	15	10	12,8
16	20	25	15	20	15	18,9
17	20	25	20	15	15	16,1
18	20	20	20	25	20	19,4
19	15	10	10	15	10	10,6
20	15	15	15	20	10	15,0
21	15	10	10	15	10	12,8
22	15	15	15	20	15	16,7
23	20	15	10	10	15	13,3
24	15	10	15	5	15	12,2
25	10	15	10	10	20	14,4
26	20	20	10	25	20	19,4
27	20	20	10	20	25	20,6
28	5	5	5	5	5	5,0
29	15	20	10	10	25	15,6
30	30	40	25	35	35	34,4
31	20	20	15	20	20	20,0
32	25	25	15	20	20	20,0
33	20	20	15	15	15	16,1
34	25	30	20	25	30	26,1
35	20	15	10	10	15	14,4
36	15	10	5	10	10	10,0
37	20	15	10	15	15	15,0
38	20	20	10	20	15	18,3
39	25	25	20	20	20	21,1
40	20	20	10	15	20	17,2
41	5	5	5	5	0	3,9
42	10	5	10	5	10	6,1
43	5	5	0	0	5	2,8
44	5	5	10	5	0	5,0
45	0	10	5	0	0	3,3
46	5	5	5	10	10	6,1
47	5	5	5	5	0	3,9
48	5	5	5	10	5	6,1
49	5	5	5	5	5	3,9
50	5	5	5	5	5	5,6
51	0	0	0	0	0	0
52	0	5	0	0	0	0,6
53	10	5	5	5	0	5,0
54	5	5	5	10	5	5,6
55	5	5	10	15	5	7,2
56	5	5	10	10	5	6,1
57	5	10	10	5	5	7,8
58	0	5	5	5	5	3,9
59	0	5	5	5	5	5,0
60	0	5	5	10	5	5,6
<b>Medeltal</b>	12,1	12,6	10,8	12,5	11,5	11,8



Provkvistarna skars av med hjälp av en långskaftad (18 m) kvistsax så att varje kvist hade minst två barrårgångar (C, C+1). Provkvistarna förvarades djupfrysta (-20 °C) i slutna plastpåsar tills proverna förbehandlades, vilket skedde separat för varje träd. Då skars de yngsta (C) och de ett år äldre (C+1) kvistarna med sina barr isär, de torkades i + 60 °C, varefter barren skakades loss från kvistarna. De torkade barren maldes i en Retsch ZM 1 ultracentrifugkvarn med 1 mm sållstorlek. Det färdiga barmmjölet förvarades i påsar tillverkade av polyetenplast i mörker i rumstemperatur. Av både C- och C+1-barren gjordes ett prov för kemisk analys av varje studerat bestånd separat. Det egentliga prov som skulle analyseras gjordes på så sätt att för varje provträd vägdes det upp en lika stor mängd torkat barmmjöl av den aktuella barrårgången till det prov som analyserades.

På proverna bestämdes kvävehalten med LECO:s CHN-analysator. På våtförbrända prover i salpetersyra-väteperoxidblandning bestämdes dessutom följande grundämneshalter med ICP-AES-teknik (TJA Iris Advantage/Thermo Instruments Nordic/ anskaffningsår 1997): P, K, Ca, Mg, S, Fe, B, Cu, Zn, Mn, Cr, Cd ja Ni. Våtförbränningen gjordes som nedbrytning i mikrovågsugn med MDS 2000-utrustning.

För kontroll av kvalitetsnivån i samband med de kemiska analyserna analyserades med vissa intervaller, sammanlagt sex upprepningar, två kommersiella referensprover: NIST 1547/persikoblod och BCR 101/granbarr. Uppställningen nedan visar de angivna resultaten för de kommersiella proverna samt de genomsnittliga resultat som erhöles på samma prover i Metlas laboratorium.

Persikoblod 1547	P mg/g	K mg/g	Ca mg/g	Mg mg/g	B mg/g	Cu mg/kg	Zn mg/kg	Mn mg/kg	Al mg/kg	Fe mg/kg
Angivet resultat	1,37	24,3	16,6	4,32	29,0	3,70	17,9	98	249	218
+/-	0,07	0,3	0,2	0,08	2,0	0,4	0,4	3,0	8,0	14,0
Metlas resultat	1,52	26,1	15,3	4,45	30,1	5,50	17,7	90	214	190

Granbarr BCR 101	N mg/g	P mg/g	Ca mg/g	Mg mg/g	S mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg	Al mg/kg
Angivet resultat	18,89	1,69	4,28	0,619	1700	915	35,3	173
+/-	0,18	0,04	0,08	0,009	40,0	11,0	2,3	5,0
Metlas resultat	18,38	1,83	4,22	0,621	1688	908	32,2	125

Metlas forskningsstation i Parkano deltar också i programmet International plant-analytical exchange (WEPAL), som arrangeras av Wageningens universitet. De laboratorier som deltar i programmet analyserar var tredje månad fyra olika okända växtprover. I jämförelsen deltar för närvarande 227 laboratorier från olika håll i världen och resultaten är offentliga. Forskningsstationen i Parkano har också fyra gånger deltagit i en jämförelse mellan de laboratorier som svarar för barranalyserna i UN/ECE-EU:s skogsprogram (Bartels 2000). I båda jämförelserna har resultaten från Parkano forskningsstation varit utmärkta.

## 2.5 Grundämneshalter i mossan

Mossprover för kemiska analyser samlades in av forskningsmästare Mikko Kauppila i observationsbestånden 4–10.10.2002 i enlighet med standarden SFS 5671. I alla bestånd gick det inte att få mossprover av samma art. I 13 bestånd samlades prover av husmossa och i resten av bestånden väggmossa. I varje bestånd samlades för mossprovet 5–6 del-

prover (10 x 10 cm<sup>2</sup>) på periferin av en cirkel med en radie på minst 11 m och högst 50 m från provytans mittpunkt. På detta sätt försäkrade man sig om att mossvegetationen inte hade blivit nedtrampad i samband med grundmätningarna och inrättningen av provytan. På den plats där delproverna insamlades måste det finnas en enhetlig och tillräckligt vidsträckt mossvegetation. Provtagningspunkten skulle finnas på en öppen plats mellan trädens kronor minst fem meter från trädstammen och gärna på jämnt underlag. Inga delprover samlades in under högt ris, t.ex. blåbärsris eller getpors eller under täckande örter. Dessutom undveks branta sluttningar och ställen där ytavrinning observerades. Avvikelse från provtagningen antecknades på provblanketterna.

Proverna förbehandlades enligt anvisningarna i standarden SFS 5671 och analyserades liksom barrproverna på våtförbrända prover i salpetersyra-väteperoxidblandning. Proverna förvarades i frysen (-20 °C) tills de förbehandlades.

## 2.6 Grundämneshalter i humus

På varje provyta samlades två humusprover, som båda bestod av tio delprover av lika stor yta. Provtagningspunkterna låg på periferin av en cirkel med radien 11 m och mittpunkten vid provytans mittpunkt. Av provtagningspunkterna låg den tionde i norr och den femte i söder i förhållande till mittpunkten. Resten av provtagningspunkterna var placerade på jämnt avstånd från varandra på cirkelns periferi. Delproverna samlades in ungefär en meter från provtagningspunkten vid periferin. Tio delprover samlades från samma sida som mittpunkten och tio till från den motsatta sidan. Ifall ett delprov av någon orsak, t.ex. stenighet, inte kunde tas vid den aktuella punkten, togs provet vid närmast möjliga punkt. Avvikelsen antecknades på provblanketterna. Delproverna togs med en metallcylinder med diametern 6 cm. Humusskiktets tjocklek mättes med linjal eller med hjälp av skalan på cylinderns vägg. Dessutom bestämdes humustyp och observationer om provytans vegetation och topografi antecknades (Bilaga 1).

Humusproverna förvarades i frysen (-20 °C) tills de förbehandlades. Vid förbehandlingen torkades de tinade proverna i rumstemperatur i slutna papperspåsar, varefter stenar och över tre millimeter tjocka rötter avlägsnades. Därefter maldes proverna med Retsch ZM 1 ultracentrifugalkvarn med 1 mm sällstorlek. Endast prover som samlats innanför provtagningscirkeln analyserades. På proverna bestämdes surheten (pH) på ett vattenextrakt (15 ml pulver / 25 ml destillerat vatten) samt på ett kalciumkloridextrakt (2 g humuspulver/40 ml 0,01 M CaCl<sub>2</sub>) i enlighet med direktiven för den allmäneuropeiska uppföljningen av skogarnas hälsotillstånd (UN-ECE/EU ICP Forest Manual). Kol- och kvävehalten bestämdes med LECO:s CHN-analysator direkt på det malda materialet samt övriga grundämnen på våtförbrända prover i salpetersyra-väteperoxidblandning med ICP-AES-teknik på samma sätt som barrproverna.

## 2.7 Statistiska analyser

Utgående från arterna av stamlavar på tallarna beräknades luftens renhetsindex (IAP, Index of Atmospheric Purity) för alla provytor. Renhetsindexet avspeglar provytans lavvegetation (LeBlanc & DeSloover 1970) och beaktar olika lavarters känslighet för luftföroreningar samt lavarnas riklighet. När indexvärdet stiger, ökar också antalet lavarter på provytan, varvid fler arter som är känsliga för luftföroreningar förekommer på området.

Om arterna har mycket god härdighet mot luftföroreningar är antalet åtföljande arter lågt. Indexet beräknades enligt följande formel:

$$IAP = \sum_{i=1}^n (Q_i * f_i) / 10$$

där  $Q_i$  = det genomsnittliga antalet åtföljande arter för lavarten  $i$  på stammarna  
 $f_i$  = relativ förekomstfrekvens för arten  $i$  på provytan (0–1)  
 $n$  = 12 (antal arter i undersökningen)

Vid indexberäkningen har trädgrönelav, grönalger och flarnlav inte beaktats, eftersom de är sådana arter som gynnas av luftföroreningar. De beaktades dock vid beräkning av antalet åtföljande arter. De IAP-värden som fås i olika undersökningar är inte direkt jämförbara, ifall man i dem har använt olika antal åtföljande arter eller om den relativa förekomstfrekvensen för arten  $i$  har proportionerats på olika sätt (0–1 eller 0–100).

Medeltalen av IAP-värdena, den med punktfrekvensmetoden bestämda förekomstfrekvensen för blåslav och antalet arter på provytorna på det undersökta området i de fyra kommunerna jämfördes sinsemellan parvis med Kruskal-Wallis test för att se om medeltalen statistiskt signifikant avvek från varandra. Korrelationerna mellan olika variabler undersöktes med parametriska (Pearsons) och ickeparametriska (Kendalls och Spearmans) korrelationsfaktorer. Positiv korrelation mellan två variabler visar att värdena i regel förändras i samma riktning, dvs. båda antingen ökar eller minskar. En negativ korrelationsfaktor visar att värdena förändras i motsatt riktning. Korrelationsfaktorernas statistiska signifikans testades för att få fram den statistiska styrkan för variablernas korrelation.

För de tal som bestämdes separat för varje provträd beräknades medeltalet eller medianen för varje provyta. För de specifika värdena för varje provträd beräknades dessutom medeltal, median, minimi- och maximivärde för varje undersökt område. För varje lavindikatorart bestämdes den genomsnittliga förekomstfrekvensen dvs. dess riklighet på varje provyta genom beräkning av ett medeltal av artens förekomst (variationsbredd 0–10) för de ytor där arten förekom.

I den statistiska testningen av de kemiska nyckeltalen användes både regressions- och variansanalys. Vid beräkningen användes programmet SPSS 9.0.

### 3. Resultat och granskning av dem

#### 3.1 Grundämneshalter i humus

Skogsmarkernas bördighet påverkas av många naturliga faktorer såsom jordmånens kornsammansättning, stenighet, kemiska egenskaper, grundvattnets rörlighet och grundvattennivån samt klimatfaktorer. Förutom av naturliga faktorer påverkas markens bördighet och jordmånsbildning också av mänsklig verksamhet såsom behandling av markytan, avverkning, val av trädslag och nedfall av luftföroreningar (Lipas 1985, Lundmark 1986, Tamminen 1993, 2000).

Största delen av de näringsämnen som skogsvegetationen kan utnyttja är bundna i det humusskikt som täcker mineraljordens yta. Därför finns de fina rötterna främst i det här skiktet. Humusskiktets kvalitet och tjocklek beror på vegetationen samt av de miljöfaktorer som reglerar funktionen bland markskiktets nedbrytande organismer. Den dominerande humusarten på karga, sura skogsmarker är mår. På bördiga växtplatser består humusskiktet av mull eller moder, som är en mellanform mellan mår och mull.

Bördigheten på växtplatserna i skogen är mycket väl känd i Finland tack vare landsomfattande skogsinventeringar (VMI) (t.ex. Ilvessalo 1960, Salminen 1981). Däremot har jordmånens kemiska egenskaper kartlagt i mycket obetydlig omfattning (Urvas och Erviö 1974, Tamminen 1991, 1998). Sambandet mellan jordmånens egenskaper och trädbeståndets tillväxt har undersökts mycket grundligt (Viro 1951, Lipas 1985, Tamminen 1993). Däremot har jordmånens betydelse för trädbeståndens allmänna hälsotillstånd, som ofta beskrivs som kronutglesning eller med hjälp av barrens kemiska sammansättning, undersökt ganska litet (t.ex. Merilä et al. 1998, Lindgren et al. 2000, Derome et al. 2001).

I tabell 7 anges medeltal, minimi- och maximivärden för humusprovernans halter av olika grundämnen, C/N-förhållande, surhet samt humusskiktets tjocklek kommunvis och i hela materialet. Motsvarande värden för de olika provytorna anges i tabell 8. I området Jakobstad – Nykarleby hade humusen samma surhetsgrad som torra moar normalt har och humusskiktets tjocklek var i genomsnitt 39 mm. Skogsvegetationens vitalitet påverkas förutom av surheten också av näringsmängderna och näringstillgången samt mängderna av skadliga ämnen såsom tungmetaller i jordmånen. På det undersökta området motsvarade humusens genomsnittliga kvävehalt de värden som uppmätts på lundartade moar (Tamminen 1998, 2000). Speciellt beaktansvärt var att högre kvävehalter i humus påträffades i Nykarlebyområdet än på det övriga området, vilket tyder på långvarig inverkan av pälsfarmning.

Kol-kväveförhållandet i humus i området Jakobstad – Nykarleby var i genomsnitt 33,4. Det lägsta C/N-förhållandet var 22,5 och det högsta 46,3. Inga skillnader mellan de olika kommunerna i fråga om C/N-förhållandet framkom (Tabell 7). I Finland är C/N-förhållandet i humus i genomsnitt 37 (Tamminen 2000). Enligt internationella undersökningar tyder ett C/N-förhållande som överstiger 20 i humus på att växtplatsen är fattig på kväve med tanke på växternas tillväxt (Riek & Wolff 1995). I Finland är C/N-förhållanden under 20 dock mycket sällsynta (Tamminen 2000).

Halterna av de övriga undersökta grundämnena var betydligt lägre i Nykarleby än på övriga områden. Orsaken till detta torde vara annan jordmån och berggrund. I Jakobstad och Nykarleby består berggrunden främst av granodiorit och kvartsdiorit samt porfyrisk

Tabell 7. Medeltal, minimum och maximum för humusens grundämneshalter, C/N-förhållande, surhet mätt i vatten- och kalciumkloridextrakt samt humusskiktets tjocklek kommunvis i området Jakobstad – Nykarleby år 2000.

	mg/kg													vatten			Humus mm				
	C	N	P	K	Ca	Mg	Fe	S	B	Cu	Zn	MN	CD	CR	NI	PB		AL	C/N	pH	pH
	%																				
<b>Larsmo</b>																					
$\bar{x}$	46,1	1,39	1007	741	3934	536	4422	1990	4,89	12,68	70,0	103,1	0,542	5,13	7,83	38,1	2726	33,3	3,51	2,96	41
min	14,2	0,60	640	484	1570	318	1270	995	2,31	8,59	33,7	24,8	0,267	2,15	4,49	22,0	1130	22,5	3,22	2,71	18
max	56,2	1,86	1950	1040	6340	1180	17648	2730	10,40	20,30	113,0	358,0	1,360	14,20	12,60	71,8	8500	42,2	4,42	3,84	118
<b>Jakobstad</b>																					
$\bar{x}$	44,9	1,36	937	818	4053	511	4077	1962	7,70	10,26	62,8	108,9	0,445	5,19	6,89	51,7	2163	33,3	3,54	2,98	41
min	29,3	0,97	713	523	1830	381	1040	1370	1,53	6,15	29,2	31,5	0,301	2,01	3,74	26,7	1000	26,9	3,35	2,78	21
max	51,2	1,74	1480	1140	6160	741	20565	3010	14,60	17,90	94,0	230,0	0,617	9,36	15,30	231,0	5280	44,1	3,80	3,20	78
<b>Pedersöre</b>																					
$\bar{x}$	44,6	1,35	953	786	3324	506	3614	1927	3,94	10,98	63,6	118,5	0,435	5,01	6,92	38,6	2664	33,4	3,52	2,97	34
min	28,8	1,02	221	234	587	102	467	399	0,99	2,49	12,8	22,5	0,097	0,74	1,10	8,3	368	25,4	3,24	2,76	17
max	53,3	1,80	1570	1170	5790	757	15971	4320	10,40	17,80	122,0	314,0	0,656	9,35	19,70	77,1	7570	46,3	3,80	3,21	73
<b>Nykarleby</b>																					
$\bar{x}$	48,2	1,45	450	389	1421	212	1485	892	1,53	3,84	26,5	72,3	0,177	2,17	2,26	16,0	974	33,8	3,50	2,96	41
min	37,9	1,07	203	108	567	75	350	407	0,69	0,74	8,8	8,6	0,071	0,67	0,92	7,2	296	26,9	3,32	2,79	22
max	55,2	2,05	992	1130	4000	468	7460	2350	5,22	10,20	70,4	438,0	0,495	5,16	5,95	38,3	3080	43,4	3,79	3,20	67
<b>Hela materialet</b>																					
$\bar{x}$	45,8	1,38	857	696	3246	452	3482	1731	4,52	9,76	57,25	102,3	0,411	4,48	6,17	36,56	2208	33,4	3,52	2,97	38,9
min	14,2	0,60	203	108	567	75	350	399	0,69	0,74	8,80	8,6	0,071	0,67	0,92	7,18	296	22,5	3,22	2,71	17
max	56,2	2,05	1950	1170	6340	1180	20565	4320	14,60	20,30	122,00	438,0	1,360	14,20	19,70	231,00	8500	46,3	4,42	3,84	118

Tabell 8. Humusens grundämneshalter, C/N-förhållande, surhet mätt i vatten- och kalciumkloridextrakt samt humusviktsfraktioner i tjocklek på de olika provytorna i området Jakobstad – Nykarleby år 2000.

Provyta nr	C		N		P	K	Ca	Mg	Fe	S	B	Cu	Zn	Mn	Cd	Cr	Ni	Pb	Al	C/N	pH vatten	pH CaCl2	Humus mm
	%	%	%	%																			
1	42,6	1,53	894	585	3700	318	2650	2020	4,73	8,59	52,30	66,1	0,349	3,86	5,87	33,4	1840	27,8	3,32	2,85	72		
2	45,8	1,34	1390	899	4020	409	7780	2150	5,50	13,20	37,60	55,0	0,440	6,67	7,19	27,3	4150	34,2	3,59	3,03	118		
3	50,2	1,56	880	614	3580	399	1820	2260	5,51	8,67	54,20	32,0	0,414	4,38	7,69	33,8	1820	32,2	3,29	2,75	43		
4	41,8	1,37	981	952	3640	522	3360	1870	6,85	8,97	45,00	121,0	0,431	3,51	5,58	36,2	1200	30,5	3,66	3,09	39		
5	49,3	1,60	734	666	4340	532	1160	2230	4,93	7,19	41,90	31,5	0,369	2,22	4,02	26,7	1030	30,8	3,47	2,87	48		
6	49,0	1,71	821	701	4670	401	2070	2420	5,99	10,00	46,00	47,9	0,349	2,90	7,65	36,4	1300	28,7	3,48	2,91	55		
7	49,2	1,40	1220	991	3480	485	5790	2010	6,86	11,80	65,10	68,1	0,617	4,34	6,33	43,0	3930	35,1	3,65	3,04	40		
8	38,6	1,20	778	659	6160	498	3620	1800	4,75	15,10	71,90	66,1	0,385	5,84	11,9	57,4	2030	32,2	3,69	3,17	43		
9	45,7	1,47	1060	959	4250	597	3410	2160	11,40	14,40	82,10	190,0	0,539	6,38	13,2	60,0	2060	31,1	3,59	3,08	32		
10	39,6	1,26	979	911	3960	541	3290	1790	10,00	11,30	70,60	109,0	0,451	6,85	7,34	61,2	2100	31,4	3,55	3,07	42		
11	14,2	0,60	691	739	4660	927	4360	995	9,23	9,60	113,00	296,0	0,267	14,20	7,07	22,0	2440	23,8	4,42	3,84	18		
12	38,2	1,18	800	621	4340	414	2380	1740	10,40	9,72	59,90	114,0	0,429	4,72	6,22	38,0	2040	32,4	3,42	2,90	44		
13	41,4	1,39	1210	924	3910	547	5500	2100	14,60	17,90	94,00	106,0	0,494	9,36	15,3	231	2630	29,8	3,66	3,10	61		
14	45,0	1,26	893	866	3350	522	2510	1570	8,83	11,60	74,50	161,0	0,387	5,31	7,43	61,5	1690	35,7	3,55	2,98	30		
15	29,3	0,97	749	638	4270	460	2620	1370	9,94	9,73	86,10	230,0	0,338	5,84	5,30	47,2	2080	30,2	3,65	3,14	21		
16	50,4	1,49	815	729	3420	519	1980	2190	9,99	10,20	76,10	55,6	0,605	3,16	6,46	44,3	1590	33,8	3,24	2,71	41		
17	46,4	1,31	1110	656	2400	497	6680	1940	9,40	12,40	70,60	24,8	0,651	5,28	8,69	36,1	4820	35,4	3,53	2,96	39		
18	48,6	1,60	871	523	4750	667	3620	2210	8,79	8,27	49,10	149,0	0,413	3,21	4,73	30,5	1710	30,4	3,43	2,87	62		
19	50,2	1,26	723	668	4420	641	1040	1940	9,80	7,51	54,90	61,9	0,394	2,01	3,83	45,2	1000	39,8	3,40	2,80	42		
20	44,1	1,40	922	1080	3520	600	2720	1990	10,30	8,49	67,50	57,9	0,472	6,05	6,65	32,0	1930	31,5	3,50	2,97	38		
21	47,4	1,35	738	786	4230	458	1730	1880	8,69	7,31	53,10	160,0	0,301	3,78	3,74	33,2	1590	35,1	3,44	2,84	44		
22	44,9	1,16	729	822	4160	381	1380	1700	9,18	6,15	57,40	81,5	0,323	3,68	4,77	38,0	1380	38,7	3,45	2,86	42		
23	41,2	1,53	1350	603	3180	426	13742	2030	8,94	8,07	47,80	160,0	0,346	8,12	5,78	35,7	3600	26,9	3,77	3,11	44		
24	44,5	1,01	818	1030	3730	452	2040	1450	9,95	8,35	70,70	155,0	0,447	4,79	5,56	44,4	1510	44,1	3,54	2,98	21		
25	47,2	1,26	869	959	3900	421	1970	1780	9,57	9,34	73,10	159,0	0,363	4,32	5,15	52,6	1800	37,5	3,49	2,89	26		
26	33,6	1,05	794	923	3720	472	2500	1510	10,40	8,87	56,60	283,0	0,319	6,81	5,81	38,8	2280	32,0	3,76	3,14	27		
27	40,9	1,35	1090	1130	4890	741	4000	1920	9,69	11,70	84,60	113,0	0,580	8,87	8,85	63,7	3010	30,3	3,60	3,02	32		
28	48,6	1,33	795	622	3880	464	2970	2030	4,07	12,50	68,80	47,5	0,545	4,12	9,52	41,7	2440	36,5	3,39	2,78	38		
29	42,7	1,28	713	632	5370	495	2070	1770	5,25	8,54	70,50	109,0	0,454	4,95	5,71	42,4	2090	33,4	3,43	2,87	33		
30	43,2	1,29	1210	982	2430	618	5150	1840	5,40	17,50	69,30	60,5	0,605	9,35	9,35	44,8	4370	33,5	3,48	2,87	29		
31	48,7	1,30	1070	672	3640	621	5290	1990	3,24	11,30	56,70	28,0	0,306	5,80	7,90	33,4	3190	37,5	3,32	2,80	40		
32	50,6	1,38	885	972	4230	480	2010	2070	6,04	14,80	104,00	137,0	0,609	4,26	9,67	40,3	1450	36,7	3,38	2,86	27		
33	50,4	1,57	958	677	6340	730	2230	2110	5,92	17,20	98,10	358,0	0,568	3,76	12,6	36,8	1870	32,1	3,74	3,09	35		

Provyta nr	%										mg/kg										C/N	pH vatten	pH CaCl2	Humus mm
	C	N	P	K	Ca	Mg	Fe	S	B	Cu	Zn	Mn	Cd	Cr	Ni	Pb	Al							
34	56,2	1,86	1310	849	4470	475	5950	2010	3,18	17,40	63,00	108,0	0,502	6,67	7,85	39,0	3760	30,2	3,57	2,96	37			
35	52,4	1,41	769	726	5080	504	1330	1990	3,93	11,70	102,00	137,0	0,393	2,73	6,63	36,9	1150	37,2	3,46	2,86	33			
36	46,0	1,25	945	793	3410	472	2610	1710	3,68	10,70	80,40	159,0	0,563	5,48	7,41	43,8	2030	36,8	3,32	2,83	35			
37	48,8	1,48	1950	1040	1570	480	17648	1930	2,64	17,90	62,90	67,3	1,360	7,49	10,8	48,9	6500	33,0	3,66	3,09	35			
38	43,3	1,35	1520	707	1910	504	12651	2240	2,31	20,30	43,40	30,2	0,925	7,78	11,1	34,9	8500	32,1	3,84	3,24	34			
39	49,6	1,56	1070	484	2590	425	6660	2200	2,44	9,95	58,90	26,8	0,567	3,47	7,04	39,0	1990	31,8	3,33	2,77	46			
40	32,8	1,46	1090	688	3570	1180	12336	2730	4,35	17,10	33,70	36,8	0,490	11,90	9,69	25,3	4720	22,5	3,97	3,34	34			
41	42,8	1,37	1310	773	2340	479	6260	1870	2,84	13,60	62,60	62,2	0,477	6,28	7,56	33,3	4910	31,2	3,61	3,07	39			
42	45,0	1,60	1570	805	2360	702	15971	3290	3,58	11,40	54,50	36,4	0,436	7,20	19,7	39,7	6200	28,1	3,62	3,13	48			
43	43,7	1,22	836	922	4110	580	2260	1510	4,13	14,00	102,00	200,0	0,642	4,63	7,69	54,6	1870	35,8	3,56	3,01	17			
44	40,8	1,20	893	787	4160	460	2000	1690	4,90	13,80	85,80	132,0	0,578	4,60	8,06	40,3	1820	34,0	3,48	3,00	36			
45	44,2	1,51	789	734	4380	419	1960	2150	5,01	10,40	66,00	43,4	0,495	4,54	7,25	30,9	1540	29,3	3,54	2,96	45			
46	47,6	1,31	640	532	5560	524	1580	1890	5,52	9,47	72,80	139,0	0,322	2,15	4,49	35,3	1310	36,3	3,36	2,85	35			
47	45,1	1,42	873	666	4360	564	2170	1870	3,19	11,40	73,60	97,1	0,581	3,81	7,60	30,9	1930	31,8	3,44	2,93	36			
48	43,0	1,30	858	863	4270	602	2640	1740	4,11	14,20	69,20	45,0	0,593	5,14	7,78	43,7	1990	33,1	3,46	2,93	33			
49	46,5	1,80	1100	917	3800	698	5030	2460	4,11	14,20	69,20	45,0	0,593	5,14	13,0	34,3	3260	25,8	3,69	3,03	38			
50	43,2	1,48	1180	957	3790	615	2960	1970	3,85	12,80	67,50	90,5	0,498	4,98	5,76	39,5	2360	29,2	3,64	3,04	38			
51	39,8	1,57	1210	570	2760	672	7230	4230	2,67	14,00	23,30	30,4	0,237	6,05	8,18	19,2	4550	25,4	3,68	3,11	71			
52	37,7	1,36	1510	729	1960	582	7960	4320	3,74	14,50	25,50	46,3	0,303	8,26	9,45	19,8	7570	27,7	3,63	3,11	73			
53	35,7	1,18	847	758	3120	562	2220	1680	3,58	9,32	53,40	81,0	0,493	4,91	5,72	33,6	1710	30,3	3,51	2,94	27			
54	53,0	1,30	834	785	3620	505	1530	1930	2,58	12,10	93,40	76,6	0,656	2,17	6,26	39,9	1600	40,8	3,36	2,82	34			
55	41,6	1,43	839	756	5220	610	3160	1920	3,56	13,10	95,30	148,0	0,517	5,88	8,92	39,1	2710	29,1	3,59	3,01	33			
56	47,7	1,03	791	1140	3770	545	2400	1600	4,82	17,80	122,00	165,0	0,651	5,17	13,8	53,9	1920	46,3	3,45	2,85	17			
57	47,7	1,46	1250	537	2510	528	5450	2030	4,39	9,56	54,80	30,4	0,532	6,12	6,87	33,4	5490	32,7	3,40	2,84	35			
58	45,0	1,39	956	954	3740	575	3680	1880	4,43	16,50	99,50	271,0	0,517	7,41	8,70	59,0	2640	32,4	3,53	2,96	22			
59	43,8	1,61	1460	576	3630	465	7270	2060	2,36	8,83	34,60	60,6	0,390	5,06	5,41	77,1	3540	27,2	3,57	3,02	33			
60	46,9	1,61	972	747	5790	757	3100	2210	5,17	11,80	92,10	142,0	0,584	5,21	7,63	42,1	2330	29,1	3,50	2,96	43			
61	46,9	1,41	1130	1170	3760	530	2540	1840	4,45	9,03	73,50	119,0	0,458	4,73	6,09	40,5	2690	33,3	3,54	2,97	27			
62	45,4	1,49	1000	812	4000	530	2380	1950	4,09	9,97	68,50	257,0	0,411	5,23	5,69	49,4	2200	30,5	3,53	2,97	29			
63	53,3	1,36	676	539	3790	407	949	1970	2,73	6,66	55,40	27,5	0,440	2,13	3,78	29,8	1020	39,2	3,24	2,76	38			
64	41,6	1,12	861	853	3440	438	2710	1680	3,10	8,38	60,30	88,4	0,496	4,74	4,98	42,7	2040	37,1	3,29	2,83	31			
65	28,8	1,02	888	1000	4080	505	2410	1490	3,88	8,48	54,10	314,0	0,297	6,83	4,54	34,4	1880	28,2	3,80	3,21	20			
66	46,7	1,39	986	1030	3710	466	2270	1800	3,66	10,80	73,90	241,0	0,433	5,81	5,59	47,2	2090	33,6	3,63	3,05	23			
67	50,3	1,26	864	851	4060	394	1640	1840	3,64	10,40	77,80	184,0	0,436	3,97	4,79	49,3	1540	39,9	3,45	2,89	26			
68	50,3	1,44	1050	898	3650	574	3200	2060	3,83	10,70	56,70	122,0	0,411	4,59	5,76	40,2	1910	34,9	3,45	2,87	50			
69	51,2	1,45	850	810	3940	397	1670	2140	2,95	8,45	65,60	125,0	0,413	4,26	4,41	50,9	1820	35,3	3,35	2,85	32			

Provyta nr	%										mg/kg										pH vatten	pH CaCl2	Humus mm
	C	N	P	K	Ca	Mg	Fe	S	B	Cu	Zn	Mn	Cd	Cr	Ni	Pb	Al	C/N					
70	49,9	1,74	1480	703	1830	451	20565	3010	1,53	13,20	29,20	38,2	0,606	7,83	5,12	28,6	5280	28,7	3,80	3,20	78		
71	48,9	1,25	1040	1140	3300	465	2890	1730	3,76	9,48	48,00	115,0	0,587	5,09	5,74	42,2	2330	39,1	3,36	2,87	35		
72	51,9	1,23	675	610	4310	443	1270	1920	2,95	9,50	56,80	46,9	0,459	2,47	5,70	32,0	1130	42,2	3,22	2,71	49		
73	49,3	1,53	1200	1010	3850	560	2870	2050	4,30	16,60	71,20	144,0	0,507	3,93	9,17	46,5	2850	32,2	3,61	2,99	35		
74	51,0	1,35	1050	1030	4390	478	1870	1850	5,06	13,30	82,70	236,0	0,458	3,90	7,02	44,1	1300	37,8	3,58	3,06	26		
75	47,9	1,44	1050	771	5120	538	3090	1980	4,00	12,40	78,10	151,0	0,613	3,79	8,05	71,8	2490	33,3	3,55	2,97	24		
76	45,8	1,24	881	725	4400	545	2250	1800	3,55	10,40	69,70	68,4	0,523	4,79	6,19	36,6	2290	36,9	3,34	2,85	34		
77	49,7	1,66	915	642	3660	550	5510	2220	3,38	13,70	54,60	50,0	0,611	4,21	8,12	39,4	2860	29,9	3,46	2,92	51		
78	51,1	1,30	1080	791	3040	568	2890	2020	2,59	13,40	82,90	48,2	0,592	3,97	7,65	45,3	2960	39,3	3,31	2,83	38		
79	51,5	1,69	992	695	1770	430	5500	2350	2,40	7,54	47,40	38,6	0,375	3,40	5,84	35,3	3080	30,5	3,42	2,88	38		
80	43,4	1,47	916	820	3290	423	2190	1910	3,57	7,73	56,50	145,0	0,344	5,16	5,95	38,3	1920	29,5	3,52	2,97	28		
81	37,9	1,38	755	389	2790	384	2080	1910	2,07	4,82	48,80	53,1	0,277	3,84	3,13	32,3	2030	27,5	3,40	2,81	51		
82	45,2	1,40	979	1130	4000	457	1470	1960	5,22	10,20	59,20	438,0	0,368	4,07	4,75	27,1	1300	32,3	3,66	3,16	28		
83	48,2	1,33	964	980	3220	468	1680	1820	3,03	8,78	70,40	282,0	0,368	4,25	4,44	32,7	1570	36,2	3,54	2,98	31		
84	46,4	1,07	807	854	3160	454	1550	1580	2,61	8,46	65,20	92,6	0,495	2,99	4,26	37,6	1570	43,4	3,38	2,88	34		
85	48,2	1,14	223	282	811	132	586	407	0,82	2,29	17,30	52,5	0,119	3,20	1,96	9,07	547	42,3	3,35	2,91	32		
86	52,1	1,48	235	220	787	125	525	498	0,89	2,25	15,30	20,3	0,115	0,97	0,99	7,89	418	35,2	3,39	2,79	50		
87	45,5	1,24	446	243	683	127	1610	418	0,87	3,65	16,30	20,7	0,131	3,93	2,53	11,3	1520	36,7	3,57	3,03	47		
88	44,9	1,57	348	108	580	75	7460	563	0,72	0,74	12,20	23,9	0,083	2,26	0,92	8,72	1040	28,6	3,73	3,18	56		
89	44,1	1,29	337	217	819	137	1590	445	0,83	2,73	13,50	43,3	0,125	1,51	1,30	10,3	1110	34,2	3,79	3,20	38		
90	41,9	1,45	310	303	959	204	1500	449	0,90	2,65	18,20	35,7	0,107	3,80	2,07	11,6	1180	28,9	3,68	3,14	48		
91	48,8	1,49	328	151	567	103	909	513	0,69	2,16	8,80	8,6	0,120	0,98	0,97	11,7	730	32,8	3,36	2,82	67		
92	51,0	1,44	272	400	789	177	543	488	1,12	2,50	17,50	18,9	0,115	0,86	1,18	9,23	504	35,4	3,55	2,91	40		
93	51,1	1,33	236	276	904	140	460	459	1,07	2,39	14,10	43,5	0,103	0,82	1,14	9,51	385	38,4	3,44	2,91	39		
94	55,2	2,05	234	185	860	116	398	639	1,13	2,16	17,50	35,1	0,087	0,94	1,19	7,18	296	26,9	3,55	2,98	37		
95	52,2	1,33	203	208	822	106	350	500	1,03	1,88	12,30	28,4	0,071	0,75	1,00	7,97	320	39,2	3,34	2,82	43		
96	46,9	1,34	244	243	929	111	378	490	0,98	2,16	14,00	37,1	0,076	0,67	0,97	7,35	311	35,0	3,56	2,99	39		
97	52,1	1,53	257	241	903	114	405	511	0,90	2,28	14,70	47,9	0,104	0,78	1,14	8,60	328	34,1	3,46	2,94	31		
98	52,5	1,62	206	223	726	104	549	542	0,76	2,39	12,70	37,1	0,093	0,76	1,16	8,49	502	32,4	3,40	2,91	22		
99	50,4	1,11	321	258	679	102	467	399	1,10	2,49	20,10	29,8	0,120	0,74	1,31	10,0	375	45,4	3,33	2,86	30		
100	46,0	1,35	266	286	1110	133	472	473	1,28	2,91	20,40	85,5	0,097	0,94	1,32	8,26	368	34,1	3,57	3,11	23		
101	50,6	1,53	272	201	1120	149	438	572	1,19	2,60	20,10	65,4	0,120	1,00	1,31	9,73	363	33,1	3,48	2,99	41		
102	50,7	1,32	259	234	587	112	642	464	0,99	2,62	12,80	22,5	0,115	0,82	1,10	9,09	713	38,4	3,31	2,81	40		
103	51,3	1,62	232	179	782	121	492	610	0,89	2,05	11,00	22,6	0,093	0,76	1,52	9,29	409	31,7	3,32	2,83	53		
x̄	45,8	1,38	857	696	3246	452	3482	1731	4,52	9,76	57,25	102,3	0,411	4,48	6,17	36,56	2208	33,4	3,52	2,97	38,9		
min	14,2	0,60	203	108	567	75	350	399	0,69	0,74	8,80	8,6	0,071	0,67	0,92	7,18	296	22,5	3,22	2,71	17		
max	56,2	2,05	1950	1170	6340	1180	20565	4320	14,60	20,30	122,00	438,0	1,360	14,20	19,70	231,00	8500	46,3	4,42	3,84	118		



granodiorit, medan Pedersöres berggrund främst består av glimmergnejs och i Larsmo granit (Geologiska Forskningscentralen 1981). Humusens tungmetallhalter motsvarar de genomsnittliga värdena i Finland (jfr Tamminen 1998, 2000).

Figureerna 5–8 visar humusprovernans halter av grundämnen på de olika provytorna klassificerade i fem klasser. Av figureerna ser man tydligt att södra delarna av Nykarleby – Pedersöre avviker från det övriga undersökta området.

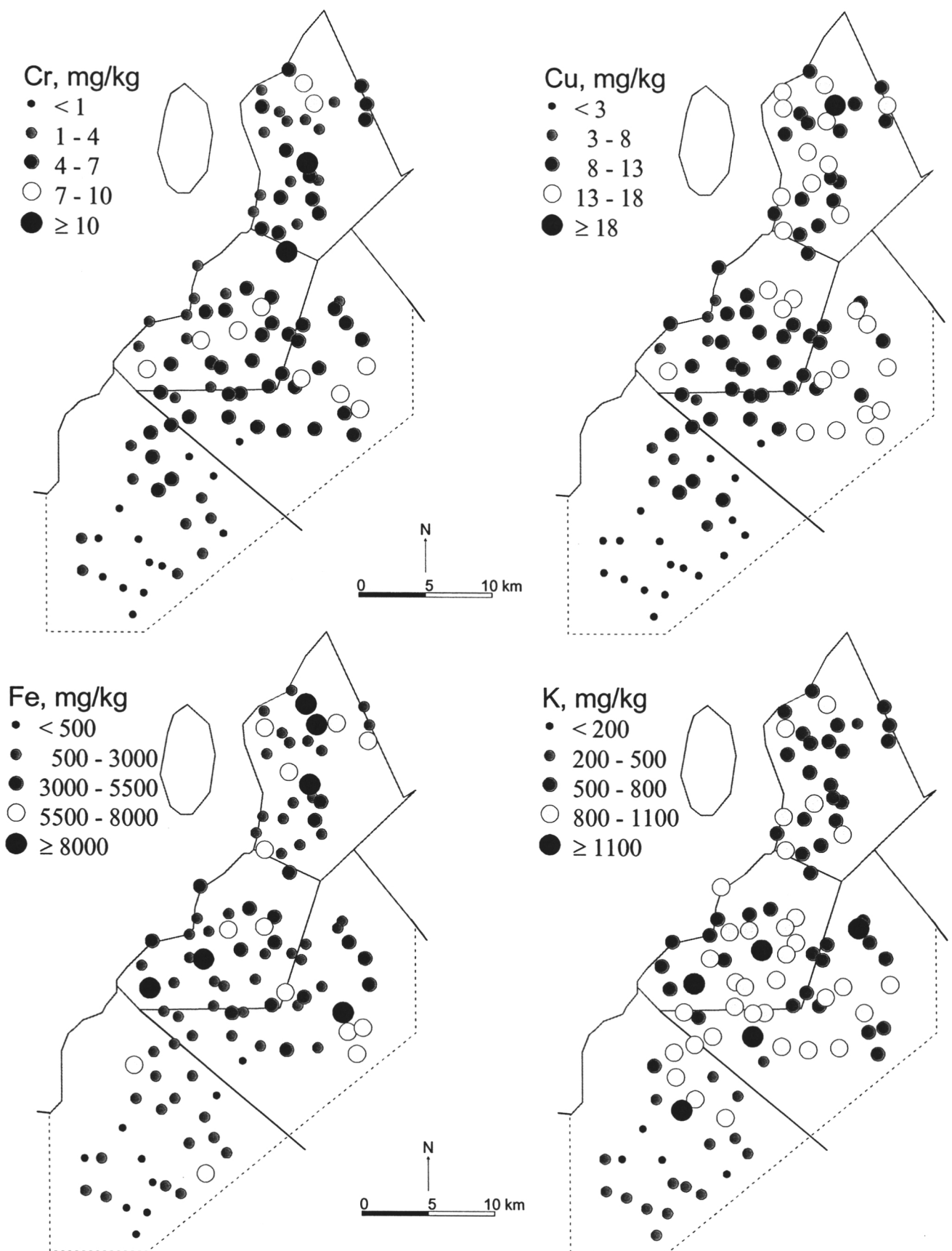
### 3.2 Kartering av lavar

I bioindikatoruppföljning används en organism, ett organismsamhälle eller en del av ett sådant, i vilket en förändring av den strukturella, funktionella eller kemiska sammansättningen mycket väl avspeglar inverkan, förekomst och spridning av luftföroreningar. Lavar är goda bioindikatorer för luftkvaliteten, eftersom de får sin näring från regnvattnet och det nedfall som följer med luftströmmarna (Kubin et al. 1998). Svaveldioxidens giftighet för barklavarna kände man till redan i början av förra seklet (Hosiaisuus 1996). I Finland gjordes de första lavuppföljningarna i huvudstadsregionen, där helt lavfria trädstammar har upptäckts i stadsmiljö ända sedan 1960-talet. En bioindikatoruppföljning med hjälp av lavar är baserad på skillnader mellan arterna i fråga om hårdighet mot luftföroreningar. Genom att kartlägga känsliga, ganska hårdiga och mycket hårdiga lavarters förekomst, riklighet och kondition på samma trädslag får man en uppfattning om luftkvaliteten i det undersökta området och hur den påverkar naturen. På basis av tolv standardlavarters (SFS 5670) förekomst och riklighet samt skador som kan ses med blotta ögat kan man uppskatta luftföroreningarnas art, mängd och spridning. Systematisk bioindikatoruppföljning av lavar har utförts i huvudstadsregionen sedan 1988 (Niskanen & Ellonen 1998). Motsvarande uppföljningar har gjorts i områdena Nystad-Raumo (Jussila 1994), Björneborg-Harjavalta och norra Satakunta (Jussila 1997), landskapet Norra Karelen (Niskanen et al. 1999) och Pyhäjärvi-området (Jussila & Ojanen 1998).

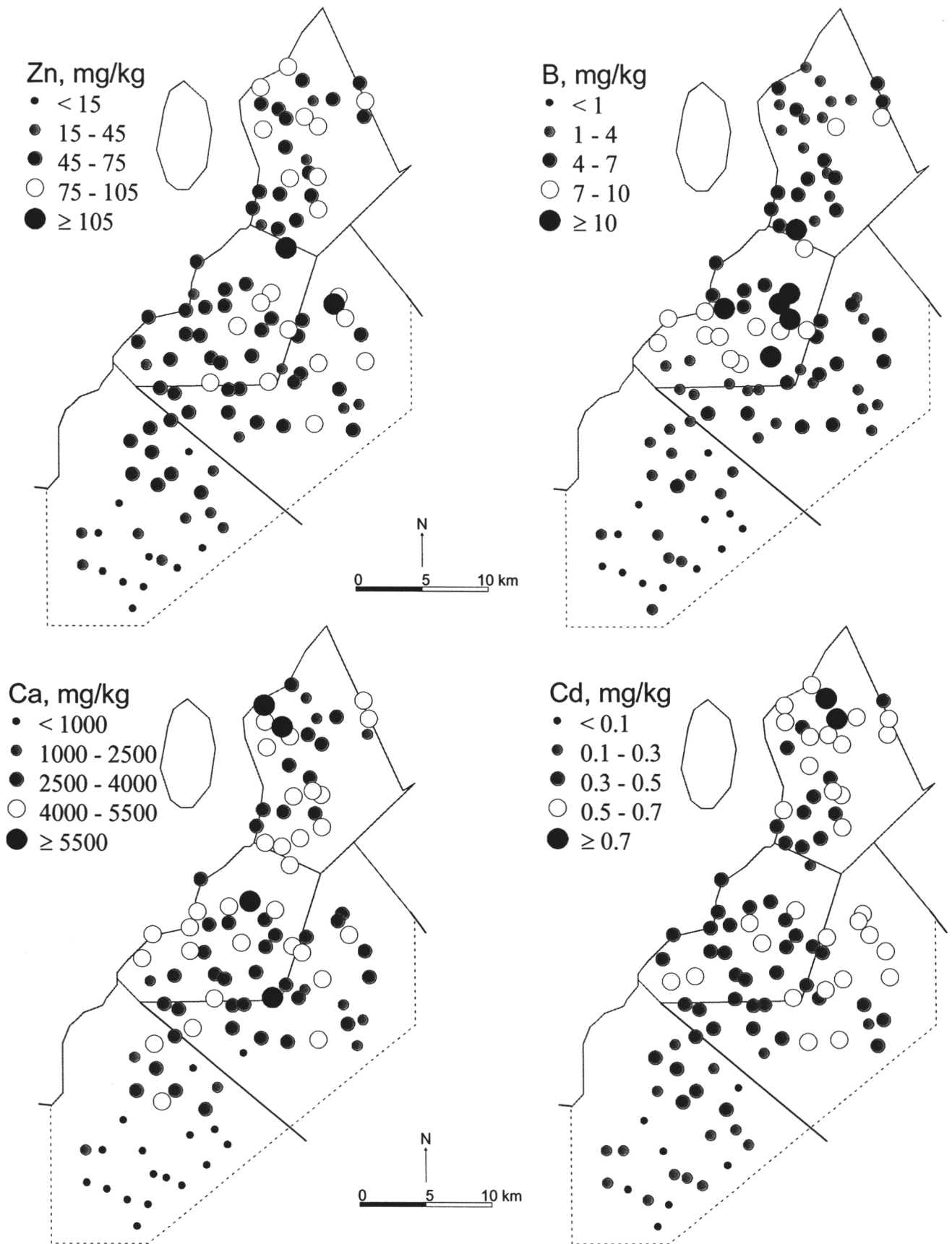
Lavar är symbiotiska organismer, där en alg och en svamp tillsammans bildar bålen. De har inga egentliga celler som är specialiserade på att uppta eller transportera näring och vatten, utan de upptar de ämnen de behöver direkt ur luften, regnvattnet eller det vatten som rinner längs stammen. Lavarnas känslighet för luftföroreningar beror på bålens struktur. På grund av bålens lösa struktur och avsaknaden av ett skyddande ytcellsikt fastnar föroreningar från luft och regnvatten lätt i lavens svamp.

Lavarna är goda bioindikatorer för luftkvaliteten, för arterna reagerar på olika sätt på föroreningar i luft och regnvatten. Förutom av luftföroreningar påverkas förekomsten av olika lavarter och deras riklighet också av naturens miljöförhållanden och växtunderlag. S.k. epifytiska lavar, som växer på trädstammar, är väl lämpade för bioindikatoruppföljning, eftersom en trädstam är ett växtunderlag med relativt jämn kvalitet och de epifytiska lavarerna är utsatta för luftföroreningar också på vintern, eftersom snön inte skyddar dem på samma sätt som de lavar och växter som växer på marken.

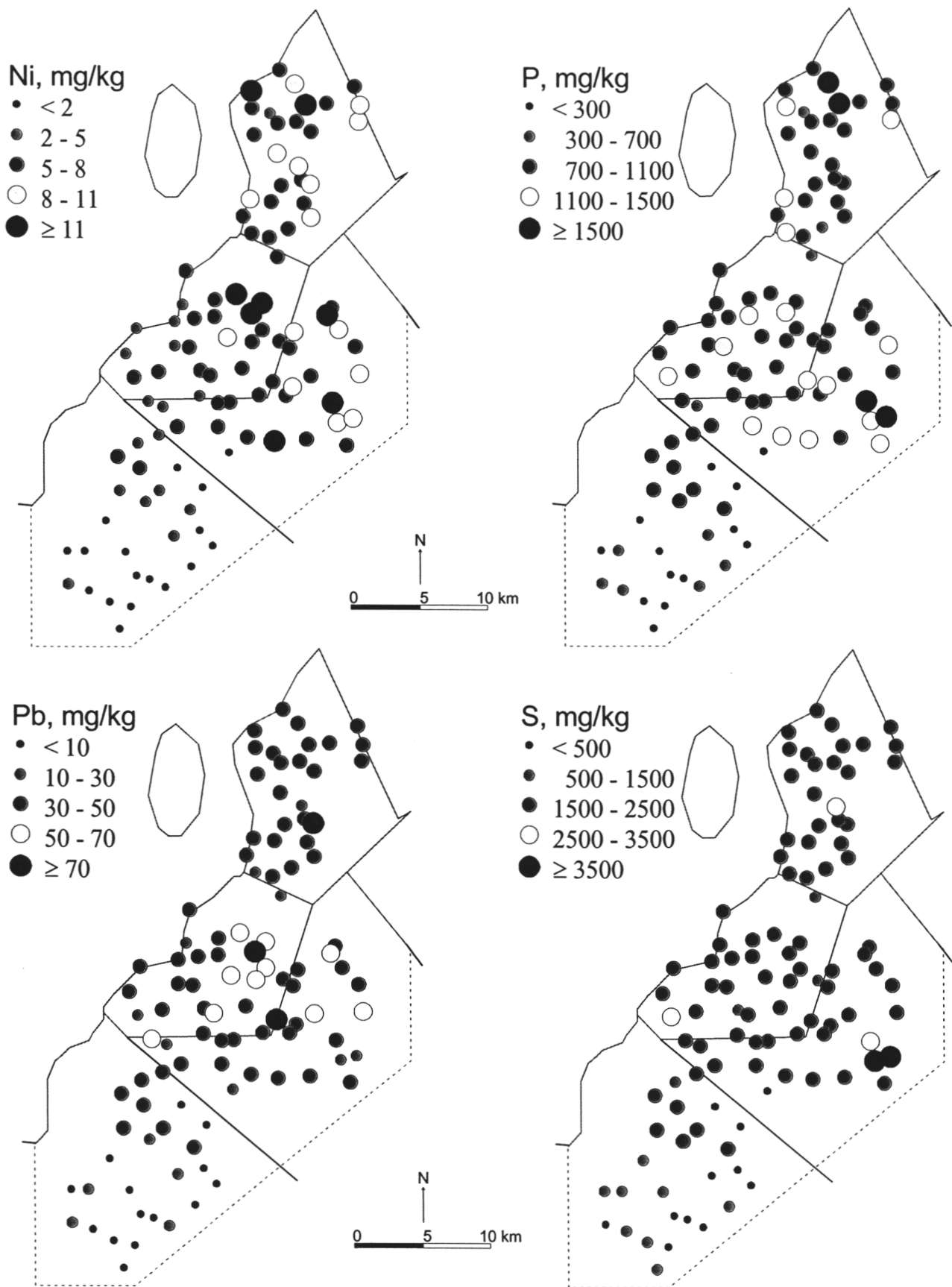
Lavarnas känslighet för luftföroreningar varierar, vilket ger möjlighet att observera belastningszoner utgående från de arter som förekommer på området. Deras förekomst och riklighet används vid bedömningen av luftföroreningen på lång sikt. Varje art har en s.k. kritisk belastningsgräns. När denna överskrids försvinner arten och på en s.k. lavöken har alla eller nästan alla arter försvunnit. Innan en art försvinner börjar en period av stagnation



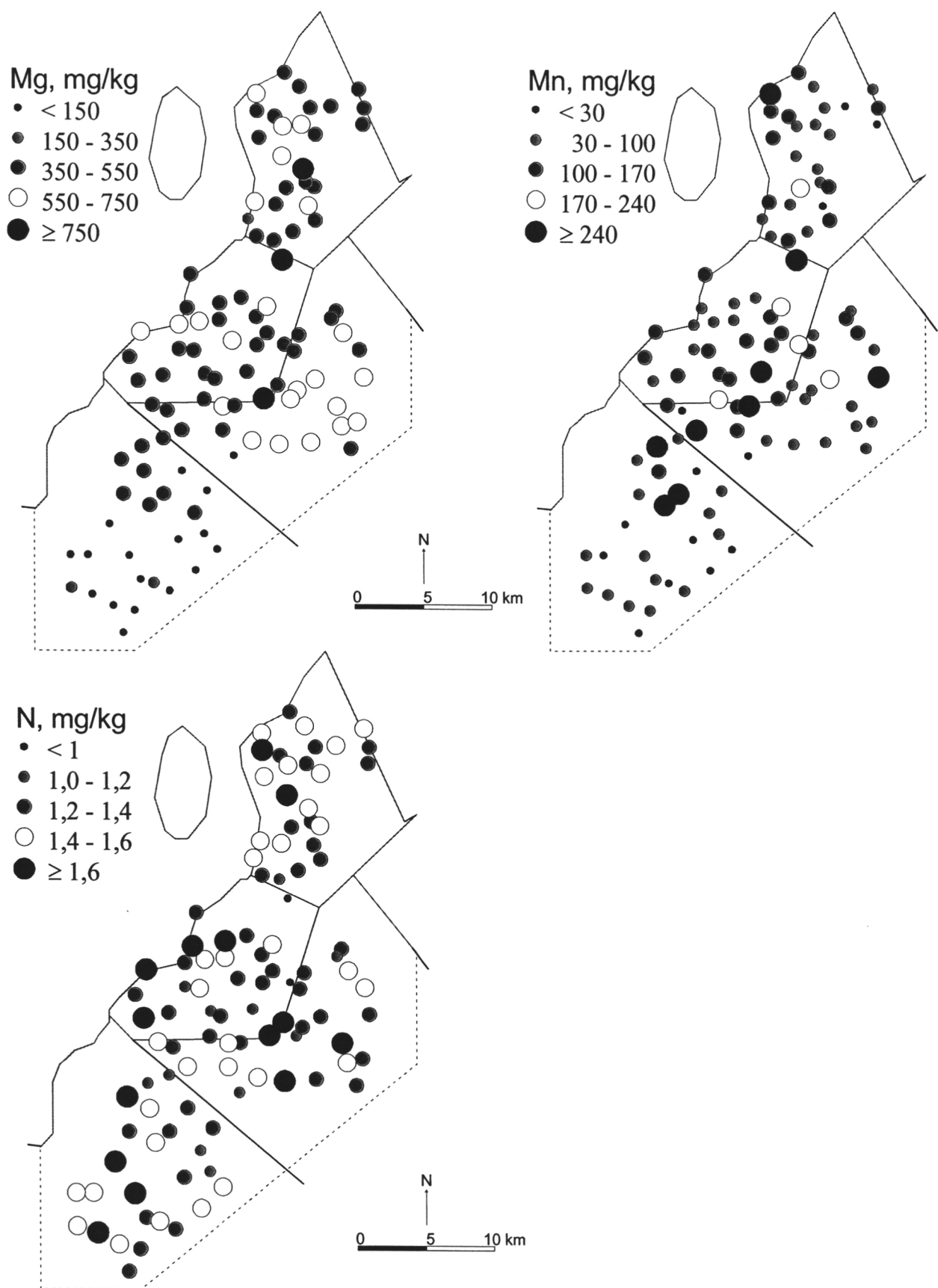
Figur 5. Humusens krom- (Cr), koppar- (Cu), järn- (Fe) och kaliumhalter (K) mg/kg i området Jakobstad - Nykarleby år 2000 per provyta klassificerade i fem olika klasser.



Figur 6. Humusens zink- (Zn), bor- (B), kalcium- (Ca) och kadmiumhalter (Cd) mg/kg i området Jakobstad - Nykarleby år 2000 per provyta klassificerade i fem olika klasser.



Figur 7. Humusens nickel- (Ni), fosfor- (P), bly- (Pb) och svavelhalter (S) mg/kg i området Jakobstad - Nykarleby år 2000 per provyta klassificerade i fem olika klasser.



Kuva 8. Humuksen magnesium- (Mg), mangaani- (Mn) ja typpipitoisuus (N) mg/kg Pietarsaaren - Uudenkaarlepyyn alueella vuonna 2000 havaintometsiköittäin luokiteltuna viiteen eri luokkaan.

vid en viss belastningsnivå. Lavarna påverkas framför allt av svaveldioxid och kväveoxider. Ozon, tungmetaller och alkaliska föreningar påverkar också lavarnas tillväxt och riklighet. Olika ämnen kan genom samverkan antingen förstärka eller försvaga varandra. Naturliga miljöfaktorer såsom växtunderlagets näringshalt, luftfuktighet och topografi påverkar också styrkan av föroreningarnas inverkan. Förekomsten av lavar varierar beroende på naturliga miljöförhållanden och artens känslighet för föroreningar. Därför varierar indikatorvärdena för olika arter (Tabell 9).

Vissa lavar drar nytta av luftföroreningar eller av att andra arter försvinner. Det är känt att till exempel trädgrönelav och grönalger (*Scoliciosporum/Algae*) gynnas av kvävebelastning. Som dåliga konkurrenter gynnas de också av att andra arter försvinner (Kuusinen et al. 1990). Blåslav (*Hypogymnia physodes*) är relativt hårdig mot luftföroreningar och drar nytta av dem upp till en viss belastningsnivå. Flarnlav (*Hypocenomyce scalaris*) blir rikligare på äldre träd och gynnas också av barkens surhet. Allra känsligast för föroreningar är tagellavar (*Bryoria* spp.) och skägglavar (*Usnea* spp.). Tagellavarna är mycket känsliga för svaveldioxid. Därför har tagellavarna försvunnit från näromgivningen kring städer och industriområden och minskat i hela södra och mellersta Finland (Kuusinen 1986). Skägglavarnas känslighet för föroreningar varierar från art till art och den småvuxna luddiga skägglaven (*Usnea hirta*) är betydligt hårdigare mot föroreningar än de mera storvuxna lavarna, t.ex. klippskägglav (*U. fuscescens*) (Kuusinen et al. 1990).

Det IAP-index som bestämts utgående från lavarerna används allmänt i bioindikatorundersökningar. Indexet summerar hur allmänna provytans olika arter är (på hur många träd arten har observerats) genom att också beakta de olika arternas känslighet. Då indexvärdet stiger, ökar också antalet lavar på provytan, varvid det på området finns mera arter som är känsliga för luftföroreningar. På grund av olika metoder och praxis har det inte presenterats någon allmänt användbar klassificering för IAP-indexet. Nedan anges den klassificering som Niskanen et al. (2001) använder:

<u>IAP-index</u>	<u>Beskrivning av lavvegetationen</u>
>3,0	arterna motsvarar bakgrundsområdenas arter, de allmänt känsligaste arterna finns med
2,0–3,0	mindre förändringar i artsammansättningen, en del av de känsligaste arterna saknas
1,0–2,0	artsammansättningen har blivit fattigare, de känsligaste arterna kan förekomma på enstaka stammar
0,5–1,0	artsammansättningen har blivit betydligt fattigare, de känsligaste arterna saknas, på stammarna förekommer allmänt arter som gynnas av luftföroreningar
<0,5	lavöken eller närapå lavöken

Luftföroreningarna ger också upphov till förändringar i lavbålens struktur. Dessa förändringar kan ofta också ses med blotta ögat, speciellt på blåslav. På tagellavar och skägglavar orsakar luftföroreningarna långsammare tillväxt och därför är bålens medellängd kortare på förorenade områden än på rena växtplatser. Skador på lavarna till följd av luftföroreningar och förändringar i artsammansättningen kan uppkomma snabbt, om lavarna utsätts för betydligt större halter av föroreningar än tidigare. När belastningen minskar är återhämtningen däremot mycket långsam. Förbättrad luftkvalitet märks sannolikt mycket långsamt i lavarnas kondition och artsammansättning.

### **Stamlavar på tallar**

På det undersökta området i Jakobstad observerades alla de tolv lavar som anges i standarden SFS 5670. Det största antalet arter som påträffades på en provyta var 11 och

Tabell 9. Lavarter enligt standarden SFS 5670 som indikatorer för luftkvaliteten. Indikatorernas klassificering: + + + god, + + medelmåttig, + liten, - dålig.

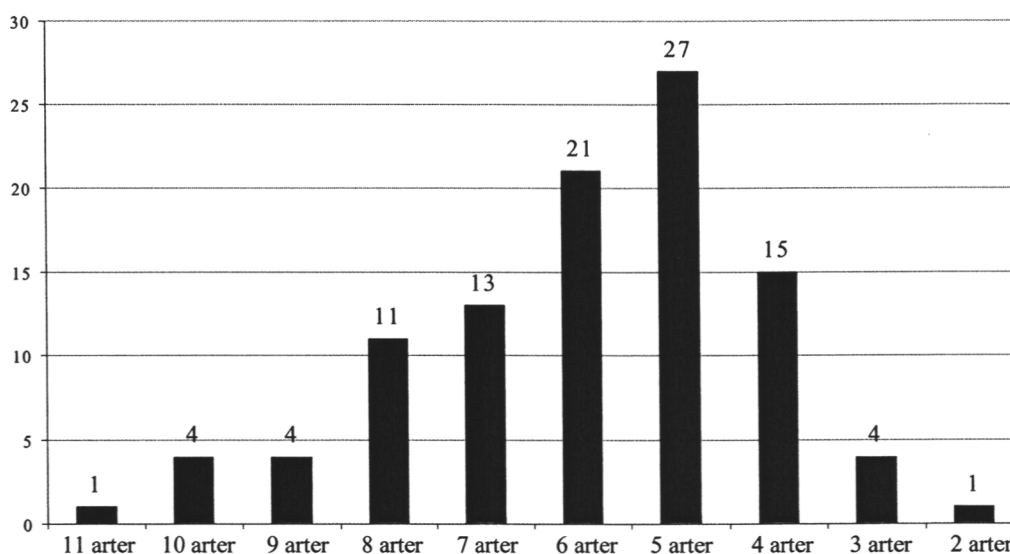
Art	Karakterisering
<i>Hypogymnia physodes</i> + + +	Den härdigaste och allmännaste arten, som har god tålighet mot luftföroreningar. Blåslavens förekomstfrekvens, dvs. dess riklighet minskar inte förrän området är starkt belastat. God indikator för luftkvaliteten, eftersom de synliga skadorna på bålen avspeglar belastningen av föroreningar.
<i>Parmeliopsis ambigua</i> + + +	God härdighet mot luftföroreningar. Dess förekomstfrekvens följer belastningszonerna. Stocklaven trivs bäst i slutna, fuktiga skogsbestånd (Pihlström & Myllyvirta 1995). Stocklaven är en allmän art och en god indikator.
<i>Parmeliopsis hyperopta</i> + + + <i>Imshaugia aleurites</i>	Relativt härdiga mot luftföroreningar. Dessa arters förekomstfrekvenser sträcker sig in på mindre belastade områden än blås- och stocklav. Goda indikatorer, som tål luftföroreningar och som föredrar torra och ljusa tallbestånd.
<i>Hypocenomyce scalaris</i> + +	Växer naturligt på gamla tallars stammar och kan utnyttja föroreningar i luften, så dess förekomst ökar med stigande belastning. Medelmåttig positiv indikator för luftföroreningar, dvs. dess förekomst beskriver främst kvävenedfallets eutrofierande verkan.
<i>Bryoria</i> spp. + + +	I genomsnitt flest åtföljande arter på stammarna, vilket visar dess känslighet för luftföroreningar. Tagellavarnas förekomstfrekvenser följer i allmänhet belastningen och deras växtlängd kan användas för att avspegla belastningen. God indikator för luftföroreningar.
<i>Usnea</i> spp. + +	Antalet åtföljande arter är i allmänhet stort. Förekomstfrekvenserna varierar beroende på belastningen av luftföroreningar på samma sätt som för tagellav. Längdtillväxten kan anses avspegla belastningen. Närhet till kusten gynnar förekomsten av skägglav och därför är dess indikatorvärde medelmåttigt.
<i>Platismatia glauca</i> + +	På basis av åtföljande arter relativt känslig indikatorart och saknas i allmänhet på belastade områden. Påträffas mest på rena områden. Näverlav är känslig för luftföroreningar, men dess naturliga förekomst kan variera mycket, och därför är dess indikatorvärde medelmåttigt.
<i>Vulpicida pinastri</i> +	Förekomsten är ofta mycket slumpmässig, den kan hittas på starkt belastade områden eller den kan saknas på bakgrundsområdena. Granlavens naturliga förekomst varierar mycket, men luftföroreningarna har möjligen också en inverkan. Indikatorvärdet är dock litet.
<i>Tuckermannopsis chlorophylla</i> -	En av de ovanligaste arterna av indikatorlavarna. Dess förekomst varierar ofta mycket slumpmässigt och den kan påträffas på starkt förorenade områden. Bråmlaven är dålig som indikator för luftkvaliteten.
<i>Pseudovernia furfuracea</i> + +	Mycket allmän art på tallstammar. På basis av det genomsnittliga antalet åtföljande arter kan den anses vara en art som är känslig för luftföroreningar, och förekomstfrekvensens regionala fördelning motsvarar i allmänhet belastningens fördelning. Närheten till kusten gynnar förekomsten av gälllav, för den trivs på ljusa, torra tallar som växer på berg. Medelmåttig som indikator.
<i>Parmelia sulcata</i> +	Sällsynt art på tallstammar. Skrynkellav drar nytta av näringsrikedom, som förekommer bl.a. i utkanten av områden med kalkdamm. I allmänhet är arten så sällsynt att dess indikatorvärde är litet.
<i>Algae</i> och <i>Scoliciosporum</i> + + +	Grönalger och -lavar blir allt allmännare till följd av kvävenedfall, dvs. de är en positiv indikator på luftföroreningar. Ett täcke av grönalger och trädgrönalvar är goda indikatorer på kvävebelastning.

det lägsta 2. Motsvarande antal utan flarn- och trädgrönelavar, som är härdiga mot luftföroreningar, var 9 och 1 (Tabell 10). Ifall endast flarn- och trädgrönelav påträffas på provytan kan man tala om s.k. lavöken. På det undersökta området i Jakobstadstrakten påträffades ingen lavöken. På ett enskilt provträd var antalet lavar 1–9, oberoende om alla arter beaktades eller om de två nyssnämnda arterna, som är härdiga mot luftföroreningar, utslöts. Det genomsnittliga antalet arter på en provyta var 5,87 och på ett provträd 4,0. Motsvarande värden utan flarn- och trädgrönelavar var 4,76 och 3,23 (Tabell 10).

På provytorna påträffades i allmänhet fem indikatorarter (Figur 9) och över åtta arter påträffades bara på nio ytor. Det var ovanligt med provytor som hade litet antal arter, och bara fem ytor med mindre än fyra arter påträffades. Även arter som är härdiga mot luftföroreningar var med i undersökningen. Antalet provytor med många arter (> 8 arter) var störst inom Larsmo kommun. I Jakobstad var antalet arter i genomsnitt 6,0, i Pedersöre 5,97, i Larsmo 6,5 och i Nykarleby 4,82. Om flarnlav och trädgrönelav inte räknades med var antalet i Jakobstad 4,78, Pedersöre 4,87, Larsmo 5,43 och Nykarleby 3,73 (Tabell 11).

Tabell 10. Nyckeltal som beskriver lavvegetationen på det undersökta området. Träd = förekomst av lavar på provträd; Träd-H/S = förekomst av lavar på provträd utan flarn-, grönlav/-alg; Arter obs. = förekomst av lavar på provytorna; Arter-H/S = förekomst av lavar på provytorna utan flarn-, grönlav/-alg.

	Träd	Träd-H/S	Arter obs.	Arter-H/S
Medeltal	4,0	3,23	5,87	4,76
Median	3,2	3	6	5
Maximum	9	9	11	9
Minimum	1	1	6	1



Figur 9. Fördelning av antalet lavar per provyta. Här är också flarnlav och grönlav/trädgrönelav med.



Luftens renhetsindex beräknade på basis av lavarerna hade en variation på 0,03–2,35 och medeltalet var 1,10 (Tabell 12). Värdet var högst på de provytor där antalet arter var tio och lägst på de ytor där antalet arter var under fem (Tabell 13). De lägsta IAP-värdena på det undersökta området förekom i tätortsområdena i Jakobstad och Nykarleby. Enstaka låga värden förekom i närheten av pälsfarmer i Pedersöre och Nykarleby. De i genomsnitt högsta IAP-värdena per kommun fanns i Larsmo (genomsnitt 1,24) och de lägsta i Nykarleby (genomsnitt 0,96). IAP-värdena i Jakobstad var i genomsnitt 1,06 och i Pedersöre 1,09. De fyra kommunernas IAP-värden avvek statistiskt inte signifikant från varandra. IAP-värdet korrelerar positivt med antalet lavararter och blåslavens täckningsgrad. Då värdet steg, ökade också antalet arter på det studerade området och blåslavens förekomstfrekvens. Figur 10 visar luftens renhetsindex (IAP) beräknat på basis av tallens stamlavar på de olika provytorna klassificerade i fem klasser. På figuren kan man tydligt urskilja att värdena är lägre i Nykarleby än på de övriga områdena.

### Lavskador och -täckningsgrad

Lavarernas riklighet på det studerade området, dvs. den sammanlagda förekomstfrekvensen för de arter som observerades på de olika områdena var högst då antalet arter var nio eller tio (Tabell 13). Då antalet arter minskade, sjönk också lavarnas genomsnittliga riklighet. I lavvegetationen på det undersökta området påträffades allmänt skador och

Tabell 11. Kommunvisa nyckeltal som beskriver lavvegetationen. Antal provytor (n); luftens renhetsindex (IAP) i genomsnitt, minimum och maximum; genomsnittligt antal indikatorarter (Arter); antal utan flarnlav och trädgrönelav (Arter-H/S) och artantalets variation (Arter-H/S variation); blåslavens förekomst i genomsnitt (Hypo täckn.); tagellavarnas förekomst i genomsnitt (Bryo täckn.); medianen för blåslavens skadeklass (I-IV) (Hypo skad.); medianen för tagellavarnas eller lavarnas skadeklass (Allm. skad.).

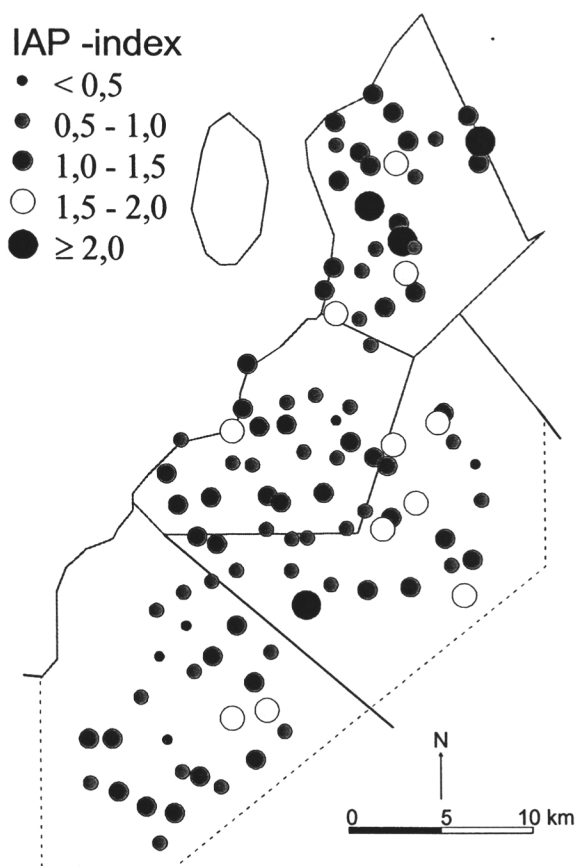
Kommun	Antal n	IAP	IAP min	IAP max	Arter	Arter-H/S	Arter-H/S variation	Hypo täckn.	Bryo täckn.	Hypo skad.	Allm. skad.
Larsmo	28	1,24	0,71	2,35	6,5	5,43	3–9	0,15	0,00000	2	3
Pedersöre	30	1,09	0,03	2,13	5,97	4,87	1–7	0,0745	0,0000	2	3
Jakobstad	19	1,06	0,40	1,93	6	4,78	3–8	0,12	0,000	2	3
Nykarleby	22	0,96	0,03	1,85	4,818	3,73	1–9	0,04	0	2	3

Tabell 12. Nyckeltal som beskriver lavvegetationen på det undersökta området. IAP = luftens renhetsindex; Hypo/skad. = blåslavens skadeklass; Allm./skad. = lavarnas eller tagellavarnas allmänna skadeklass; Hypo/täckn. = blåslavens relativa förekomstfrekvens; Bryo/täckn. = tagellavarnas relativa förekomstfrekvens.

	IAP	Hypo/skad.	Allm./skad.	Hypo/täckn.	Bryo/täckn.
Medeltal	1,10	2,03	2,78	0,10	0,000036
Median	1,04	2	3	0,084	0
Maximum	2,35	4	4	0,28	0,0015
Minimum	0,03	1	1	0	0

Tabell 13. Genomsnittliga värden bestämda enligt antalet arter på de olika provvytorna. Rikl. = lavarternas sammanlagda förekomstfrekvens (0–120); Hyp/skad. = blåslavens skadeklass; Allm./skad. = lavarnas allmänna eller tagellavarnas skadeklass; Hyp/täckn. = blåslavens genomsnittliga relativa förekomstfrekvens; Bryo/täckn. = tagellavarnas relativa förekomstfrekvens; IAP = luftens renhetsindex i genomsnitt.

Arter	Rikl.	Hyp/skad.	Allm./skad.	Hyp/täckn.	Bryo/täckn.	IAP
11 arter	47,0	1,1	2	0,050	0,00015	1,52
10 arter	54,0	1,5	1,8	0,154	0	2,00
9 arter	55,5	1,3	1,96	0,117	0,000375	1,92
8 arter	47,9	1,8	2,42	0,073	0	1,52
7 arter	43,9	2,0	2,73	0,115	0	1,30
6 arter	38,3	1,9	2,87	0,130	0	1,08
5 arter	39,6	2,1	2,96	0,079	0	0,97
4 arter	35,0	2,1	2,95	0,102	0,0001	0,84
3 arter	26,5	3,1	3,03	0,031	0	0,79
2 arter	13,3	4,0	3,7	0,000	0	0,52



Figur 10. Luftens renhetsindex (IAP) beräknat utgående från stamlavarna på tall i området Jakobstad - Nykarleby år 2000. Ju längre indexet är, desto större är den långvariga belastningen av luftföroreningar.

bara på tre provytor upptäcktes inga skador (skadeklass I) på blåslav eller andra lavar. Dessa områden fanns med ett undantag inom Larsmo kommuns område. Skadorna på blåslaven var obetydliga. Den allmännaste skadeklassen var två (n = 81) och genomsnittet var 2,03. På andra lavar var skadorna större än på blåslaven. Den vanligaste skadeklassen var tre (n = 78) och genomsnittet var 2,78 (se Tabell 4). Starkt skadad (skadeklass IV) lavvegetation påträffades på tre provytor i Nykarleby och på en provyta i Pedersöre, i närheten av antingen en pälsfarm eller en travbana.

Blåslavens relativa förekomstfrekvens bedömd enligt punktfrekvensmetoden hade en variation på 0–0,28 och medeltalet var 0,10 (Tabell 12). Förekomstfrekvensen var lägst på de provytor där endast trädgrönelav/alger förekom som åtföljande arter. Blåslavens riklighet minskade betydligt, då antalet arter på provytan sjönk under fyra (Tabell 13). På dessa ytor var artens genomsnittliga skadeklass också klart högst. Förekomstfrekvensen var högst på de provytor där det fanns i medeltal tio arter. Täckningsgraderna var lägst (<0,02) på tretton provytor i Nykarleby (n = 11) och Pedersöre (n = 2). På provytorerna i Nykarleby var blåslavens genomsnittliga förekomstfrekvens statistiskt signifikant lägre än i de tre övriga kommunerna. Blåslavens förekomstfrekvens på provytorerna i de övriga kommunerna varierade inte signifikativt. Tagellavarnas relativa förekomstfrekvens var mycket låg med en variationsbredd på 0–0,0015 (Tabell 12) och ett medeltal på 0,00036. Tagellavarna blev rikligare med ökande antal arter och var i genomsnitt som rikligast, då antalet arter på provytan var över åtta arter (Tabell 13). Tagellavarnas förekomstfrekvens var högst på de områden som hade högt IAP-värde. Dessa områden låg i Pirilö i Jakobstad samt i Larsmo.

### Olika variablers förhållande till varandra

Då tallens relativa andel av trädbeståndets grundyta ökade, minskade antalet indikatorarter och blåslavens förekomstfrekvens på provytan (Tabell 14). Beståndets ålder korrelerade signifikant med antalet arter av indikatorlavar och med IAP-värdena, vilket innebär att då trädbeståndet på provytan blev äldre, ökade antalet epifytlavar och samtidigt steg också luftens renhetsindex (Tabell 14). Med högre ålder på beståndet sjönk blåslavens täckningsgrad, alltså förekomstfrekvens. Trädbeståndets grundyta korrelerade positivt signifikant med blåslavens täckningsgrad; då grundytan ökade, steg blåslavens täckningsgrad.

Svavelhalten i föregående års barr korrelerade negativt signifikant med antalet arter och IAP-värdet, dvs. då barrrens svavelhalt ökade, sjönk provytorernas IAP-värde och antalet arter av indikatorlavar (Tabell 15). Barrrens kvävehalt korrelerade negativt mycket signifikant med antalet lavararter och IAP-värdet. Barrrens koppar-, kalium- och fosforhalter

Tabell 14. Korrelationer mellan luftens renhetsindex (IAP), indikatorlavar (12 arter), blåslavens förekomstfrekvens och tallbeståndets relativa andel på provytorerna, beståndets ålder samt beståndets grundyta (m<sup>2</sup>/ha). Statistisk signifikans \*p<0,05, \*\*p<0,01, \*\*\*p<0,001.

	Tall	Ålder	m <sup>2</sup> /ha
IAP	-.166	.262**	-.408
Antal arter	-.208*	.324**	.005
Hypo täckn.	-.241*	.303**	.360**

korrelerar negativt med IAP-värdet och antalet arter, det senare mycket signifikant. En tydlig positiv korrelation fanns mellan barrrens borhalt och antalet lavararter samt IAP-värdet. Också barrrens kadmium-, magnesium- och zinkhalter korrelerade positivt med IAP-värdet och antalet arter, det senare mycket signifikant.

Mossornas svavelhalt korrelerade inte negativt med IAP-värdet eller antalet arter av indikatorlavar, men vid stigande svavelhalt ökade också blåslavens täckningsgrad (Tabell 16). Också vid stigande magnesiumhalt i mossorna ökade blåslavens täckningsgrad, men provytornas IAP-värde sjönk. Likadant var det med mossornas kaliumhalt, som korrelerade negativt signifikant med IAP-värdet och antalet arter men positivt med blåslavens täckningsgrad. Mossornas bly-, zink- och kadmiumhalter korrelerade positivt med alla tre lavvärdena. Mossornas borhalt korrelerade positivt mycket signifikant med blåslavens täckningsgrad men inte med IAP-värdet och antalet arter som barrrens borhalt.

### Artvisa resultat

Blåslav (*Hypogymnia physodes*) (Figur 11) var den tredje allmännaste men rikligaste arten på det undersökta området, för den förekom på 95,7 % av provträden (Tabell 17). Artens genomsnittliga förekomstfrekvens var mycket hög (9,96) och bara på två provytor i Nykarleby var förekomstfrekvensen under 10. Blåslaven saknades på fyra ytor i Nykarleby och Pedersöre. På dessa ytor fanns en sparsam förekomst av stocklav (förekomstfrekvens 3,33) och riklig förekomst av trädgrönelav (förekomstfrekvens 10). Blåslaven var allmän i skogar av alla åldrar. Artens genomsnittliga antal åtföljande arter på stammen var 3,1. Figur 12 visar hur allmänt blåslaven förekom på provytorna.

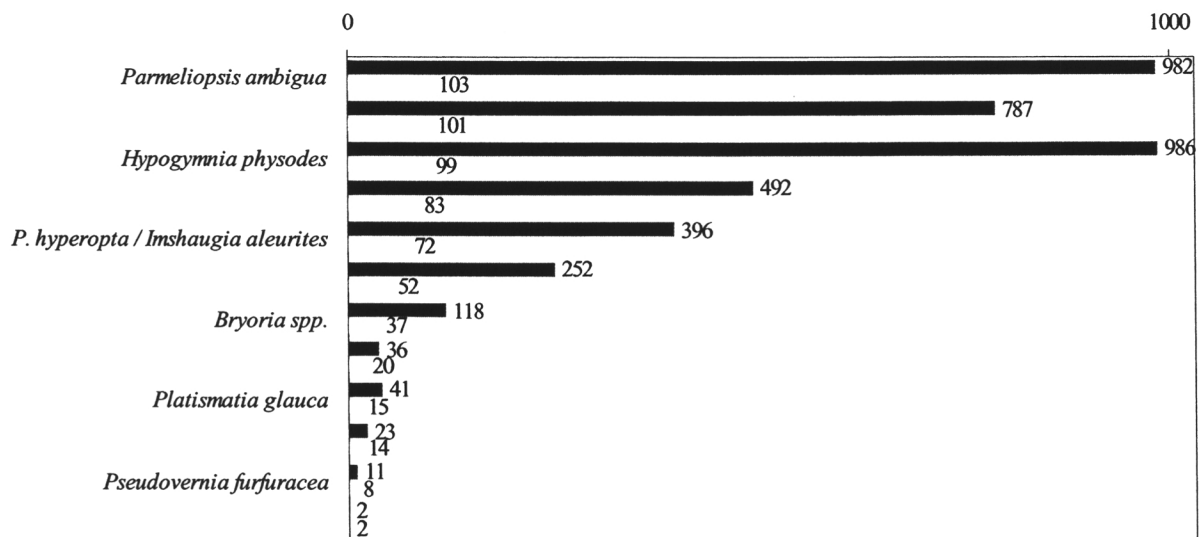
Tabell 15. Korrelationer mellan luftens renhetsindex (IAP), indikatorlavar (12 arter), blåslavens förekomstfrekvens och barrrens svavel-, kväve-, bor-, kadmium-, koppar-, kalium-, magnesium-, fosfor- och zinkhalter. Statistisk signifikans \* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$ , \*\*\* $p < 0,001$ .

	C+1 barr								
	S	N	B	Cd	Cu	K	Mg	P	Zn
IAP	-.286**	-.434***	.364***	.312**	.293**	-.257**	.208*	-.374***	.315***
Antal arter	-.263**	-.404***	.523***	.284**	-.214*	-.281**	.288**	-.356***	.347***
Hypo täckn.	.185	.054	.167	-.079	.096	-.154	.192	.145	.073

Tabell 16. Korrelationer mellan luftens renhetsindex (IAP), indikatorlavar (12 arter), blåslavens förekomstfrekvens och mossans svavel-, bor-, kadmium-, kalium-, magnesium-, bly- och zinkhalter. Statistisk signifikans \* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$ , \*\*\* $p < 0,001$ .

	Mossans grundämneshalter						
	S	B	Cd	K	Mg	Pb	Zn
IAP	-.157	.136	.307**	-.231**	-.214*	.200*	.224*
Antal arter	-.092	.108	.348***	-.282**	-.192	.243*	.247*
Hypo täckn.	.196*	.410***	.408***	.221*	.306**	.254*	.431***

Stocklav (*Parmeliopsis ambigua*) var den allmännaste av lavarerna på det undersökta området (Figur 11), för den påträffades på alla 103 provytorna. Den förekom på 95,3 % av provträden och den genomsnittliga förekomstfrekvensen var 9,53 (Tabell 17). Stocklavens riklighet (förekomstfrekvens 6,2) stagnerade på tätortsområdena i Jakobstad och Nykarleby. Också på de provytor som låg nära pälsfarmer var stocklavens riklighet lägre (3,33). Stocklav förekom allmänt i bestånd av alla åldrar. Artens genomsnittliga antal åtföljande arter på stammen var 3,11. Figur 12 visar stocklavens allmänna förekomst på provytorna.



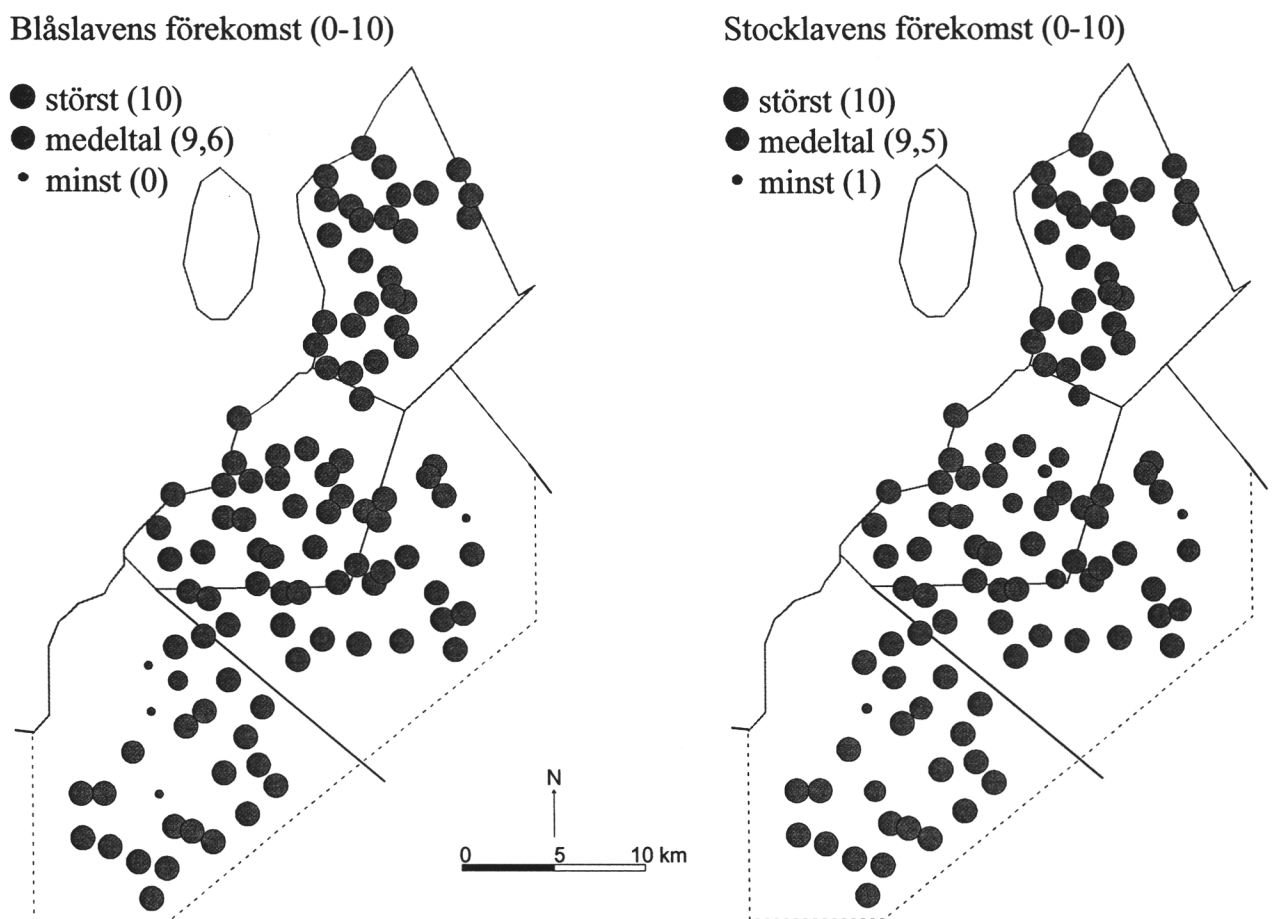
Figur 11. Förekomst av tallstamslavar på provträden (0–1030) och på provytorna (0–103).

Tabell 17. Q = det genomsnittliga antalet av åtföljande arter på provträden för de lavararter som undersökts, Träd% = artens förekomst på provträden (1030) i procent; Obs% = artens förekomst i de undersökta bestånden (103) i procent; Rel. fr. = artens relativa förekomstfrekvens på provytorna.

Art	Q	Träd%	Obs%	Rel.fr.
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	3,11	95,3	100	9,53
<i>Algae / Scoliciosporum</i>	2,96	76,4	98,0	7,79
<i>Hypogymnia physodes</i>	3,1	95,7	96,1	9,96
<i>Vulpicina pinastri</i>	3,46	47,7	80,5	5,93
<i>P. hyperopta / Imshaugia aleurites</i>	3,68	38,4	68,9	5,5
<i>Usnea spp.</i>	4,13	24,4	50,5	4,85
<i>Bryoria spp.</i>	4,42	11,4	35,9	3,19
<i>Tuckermannopsis chlorophylla</i>	4,55	3,4	19,4	1,8
<i>Platismatia glauca</i>	5,36	3,9	14,5	2,73
<i>Hypocenomyce scalaris</i>	3,43	2,2	13,5	1,64
<i>Pseudovernia furfuracea</i>	5,27	1,06	7,7	1,38
<i>Parmelia sulcata</i>	7	0,19	1,9	1

Vedlav (*Parmeliopsis hyperopta*) och klilav (*Imshaugia aleurites*) (Figur 11) förekom på närmare 70 % av provytorna på det undersökta området men bara på mindre än 40 % av provträden (Tabell 17). Arternas genomsnittliga förekomstfrekvens var 5,5. Ved- och klilav förekom ungefär lika rikligt på hela det undersökta området. Förekomstfrekvensen var lägst i Larmsotrakten (4,84) och högst i Nykarleby (6,47). Arternas riklighet minskade i unga skogar under 70 år (förekomstfrekvens 2,13). Det genomsnittliga antalet åtföljande arter på stammen var 3,68. Figur 13 visar hur allmänt ved- och klilaven förekom på provytorna.

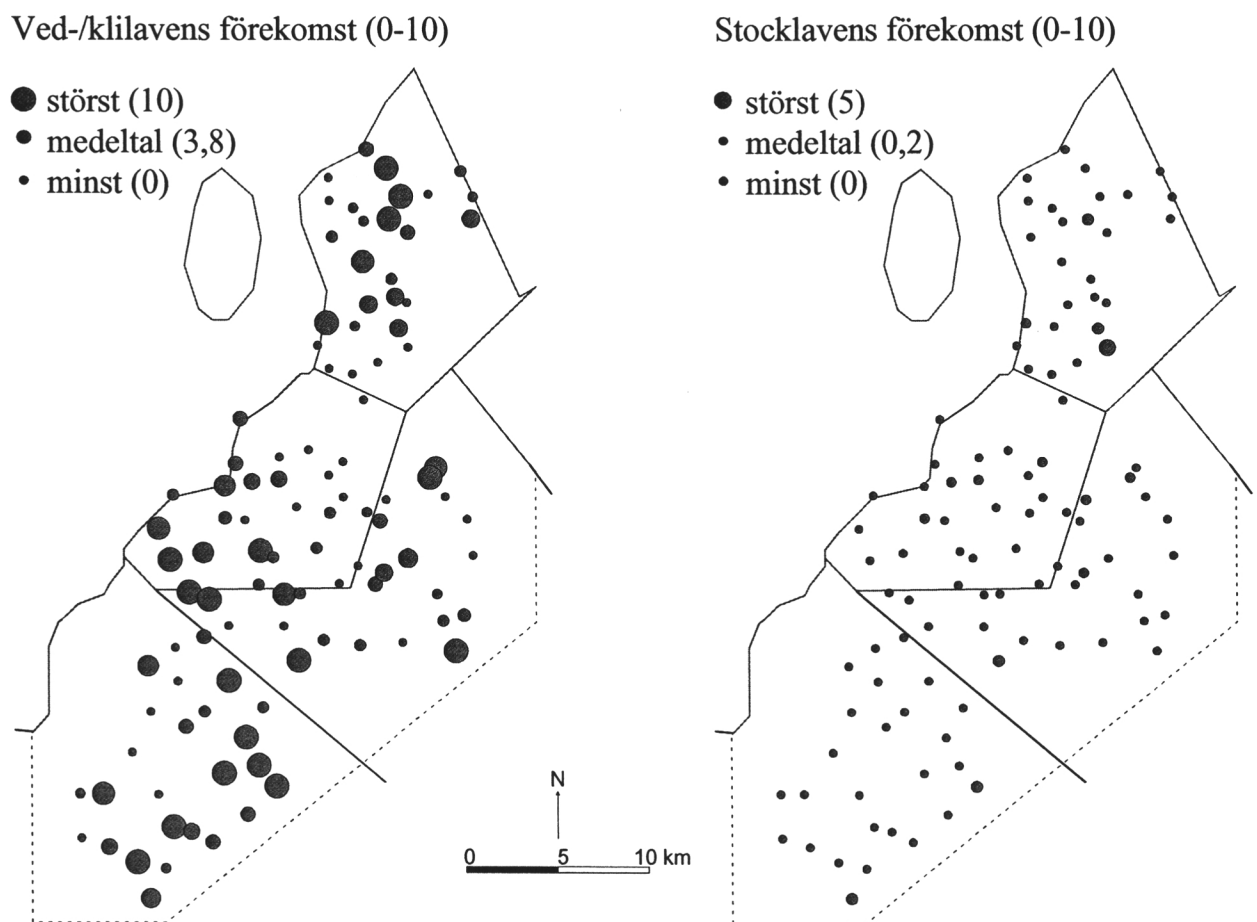
Flarnlav (*Hypocenomyce scalaris*) förekom sporadiskt på det undersökta området (Figur 11) och dess riklighet var liten (förekomstfrekvens 1,64). Den observerades bara på 14 provytor och på 23 provträd. Flarnlaven var allmännast på Pedersöre och Jakobstads område (70 % av alla ytor) och den förekom främst i bestånd över 90 år (ca 78 % av förekomsterna). Artens genomsnittliga antal åtföljande arter på stammen var relativt litet, 3,43. Figur 13 visar hur allmänt flarnlaven förekom på provytorna.



Figur 12. Blåslavens (*Hypogymnia physodes*) och stocklavens (*Parmeliopsis ambigua*) förekomst på provytorna på det undersökta området. Symbolens storlek anger på hur många stammar arten observerades (variationsbredd 0-10). Båda arterna är mycket allmänna och de hargod hårdighet mot luftföroreningar.

Tagellavarna (*Bryoria* spp.) var betydligt sällsyntare än skägglavarna på det undersökta området (Figur 11). De förekom på ungefär 36 % av provvytorna men bara på 11 % av provträden (Tabell 17). Tagellavarnas genomsnittliga förekomstfrekvens var 3,19. På fyra provvytor i Larsmo och Pedersöre var tagellavarnas förekomstfrekvens 9 eller 10. I Nykarleby observerades tagellavar bara på två (9 %) av provvytorna. Tagellavarna förekom främst i bestånd över 80 år (ca 73 % av förekomsterna). Arternas genomsnittliga antal åtföljande arter på stammen var 4,42. Figur 14 visar hur allmänt tagellavarna förekom på provvytorna.

Skägglavarna (*Usnea* spp.) förekom på cirka 50 % av provvytorna (Figur 11) men bara på 25 % av provträden på området (Tabell 17). Skägglavarnas genomsnittliga förekomstfrekvens (4,85) var relativt hög jämfört med till exempel tagellavarnas riklighet. Skägglavar förekom på hela det undersökta området, men de förekom mest på Larsmo kommuns område (på 70 % av provvytorna i Larsmo), medan skägglavar påträffades på bara tre provvytor (14 %) i Nykarleby. Skägglavarna blev allmännare i skogar över 80 år (ca 67 % av förekomsterna) och rikligheten var stor i gamla, över 100-åriga bestånd (förekomst-



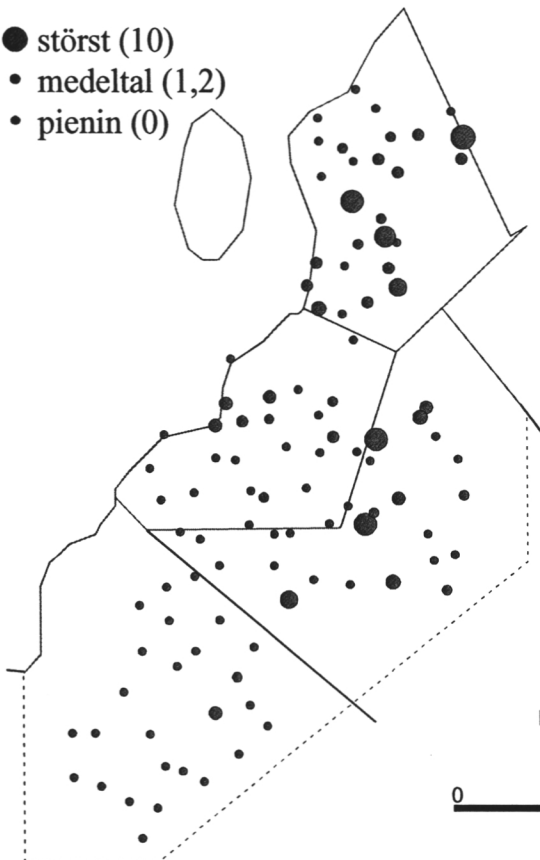
Figur 13. Ved-/klilavens (*Parmeliopsis hyperopta/ Imshaugia aleurites*) och flarnlavens (*Hypocenomyce scalaris*) förekomst på provvytorna på det undersökta området. Symbolens storlek anger på hur många stammar arten observerades (variationsbredd 0- 10). Flarnlav var mycket sällsynt, medan ved-/klilav förekom relativt allmänt på hela det undersökta området, men deras riklighet på provvytorna var låg.

frekvens 5,82). Skägglavarnas genomsnittliga antal åtföljande arter på stammen var 4,13. Figur 14 visar hur allmänt skägglavarna förekom på provytorna.

Näverlav (*Platismatia glauca*) förekom sporadiskt på femton provytor (Figur 11). Artens genomsnittliga förekomstfrekvens var 2,73. Den var mest sällsynt i Nykarleby, där den påträffades bara på tre provträd. Artens genomsnittliga förekomstfrekvens (4,0) var högst i Pedersöre. Näverlaven var allmännare i gamla bestånd över 80 år (ca 80 % av förekomsterna). Artens genomsnittliga antal åtföljande arter på stammen var nästhögst bland de lavararter som fanns på det undersökta området, 5,36. Figur 15 visar hur allmänt näverlaven förekom på provytorna. Granlav (*Vulpicida pinastri*) var relativt allmän på det undersökta området (Figur 11), för den förekom på över 80 % av provytorna men bara på 47,7 % av provträden (Tabell 17). Artens genomsnittliga förekomstfrekvens var 5,93 och den var lägst i Jakobstad (4,74), fastän den påträffades på över 80 % av områdets provytor. Granlaven var rikligast i Larsmo (6,78) och Nykarleby (7,07). Arten var rikligare i unga bestånd under 70 år (förekomstfrekvens 7,23). I gamla bestånd över 100 år var dess förekomstfrekvens låg (3,0). Artens genomsnittliga antal åtföljande arter på stammen var 3,46. Figur 15 visar hur allmänt granlaven förekom på provytorna.

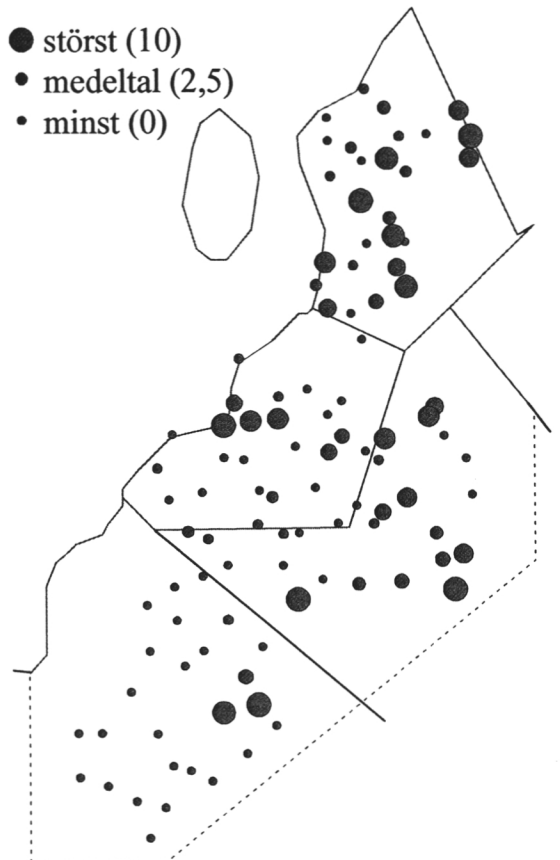
#### Tagellavarnas förekomst (0-10)

- störst (10)
- medeltal (1,2)
- pienin (0)



#### Skägglavarnas förekomst (0-10)

- störst (10)
- medeltal (2,5)
- minst (0)

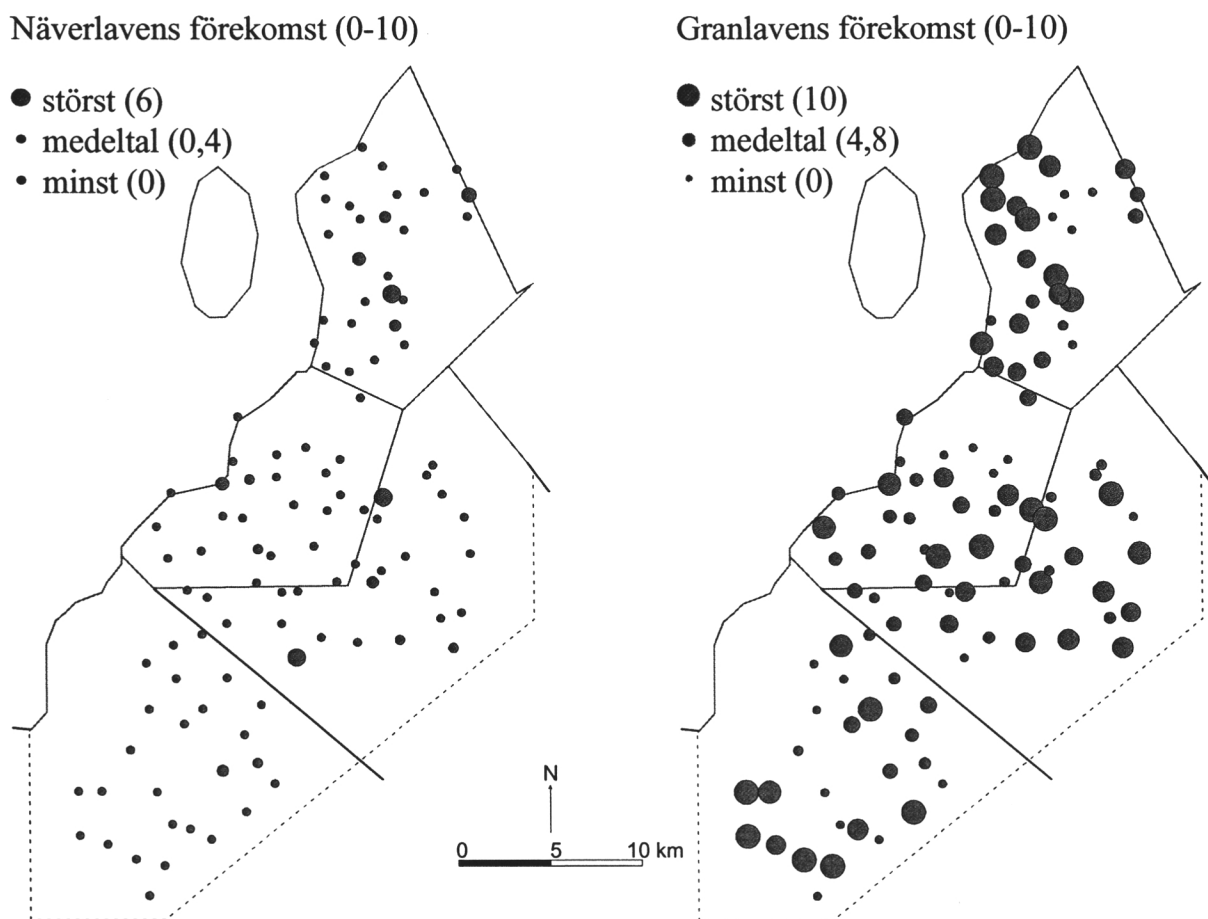


Figur 14. Tagellavarnas (*Bryoria spp.*) och skägglavarnas (*Usnea spp.*) förekomst på provytorna på det undersökta området. Symbolens storlek anger på hur många stammar arten observerades (variationsbredd 0-10). Skägglavarna var allmännare än tagellavarna på det undersökta området. Båda förekom mest i Pedersöre och Larsmo.



Brämlav (*Tuckermannopsis chlorophylla*) (Figur 11) förekom bara på 20 % av provytorna och bara på mindre än fyra procent av provträden (Tabell 17). Artens genomsnittliga förekomstfrekvens (1,8) var mycket låg. Brämlavens förekomstfrekvens var lägst i Nykarleby, där den förekom bara på ett träd. I Larsmo påträffades brämlav på åtta provytor och förekomstfrekvensen (2,0) var något högre än på det undersökta området i genomsnitt. Brämlaven förekom i bestånd av alla åldrar och dess genomsnittliga antal åtföljande arter på stammen var 4,55. Figur 16 visar hur allmänt brämlaven förekom på provytorna.

Gälllav (*Pseudovernia furfuracea*) påträffades på åtta (Figur 11) och skrynkellav (*Parmelia sulcata*) på två provytor (Figur 11). Bådas genomsnittliga förekomstfrekvens var låg: gälllav 1,38 och skrynkellav 1,0. Gälllav förekom främst i Larsmo (på 5 provytor), där dess förekomstfrekvens också var något högre (1,6). Gälllaven saknades helt i Jakobstad. Skrynkellaven förekom på ett provträd i Nykarleby och Pedersöre. Gälllav förekom i minst 80-åriga trädbestånd. Dess genomsnittliga antal åtföljande arter på stammen var 5,27 och

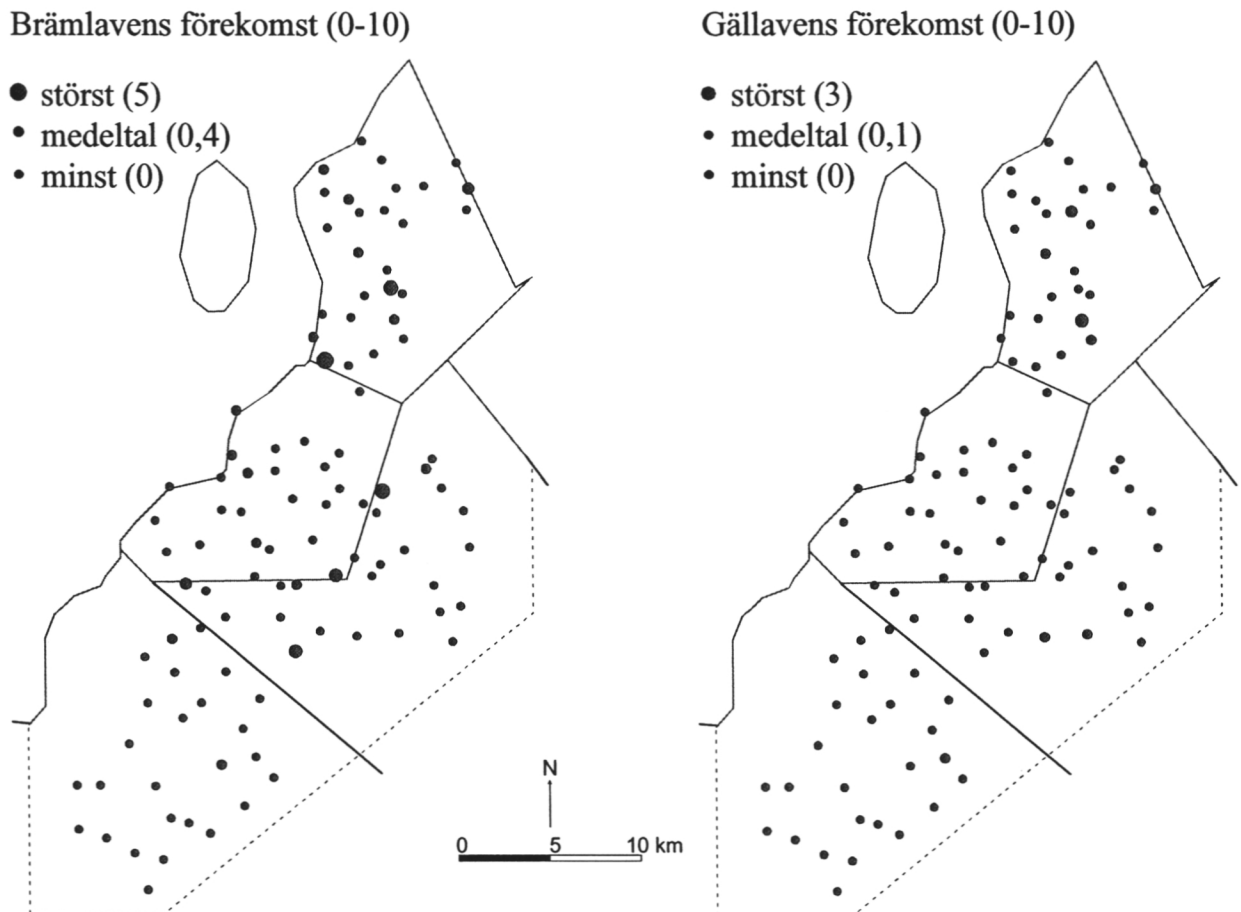


Figur 15. Näverlavens (*Platismatia glauca*) och granlavens (*Vulpicida pinastri*) förekomst på provytorna på det undersökta området. Symbolens storlek anger på hur många stammar arten observerades (variationbredd 0-10). Näverlaven var sällsyntast i Nykarleby och den saknades helt bl.a. i tätortsområdena. Granlaven förekom relativt allmänt på hela det undersökta området, men dess riklighet var lägre i Jakobstad.

skrynkellav hade det högsta antalet av alla undersökta lavar, 7,0. Figur 16 visar hur allmänt gälllaven förekom på provytorna, och figur 17 visar motsvarande värden för skrynkellav.

Trädgrönelav och grönalger (*Scoliciosporum/Algae*) var mycket allmänna (Figur 11) på det undersökta området, för de påträffades på 98 % av provytorna (Tabell 17). De förekom på 76,4 % av provträden och arternas genomsnittliga förekomstfrekvens var 7,79. Artens riklighet (4,7) minskade på ytor med fler än åtta arter. Trädgrönelav och grönalger saknades bara på två provytor i Larsmo. De var rikligare i unga skogar under 60 år (9,15). Deras genomsnittliga antal åtföljande arter på stammen var 2,96. Figur 17 visar hur allmänt trädgrönelav och grönalger förekom på provytorna.

I bilaga 2–4 visas resultaten av lavkarteringen mera ingående för de olika provytorna.

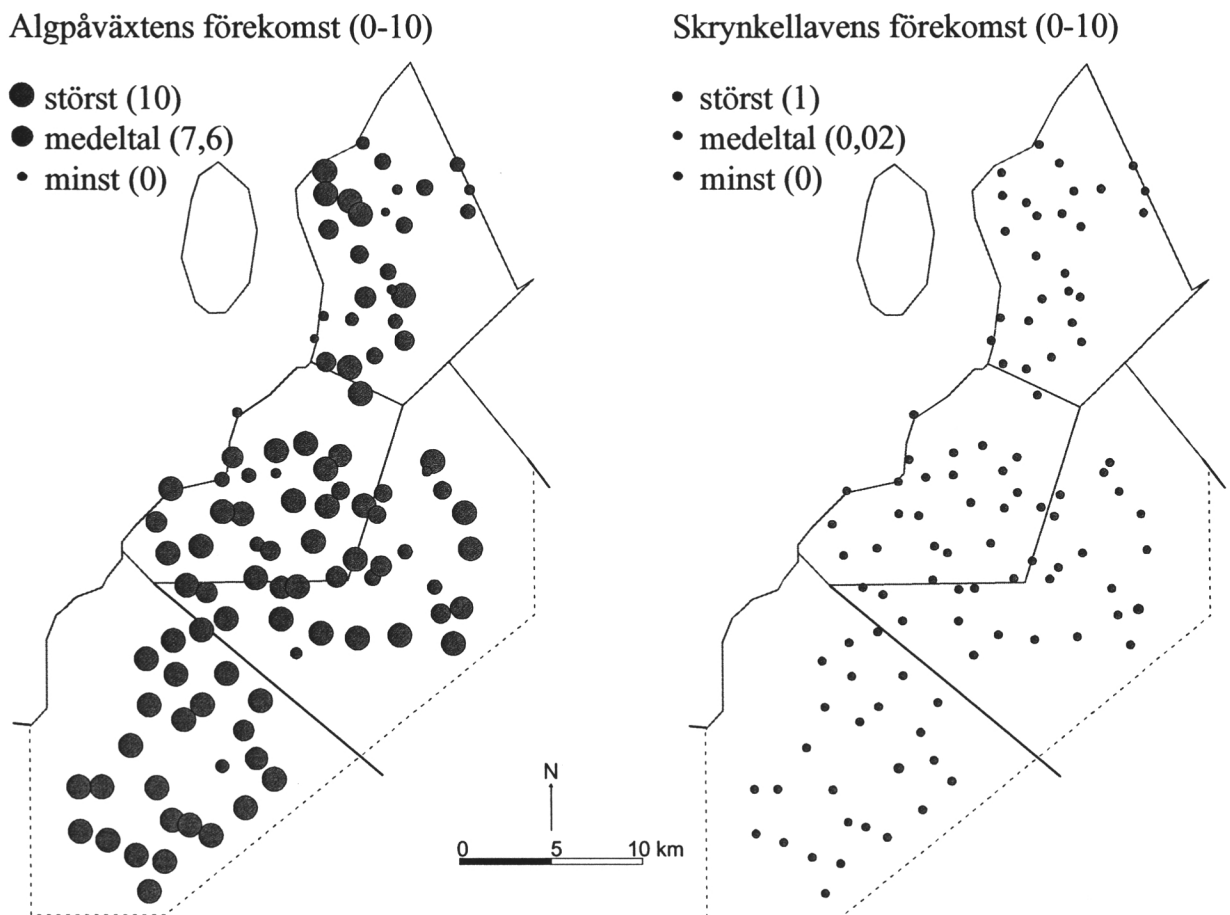


Figur 16. Brämlavens (*Tuckermannopsis chlorophylla*) och gälllavens (*Pseudovernia furfuracea*) förekomst på provytorna på det undersökta området. Symbolens storlek anger på hur många stammar arten observerades (variationsbredd 0-10). Båda arterna var sällsynta på det undersökta området och de förekom främst i Larsmo.

## Granskning av resultat

Det genomsnittliga antalet arter av lavar (5,87) på provytorna på det undersökta området motsvarade det genomsnittliga antal arter som påträffas på tall i Mellersta Finland (5,8) (Jukola-Sulonen & Kleemola 1994), men det var lågt jämfört med de uppföljningar som gjorts bl.a. i landskapet Norra Karelen (8,2), Norra Satakunta (8,2), Nystad-Raumo eller Pyhäjärvitrakten (8) (Niskanen et al. 1999, Jussila 1997, Jussila 1994, Jussila & Ojanen 1998). Förutom på det sistnämnda området fanns alla 12 indikatorarterna med i de regionala undersökningarna. Antalet indikatorlavar i Jakobstadsområdet var högre än i de lavkarteringar som gjordes i Karleby- och Vasatrakten i början av 1990-talet. Då var antalet arter i Karlebyområdet i genomsnitt 4,7 (Kekäläinen & Vanhatalo 1993) och i Vasaområdet 5 (Osmo & Kjellman 1991).

Lavarnas artsammansättning på det undersökta området är relativt ensidig och likartad på de flesta provträdens stammar. Blåslav och stocklav är de allmännaste arterna. På det undersökta området i Jakobstad observerades ingen egentlig zon med lavöken, och mycket



Figur 17. Trädgrönelavens/gröналgspåväxtens (*Scoliosporum/Algae*) och skrynkellavens (*Parmelia sulcata*) förekomst på provytorna på det undersökta området. Symbolens storlek anger på hur många stammar arten observerades (variationsbredd 0-10). Trädgrönelav och algpåväxt var allmänna och rikliga. Förekomsten var sparsam bara på några ytor i Larsmo. Skrynkellav påträffades på två provytor i Nykarleby och Pedersöre.

litet artantal (< 3 arter) förekom på några provytor på tätortsområdena i Jakobstad och Nykarleby eller i närheten av någon pälsfarm. På dessa ytor var inverkan av luftföroreningar på lavarnas artsammansättning tydlig, för föroreningarnas betydelse för epifytlavar anses uppenbar, då det sammanlagda antalet arter av dem inklusive alger sjunker till fem eller ännu mindre (Mäkinen et al. 1992). Det minskade antalet lavararter på det undersökta området i Jakobstadstrakten kan förklaras med både luftföroreningar och naturliga miljöfaktorer.

Värdena för luftens renhetsindex (0,03–2,35) är inte direkt jämförbara med IAP-värdena från de uppföljningar som gjorts annanstans. De låga antalen arter på provytorna gav upphov till i genomsnitt låga IAP-värden på det undersökta området i Jakobstad. IAP-värdena i en bioindikatoruppföljning i huvudstadsregionen var 0–2,7 och på området förekom en zon med lavöken (Niskanen & Ellonen 1998), och i Kotka var IAP-värdena 0–3,49 och en zon med lavöken förekom på området (Niskanen 1992). Blåslavens allmännaste skadeklass på det undersökta området var två och för övriga lavar tre. De skador som observerades på blåslavens och andra lavararters bål visar att det på det undersökta området förekommer luftföroreningar som orsakar förändringar i lavarnas bål.

Vid granskning av resultaten måste man beakta eventuella naturliga miljöfaktorer som påverkar antalet lavararter och deras riklighet. De viktigaste naturliga faktorerna som påverkar epifytlavarerna är det geografiska läget, trädslag och beståndets ålder (Jukola-Sulonen & Kleemola 1994). Det geografiska läget skall beaktas vid jämförelse av lavarnas artsammansättning på det undersökta området med andra bioindikatoruppföljningar som gjorts i Finland. Bioindikatorarternas spridning varierar, och vissa arter förekommer främst i antingen södra eller norra Finland. Granlav verkar vara den enda indikatorarten vars förekomstriklighet inte varierar i Finland (Kuusinen et al. 1990). Gradienten havsnärhet-inland är en viktig faktor, då förekomsten av lavararter i Jakobstadstrakten jämförs med bioindikatoruppföljningar som gjorts i södra eller mellersta Finland. Till exempel gälllav och skägglavar föredrar kusttraktens klimat (Kuusinen et al. 1990). Skägglavarna är betydligt allmännare än tagellavarna på det undersökta området, vilket beror på skillnader i arternas spridning. Tagellavarna är sällsynta i södra och mellersta Finland (Kuusinen 1986), medan skägglavarna är allmänna i västra Finland (Kuusinen et al. 1990). Indikatorlavarternas förekomst och hur allmänt de påträffas på tallstammarna varierar litet i mellersta Finland (Kuusinen et al. 1990, Jukola-Sulonen & Kleemola 1994), och därför förklarar det undersökta områdets geografiska läge inte skillnaderna mellan antalet arter i Jakobstad och norra Satakunta respektive Jakobstad och Pyhäjärvi.

Trädbeståndets ålder på provytan och trädslagets fördelning verkar påverka epifytlavarnas artsammansättning, för antalet arter korrelerar positivt med beståndets ålder och negativt med tallens grundyta. Antalet lavararter har konstaterats öka med ökande ålder på trädbeståndet (Kuusinen et al. 1990). Cirka 30 % av det undersökta områdets bestånd var över 80 år och cirka 30 % under 70 år. Granlav föredrar unga skogar (Kuusinen et al. 1990) och den förekom sporadiskt främst i de yngsta (< 70 år) bestånden på det undersökta området. Artens indikatorvärde för luftkvaliteten är svagt och dess förekomst verkar främst indikera att trädbeståndet på provytan är ungt. Om skägglavar och tagellavar saknas på en provyta kan det också bero på relativt ungt trädbestånd på provytorna på det undersökta området, för lavar av skägglavstyp saknades i 83 % av de bestånd som var under 70 år men bara i 30 % av de bestånd som var över 80 år. Skägglavarna förekommer rikligt i de äldsta bestånden (> 100 år) på det undersökta området. Näverlav och gälllav föredrar också bestånd över 80 år. Deras sparsamma förekomst på det undersökta området kan delvis bero på att bes-

tånden på provytorna var unga, speciellt när det gäller gällav, som föredrar kustregionens gamla, ljusa tallbestånd (Pihlström & Myllyvirta 1995).

Stocklav förekom på alla provytor. Arten har god härdighet mot luftföroreningar och på några provytor i Pedersöre och Nykarleby var stocklav den enda arten tillsammans med de mycket föroreningshärdiga trädgrönelavarna och -algerna. Stocklavens förekomstfrekvens var lägre på tätortsområdena och i närheten av pälsfarmer. Arten trivs bäst i gamla, fuktiga och slutna skogar (Pihlström & Myllyvirta 1995), men på det undersökta området i Jakobstad förekom arten allmänt i skogar av alla åldrar och typer. Att skägglavar och tagellavar saknades på tätortsområdena och i närheten av industriområden eller pälsfarmer avspeglar belastningen av föroreningar. Luftföroreningarna, speciellt svaveldioxid, försvagar längdtillväxten för lavar av skägglavstyp, och över 20 cm långa skägglavar och tagellavar påträffades bara på några provytor med äldre bestånd, där mikroklimatet var tillräckligt fuktigt.

Spridningen av luftföroreningar samt föroreningshalterna påverkas av utsläppskällans höjd, rådande vindriktningar och -hastigheter samt luftens temperatur och fuktighet. De viktigaste utsläppskällorna för svavelföreningar och kväveoxider på det undersökta området har en höjd över 60 meter, så föroreningarna och deras verkningar sprids över ett stort område. Det undersökta området i Jakobstad har ett läge med vissa särskilda klimategenskaper, och de regionala variationerna i vind och temperatur vid kusten är inte jämna. De stora temperaturskillnaderna mellan hav och land orsakar speciellt under soliga försommardagar betydande särdrag i spridningen av luftföroreningar, varvid de utsläppskällor som finns nära kusten kan orsaka höga halter relativt långt borta från utsläppskällorna (Häkkinen et al. 1992). På basis av de vindobservationer som gjorts vid Kronoby flygstation under åren 1961–80 var de dominerande vindriktningarna i Jakobstadstrakten sydlig och sydvästlig vind. Enligt mätningar som gjordes 1999 var de dominerande vindriktningarna sydlig och sydostlig vind (Ahonen 2000).

I den grundutredning av luftkvaliteten i Jakobstadstrakten, vilken gjordes år 1991, konstaterades att de svavel- och kväveföroreningar som förekommer i utsläppen från de lokala källorna var den centralaste orsaken till skadorna på områdets tallbestånd (Häkkinen et al. 1992). Utsläppsmängden från de största produktionsanläggningarna och värmekraftverken på det undersökta området i Jakobstad utgjorde år 2000 cirka 269 ton svaveldioxid och cirka 1313 ton kväveoxider (Västra Finlands miljöcentral). År 1999 stannade halterna av svaveldioxid och illaluktande svavelväten vid mätpunkterna i både Jakobstads centrum och Larsmo betydligt under de rikt- och gränsvärden som uppställts av statsrådet. För kväveoxiderna överskreds det årsriktvärde som getts för att förhindra konsekvenser för vegetationen (Ahonen 1999). Den största utsläppskällan för svaveldioxid och kväveoxider på det undersökta området i Jakobstad år 2000 var UPM-Kymmene Oyj:s fabriker (Västra Finlands miljöcentral) och på tätortsområdet trafiken.

Eftersom svaveldioxidutsläppen på det undersökta området låg under statsrådets rikt- och gränsvärden och var betydligt lägre än till exempel i Pyhäjärvitrakten (625 t/år), kan det i genomsnitt låga antalet lavar på det undersökta området inte förklaras enbart med detta. Det minskade antalet arter korrelerade inte med mossornas svavelhalt, fastän den delvis korrelerade med barrrens svavelhalt. Å andra sidan kan ett litet antal lavar avspegla kraftigt svaveldioxidnedfall under gångna decennier. Förbättrad luftkvalitet märks mycket långsamt på lavarnas kondition eller artsammansättning (Niskanen et al. 1999). År 1991 var totalutsläppet av svaveldioxid i Jakobstadstrakten cirka 1.720 ton (Häkkinen et al.

1992), vilket är betydligt mera än år 2000. Eftersom inget lavmaterial har samlats in på det undersökta området från tidigare år, kan nyssnämnda slutsats inte anses tillförlitlig.

Vid uppföljningen av luftkvaliteten år 1991 konstaterades att barrrens kvävehalter i närheten av pälsfarmer (< 1 km) var högre än i omgivningen. Vid uppföljningarna år 2000 observerades att lavarerna hade stagnerat på de provytor som låg nära pälsfarmer. Dessutom var trädgrönelavens och grönalgerernas riklighet stor i bestånden på provytorna i närheten av pälsfarmer (< 0,5 km). Det har konstaterats att dessa arter gynnas av ökat kvävenedfall och att de är resistent för t.ex. inverkan av svavel (Kuusinen 1990). Resultaten från år 1991 och 2000 visar att pälsfarmerna är en stor lokal utsläppskälla för kväveföreningar.

En viktig orsak till det låga antalet lavararter och arternas stagnering på det undersökta området i Jakobstad kan alltså anses vara belastningen av kväveoxider och kväveföreningar, för utsläppsvärdena för svaveldioxid avvek inte nämnvärt från motsvarande utsläpp i bland annat Nystad-Raumo eller vid Pyhäjärvi, och på dessa undersökta områden var antalet arter i genomsnitt högre. Barrrens kvävehalt korrelerar negativt med antalet arter och IAP-värdena. Kvävets närvaro har konstaterats öka svaveldioxidens skadliga inverkan (Nash & Gries 1995), vilket innebär att nedfall av kväveföreningar kan öka de för lavarna annars ofarliga svaveldioxidutsläppens skadeverkningar, speciellt för de känsligaste indikatorarterna skägglavar, tagellavar och gällav, som förekom mycket sparsamt.

### Slutsatser

Lavarerna på det undersökta området i Jakobstad påverkas framför allt av utsläppen av kväveoxider, kväveföreningar och svaveldioxid samt av att unga provytor (< 70 år) utgjorde en relativt hög andel (ca 30 %) av provytorna. I närheten av Jakobstads tätortsområde finns stora utsläppskällor för svavel- och kväveoxider (UPM-Kymmene Oyj, Sikörens värmecentral och Oy JA-RO Ab), och trafiken ger upphov till en stor mängd kväveoxider. Att IAP-värdena och artantalen var lägre på det undersökta områdets tätorts- och industriområden än på bakgrundsområdena indikerar att luftföroreningarna är högre i omgivningen kring tätorterna och industrin. Det nedfall som de stora industrianläggningarna ger upphov till påverkas av många faktorer såsom utsläppskällans höjd, temperaturförhållanden och rådande vindriktningar. Dessa kan inverka över ett stort område från utsläppskällan. Pälsfarmerna är en kännbar utsläppskälla för kväveföreningar, och effekterna är lokala men starka. De enda provytorna med litet antal lavar (< 3 st) låg nära en pälsfarm. Mellan Nykarleby och de övriga kommunerna observerades statistiskt signifikanta skillnader i antal lavararter och IAP-värden. I Nykarleby var antalet arter och IAP-värdena i genomsnitt klart lägre än i de tre övriga kommunerna. I Nykarleby finns inga produktionsanläggningar med betydande kväve- eller svavelutsläpp. De rådande vindarna för med sig utsläpp från Jakobstad till området. Dessutom är områdets skogar inte yngre än genomsnittet, utan närmare hälften av bestånden på provytorna är över 80 år. I Nykarleby verkar den största orsaken till det låga antalet arter vara pälsfarmerna. Också i Pedersöre förekommer låga antal arter och IAP-värden i närheten av pälsfarmer. I Larsmo finns inte heller några stora enskilda utsläppskällor, men utsläppen från UPM-Kymmene Oyj:s fabriker sprids med de rådande vindarna norrut till Larsmoområdet. Det genomsnittliga antalet arter på provytorna är dock inte lågt i Larsmo. Bara på enstaka provytor var antalet arter mindre än fem. Dessa områden låg antingen nära en pälsfarm eller också var beståndet på provytan ungt, cirka 50 år.

### 3.3 Kronornas kondition på provträden

Många av barrträdens viktigaste livsfunktioner sker i barren. Förändringar i barrrens kondition påverkar många andra av trädets livsfunktioner och därmed hela trädets vitalitet. Genom att undersöka barrrens struktur och kemiska sammansättning samt mängden barrmassa på träden och deras förändringar kan man uppskatta trädets kondition som helhet. I det allmäneuropeiska programmet för uppföljning av skogarnas hälsotillstånd är kronutglesning jämsides med färgfel i kronan det viktigaste kännetecknet för trädets kondition.

På barrträd påverkas kronans täthet av antalet kvistar och förgreningssätt samt mängden barrmassa, som är en följd av förhållandet mellan barr som uppkommer och barr som dör. Barrrens livslängd är flera år, och den beror på bl.a. trädets ålder och ärftliga egenskaper, ståndort samt framför allt det geografiska läget. Beståndets täthet reglerar också i viss mån antalet barrårgångar liksom stammens kvistighet och kronförhållande. Barrrens medelålder ökar mot norr och vid högre höjd från havsnivån. Långlivade barr betraktas som en anpassning till stränga miljöförhållanden, varvid mångåriga barr kompenserar att växtperioden är kort och ståndorten karg. Barrfällningen ger möjlighet till förnyelse av den assimilerande biomassan. Tallen faller den äldsta åldersklassens barr främst i augusti-september. Granen faller barr året om, främst på vårvintern och senhösten. Mängden barrförna varierar mycket från år till år.

Många ståndorts- och skadefaktorer förkortar barrrens livslängd, vilket märks som förtida barrfällning och kronutglesning. Assimilationen utsätter löven och barren för direkt inverkan av luftföroreningar i samband med gasutbyte. Förutom via direkt påverkan kan luftföroreningarna också indirekt inverka via jordmånen genom att skada trädets rötter och förändra ståndortens näringsförhållanden. Både direkt och indirekt påverkan skadar cellvävnaden, orsakar färgsymptom och förkortar lövens och barrrens livstid. Assimilationen och fördelningen av assimilationsprodukterna kan förändras redan innan några synliga symptom uppstår. Eftersom barrträdens mångåriga barr utsätts för luftföroreningarna året om, är det sannolikare att de skadas av föroreningarna än för lövträdens löv, som årligen förnyas.

Kronutglesning som sker på grund av ålder och långvarig stress är i allmänhet permanent. Kronutglesningen kan också vara en tillfällig reaktion på förändringar i miljön. Trädets reglermekanism ger möjlighet att fälla extra barr i ogynnsamma förhållanden, till exempel till följd av torka eller näringsbrist. Träd i god kondition kan återställa barrmassan till den tidigare nivån sedan stresstillståndet upphört, men på träd i dålig kondition kan barrförlusten utlösa ett utvecklingsförlopp som småningom leder till långsammare tillväxt och att träden blir utsatta för yttre skadliga faktorer.

Den interna näringscirkulationen och vattenhushållningen i träden är viktiga faktorer som reglerar storleken på barrträdens barrmassa. Inverkan av dessa faktorer framkommer ofta med en viss fördröjning. För skottens tillväxt är temperaturen under föregående års växtperiod en viktig faktor, medan barrrens storlek beror på temperaturen under innevarande växtperiod. När mobila näringsämnen överförs till de nya skottens barr, leder det till att gamla barrårgångar gulnar och faller av. Under en varm sommar kan trädet överföra näringsämnen till de nya barren från flera gamla barrårgångar, vilket syns i form av ökad barrförna på hösten. Torka ökar också barrfällningen under sådana somrar.

Kronutglesningen på det undersökta området (medeltal 11,8 %, n = 1030) var något större än på tallar av motsvarande ålder i södra Finland (den del av Finland som ligger söder om Uleåborg) år 2000 (9,8 %, n = 3589). Provträden hade i genomsnitt den största kronutglesningen i Larsmo kommun (13,5 %) och minst i Nykarleby (10,6 %). På Jakobstads område var provträdens genomsnittliga barrförlust 12,2 % och i Pedersöre 10,8 %. Tabell 18 visar kommunvis både provträdens genomsnittliga kronutglesning för hela det undersökta materialet och värdena för de träd som hade den största respektive minsta kronutglesningen. I tabellen anges också antalet träd i olika klasser av kronutglesning. Motsvarande nyckeltal för de olika provbestånden framgår av tabell 19. Tabell 18 visar att fler provträd i Larsmo placerade sig i de två klasserna med den största kronutglesningen än i de övriga kommunerna. I övrigt är fördelningen mycket likartad.

Trädens kronutglesning i förhållande till beståndets ålder förhöll sig på samma sätt som i det landsomfattande materialet, dvs. de äldsta träden hade den största kronutglesningen (Figur 18 och 19). De kommunvisa resultaten var så gott som likadana, bara i Larsmo hade de provträd som var över 100 år i genomsnitt större kronutglesning än på andra platser på det undersökta området (Figur 19).

Figur 20 visar provträdens relativa andel i olika skadeklasser enligt beståndens åldersklass per kommun samt i hela det undersökta materialet liksom i det landsomfattande bakgrundsmaterialet i södra Finland år 2000. Av figuren framgår att av de undersökta kommunerna har Larsmo-området provträd med 26–60 % kronutglesning relativt sett mera i gruppen träd över 100 år än i de yngre grupperna eller på provträd av motsvarande ålder i de övriga kommunerna eller i genomsnitt i södra Finland.

Den regionala fördelningen av de undersökta beståndens genomsnittliga kronutglesning visas i figur 21 klassificerad enligt den skadeklassificering som används i den allmän-europeiska uppföljningen av skogarnas hälsotillstånd (a) samt enligt en mera detaljerad (5 %) klassificering (b). Ett träd anses vara skadat, då dess barr- eller lövmängd har minskat med 25 % jämfört med träd utan kronutglesning på ståndorten. Det fanns bara fem provtytor där provträdens genomsnittliga kronutglesning var över 20 %; fyra av dem låg i Larsmo kommun. Resultatet visar att man med den här indikatorn inte kan bilda separata, större regionala zoner, som skulle kunna avspegla skillnader i luftkvaliteten. På grund av metodmässiga skillnader gick det inte att på ett tillförlitligt sätt göra jämförelser med resultaten av tidigare undersökningar som gjorts på det här området.

Tabell 18. Provträdens genomsnittliga barrförlust, minimum och maximum samt antal i olika barrförlustklasser per kommun och i hela materialet i området Jakobstad – Nykarleby år 2000.

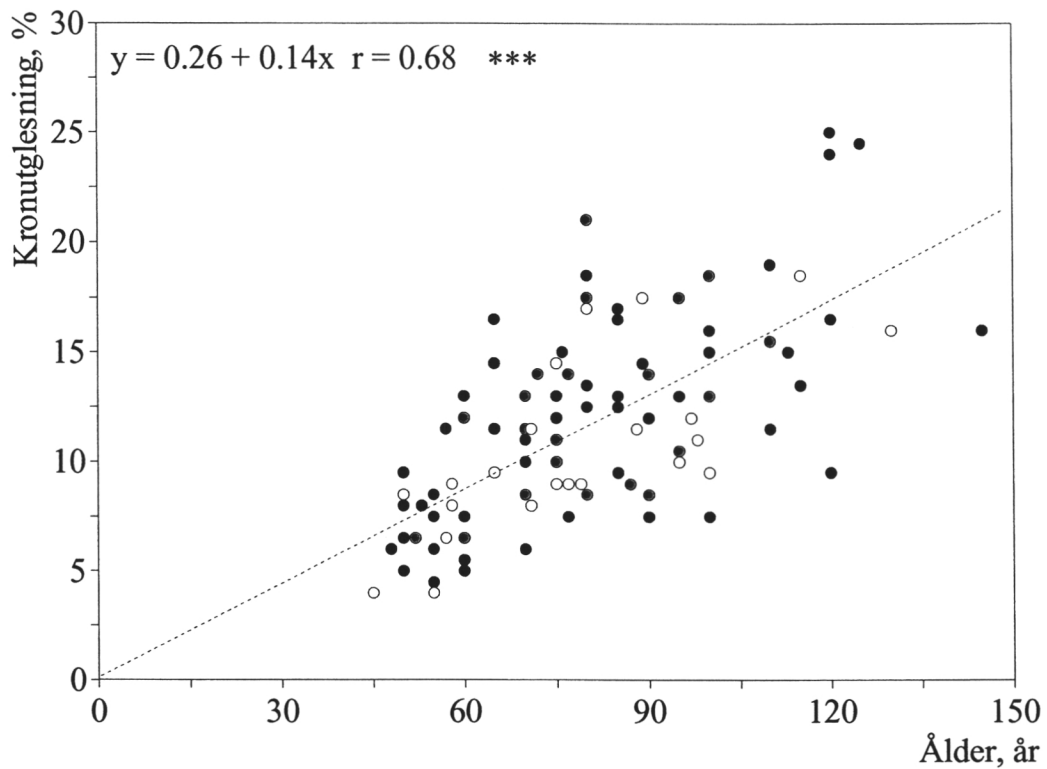
Kommun	Kronutglesning %			Antal provträd i olika skadeklasser					
	$\bar{x}$	min	max	<10 %	10–15 %	15–20 %	20–25 %	25–30 %	≥30 %
Larsmo	13,5	0	40	59	91	56	36	24	14
Pedersöre	10,8	0	30	92	95	78	27	7	1
Jakobstad	12,2	0	35	57	69	67	25	8	4
Nykarleby	10,6	0	35	72	72	57	10	6	3
Hela materialet	11,8	0	40	280	327	258	98	45	22



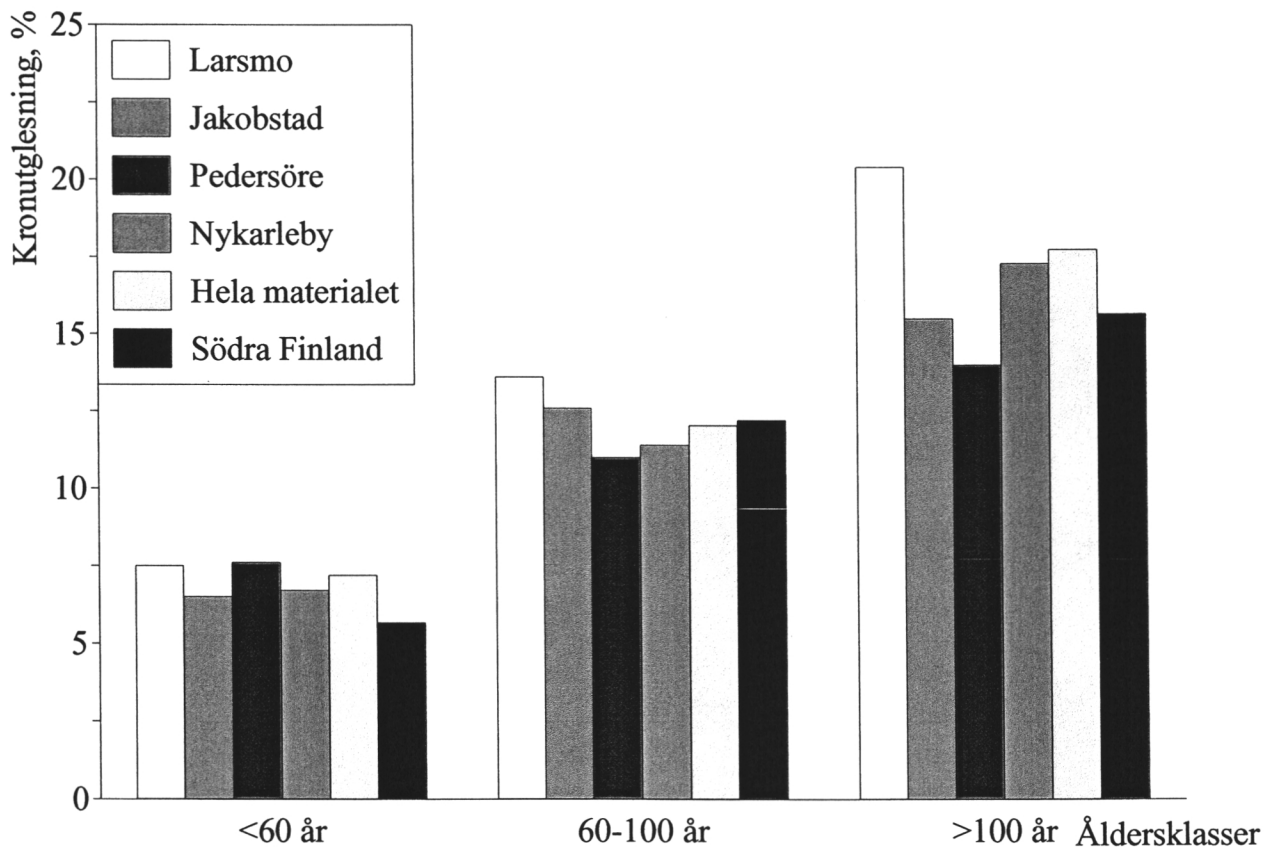
Tabell 19. Provträdens genomsnittliga barrförlust samt det minst och mest utglesade trädets värde och antal provträd i olika barrförlustklasser per provyta samt i hela materialet i området Jakobstad – Nykarleby år 2000.

Provyta nr	Kronutglesning %			Antal provträd i olika skadeklasser					
	$\bar{x}$	min	max	<10 %	10–15 %	15–20 %	20–25 %	25–30 %	≥30 %
1	8,5	5	20	5	4	0	1	0	0
2	13,0	5	25	1	4	4	0	1	0
3	14,5	5	20	1	1	6	2	0	0
4	14,0	10	15	0	2	8	0	0	0
5	18,5	10	25	0	1	3	4	2	0
6	13,0	5	20	2	3	2	3	0	0
7	15,5	10	25	0	4	3	1	2	0
8	17,5	10	30	0	2	4	2	1	1
9	9,0	5	20	5	3	1	1	0	0
10	8,5	5	15	4	5	1	0	0	0
11	5,0	0	15	9	0	1	0	0	0
12	6,0	5	10	8	2	0	0	0	0
13	8,5	5	15	5	3	2	0	0	0
14	14,0	10	20	0	3	6	1	0	0
15	6,5	5	15	8	1	1	0	0	0
16	24,5	15	30	0	0	1	2	4	3
17	15,0	5	25	1	4	1	2	2	0
18	6,5	5	15	8	1	1	0	0	0
19	17,5	10	30	0	1	5	3	0	1
20	21,0	10	35	0	1	3	2	2	2
21	11,0	5	15	2	4	4	0	0	0
22	14,0	5	20	1	3	3	3	0	0
23	6,5	5	10	7	3	0	0	0	0
24	10,5	5	15	2	5	3	0	0	0
25	4,5	0	5	10	0	0	0	0	0
26	6,0	5	10	8	2	0	0	0	0
27	12,0	5	15	1	4	5	0	0	0
28	13,0	5	20	1	4	3	2	0	0
29	10,0	5	25	5	2	2	0	1	0
30	12,0	5	25	2	4	3	0	1	0
31	24,0	15	40	0	0	2	3	2	3
32	24,0	20	30	0	0	0	4	4	2
33	8,0	5	15	5	4	1	0	0	0
34	7,5	5	10	5	5	0	0	0	0
35	10,0	5	15	2	6	2	0	0	0
36	12,0	10	15	0	6	4	0	0	0
37	9,5	0	15	2	6	2	0	0	0
38	16,5	10	30	0	4	3	0	2	1
39	9,5	5	15	3	5	2	0	0	0
40	18,5	10	30	0	1	4	3	1	1
41	16,5	10	25	0	2	5	1	2	0
42	7,5	0	15	5	3	2	0	0	0
43	16,0	5	30	1	4	1	1	2	1
44	12,5	10	20	0	6	3	1	0	0
45	9,5	5	15	3	5	2	0	0	0
46	8,5	5	15	4	5	1	0	0	0
47	8,5	5	15	4	5	1	0	0	0
48	13,0	5	20	2	2	4	2	0	0
49	7,5	0	15	5	4	1	0	0	0
50	11,5	5	15	2	3	5	0	0	0
51	10,0	0	20	3	4	2	1	0	0
52	13,0	5	20	1	4	3	2	0	0
53	9,0	5	20	6	2	0	2	0	0
54	16,0	10	20	0	2	4	4	0	0
55	6,5	0	10	5	5	0	0	0	0
56	16,0	10	20	0	2	4	4	0	0
57	12,5	10	20	0	6	3	1	0	0
58	7,5	0	20	6	2	1	1	0	0
59	6,0	0	15	7	2	1	0	0	0

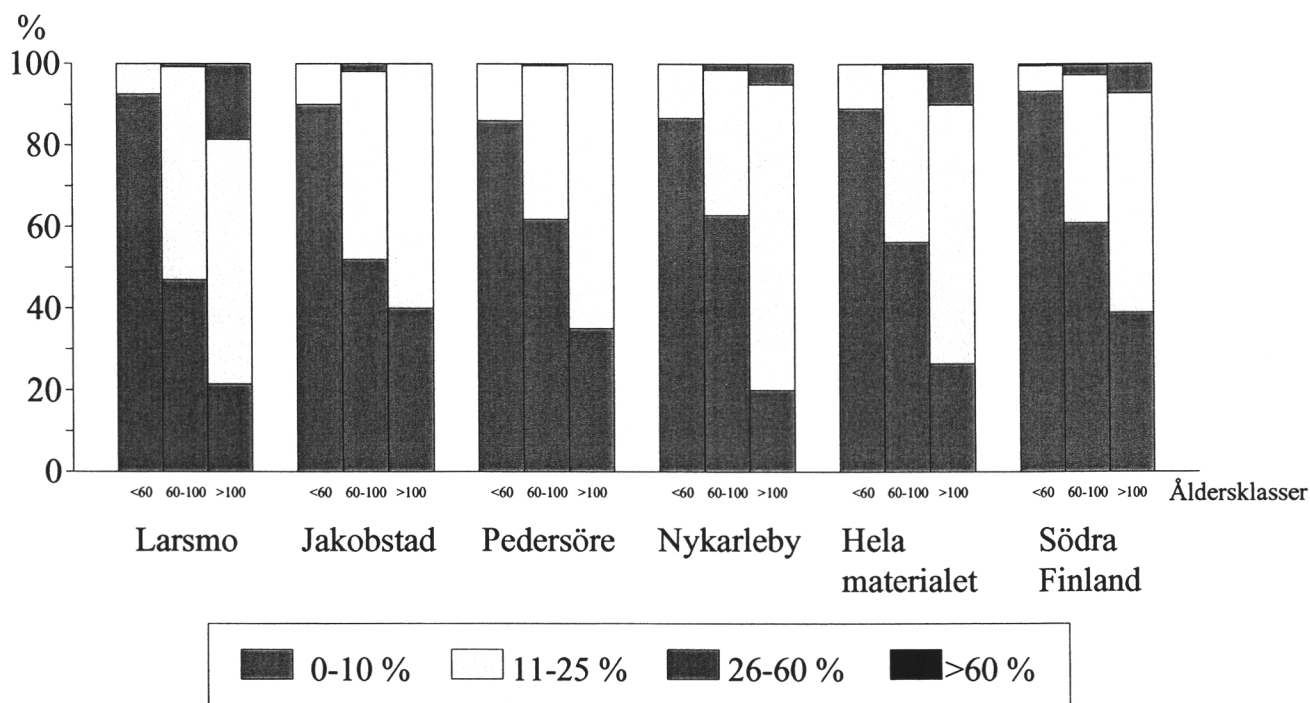
Provyta nr	Kronutglesning %			Antal provträd i olika skadeklasser					
	$\bar{x}$	min	max	<10 %	10–15 %	15–20 %	20–25 %	25–30 %	≥30 %
60	5,0	0	10	8	2	0	0	0	0
61	11,0	5	15	1	6	3	0	0	0
62	5,5	0	10	8	2	0	0	0	0
63	13,5	10	15	0	3	7	0	0	0
64	16,5	10	25	0	1	6	2	1	0
65	11,5	5	20	2	4	3	1	0	0
66	9,5	0	15	2	6	2	0	0	0
67	13,0	5	20	1	3	5	1	0	0
68	11,5	5	20	1	6	2	1	0	0
69	11,5	5	20	1	6	2	1	0	0
70	13,0	10	20	0	6	2	2	0	0
71	8,5	0	15	5	2	3	0	0	0
72	15,0	10	20	0	3	4	3	0	0
73	19,0	10	35	0	3	3	0	2	2
74	13,5	5	20	1	4	2	3	0	0
75	8,0	5	15	5	4	1	0	0	0
76	16,5	10	25	0	2	4	3	1	0
77	17,0	10	20	0	2	2	6	0	0
78	25,0	20	35	0	0	0	3	5	2
79	18,5	10	30	0	2	3	2	2	1
80	9,0	0	15	4	3	3	0	0	0
81	9,5	5	20	4	4	1	1	0	0
82	9,0	5	15	4	4	2	0	0	0
83	6,5	0	15	6	3	1	0	0	0
84	12,0	5	15	1	4	5	0	0	0
85	10,0	5	15	3	4	3	0	0	0
86	9,5	5	15	2	7	1	0	0	0
87	11,5	0	20	3	2	3	2	0	0
88	8,0	0	15	5	3	2	0	0	0
89	8,5	5	15	5	3	2	0	0	0
90	4,0	0	5	10	0	0	0	0	0
91	9,0	5	15	4	4	2	0	0	0
92	8,0	5	15	5	4	1	0	0	0
93	16,0	10	25	0	2	5	2	1	0
94	11,0	5	15	1	6	3	0	0	0
95	17,5	10	30	0	2	5	0	2	1
96	9,0	5	15	4	4	2	0	0	0
97	11,5	5	15	1	5	4	0	0	0
98	14,5	10	20	0	2	7	1	0	0
99	15,0	10	20	0	2	6	2	0	0
100	7,5	5	10	5	5	0	0	0	0
101	4,0	0	5	10	0	0	0	0	0
102	14,5	5	25	1	2	5	1	1	0
103	17,0	10	35	0	4	2	2	1	1
1–103	11,8	0	40	280	327	258	98	45	22



Figur 18. Korrelationen mellan provbeståndens genomsnittliga kronutglesning och beståndens ålder (• Larsmo • Jakobstad • Pedersöre ◦ Nykarleby).



Figur 19. Provträdens genomsnittliga barrförlust i olika åldersklasser i de olika kommunerna i området Jakobstad - Nykarleby samt i södra Finland år 2000.

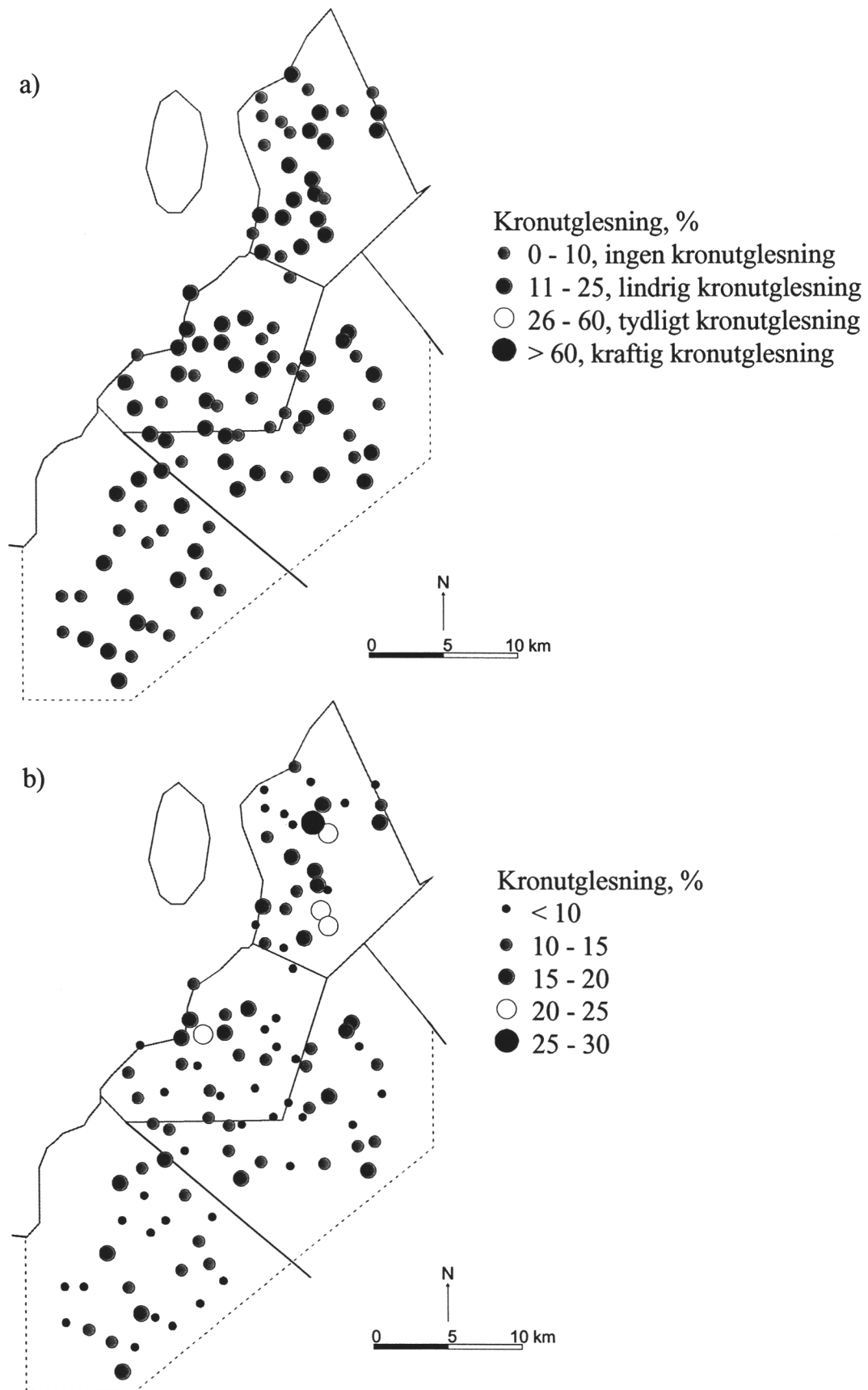


Figur 20. Provträdens relativa andel i olika skadeklasser i de olika kommunerna i området Jakobstad - Nykarleby samt i södra Finland år 2000.

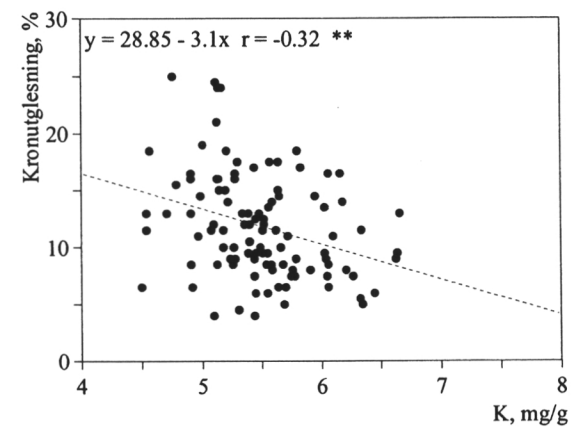
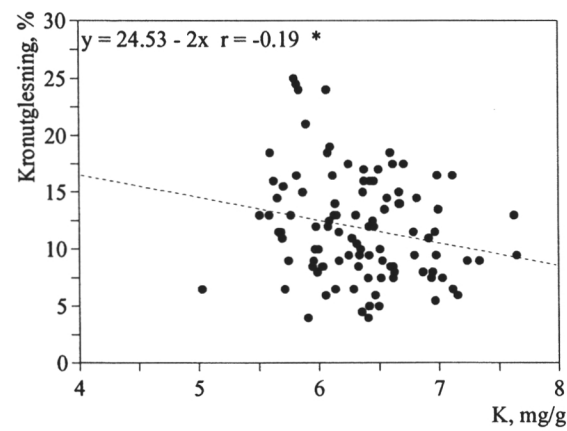
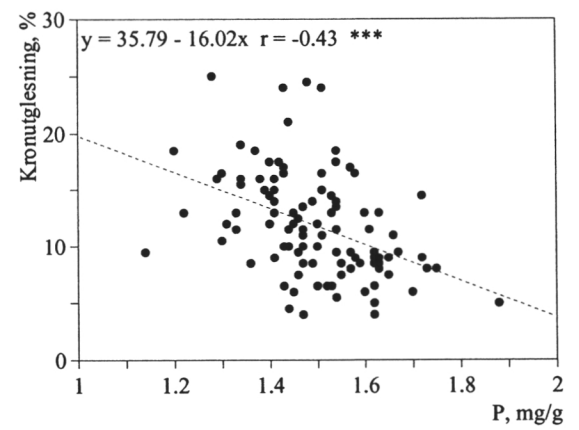
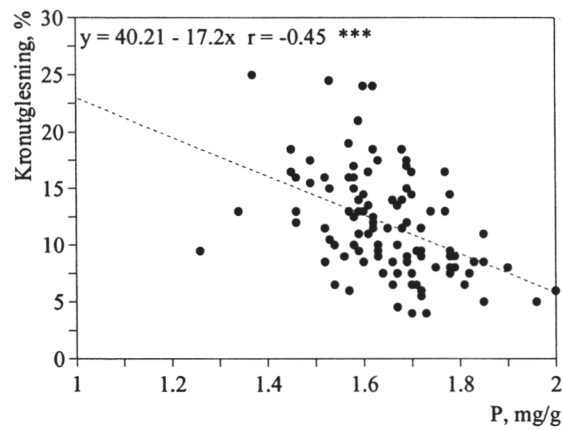
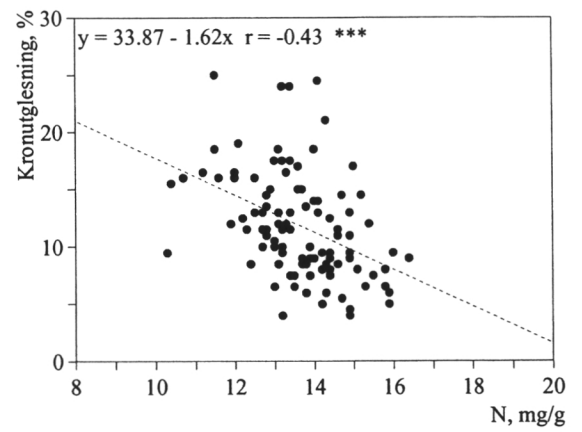
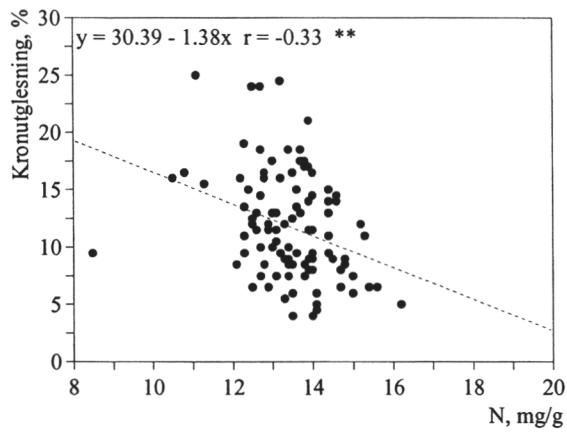
Största delen (94 %) av provträden var symptomfria eller hade bara mycket lindriga färgsymptom. Provträd med lindriga färgsymptom (6–10 % av barrmassan hade färgsymptom) utgjorde cirka 4 % och träd med färgsymptom endast två procent. I materialet från södra Finland utgjorde tallarna med färgsymptom (främst gula spetsar och gulning) under en halv procent år 2000.

En statistiskt signifikant korrelation observerades mellan provträdens genomsnittliga kronutglesning och barrrens kväve-, kalium-, fosfor-, magnesium-, svavel- och borhalter. Med ökande genomsnittlig kronutglesning sjönk barrrens kväve-, fosfor-, kalium-, magnesium- och svavelhalter, medan magnesium- och borhalterna steg (Figur 22 och 23). Som det redan tidigare har konstaterats finns det en korrelation mellan trädens näringsekonomi och antalet barrårgångar. Då träden lider av brist på något mobilt näringsämne – kväve, fosfor, kalium, magnesium, svavel – överförs alla mobila näringsämnen samtidigt från äldre till yngre barrårgångar för att trygga att trädet hålls vid liv och växer. Då kan halterna av vissa mobila näringsämnen i de yngsta barren stiga (Raitio 1987). Samtidigt minskar antalet barrårgångar på träden, vilket syns i form av kronutglesning. I det här fallet är provträdens magnesiumhalt förhöjd i de yngsta barren, då träden har överfört främst kväve och fosfor från de äldre till de yngre barrårgångarna. Den här uppfattningen stöds också av den positiva korrelationen mellan provträdens kronutglesning och humusens C/N-förhållande (Figur 24). I tidigare undersökningar har det däremot noterats att då trädets barrmassa minskar, stiger de yngsta barrrens borhalt (Nuorteva 1993, Merilä et al. 1998). Samma resultat kunde också ses i det här materialet.

Utgående från ovannämnda kan man komma fram till att kronutglesningen på provträden på det undersökta området snarare beror på trädens ålder och knapp tillgång på huvudnäringsämnen än på luftföroreningar. I landsomfattande undersökningar i Finland



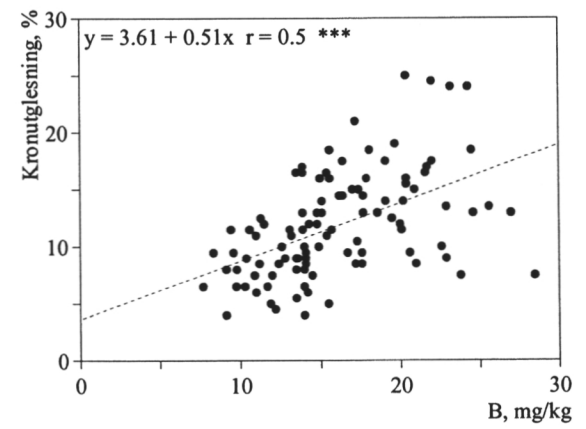
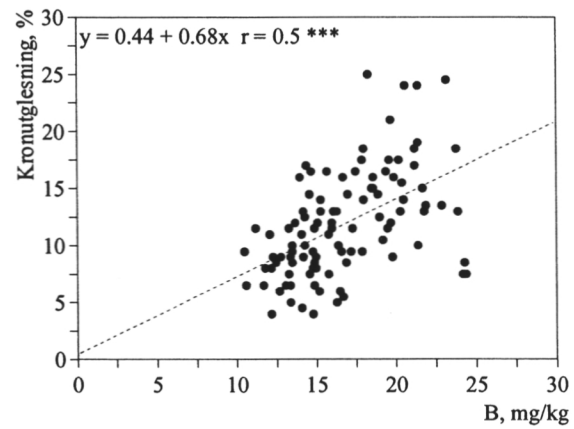
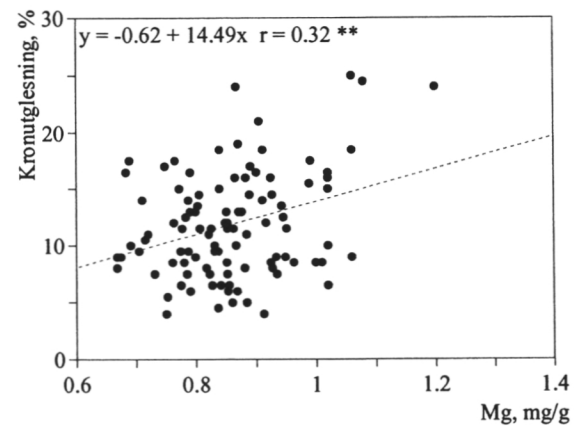
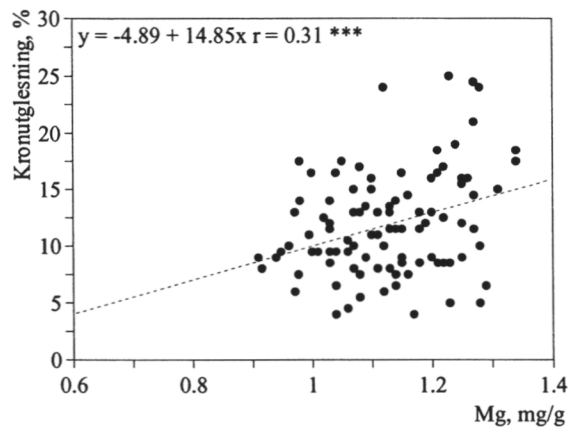
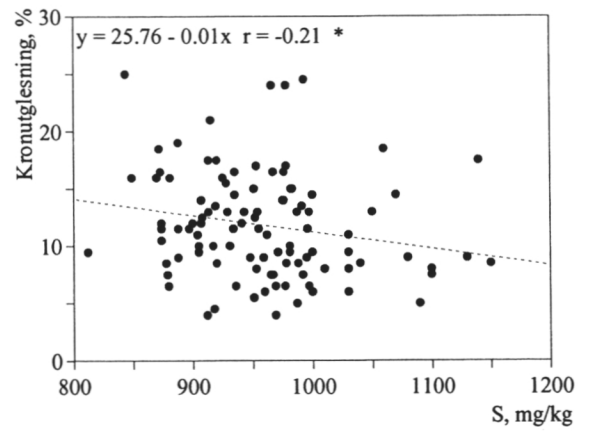
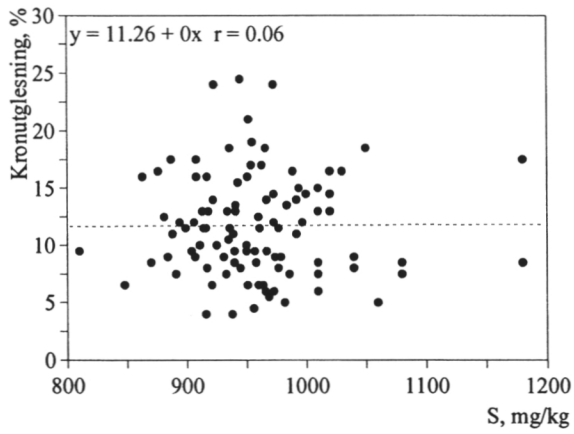
Figur 21. Provträdens genomsnittliga barrförlust i de olika provbestånden enligt a) den allmänneuropeiska uppföljningen av skogarnas hälsotillstånd samt b) en noggrannare (5 %) klassificering i området Jakobstad - Nykarleby sommaren 2000.



C-barr

C+1-barr

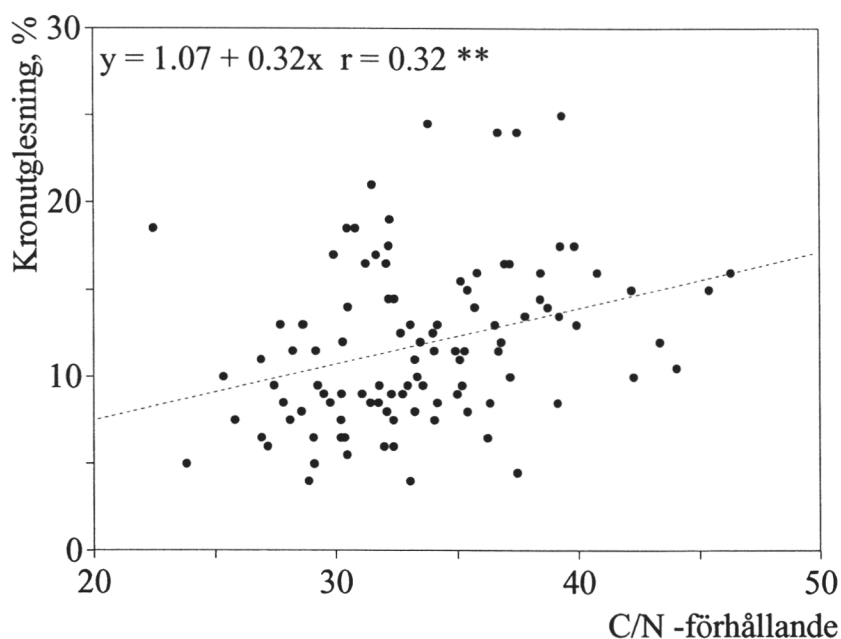
Figur 22. Korrelationen mellan provträdens barrförlust och barrens (C = de yngsta, C+1 = föregående års barr) kväve- (N), fosfor- (P) och kaliumhalter (K).



C-barr

C+1 -barr

Figur 23. Korrelationen mellan provträdens barrförlust och barrens (C = de yngsta, C+1 = föregående års barr) svavel- (S), magnesium- (Mg) och borhalter (B).



Figur 24. Korrelationen mellan provträdens genomsnittliga kronutglesning på provytorna och humusens C/N-förhållande i området Jakobstad - Nykarleby år 2000.

har det inte heller kunnat påvisas någon klar korrelation mellan kronutglesning och luftföroreningar (Lindgren et al. 2000). Orsaken till att provträden på Larsmo kommuns område i genomsnitt hade större kronutglesning än annanstans skulle kräva noggrannare undersökningar.

### 3.4 Grundämneshalter i barren

Med hjälp av elementaranalyser på barr och löv kan man bedöma näringsbrist och förgiftningstillstånd samt studera trädens näringstillstånd för att uppnå så god tillväxt som möjligt. Med hjälp av dessa kan man dessutom undersöka luftföroreningarnas inverkan och deras spridning (bl.a. Raitio 1991, Raitio et al. 2000, Rautio 2000).

Grundämneshalterna i barren avspeglar både förändringar i näringstillståndet i marken och luftföroreningarnas inverkan på träden. Kemiska analyser av trädens barr och löv började utföras i större omfattning först i slutet av 1800-talet. Den starkaste utvecklingen inom barr- och lövanalys skedde dock först mellan 1930 och 1950. En annan stark utvecklingsperiod har varit i anslutning till undersökningar av luftföroreningar under de två senaste decennierna. Kemisk analys av barr och löv är numera en av de viktigaste och mest använda metoderna vid kartering av skogarnas hälsotillstånd samt vid analys av förhållandet mellan orsak och verkan vid skogsskador.

Tabell 20 och 21 presenterar medeltal, minimi- och maximivärden för grundämneshalterna i de yngsta (C) och ett år äldre (C+1) barren per kommun samt beräknat på hela materialet.



Tabell 20. Kommunvisa medeltal, minimi- och maximivärden för grundämneshalterna i tallens yngsta (C) barr i området Jakobstad – Nykarleby år 2000.

Kommun	mg/g											mg/kg				
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	S	B	Cu	Zn	Mn	Cd	Cr	Ni		
Larsmo	13,0	1,62	6,30	2,30	1,170	33,0	956	18,2	2,67	39,6	281	0,081	0,443	1,125		
	8,5	1,26	5,61	1,55	0,948	27,0	788	11,8	1,98	31,0	158	0,053	0,208	0,509		
	16,2	1,96	7,65	3,23	1,340	46,5	1060	24,3	3,21	59,7	472	0,126	0,911	1,700		
Pedersöre	13,3	1,67	6,44	2,27	1,135	33,8	957	16,9	2,75	39,4	324	0,079	0,433	1,029		
	10,5	1,46	5,59	1,84	0,971	28,5	863	11,2	2,16	30,8	172	0,052	0,219	0,635		
	15,0	2,00	7,16	2,88	1,280	42,8	1080	24,4	3,13	46,7	478	0,131	0,984	1,850		
Jakobstad	13,8	1,64	6,28	2,33	1,117	37,2	981	17,2	2,79	41,0	301	0,084	0,485	1,005		
	11,3	1,34	5,03	1,90	0,961	29,2	887	11,7	2,38	31,7	148	0,058	0,263	0,484		
	15,6	1,83	7,63	2,82	1,340	73,2	1180	21,8	3,35	49,3	452	0,132	0,889	1,780		
Nykarleby	13,6	1,66	6,33	2,17	1,079	31,0	929	14,3	2,72	38,2	311	0,073	0,414	0,827		
	12,1	1,45	5,60	1,69	0,910	27,4	848	10,5	2,07	29,2	187	0,052	0,211	0,451		
	15,3	1,90	7,34	2,80	1,250	37,9	1040	18,0	3,18	45,6	576	0,121	1,400	1,170		
Hela materialet	13,4	1,65	6,34	2,27	1,128	33,7	956	16,8	2,73	39,6	304	0,080	0,442	1,007		
	8,5	1,26	5,03	1,55	0,910	27,0	788	10,5	1,98	29,2	148	0,052	0,208	0,451		
	16,2	2,00	7,65	3,23	1,340	73,2	1180	24,4	3,35	59,7	576	0,132	1,400	1,850		

Tabell 21. Kommunvisa medeltal, minimi- och maximivärden för grundämneshalterna i tallens ett år äldre (C+1) barr i området Jakobstad – Nykarleby år 2000.

Kommun	mg/g											mg/kg				
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	S	B	Cu	Zn	Mn	Cd	Cr	Ni		
Larsmo	$\bar{x}$	13,4	1,49	5,50	3,28	0,912	45,5	962	17,8	2,31	43,7	0,078	0,573	0,552		
	min	10,3	1,14	4,76	2,29	0,781	37,6	812	9,8	1,56	31,4	0,052	0,239	0,263		
	max	15,9	1,88	6,64	4,50	1,200	65,5	1090	24,5	2,88	70,9	0,121	3,300	1,940		
Pedersöre	$\bar{x}$	13,5	1,52	5,63	3,18	0,853	47,7	955	16,2	2,40	41,5	0,075	0,493	0,495		
	min	10,7	1,29	4,91	2,61	0,684	37,4	849	9,5	1,92	32,3	0,053	0,209	0,278		
	max	15,9	1,72	6,45	4,05	1,020	63,0	1100	28,5	3,13	52,5	0,126	3,160	1,710		
Jakobstad	$\bar{x}$	14,0	1,47	5,43	3,34	0,846	51,7	975	16,9	2,34	43,3	0,078	0,507	0,506		
	min	10,4	1,22	4,50	2,82	0,692	41,0	872	9,8	1,90	30,5	0,053	0,209	0,278		
	max	16,4	1,65	6,66	4,38	1,020	92,1	1150	24,6	2,88	57,2	0,116	1,360	1,250		
Nykarleby	$\bar{x}$	13,8	1,50	5,39	3,14	0,811	42,8	944	13,0	2,34	40,2	0,073	0,420	0,348		
	min	11,9	1,20	4,54	2,49	0,669	38,7	872	7,7	1,97	27,5	0,057	0,223	0,220		
	max	16,0	1,73	6,63	4,08	1,060	47,6	1100	16,4	2,82	51,3	0,121	1,140	0,572		
Hela materialet	$\bar{x}$	13,7	1,50	5,50	3,23	0,858	47,0	959	16,1	2,35	42,2	0,076	0,504	0,481		
	min	10,3	1,14	4,50	2,29	0,669	37,4	812	7,7	1,56	27,5	0,052	0,209	0,220		
	max	16,4	1,88	6,66	4,50	1,200	92,1	1150	28,5	3,13	70,9	0,126	3,300	1,940		

Motsvarande värden per provyta framgår av tabell 22 och 23. Figur 25 och 26 visar de genomsnittliga halterna av de viktigaste växtnäringsämnena (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, B, Cu, Zn, Mn) i C- och C+1-barren på provträden på det undersökta området samt i de bestånd som ingick i den allmänneuropeiska uppföljningen av skogarnas hälsotillstånd i södra Finland år 1998 (Nivå I) och 1999 (Nivå II). Det är dock skäl att komma ihåg att resultaten inte är helt jämförbara, eftersom proverna har insamlats olika år i olika material. Det har nämligen märkts att barrrens grundämneshalter i samma trädbestånd kan variera mellan olika år (Raitio 1991).

Resultaten visar att provträdens kvävesituation är mycket god. Denna uppfattning stöds också av att de yngsta barrrens kvävehalter på provträden i varje kommun var i genomsnitt något lägre än i C+1-barren, i allmänhet är det tvärtom. I landsomfattande karteringar har kvävebrist konstaterats vara mycket allmänt förekommande i moskogor i Finland (Raitio 1994 och 2000). En delorsak till provträdens goda kvävesituation torde vara det kvävenedfall som kommer från trafiken, industrin och pälsfarmingen. Däremot var halterna av övriga huvudnäringsämnen och speciellt magnesium i C+1-barren betydligt lägre än i C-barren. De lägsta magnesiumhalterna i C+1-barren låg mycket nära den bristgräns som anges i litteraturen (0,6 mg/kg) (Ende & Evers 1997). Kväve-, fosfor- och kaliumhalterna i de undersökta provträdens yngsta barr var betydligt högre än t.ex. i Seinäjokitrakten (Raitio 2001). Enligt den utredning som gjordes 1990 var kvävehalten i tallarnas yngsta barr i Jakobstadsområdet i det närmaste samma som resultaten i den här undersökningen (Häkkinen et al. 1992).

Den genomsnittliga svavelhalten i provträdens yngsta barr var 956 mg/kg (variationsbredd 788–1180 mg/kg) och i C+1-barren 959 mg/kg (variationsbredd 812–1150 mg/kg). De högsta halter påträffades i Jakobstadsområdet. Tallbarrrens normala totala svavelhalt på vintern har hittills ansetts vara 900 mg/kg. Enligt den allmänneuropeiska klassificeringen är värden under 1100 mg/kg låga (Stefan et al. 1998). De genomsnittliga svavelhalterna i provträdens barr på det undersökta området var dock högre än t.ex. i Seinäjokitrakten (Raitio 2001) eller i genomsnitt i det landsomfattande material som insamlats i Finland (Raitio 1994, 2000). Orsaken till de relativt höga svavelhalterna i provträdens barr kan å andra sidan vara svavelutsläppen i området, men också jordmånen, som här är ung, ofta mycket svavelhaltig mark, som stigit ur havet. Det är dock skäl att observera att barrrens svavelhalt på området har sjunkit sedan år 1990, då den var 1170–1390 mg/kg (Häkkinen et al. 1992). Visserligen skall man komma ihåg att bestämningen då gjordes med en annan metod, vilket i viss mån kan ha påverkat värdena. Resultatet visar dock att barrrens svavelhalter har sjunkit till följd av minskade utsläpp.

Tabell 24 visar tallbarrrens svavelhalter i de bioindikatorundersökningar av luftkvaliteten som gjordes på olika platser i Finland under åren 1996–2000. I området Jakobstad – Nykarleby låg svavelhalten i provträdens yngsta barr på samma nivå som de halter som uppmätts i stadsmiljö på andra platser i Finland.

Borhalterna i provträdens barr var relativt höga på grund av närheten till havet. Havsvattnet innehåller mycket bor och de områden som ligger inom havets influensområde tar i allmänhet emot mera bor via regn än områden i inlandet. Det är dock skäl att observera att de lägsta halterna konstaterades i Nykarleby, men de uppmätta värdena låg dock ganska långt från bristgränsen (Jukka 1988). Orsaken till de sänkta borhalterna i Nykarleby kan vara att kvävenedfallet från pälsfarmerna ökar trädens tillväxt, varvid borsituationen i många undersökningar har konstaterats sjunka (Ferm et al. 1990). Beträffande övriga

Tabell 22. Grundämneshalterna i tallens yngsta (C) barr på de olika provvyterna i området Jakobstad – Nykarleby år 2000.

Provyta	mg/g										mg/kg																
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	S	B	Cu	Zn	Mn	Cd	Cr	Ni	N	P	K	Ca	Mg	Fe	S	B	Cu	Zn	Mn	Cd	Cr
1	13,8	1,59	5,61	2,43	1,260	35,9	890	17,4	2,67	41,4	311	0,074	0,350	0,955													
2	13,0	1,59	6,13	3,02	1,110	37,3	1010	20,3	2,71	41,6	283	0,096	0,500	0,713													
3	14,6	1,70	6,57	1,90	1,160	34,0	1020	17,0	3,21	38,6	158	0,053		1,160													
4	13,9	1,68	6,68	2,43	1,140	35,6	992	20,5	2,75	42,2	321	0,069		0,631													
5	12,7	1,68	6,08	2,42	1,210	32,9	966	21,2	3,01	38,5	184	0,059		0,958													
6	13,1	1,77	7,63	1,92	0,971	38,6	1020	16,3	3,35	34,7	148	0,058		1,270													
7	11,3	1,49	5,71	2,52	1,250	37,3	943	20,4	2,49	47,7	299	0,112		0,661													
8	13,7	1,69	6,25	2,82	1,340	49,0	1180	19,6	2,93	44,8	285	0,099	0,361	1,060													
9	14,5	1,72	7,24	2,14	1,090	41,7	1040	19,8	3,12	39,3	247	0,073	0,331	1,670													
10	13,4	1,66	6,33	1,90	1,030	39,8	958	16,9	2,89	33,7	238	0,069	0,536	1,380													
11	16,2	1,96	6,50	3,23	1,230	46,5	1060	13,4	3,04	59,7	306	0,085	0,277	0,789													
12	13,5	1,57	6,06	2,19	1,120	35,6	966	16,5	2,81	38,7	240	0,075		1,100													
13	14,8	1,83	6,60	2,62	1,210	73,2	1180	14,9	3,22	48,5	273	0,132	0,342	1,780													
14	14,6	1,66	6,67	2,19	1,030	40,5	967	15,3	2,79	38,7	258	0,073	0,267	0,957													
15	15,4	1,71	6,14	2,56	1,140	36,5	960	13,1	2,68	44,6	452	0,063	0,263	1,200													
16	13,2	1,53	5,82	2,31	1,270	30,6	945	23,2	2,72	43,4	301	0,084	0,232	0,803													
17	14,4	1,53	5,87	2,62	1,310	33,3	994	21,7	2,61	41,8	255	0,100	0,460	0,909													
18	14,7	1,70	5,03	2,14	1,290	31,9	964	14,9	2,69	34,5	376	0,068	0,678	0,748													
19	13,0	1,49	6,62	1,93	0,979	34,2	887	20,2	2,66	39,0	228	0,062	0,883	0,748													
20	13,9	1,59	5,90	2,64	1,270	31,0	952	19,7	2,87	45,4	310	0,094		1,070													
21	14,4	1,61	5,70	2,36	1,100	29,2	888	15,8	2,61	42,7	361		0,315	0,484													
22	14,4	1,59	6,14	2,34	0,980	33,7	922	18,0	2,75	39,7	272	0,084		0,741													
23	15,6	1,81	6,29	2,14	1,040	32,0	951	11,7	2,74	40,3	321	0,074	0,378	1,080													
24	13,1	1,53	6,32	2,55	1,060	31,4	935	19,2	2,38	42,7	414	0,121		0,955													
25	14,1	1,67	6,36	2,31	1,060	31,2	956	14,1	2,86	43,5	329	0,074		0,899													
26	15,0	1,72	7,16	2,12	0,971	31,8	973	15,2	2,55	38,3	290		0,308	0,862													
27	15,2	1,69	6,42	2,67	1,250	38,0	997	13,7	2,93	43,6	300	0,110	0,329	0,976													
28	14,4	1,46	5,51	2,26	1,070	33,9	941	21,8	2,77	38,0	218	0,089	0,889	1,260													
29	13,4	1,63	5,97	2,23	0,961	35,3	925	14,3	2,71	31,7	253	0,058	0,734	1,050													
30	13,3	1,62	5,98	2,06	1,250	40,9	906	19,7	2,53	41,6	355	0,094	0,449	0,856													
31	12,5	1,60	5,84	1,93	1,280	29,7	973	20,6	2,59	40,4	213	0,068	0,380	0,656													
32	12,7	1,62	6,07	2,09	1,120	33,7	923	21,4	2,39	38,4	418	0,094	0,911	1,350													
33	13,9	1,79	5,99	2,52	1,070	30,2	945	15,0	2,50	36,0	448	0,083	0,546	1,510													
34	13,1	1,67	6,62	2,28	1,160	32,8	933	13,3	2,65	37,6	256	0,073	0,494	1,440													

Provyta	mg/g													
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	S	B	Cu	Zn	Mn	Cd	Cr	Ni
35	12,7	1,58	6,35	2,33	1,070	29,0	911	13,5	2,60	38,3	222	0,068	0,315	1,390
36	12,9	1,69	6,46	2,24	1,190	31,1	973	16,0	2,40	42,2	472	0,095	0,535	1,530
37	8,5	1,26	6,98	1,66	0,948	34,7	810	17,2	1,98	32,6	392	0,073	0,245	1,700
38	10,8	1,45	5,82	2,15	1,150	28,1	876	19,4	2,52	36,4	294	0,089	0,245	0,839
39	13,6	1,78	7,65	1,55	1,010	32,7	957	17,9	3,04	31,0	160	0,057	0,799	1,440
40	13,7	1,62	6,60	2,54	1,340	31,9	1050	23,8	2,87	37,5	197	0,083	0,343	0,509
41	12,8	1,61	7,12	1,99	1,040	33,6	1020	17,5	2,51	37,3	362	0,084	0,502	0,957
42	13,8	1,78	7,03	2,24	1,140	36,2	1080	24,2	3,08	37,6	289	0,109	0,636	1,230
43	12,2	1,57	6,38	2,60	1,260	41,6	951	16,7	2,70	46,7	398	0,115	0,471	0,968
44	12,5	1,62	6,09	2,69	1,220	32,5	960	19,0	2,52	46,9	337	0,126	0,208	1,170
45	12,3	1,59	6,80	2,31	1,060	32,5	950	16,6	3,02	34,8	189	0,083	0,502	1,400
46	13,4	1,85	5,95	2,25	1,220	35,0	1010	24,3	2,70	39,4	350	0,063	0,502	1,350
47	12,8	1,60	6,04	2,23	1,230	33,1	940	12,5	2,59	39,6	266	0,109	0,884	1,470
48	13,1	1,57	5,59	2,56	1,180	38,2	918	14,2	3,05	44,2	257	0,094	0,383	1,020
49	15,0	1,82	6,94	2,37	1,080	33,0	986	24,4	3,13	40,7	255	0,063	0,246	1,010
50	13,1	1,62	5,67	2,17	1,180	36,8	899	11,2	2,56	41,1	281	0,063	0,251	1,070
51	13,0	1,67	6,00	1,87	1,280	31,7	950	21,4	2,99	36,7	239	0,068	0,518	0,658
52	13,7	1,74	6,31	2,19	1,200	33,2	1010	23,9	3,02	38,8	284	0,068	0,611	1,030
53	13,3	1,63	6,17	2,06	1,200	40,0	979	14,2	2,97	33,6	172	0,083	0,302	1,350
54	13,2	1,58	5,63	2,61	1,250	30,4	863	19,9	2,43	45,6	429	0,094	0,302	0,635
55	12,9	1,66	7,12	2,18	1,040	29,9	921	13,4	3,10	30,8	267	0,052	0,302	1,850
56	10,5	1,46	6,43	2,28	1,200	29,4	917	18,6	2,16	43,1	457	0,094	0,503	1,370
57	13,5	1,58	6,45	1,84	1,020	32,0	881	14,3	2,82	32,7	217	0,057	0,219	0,699
58	12,7	1,64	6,41	2,06	0,977	33,7	891	14,6	2,53	34,4	399	0,079	0,252	0,976
59	14,1	2,00	6,47	2,20	1,120	35,0	1010	12,7	3,13	35,2	232	0,079	0,252	0,972
60	14,1	1,85	6,42	2,15	1,280	42,8	982	16,3	2,95	37,7	266	0,078	0,240	1,590
61	12,3	1,59	6,28	2,46	1,110	31,1	939	12,1	2,67	37,3	230	0,068	0,230	1,140
62	13,3	1,72	6,97	2,10	1,080	32,2	969	16,7	2,62	37,4	370	0,063	0,503	1,270
63	13,6	1,67	7,00	2,06	1,130	28,5	984	22,9	3,12	35,1	193	0,058	0,984	0,895
64	14,0	1,77	6,99	2,32	0,999	36,2	989	14,7	2,71	39,7	293	0,068	0,984	1,220
65	13,9	1,72	6,17	2,88	1,270	33,4	961	13,3	2,50	37,8	406	0,058	0,303	0,755
66	14,0	1,71	6,34	2,66	1,030	32,3	967	13,5	2,60	43,1	456	0,084	0,246	1,080
67	12,6	1,60	6,15	2,29	1,130	29,6	913	15,3	2,44	41,3	456	0,074	0,288	0,701
68	12,6	1,65	6,97	1,98	1,150	29,1	916	19,5	2,81	40,8	273	0,068	0,574	0,848
69	12,9	1,65	6,79	2,25	1,030	30,3	977	16,0	2,50	43,0	405	0,094	0,395	0,778
70	12,6	1,34	5,77	2,35	1,080	33,3	934	16,1	2,38	49,3	442	0,083	0,395	0,504
71	13,5	1,69	6,62	2,31	1,180	35,5	1080	16,9	2,88	40,8	310	0,105	0,395	0,927

Provyta	mg/g										mg/kg						
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	S	B	Cu	Zn	Mn	Cd	Cr	Ni			
72	12,4	1,69	6,67	2,12	1,100	35,3	1010	18,5	2,95	36,7	205	0,064	0,262	1,390			
73	12,3	1,57	6,10	2,54	1,240	31,8	955	21,4	2,65	43,1	300	0,115	0,404	1,180			
74	12,3	1,61	6,55	2,23	1,090	32,3	941	21,9	2,42	34,9	289	0,063		0,836			
75	14,0	1,78	6,87	2,24	1,130	30,1	977	11,8	2,59	34,9	254	0,068		1,340			
76	13,5	1,70	6,12	2,43	1,210	35,9	1030	15,7	2,87	43,7	235	0,079	0,352	1,230			
77	13,9	1,58	6,50	2,34	1,220	30,3	963	21,2	2,75	37,6	250	0,073		0,588			
78	11,1	1,37	5,80	1,95	1,230	27,0	788	18,3	2,40	42,2	268	0,084	0,312	0,755			
79	13,4	1,45	5,60	1,96	1,210	30,8	936	18,0	3,02	41,9	277		0,561	0,761			
80	14,8	1,78	5,96	2,75	1,150	34,5	974	12,3	2,77	41,7	413	0,074	0,215	1,010			
81	14,4	1,72	6,25	1,69	1,000	29,0	940	10,5	2,92	29,2	214			0,569			
82	13,4	1,56	6,53	1,99	0,940	29,5	884	12,8	2,39	32,5	461	0,058	0,663	0,884			
83	12,5	1,54	5,72	2,37	1,040	28,1	848	10,6	2,52	39,8	381	0,063		0,972			
84	12,5	1,46	6,08	2,01	1,030	29,7	894	15,1	2,66	35,7	225	0,068	0,288	0,832			
85	12,7	1,54	6,51	2,80	1,120	34,2	925	16,4	2,67	42,5	576	0,121	0,242	0,810			
86	13,2	1,63	6,42	1,90	1,040	34,1	904	14,8	2,93	41,7	205	0,057	0,293	0,810			
87	12,6	1,52	5,69	2,34	1,140	33,2	914	17,3	2,43	45,6	379	0,100	0,469	0,786			
88	14,7	1,90	6,95	1,80	0,916	34,2	1040	12,2	3,06	38,5	220		0,358	0,832			
89	12,1	1,52	6,03	2,32	1,150	28,7	870	13,5	2,07	41,0	506	0,104	0,432	0,451			
90	13,5	1,73	6,41	2,34	1,040	34,1	916	12,2	2,59	36,8	273	0,069	0,432	0,992			
91	14,0	1,69	5,75	2,02	1,250	28,2	907	13,4	2,82	36,5	187		0,228	0,716			
92	14,0	1,75	6,63	2,10	1,110	27,4	917	14,8	2,65	39,1	244	0,063	0,389	0,579			
93	12,8	1,52	6,46	2,21	1,100	29,0	908	14,0	2,64	38,8	343	0,068	0,216	0,684			
94	15,3	1,85	6,92	2,16	0,995	37,9	992	14,1	3,18	37,0	212		1,400	1,060			
95	13,8	1,63	6,71	2,10	1,050	30,9	908	17,9	3,04	40,0	256	0,058	0,400	0,705			
96	13,9	1,79	7,34	1,95	0,910	30,0	931	15,0	2,85	33,3	250		0,222	0,808			
97	14,0	1,68	6,17	2,27	1,130	28,4	936	14,9	2,64	40,4	345	0,068	0,211	1,080			
98	14,0	1,78	6,82	2,15	1,160	29,6	1000	14,6	2,65	36,9	291	0,068	0,447	1,080			
99	13,6	1,58	6,37	2,52	1,070	32,1	1010	18,6	2,71	43,7	467	0,131	0,672	1,280			
100	13,4	1,70	6,52	2,64	1,080	35,2	1010	15,8	2,61	43,2	478	0,079		0,803			
101	14,0	1,70	5,91	2,53	1,170	30,7	938	14,8	2,61	37,1	373	0,073	0,419	1,170			
102	12,7	1,60	5,66	2,38	1,270	34,1	973	18,9	2,62	42,8	306	0,079	0,911	0,890			
103	13,8	1,69	6,38	1,98	1,080	30,1	954	14,4	2,79	33,6	220	0,052		0,611			
$\bar{x}$	13,4	1,65	6,34	2,27	1,128	33,7	956	16,8	2,73	39,6	304	0,080	0,442	1,007			
min	8,5	1,26	5,03	1,55	0,910	27,0	788	10,5	1,98	29,2	148	0,052	0,208	0,451			
max	16,2	2,00	7,65	3,23	1,340	73,2	1180	24,4	3,35	59,7	576	0,132	1,400	1,850			

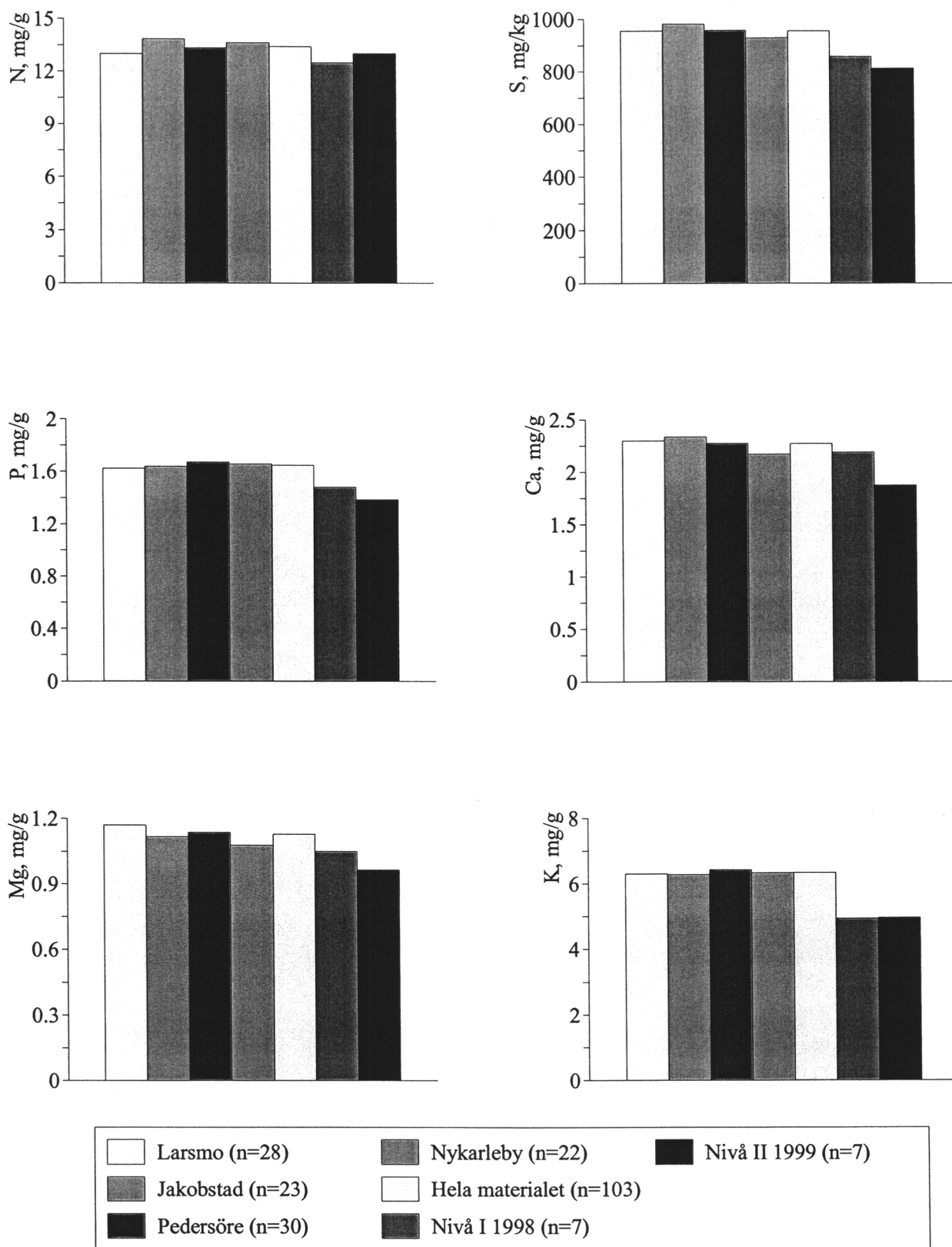
Tabell 23. Grundämneshalterna i tallens ett år äldre (C+1) barr på de olika provvyterna i området Jakobstad – Nykarleby år 2000.

Provyta	mg/g										mg/kg						
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	S	B	Cu	Zn	Mn	Cd	Cr	Ni			
1	13,7	1,47	5,13	3,23	1,000	45,4	920	17,2	2,25	45,2	436	0,080	0,367	0,414			
2	12,5	1,41	5,34	3,81	0,877	45,2	929	17,7	2,31	43,7	340	0,095	0,260	0,376			
3	14,7	1,53	5,65	2,67	0,806	48,8	1000	16,4	2,88	36,9	200		0,902	0,628			
4	14,0	1,54	6,18	3,43	0,911	48,1	976	20,2	2,28	48,1	467	0,064		0,297			
5	11,5	1,37	5,21	3,19	0,912	42,3	872	18,1	2,49	33,8	220	0,053		0,371			
6	14,1	1,63	6,66	2,95	0,791	50,3	1050	18,6	2,88	35,9	202	0,112	0,239	0,467			
7	10,4	1,34	4,79	3,42	0,989	54,8	928	20,4	2,25	56,4	384	0,109	0,245	0,367			
8	13,0	1,54	5,57	4,38	0,991	76,6	1140	19,1	2,53	49,4	377	0,074	0,647	0,683			
9	16,4	1,65	6,04	3,41	0,949	56,6	1130	22,9	2,70	44,1	375	0,058	0,460	0,698			
10	14,3	1,55	5,54	2,84	0,762	58,4	988	17,6	2,57	35,2	298	0,081	0,483	0,748			
11	15,9	1,88	6,35	4,50	0,861	64,4	1090	11,9	2,74	70,9	411	0,074	0,328	0,440			
12	13,8	1,45	5,45	2,93	0,869	50,0	960	14,2	2,54	40,7	295	0,074	0,239	0,451			
13	14,6	1,62	5,68	3,74	0,963	92,1	1150	14,1	2,62	50,2	389	0,116	1,360	1,250			
14	14,1	1,49	5,59	2,99	0,788	58,9	975	15,1	2,31	39,1	363	0,058	0,411	0,495			
15	15,8	1,52	5,64	3,73	0,842	50,3	977	9,8	2,14	46,2	647	0,058	0,327	0,486			
16	14,1	1,48	5,12	3,45	1,080	39,2	993	22,0	2,26	52,9	454	0,086	0,252	0,295			
17	13,7	1,39	5,15	3,71	1,020	44,2	983	20,9	2,33	48,0	314	0,084	0,354	0,417			
18	15,3	1,53	4,50	3,22	1,020	44,5	997	14,0	2,19	32,6	557	0,063	0,785	0,524			
19	13,4	1,40	5,64	2,82	0,766	49,3	913	22,0	2,32	45,8	300	0,057	0,878	0,525			
20	14,3	1,44	5,13	3,64	0,906	42,7	915	17,2	2,24	50,2	421	0,094	0,209	0,335			
21	14,6	1,47	4,97	3,38	0,822	44,4	904	15,4	2,25	46,4	512	0,068	0,241	0,278			
22	14,0	1,41	5,22	3,29	0,711	45,9	907	19,1	2,20	41,4	384	0,074		0,403			
23	15,8	1,62	5,70	2,86	0,776	46,8	969	10,3	2,29	39,4	432	0,100	0,330	0,404			
24	13,0	1,30	5,40	3,57	0,716	42,4	874	17,3	1,90	47,2	574	0,069		0,316			
25	14,9	1,44	5,31	3,34	0,837	44,1	918	12,2	2,32	49,3	490	0,069	0,448	0,453			
26	15,9	1,60	6,45	2,98	0,791	44,2	1000	14,2	2,29	43,0	406	0,089	0,329	0,459			
27	15,4	1,45	5,36	3,52	0,849	51,3	941	11,5	2,35	43,3	372	0,079	0,641	0,599			
28	14,9	1,33	4,71	3,16	0,872	45,7	943	24,6	2,27	37,3	294	0,058	0,400	0,427			
29	13,9	1,47	5,18	3,48	0,692	45,7	917	14,0	2,38	30,5	365	0,089	0,472	0,430			
30	13,3	1,50	5,52	2,93	0,917	58,2	900	20,0	2,32	47,1	487	0,063	0,464	0,391			
31	13,2	1,43	5,14	2,98	1,200	44,6	978	24,3	2,17	48,9	341	0,104	0,361	0,418			
32	13,4	1,51	5,17	3,13	0,868	42,8	966	23,2	2,13	47,3	660	0,073	0,687	0,765			
33	15,1	1,75	5,59	4,09	0,818	41,3	1030	13,5	2,15	40,3	708						

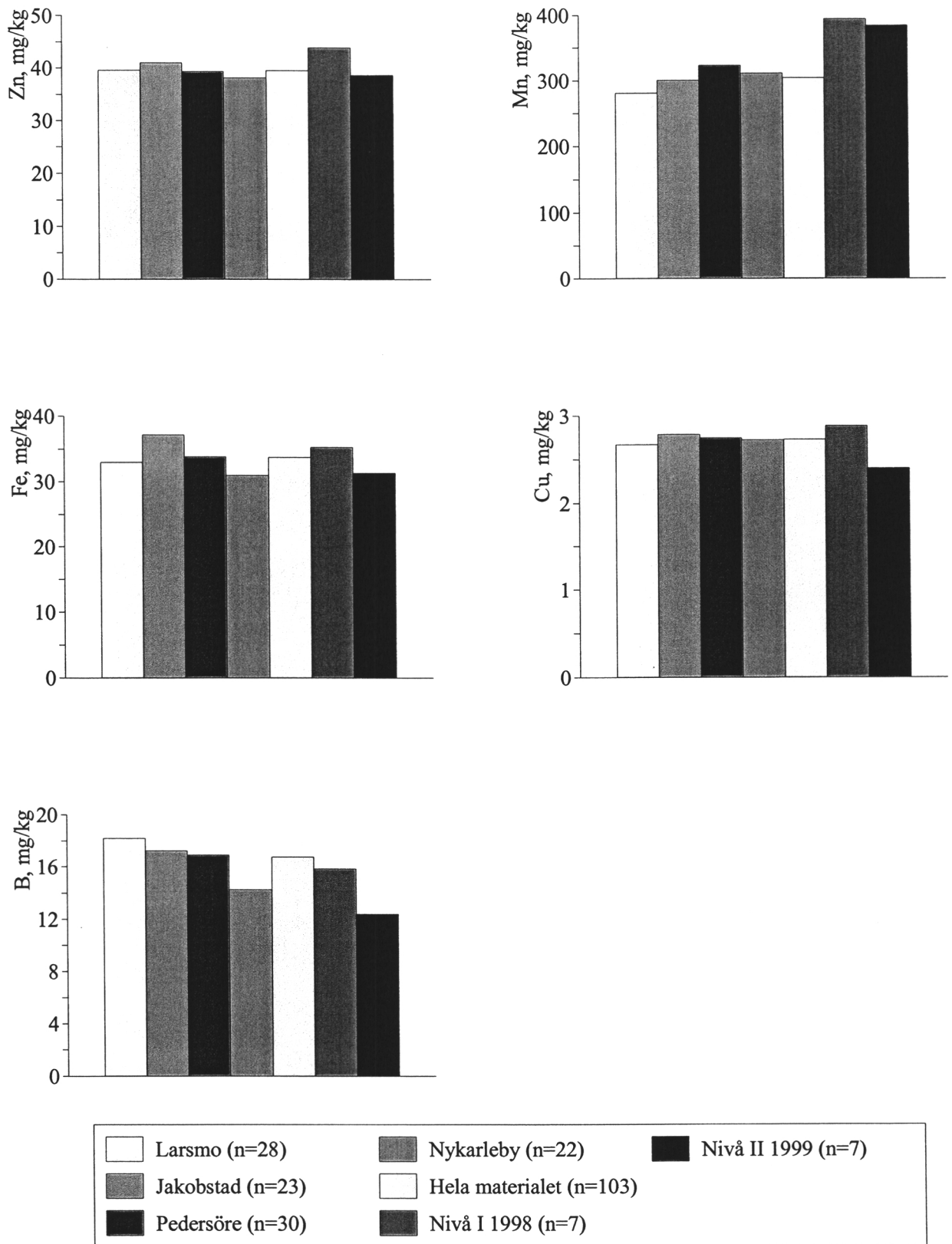
Provyňa	mg/kg													
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	S	B	Cu	Zn	Mn	Cd	Cr	Ni
34	13,9	1,55	5,75	3,44	0,935	41,1	965	10,9	2,12	41,2	373	0,068	0,577	0,561
35	12,7	1,44	5,49	3,11	0,832	42,2	905	12,6	2,41	40,9	278	0,058	0,246	0,554
36	13,1	1,40	5,10	3,04	0,853	44,3	907	14,8	1,98	42,4	658	0,079	0,681	0,827
37	10,3	1,14	5,55	2,29	0,788	37,6	812	16,7	1,56	36,3	552	0,078	0,589	0,542
38	11,2	1,30	4,91	3,41	1,020	42,1	873	21,6	2,00	40,9	463	0,084	0,475	0,455
39	14,9	1,67	6,64	2,39	0,838	43,9	1030	17,6	2,83	31,4	223	0,052	0,590	0,579
40	14,0	1,54	5,80	3,66	1,060	46,2	1060	24,5	2,51	39,2	261	0,068	0,277	0,293
41	12,0	1,43	6,06	2,61	0,791	45,9	935	15,4	2,02	36,5	482	0,073	0,423	0,397
42	14,4	1,65	6,05	3,42	0,823	56,3	1100	28,5	2,82	42,1	411	0,104	0,438	0,630
43	11,6	1,34	5,14	3,37	0,925	57,9	870	15,6	2,18	50,2	509	0,104	0,532	0,465
44	12,2	1,46	5,45	3,97	0,946	42,2	952	19,5	2,17	56,8	476	0,109	0,271	0,479
45	14,2	1,54	6,03	3,47	0,832	43,6	981	20,6	2,68	38,1	263	0,062	0,369	0,578
46	13,8	1,63	5,58	2,92	0,781	48,9	978	21,0	2,23	38,9	454	0,062	0,842	0,691
47	13,1	1,59	5,26	3,47	1,010	65,5	1040	12,4	2,52	46,7	400	0,121	3,300	1,940
48	13,4	1,60	4,91	3,56	0,877	55,6	997	15,1	3,01	50,5	336	0,105	0,477	0,535
49	15,5	1,65	6,27	2,90	0,786	41,5	992	23,8	2,72	39,7	293	0,063	0,348	0,348
50	12,8	1,47	5,08	2,82	0,807	52,7	874	9,5	2,12	39,5	359	0,057	0,297	0,470
51	13,0	1,50	5,66	2,77	1,020	47,4	981	22,6	3,13	39,5	338	0,063	0,220	0,278
52	13,1	1,53	5,48	3,09	0,876	50,1	987	27,0	3,10	38,4	401	0,063	0,352	0,441
53	13,7	1,72	5,79	3,05	0,934	63,0	1080	14,1	2,79	34,3	236	0,084	0,310	0,599
54	12,0	1,41	4,91	3,64	0,883	41,8	849	20,4	1,96	52,5	586	0,099	0,328	0,323
55	13,5	1,50	6,06	3,15	0,856	39,8	936	11,7	2,45	32,3	364	0,089	0,272	0,805
56	10,7	1,29	5,13	3,12	1,020	41,8	881	17,9	1,92	50,9	640	0,089	0,240	0,516
57	14,4	1,46	5,52	2,63	0,784	46,2	908	11,3	2,59	32,6	270	0,057	0,343	0,333
58	13,4	1,46	5,44	2,87	0,732	48,7	879	12,0	2,22	36,4	545	0,057	0,324	0,423
59	14,3	1,70	5,55	3,40	0,854	44,8	1030	11,0	2,64	34,6	306	0,068	0,220	0,362
60	14,2	1,62	5,69	3,04	0,885	58,0	987	15,5	2,41	34,6	373	0,068	0,298	0,617
61	12,8	1,51	5,72	3,64	0,885	45,4	962	11,0	2,44	37,3	311	0,053	0,490	0,512
62	14,7	1,54	6,33	2,80	0,753	42,3	951	13,5	2,24	37,6	489	0,063	0,304	0,420
63	13,8	1,54	6,03	2,99	0,943	37,4	991	25,6	2,57	36,9	258	0,063	0,222	0,332
64	13,3	1,58	6,16	3,18	0,684	46,0	967	13,5	2,45	39,9	428	0,053	0,596	0,591
65	14,6	1,61	5,51	4,05	0,951	44,0	996	10,6	2,21	35,4	549	0,053	0,336	0,325
66	14,4	1,57	5,39	3,70	0,776	40,3	971	9,6	2,10	47,0	656	0,068	0,209	0,345
67	12,5	1,45	5,39	3,12	0,851	45,3	913	13,9	2,13	44,4	614	0,058	0,223	0,303
68	13,4	1,54	6,34	2,69	0,826	45,0	934	20,1	2,29	43,0	373	0,078	0,403	0,414
69	12,7	1,44	5,62	2,94	0,778	41,0	955	13,9	2,35	45,0	506	0,078	0,601	0,460
70	12,7	1,22	4,54	3,67	0,800	53,1	954	14,8	2,25	57,2	682	0,078	0,806	0,453



Provyta	mg/kg													
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	S	B	Cu	Zn	Mn	Cd	Cr	Ni
71	13,8	1,49	6,06	3,18	0,852	47,6	1040	17,6	2,08	41,9	453	0,090	0,244	0,398
72	12,9	1,51	5,64	2,96	0,840	46,6	982	17,0	2,57	37,0	268	0,058	0,351	0,518
73	12,1	1,34	5,01	3,29	0,871	40,5	888	19,7	2,09	47,6	388	0,100	0,493	0,441
74	12,8	1,47	5,56	3,03	0,803	44,1	919	22,9	2,20	36,5	388	0,063	0,264	0,380
75	14,2	1,63	6,21	3,55	0,882	44,2	1010	9,8	2,15	38,3	412	0,063	0,579	0,715
76	13,3	1,51	5,28	3,26	0,901	51,3	976	13,9	2,31	45,2	307	0,079	0,505	0,495
77	13,6	1,43	5,83	3,16	0,891	40,7	953	21,7	2,40	39,2	332	0,063	0,858	0,263
78	11,5	1,28	4,76	2,93	1,060	44,2	844	20,4	2,09	52,1	396	0,089	0,858	0,547
79	13,1	1,20	4,57	2,55	0,840	43,2	872	15,6	2,41	39,8	351	0,089	0,385	0,311
80	14,9	1,62	5,28	4,08	0,800	47,2	995	10,4	2,41	46,0	611	0,058	0,363	0,363
81	16,0	1,62	5,45	2,55	0,775	38,7	1000	8,3	2,52	27,5	312	0,058	0,496	0,220
82	14,0	1,41	5,44	3,05	0,675	40,6	888	13,6	2,03	34,7	716	0,058	0,496	0,396
83	13,0	1,43	4,92	3,46	0,827	40,2	880	7,7	2,08	45,0	554	0,073	0,346	0,346
84	11,9	1,31	5,40	2,75	0,764	44,5	874	14,3	2,45	37,3	279	0,121	0,257	0,347
85	13,2	1,43	5,27	3,89	0,867	46,8	931	14,9	2,27	48,6	830	0,100	0,310	0,331
86	13,2	1,46	5,51	2,49	0,706	47,1	905	14,1	2,63	42,3	261	0,100	0,381	0,361
87	12,3	1,33	4,54	3,25	0,853	47,6	897	15,7	2,10	51,3	551	0,100	0,581	0,433
88	15,8	1,73	5,91	2,76	0,669	47,6	1100	9,2	2,66	38,4	324	0,094	0,405	0,326
89	12,4	1,36	4,91	3,36	0,925	41,4	878	11,2	1,97	48,3	746	0,058	0,223	0,447
90	13,2	1,47	5,44	3,32	0,751	40,9	912	9,2	2,17	35,4	357	0,058	0,516	0,447
91	13,9	1,63	5,24	3,20	1,060	42,2	959	12,8	2,53	41,4	255	0,239	0,239	0,282
92	14,4	1,57	5,76	3,08	0,928	40,7	953	14,0	2,31	43,0	350	0,063	1,140	0,572
93	12,5	1,38	5,28	3,19	0,866	41,7	925	15,0	2,25	42,3	474	0,063	0,326	0,252
94	14,9	1,66	6,10	3,09	0,721	45,2	1030	13,2	2,82	37,0	283	0,810	0,810	0,499
95	13,2	1,42	5,30	2,84	0,690	41,7	920	16,4	2,48	40,1	357	0,289	0,289	0,252
96	14,4	1,58	6,63	2,73	0,669	41,5	948	13,5	2,42	32,3	342	0,238	0,238	0,350
97	13,2	1,47	5,18	3,08	0,863	40,3	888	13,1	2,01	42,2	454	0,063	0,259	0,418
98	15,2	1,72	5,95	3,47	0,927	41,1	1070	16,2	2,16	37,8	466	0,074	0,532	0,448
99	13,6	1,41	5,20	3,72	0,773	45,5	951	17,4	2,08	49,1	651	0,126	1,010	0,653
100	13,5	1,55	5,78	3,27	0,853	58,9	967	14,5	2,43	43,2	597	0,053	3,160	1,710
101	14,9	1,62	5,10	3,86	0,913	41,0	969	14,0	2,16	39,5	557	0,058	0,299	0,435
102	12,8	1,40	4,99	3,40	0,890	44,1	935	17,7	1,99	46,8	434	0,068	0,853	0,502
103	15,0	1,57	5,44	3,03	0,749	39,9	978	13,9	2,58	33,3	328	0,057	0,301	0,270
$\bar{x}$	13,7	1,50	5,50	3,23	0,858	47,0	959	16,1	2,35	42,2	423	0,076	0,504	0,481
min	10,3	1,14	4,50	2,29	0,669	37,4	812	7,7	1,56	27,5	200	0,052	0,209	0,220
max	16,4	1,88	6,66	4,50	1,200	92,1	1150	28,5	3,13	70,9	830	0,126	3,300	1,940



Figur 25. Genomsnittlig kväve- (N), svavel- (S), fosfor- (P), kalcium- (Ca), magnesium- (Mg) och kaliumhalt (K) i tallens yngsta barr (C-barr) i området Jakobstad - Nykarleby år 2000 samt i provbestånden i södra Finland i den allmänneuropeiska uppföljningen av skogarnas hälsotillstånd år 1998 (Nivå I) och 1999 (Nivå II). Nivå I: uppföljning av skogarnas hälsotillstånd på ett vidsträckt område, Nivå II: intensiv uppföljning av skogens ekosystem.



Figur 26. Genomsnittlig zink- (Zn), mangan- (Mn), järn- (Fe), koppar- (Cu) och borhalt (B) i tallens yngsta barr (C-barr) i området Jakobstad - Nykarleby år 2000 samt i provbestånden i södra Finland i den allmänneuropeiska uppföljningen av skogarnas hälsotillstånd år 1998 (Nivå I) och 1999 (Nivå II). Nivå I: uppföljning av skogarnas hälsotillstånd på ett vidsträckt område, Nivå II: intensiv uppföljning av skogens ekosystem.

Tabell 24. Genomsnittlig svavelhalt (mg/kg), minimi- och maximivärde i tallbarr (mg/kg) enligt bioindikatoruppföljningar som gjorts på olika orter i Finland under åren 1996–2000.

Område	År	n = st	$\bar{x}$	min	max	Ref.
Jakobstad-Nykarleby	2000	103	956	788	1180	
Norra Karelen	1998	101	888	698	1170	Niskanen et al. 1999a
Pyhäjärvitrakten	1998	98	988	857	1121	Jussila & Ojanen 1998
Karleby	1997	100	980	801	1580	Niskanen et al. 1998
Kotka	1997	125	957	802	1460	Niskanen & Ellonen 1997
Jyväskylä	1997	148	990	782	1250	Niskanen et al. 1999b
Kuopio	1996	50	1075	889	1390	Niskanen & Ellonen 1999
Seinäjäki	2000	31	802	681	696	Raitio 2001
Björneborg-Harjavalta	1997	175	975	826	1450	Jussila 1997
Åbo	1996	97	997	865	1259	Jussila 1996
Östra Nyland, Päijät-Häme, Kymmenedalen	2000	450	980			Pihlström & Myllyvirta 2001

mikronäringsämnen är situationen mycket god, och inga regionala skillnader observerades. **Barrens nickel-, krom- och kadmiumhalter på det undersökta området var mycket låga på alla platser och motsvarade bakgrundsområdenas halter.**

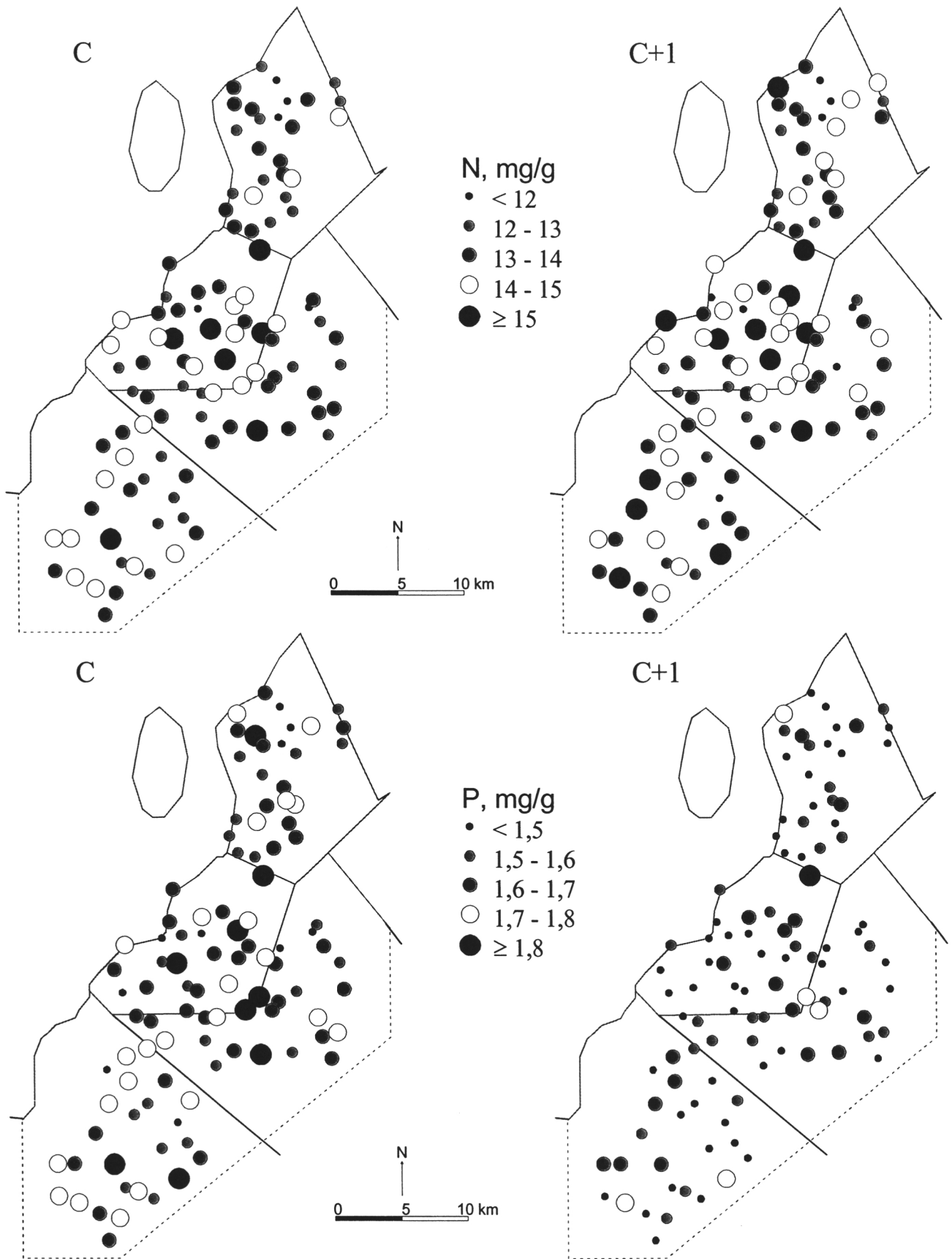
I figur 27–33 anges barrens grundämneshalter i de olika provbestånden klassificerade i fem olika klasser. Jämfört med de kritiska gränsvärdena låg barrens genomsnittliga kväve-, fosfor- och kaliumhalter i de flesta bestånden nära de optimala värdena, även om det förekom stor variation mellan olika bestånd (Jukka 1988).

Tallbarrens grundämneshalter i bestånd av olika ålder framgår av figur 34 och 35. Mellan olika åldersklasser fanns inga skillnader i barrens grundämneshalter med undantag av bor. Barrens borhalt steg när träden blev äldre.

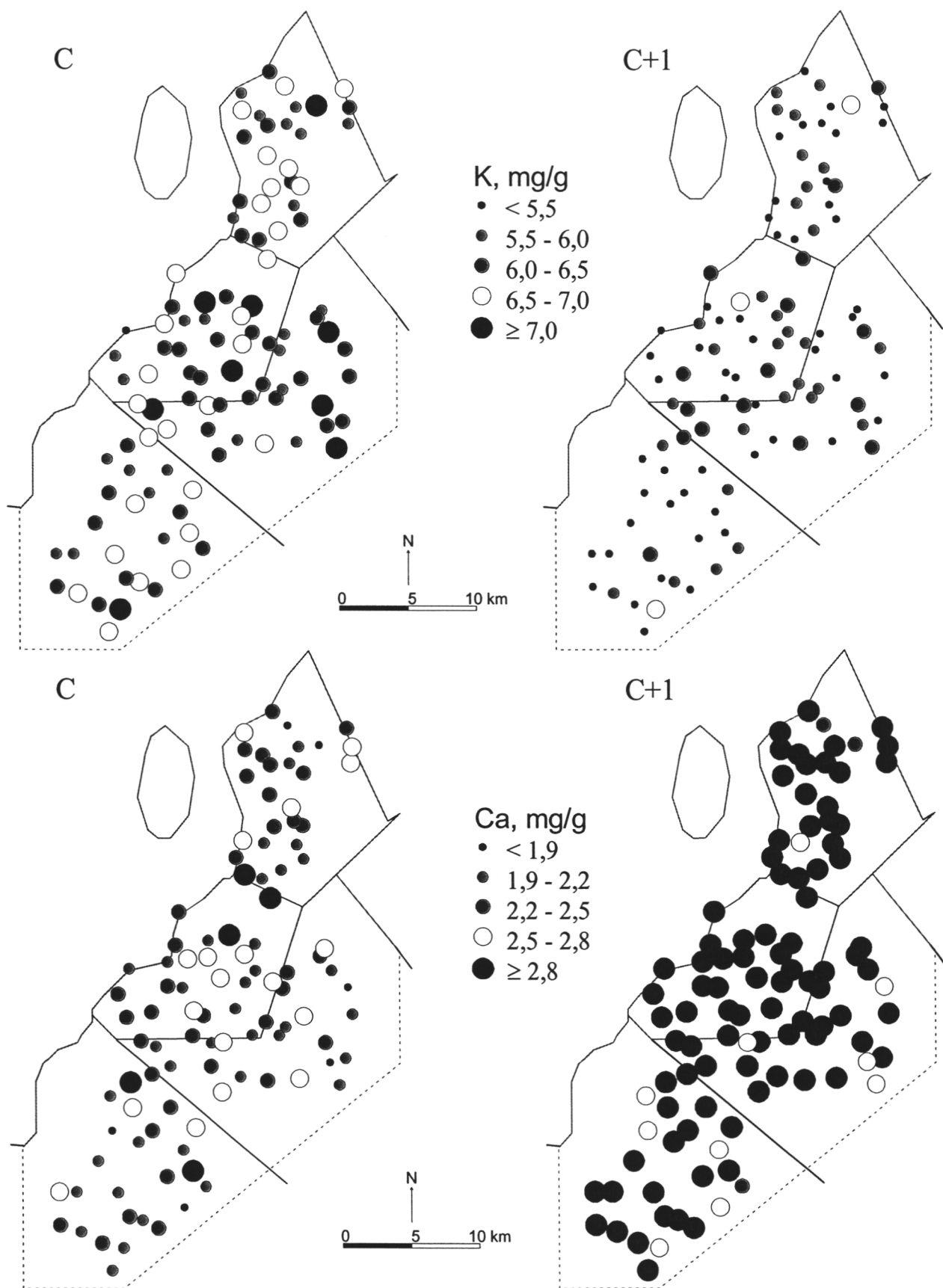
### 3.5 Grundämneshalter i mossan

Mossor och lavar är de mest använda s.k. ackumulerande indikatorerna vid bioindikatoruppföljning av luftkvaliteten, eftersom de effektivt ackumulerar luftföroreningar. Både mossor och lavar tar sin näring huvudsakligen direkt från regnvattnet via ytskikten. De saknar tjock kutikula som skydd för ytskikten och de har inga egentliga rötter. Ackumuleringen av luftföroreningar i mossan främjas också av deras sätt att växa som tjocka mossmattor.

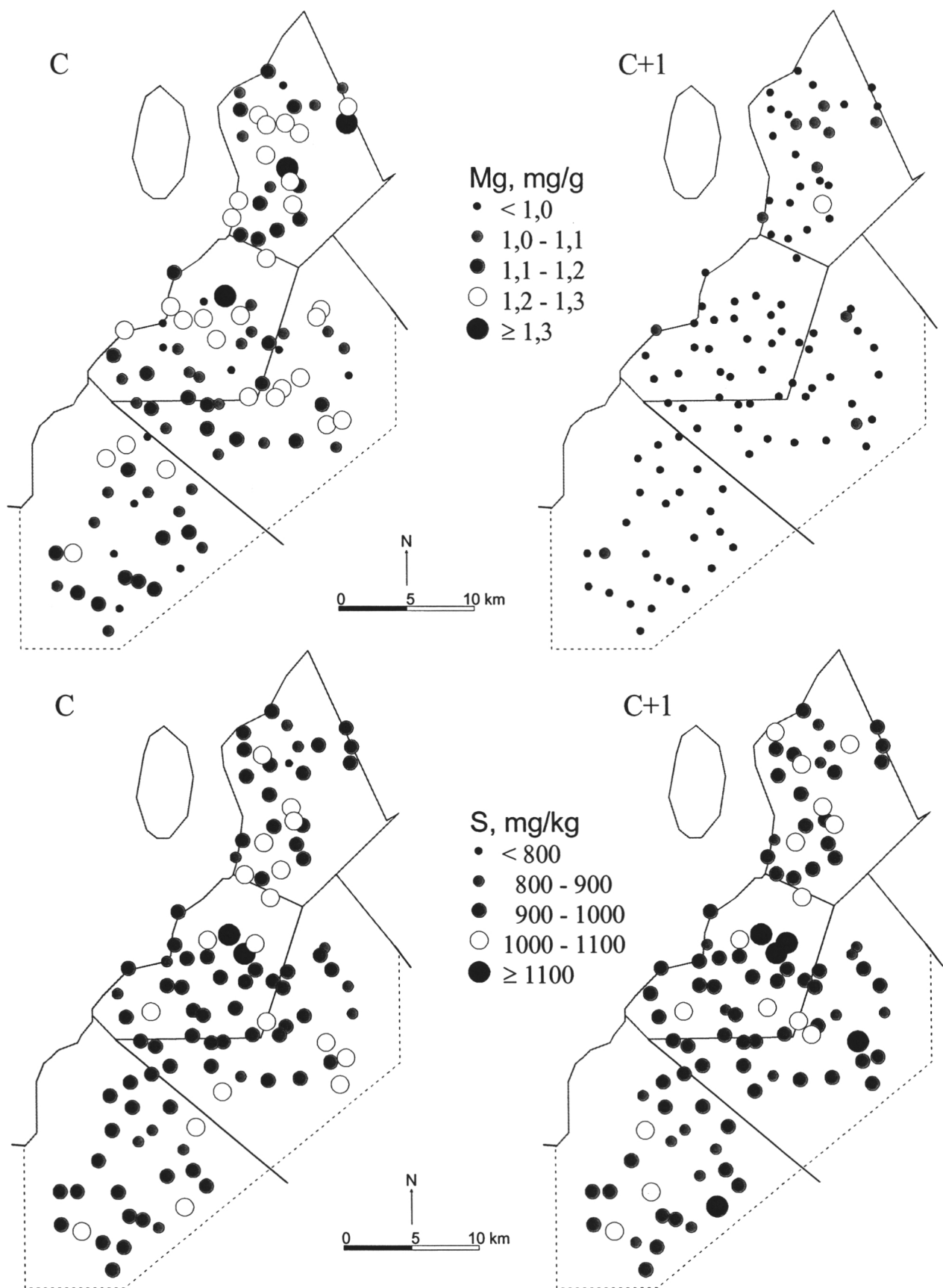
Mossor och lavar började användas i undersökningar av luftkvaliteten i större skala redan på 1960-talet. De nordiska länderna har varit föregångsländer vid kartläggning av tungmetallernas spridning med hjälp av mossor. Den första omfattande karteringen gjordes år 1985, varefter den har upprepats vart femte år (Rühling 1994, Rühling & Steiness 1998). I området Jakobstad – Nykarleby har grundämneshalterna i mossorna som en del av de regionala bioindikatorundersökningarna inte tidigare gjorts.



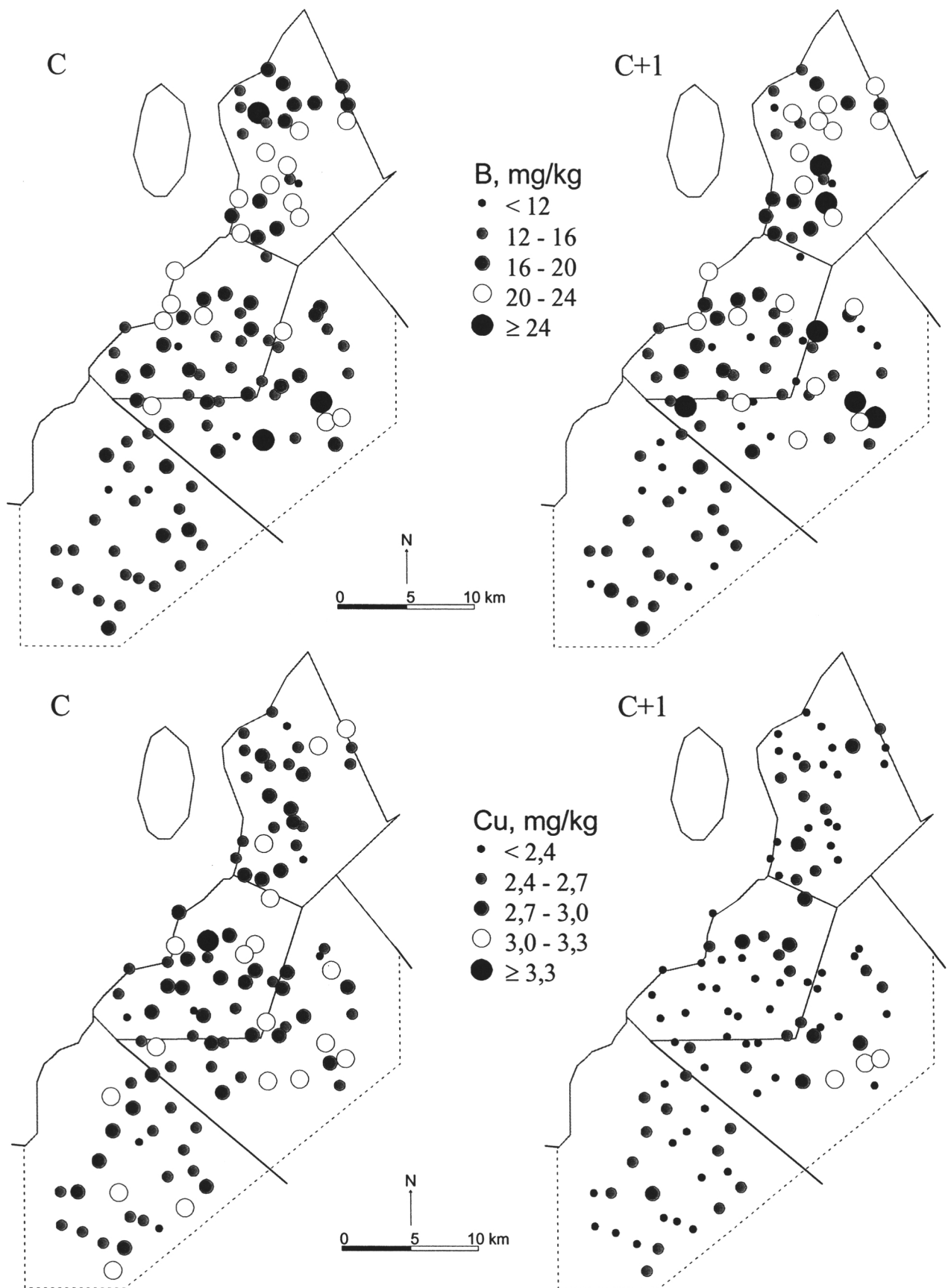
Figur 27. Kväve- (N) och fosforhalterna (P) i tallarnas yngsta barr (C) och de ett år äldre barren (C+1) i området Jakobstad - Nykarleby år 2000 per provbestånd klassificerade i fem olika klasser.



Figur 28. Kalium- (K) och kalciumhalterna (Ca) i tallarnas yngsta barr (C) och de ett år äldre barren (C+1) i området Jakobstad - Nykarleby år 2000 per provbestånd klassificerade i fem olika klasser.

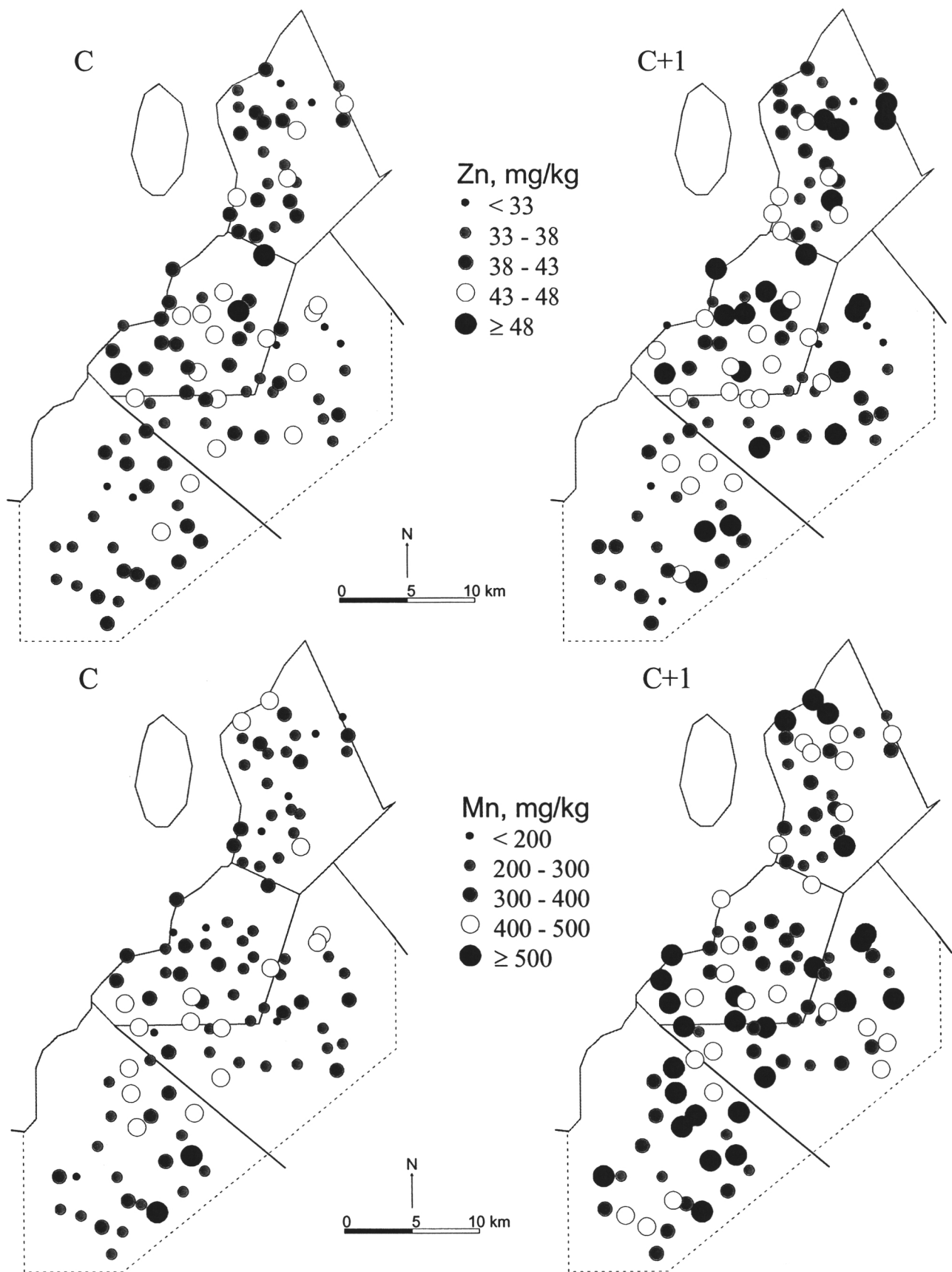


Figur 29. Magnesium- (Mg) och svavelhalterna (S) i tallarnas yngsta barr (C) och de ett år äldre barren (C+1) i området Jakobstad - Nykarleby år 2000 per provbestånd klassificerade i fem olika klasser.

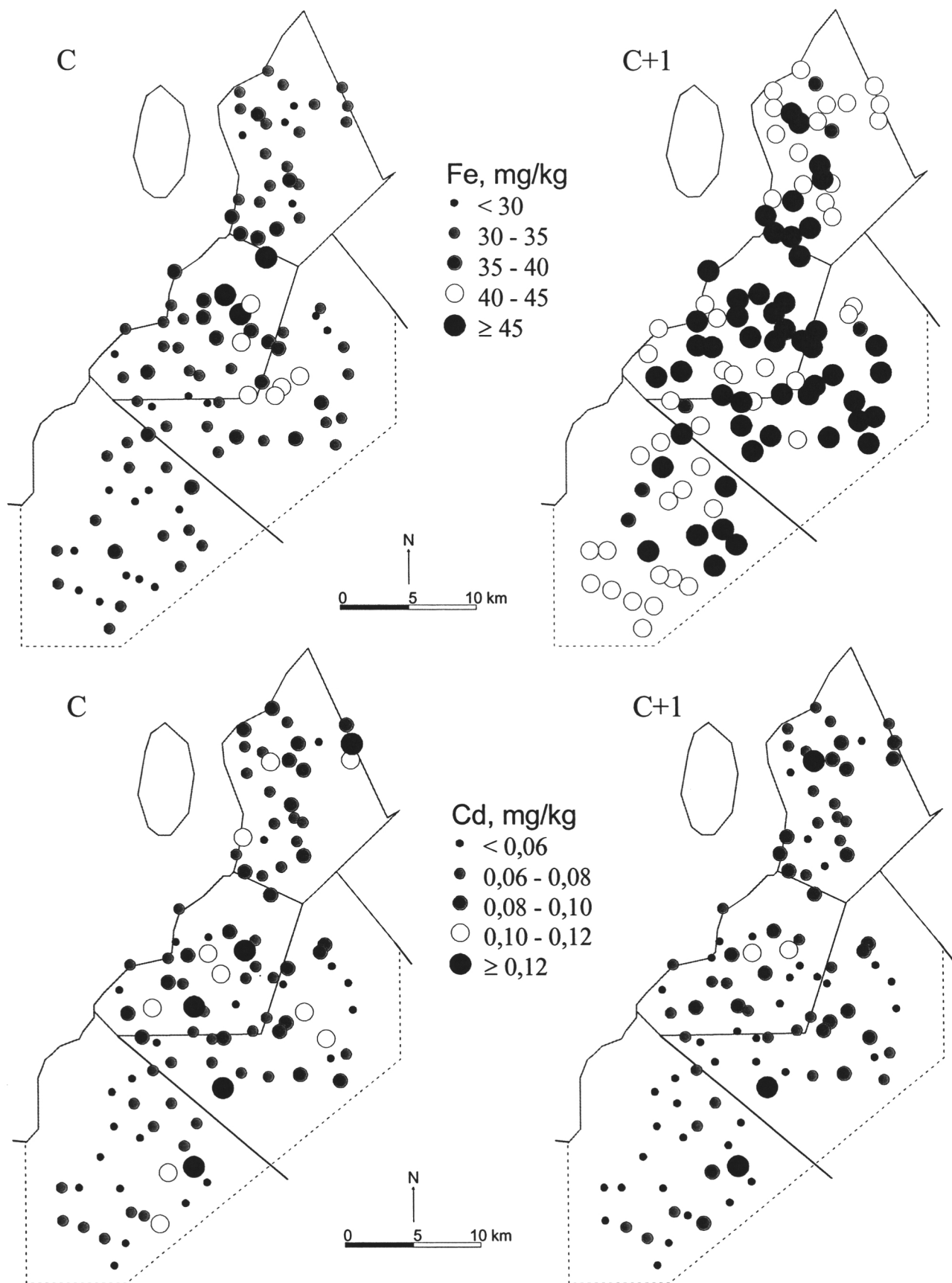


Figur 30. Bor- (B) och kopparhalterna (Cu) i tallarnas yngsta barr (C) och de ett år äldre barren (C+1) i området Jakobstad - Nykarleby år 2000 per provbestånd klassificerade i fem olika klasser.

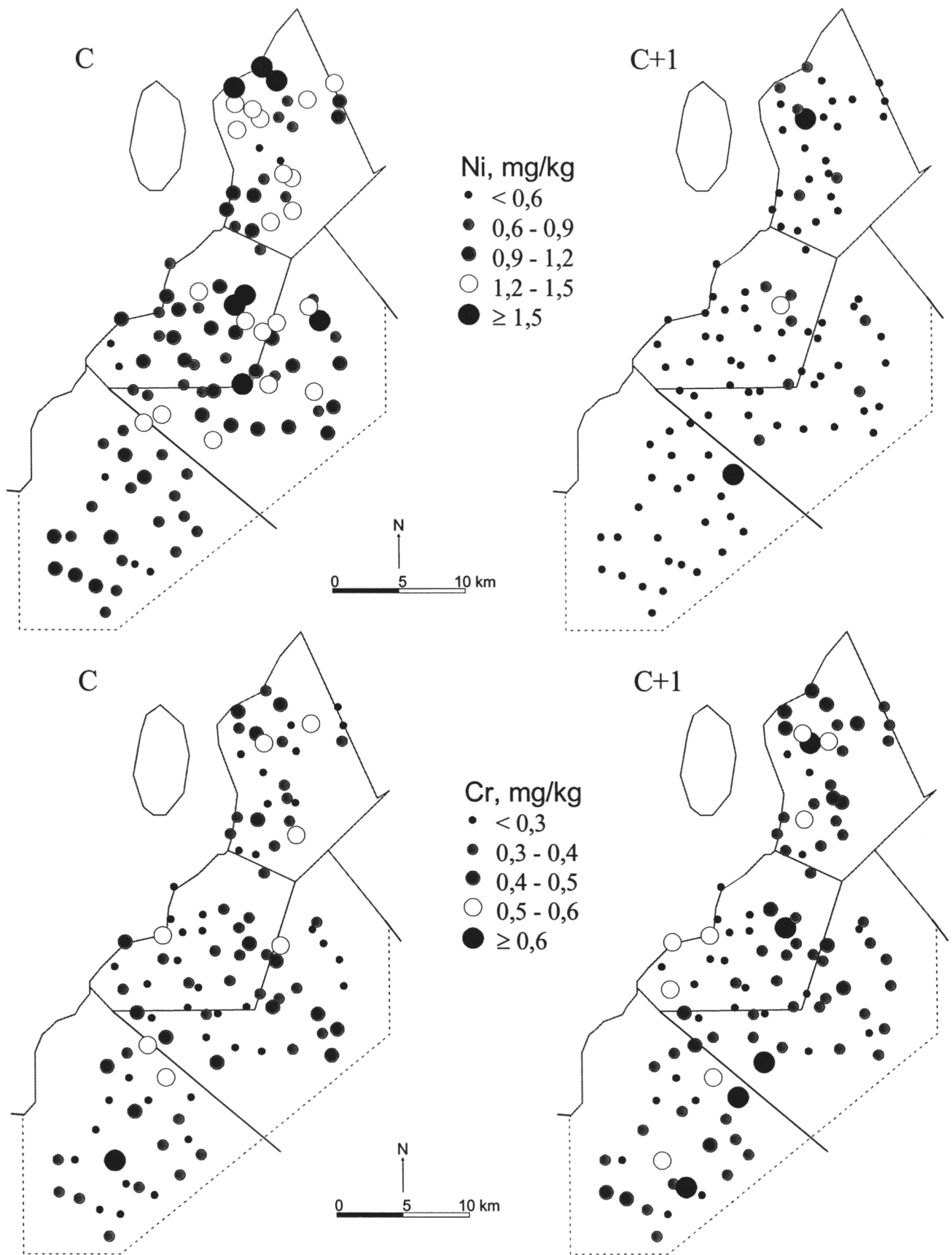




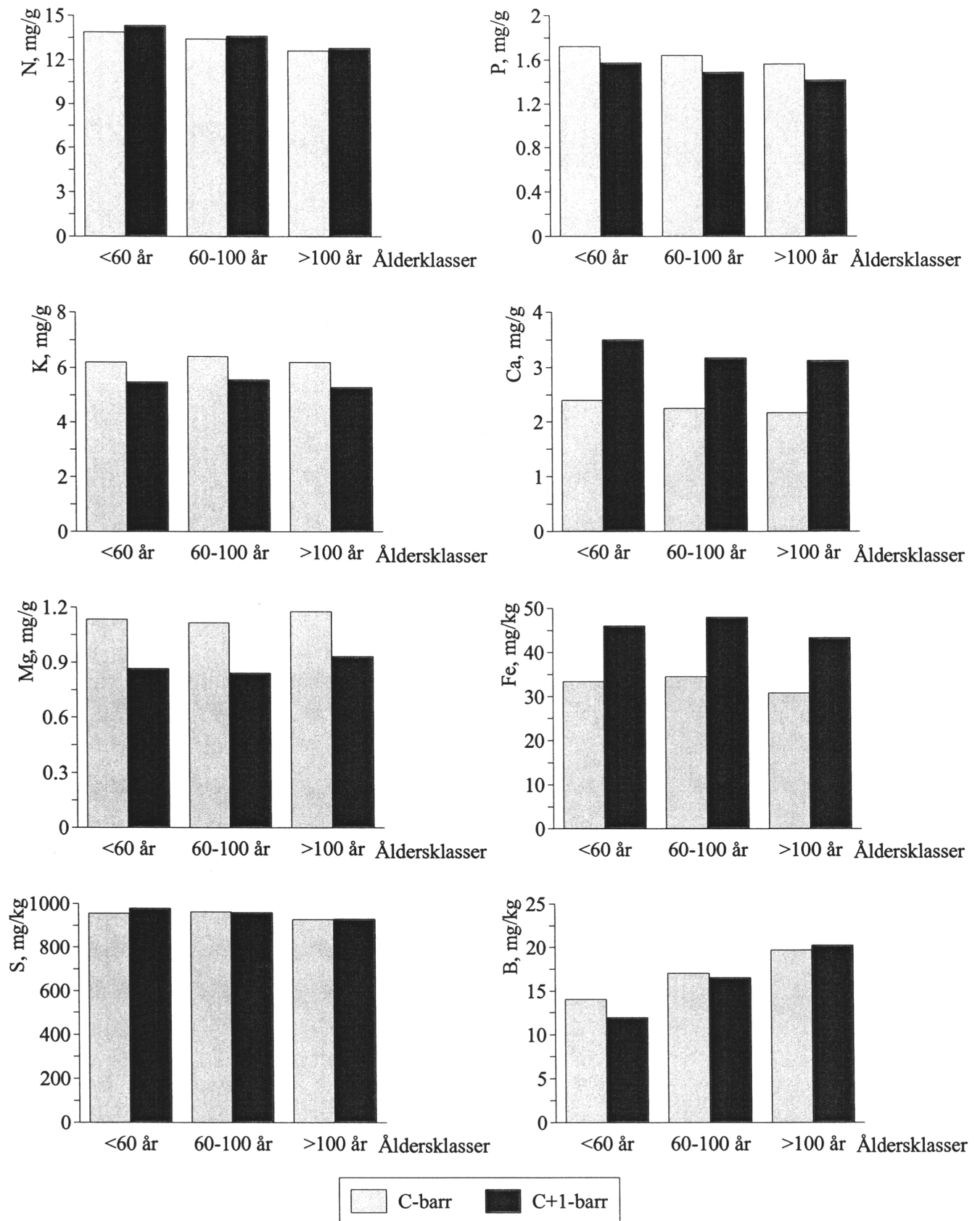
Figur 31. Zink- (Zn) och manganhalterna (Mn) i tallarnas yngsta barr (C) och de ett år äldre barrn (C+1) i området Jakobstad - Nykarleby år 2000 per provbestånd klassificerade i fem olika klasser.



Figur 32. Kadmium- (Cd) och järnhalterna (Fe) i tallarnas yngsta barr (C) och de ett år äldre barr (C+1) i området Jakobstad - Nykarleby år 2000 per provbestånd klassificerade i fem olika klasser.

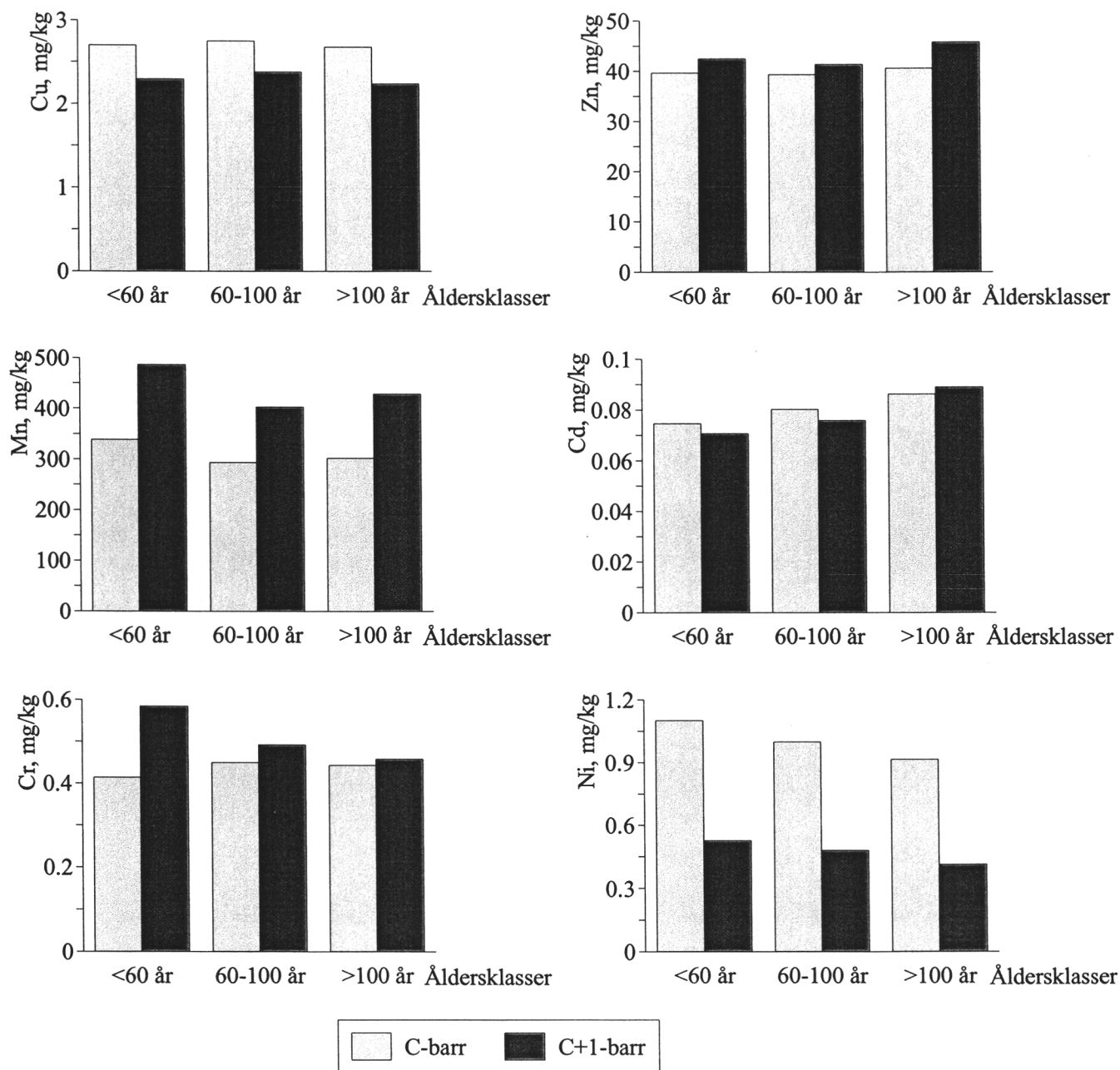


Figur 33. Nickel- (Ni) och kromhalterna (Cr) i tallarnas yngsta barr (C) och de ett år äldre barren (C+1) i området Jakobstad - Nykarleby år 2000 per provbestånd klassificerade i fem olika klasser.



Figur 34. De genomsnittliga kväve- (N), fosfor- (P), kalium- (K), kalcium- (Ca), magnesium- (Mg), järn- (Fe), svavel- (S) och borhalterna (B) i tallarnas yngsta barr (C) och de ett år äldre barren (C+1) enligt provbeståndens åldersklass i området Jakobstad - Nykarleby år 2000.

Tabell 25 visar kommunvisa medeltal, minimi- och maximivärden för grundämneshalten i mossan i området Jakobstad – Nykarleby år 2000. Motsvarande värden för de olika provytorna framgår av tabell 26. Eftersom husmossa inte hittades i alla bestånd, blev man på vissa platser tvungen att i stället samla prover av väggmossa. Detta torde dock inte medföra någon nämnvärd skillnad mellan de olika bestånden. Också i landsomfattande jämförelser jämföras dessa två arter med varandra. Av tabell 25 framgår det att mossans tungmetallhalter är som lägst i Nykarlebyområdet, medan halterna i Jakobstad, Pedersöre och Larsmo är av samma storleksklass. I tabell 27 presenteras mossprovernas genomsnittliga grundämneshalter i området Jakobstad-Nykarleby och i Seinäjokitrakten år 2000 samt i genomsnitt i hela Finland 1990–92.



Figur 35. De genomsnittliga koppar- (Cu), zink- (Zn), mangan- (Mn), kadmium- (Cd), krom- (Cr) och nickelhalterna (Ni) i tallarnas yngsta barr (C) och de ett år äldre barren (C+1) enligt provbeståndens åldersklass i området Jakobstad - Nykarleby år 2000.

Jämfört med det landsomfattande material som samlades in under åren 1990–92 var mossans krom- och nickelhalter högre i området Jakobstad-Nykarleby än i genomsnitt i Finland. Däremot var kadmium- och speciellt blyhalterna betydligt lägre. I järn- och kopparhalterna framkom inga nämnvärda skillnader. Jämfört med det material som samlades in i Seinäjokitrakten år 2000 var mossans krom-, koppar-, nickel- och järnhalter lägre och svavel- och blyhalterna högre i området Jakobstad – Nykarleby än i Seinäjokitrakten.

I figur 36 jämförs medianen för grundämneshalterna i de mossprover som samlades in i området Jakobstad – Nykarleby år 2000 med det material som samlades in i hela Finland år 1990–92 och 1995–96. Av figuren framgår det att medianerna för nickel- och kromhalterna är högre och medianerna för kadmium- och blyhalterna lägre än i materialet från hela landet. Medianerna för koppar-, zink-, järn- och svavelhalterna skilde sig inte nämnvärt mellan olika områden.

Skillnaderna jämfört med tidigare undersökningar kan också bero på metodskillnader mellan olika laboratorier, en delorsak kan också vara kontamination med jorddamm i samband med insamlingen och transporten. En noggrannare bestämning av orsakerna till haltökningarna skulle kräva tilläggsundersökningar och kontrollbestämningar. Därför är det skäl att förhålla sig kritiskt till de relativt höga krom- och nickelhalterna i mossan.

Figur 37–40 visar den regionala fördelningen av mossprovernas grundämneshalter klassificerade i fem olika haltklasser. Det är intressant att märka att de högsta tungmetallhalterna i mossan oftast påträffades i Jakobstad och Pedersöre. Orsaken till detta torde vara delvis trafiken, bosättningen och den lokala industrin.

Av tungmetallerna kommer kadmium (Cd) främst från gruv- och metallindustrin, fossila bränslen, avfallsförbrännings- och hanteringsanläggningar samt från fosforgödsel. Fjärrtransport från det tätbebyggda och starkt industrialiserade Mellanuropa utgör också en beaktansvärd del av kadmiumnedfallet i Finland. Utsläppskällor för krom (Cr) är bl.a. järn- och stålindustrin samt stenkol som används som bränsle. Likaså kommer koppar (Cu) ofta från metallindustrin och användning av fossila bränslen. Järn (Fe) är ett av de vanligaste grundämnena i jorden och det ackumuleras ofta på växternas bladytor tillsammans med jorddamm. Järn kan visserligen också komma från metall- och gruvindustrin. Bly (Pb) användes tidigare som tillsats i bränsle, men denna användning har numera upphört i Finland. Detta har tydligt märkts som en nedgång i mossans blyhalter i de landsomfattande karteringarna. En del av blyet kommer som nedfall av fjärrtransport. Nickel (Ni) kommer oftast från fossila bränslen, stålindustrin eller nickelsmältverk. Zink (Zn) uppkommer som förorening i metallindustrin.

Det framkom en statistisk positiv korrelation mellan humus- och mossprovernas kalcium-, kadmium-, krom-, magnesium-, mangan-, bly-, zink- och nickelhalt (Figur 41 och 42). Däremot var det en negativ korrelation mellan kaliumhalterna (Figur 42). Av näringsämnena är kalium ett grundämne som lätt lakas ut och därför är den negativa korrelationen förstående. Däremot frigörs kalcium, magnesium och tungmetaller betydligt svårare från organiskt material.

Tabell 25. Kommunvisa medeltal, minimi- och maximivärden för mossans grundämneshalter i området Jakobstad – Nykarleby år 2000.

	P	K	Ca	Mg	Fe	S	B	Cu	Zn	Mn	Cd	Cr	Ni	Pb
	mg/kg													
Larsmo														
$\bar{x}$	1,46	5,70	2,51	0,86	382	1002	3,75	4,23	50,2	280	0,160	9,00	4,65	3,28
min	1,09	4,36	1,93	0,67	255	805	1,94	3,42	38,7	132	0,106	4,04	2,82	2,28
max	2,08	8,29	3,14	1,20	784	1250	10,60	5,69	66,6	596	0,218	32,30	12,60	4,47
Jakobstad														
$\bar{x}$	1,57	5,88	2,58	0,98	568	1081	3,16	4,64	49,3	271	0,147	10,89	5,44	3,78
min	1,00	4,06	1,81	0,66	196	760	1,43	3,05	33,8	171	0,098	4,31	2,61	2,42
max	2,35	7,92	3,33	1,31	1620	1380	4,73	7,17	74,4	483	0,232	21,20	12,10	6,36
Pedersöre														
$\bar{x}$	1,37	5,63	2,47	0,87	455	1012	2,65	8,31	47,9	280	0,147	10,77	4,99	3,75
min	0,81	3,81	2,03	0,63	212	811	1,29	3,54	32,4	132	0,076	5,00	2,49	1,80
max	2,32	9,90	3,62	1,26	834	1250	4,75	78,50	71,7	470	0,268	28,50	11,80	6,85
Nykarleby														
$\bar{x}$	1,35	6,35	2,25	0,85	327	988	2,32	3,96	37,1	308	0,086	6,62	2,97	2,29
min	0,86	3,84	1,83	0,63	207	800	1,08	3,12	31,4	162	0,060	3,19	1,73	1,51
max	2,04	9,68	3,03	1,11	657	1300	4,39	5,30	49,7	472	0,116	11,60	4,96	3,18
Hela materialet														
$\bar{x}$	1,44	5,86	2,46	0,89	433	1020	2,99	5,45	46,5	284	0,137	9,43	4,57	3,32
min	0,81	3,81	1,81	0,63	196	760	1,08	3,05	31,4	132	0,060	3,19	1,73	1,51
max	2,35	9,90	3,62	1,31	1620	1380	10,60	78,50	74,4	596	0,268	32,30	12,60	6,85

Tabell 26. Mossans grundämneshalter per provyta i området Jakobstad – Nykarleby år 2000.

Provyta	mg/g										mg/kg					
	P	K	Ca	Mg	Fe	S	B	Cu	Zn	Mn	Cd	Cr	Ni	Pb		
1	1,18	5,27	2,39	0,77	370	969	2,42	3,73	42,1	291	0,169	8,48	4,71	3,17		
2	1,40	4,88	2,52	0,80	394	1020	2,02	4,13	46,1	253	0,156	9,99	5,22	3,38		
3	1,35	6,33	2,03	0,89	353	973	2,41	4,10	38,7	189	0,137	10,60	5,11	2,28		
4	1,70	6,74	2,73	1,25	353	1130	3,08	4,78	53,3	228	0,162	7,42	3,96	2,94		
5	1,77	6,44	2,49	1,07	404	1140	3,25	4,36	43,8	171	0,133	8,95	4,46	2,88		
6	2,35	7,48	2,60	1,16	794	1260	4,68	6,63	42,7	185	0,145	16,10	7,91	3,95		
7	1,25	4,91	2,99	0,85	681	1110	2,48	4,59	51,8	210	0,188	11,00	5,59	4,51		
8	1,82	6,87	3,12	1,13	952	1190	3,38	5,50	56,5	192	0,166	14,60	7,75	3,48		
9	1,59	6,53	2,94	1,09	595	1100	2,46	4,55	53,3	377	0,152	7,63	4,35	3,77		
10	1,92	7,37	3,33	1,18	1170	1290	3,93	5,97	68,1	299	0,179	12,90	6,42	6,36		
11	2,06	7,62	3,14	1,20	471	1190	2,95	5,11	63,1	596	0,183	12,30	5,81	3,25		
12	1,68	6,47	2,72	0,91	605	1190	3,34	4,72	58,1	322	0,205	12,40	6,36	4,47		
13	2,09	7,92	3,21	1,31	1620	1380	3,71	7,17	71,1	320	0,217	21,20	12,10	6,20		
14	1,61	4,53	2,72	0,96	797	1030	4,42	5,85	47,8	250	0,134	14,00	7,24	4,92		
15	1,52	6,01	2,69	1,04	804	1170	2,75	4,62	58,2	478	0,166	18,40	8,04	3,93		
16	1,30	4,78	2,63	0,79	380	964	1,94	4,15	49,4	262	0,167	6,79	3,56	3,44		
17	1,67	7,29	2,32	1,08	428	1120	3,38	5,14	63,5	201	0,190	6,63	3,84	2,93		
18	1,54	4,81	2,02	0,99	275	1030	3,39	4,25	33,8	244	0,116	4,31	2,63	2,82		
19	1,33	4,20	2,13	0,73	365	973	1,85	3,92	41,8	188	0,137	4,41	2,72	3,32		
20	1,77	5,83	2,20	0,98	319	1080	2,44	4,06	48,4	185	0,124	9,51	4,99	3,11		
21	1,03	5,10	2,15	0,78	349	896	2,75	3,27	38,2	333	0,116	8,12	3,91	2,65		
22	1,18	5,33	2,52	0,72	281	962	2,47	3,79	41,1	209	0,104	4,96	2,61	2,91		
23	1,16	5,00	1,81	0,74	445	1080	2,04	3,66	37,0	246	0,098	11,80	4,51	2,47		
24	1,01	4,37	2,21	0,66	357	887	1,66	3,65	38,6	251	0,165	9,91	4,73	3,51		
25	1,29	5,34	2,28	0,86	305	960	1,57	3,64	43,3	367	0,139	7,26	3,63	3,30		
26	1,41	7,28	2,17	0,92	334	1000	2,36	4,06	39,5	350	0,116	5,52	2,81	2,74		
27	1,70	6,18	2,74	1,05	751	1070	4,07	4,76	53,4	232	0,128	17,00	7,75	3,89		
28	2,30	7,26	2,75	1,17	494	1330	4,73	6,45	74,4	217	0,232	13,20	6,95	5,19		
29	2,07	7,81	2,92	1,07	503	1290	4,65	5,36	63,3	371	0,161	11,50	5,66	5,08		
30	1,09	4,97	2,03	0,79	612	958	2,53	4,26	46,2	261	0,216	6,27	3,29	3,72		
31	1,50	4,36	2,98	0,82	347	958	3,71	4,23	50,5	251	0,122	8,57	4,60	3,27		
32	1,48	5,97	2,65	0,83	349	992	4,31	4,20	57,9	321	0,191	8,80	4,70	3,39		
33	1,50	4,37	1,93	0,74	261	926	10,60	4,04	40,6	345	0,112	5,52	3,29	3,05		
34	1,12	4,68	2,50	0,85	255	805	4,24	3,56	38,7	294	0,106	7,78	4,03	2,95		
35	1,33	5,42	2,30	0,82	257	874	4,42	3,42	43,0	242	0,112	5,87	3,22	2,64		

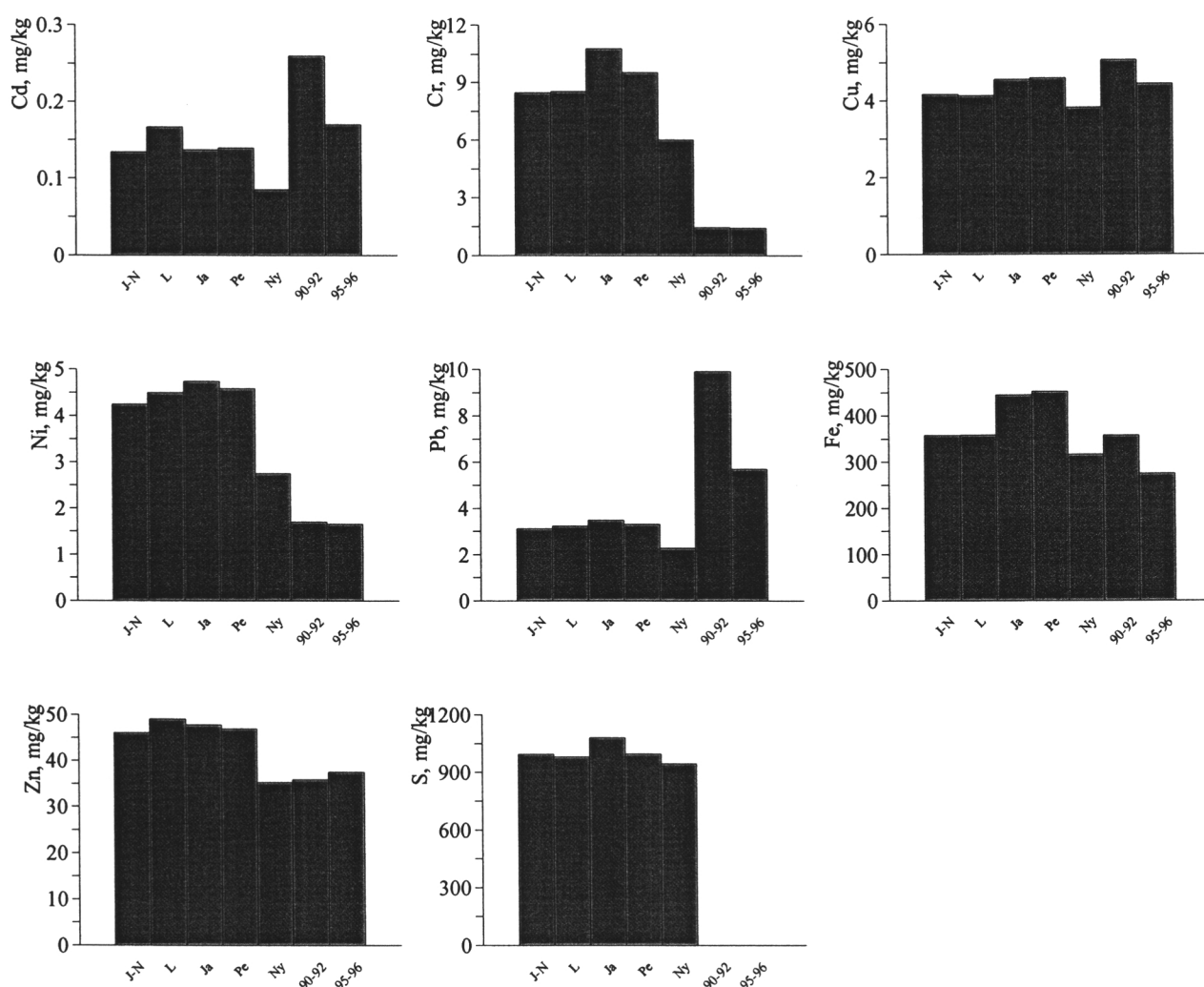


Provyta	mg/g													
	P	K	Ca	Mg	Fe	S	B	Cu	Zn	Mn	Cd	Cr	Ni	Pb
36	1,24	4,98	2,36	0,80	310	958	5,60	3,81	48,0	353	0,162	7,28	4,24	3,57
37	1,13	4,61	2,43	0,73	363	881	4,45	3,60	46,9	308	0,179	4,45	3,03	3,65
38	1,28	4,52	2,61	0,67	445	1010	3,85	4,25	50,1	205	0,167	5,79	3,53	3,89
39	2,08	8,29	2,40	1,07	278	1250	3,50	5,69	58,5	208	0,212	4,04	3,08	3,23
40	1,51	6,52	2,89	1,02	574	996	4,48	4,11	47,9	132	0,179	15,60	6,89	2,76
41	1,15	4,27	2,39	0,71	519	1140	2,82	6,68	64,0	296	0,251	6,63	4,20	6,85
42	1,46	6,16	2,66	1,04	462	949	3,49	6,14	44,8	132	0,145	8,37	4,16	3,06
43	1,18	3,81	2,53	0,82	834	1040	2,49	6,06	71,7	290	0,245	18,10	8,18	6,23
44	1,34	5,48	2,41	0,77	380	988	2,81	4,47	66,6	391	0,218	5,82	3,86	3,94
45	1,41	4,92	2,22	0,71	331	925	2,24	4,54	49,9	153	0,167	7,29	4,32	3,99
46	1,56	5,44	2,34	0,77	357	1110	3,68	4,65	47,9	206	0,145	9,75	5,25	3,40
47	1,71	6,37	2,87	1,03	302	1030	3,82	4,05	48,7	366	0,162	9,59	5,02	3,10
48	1,63	6,53	3,62	1,05	807	1150	4,75	16,00	51,7	291	0,101	28,50	11,80	4,43
49	1,21	4,98	2,30	0,91	546	1020	2,61	6,10	53,5	133	0,150	11,80	5,34	3,28
50	1,29	5,02	2,48	0,80	413	936	1,98	3,54	39,3	292	0,094	11,20	5,23	2,93
51	1,75	4,91	2,31	1,13	640	1220	4,71	78,50	53,6	197	0,194	14,40	6,47	5,14
52	1,49	5,85	2,32	0,90	438	1040	2,96	25,60	50,8	207	0,161	7,81	3,99	4,43
53	1,28	4,76	2,70	0,86	584	834	1,43	7,36	50,6	141	0,122	13,40	5,81	3,69
54	1,00	3,93	2,74	0,71	461	1030	2,22	5,02	65,4	319	0,216	8,98	4,63	6,12
55	1,40	5,98	2,16	0,88	499	983	2,21	5,60	52,0	233	0,178	22,30	10,20	3,81
56	1,35	4,48	2,59	0,72	486	1110	2,70	5,63	69,1	346	0,268	12,10	6,52	6,22
57	1,02	5,15	2,31	0,97	497	1090	2,16	5,06	47,6	227	0,139	11,00	4,76	3,44
58	1,32	5,22	2,67	0,89	822	1100	2,91	7,46	60,7	470	0,184	15,90	7,07	5,52
59	1,47	6,44	2,51	0,93	280	870	1,56	4,12	37,9	209	0,128	10,90	4,93	2,50
60	1,55	6,24	2,28	0,91	524	1060	3,18	4,70	44,4	256	0,128	8,77	3,98	3,11
61	1,91	8,00	2,63	1,06	367	1140	2,82	4,17	48,0	339	0,127	6,72	3,17	3,19
62	1,34	5,30	2,45	0,79	442	994	2,27	3,63	35,6	334	0,083	6,67	3,03	2,69
63	1,18	4,90	2,06	0,74	315	950	2,51	3,62	34,3	144	0,110	5,00	2,49	2,48
64	1,74	7,64	2,51	0,90	290	1140	2,49	3,83	40,4	438	0,082	5,60	2,76	2,68
65	2,32	9,90	3,44	1,26	228	1250	3,74	4,78	47,7	388	0,077	6,78	3,49	2,97
66	1,09	5,12	2,58	0,71	351	887	2,15	3,83	49,9	337	0,139	7,06	3,31	3,84
67	1,06	4,87	2,08	0,64	304	812	1,91	4,48	39,0	306	0,144	7,44	3,36	2,94
68	1,48	5,71	2,21	0,89	474	960	2,40	4,20	45,5	239	0,127	15,10	6,52	3,69
69	1,21	5,34	2,12	0,75	239	845	3,54	3,36	37,3	259	0,105	6,60	3,20	3,21
70	1,12	5,20	3,00	1,14	196	867	3,60	3,05	45,4	483	0,134	6,19	2,98	2,42
71	1,00	4,06	1,89	0,67	331	760	1,43	3,06	34,6	310	0,111	10,80	4,69	3,35
72	1,47	6,66	2,68	0,82	359	1000	3,27	4,15	48,4	189	0,131	9,51	4,71	2,94

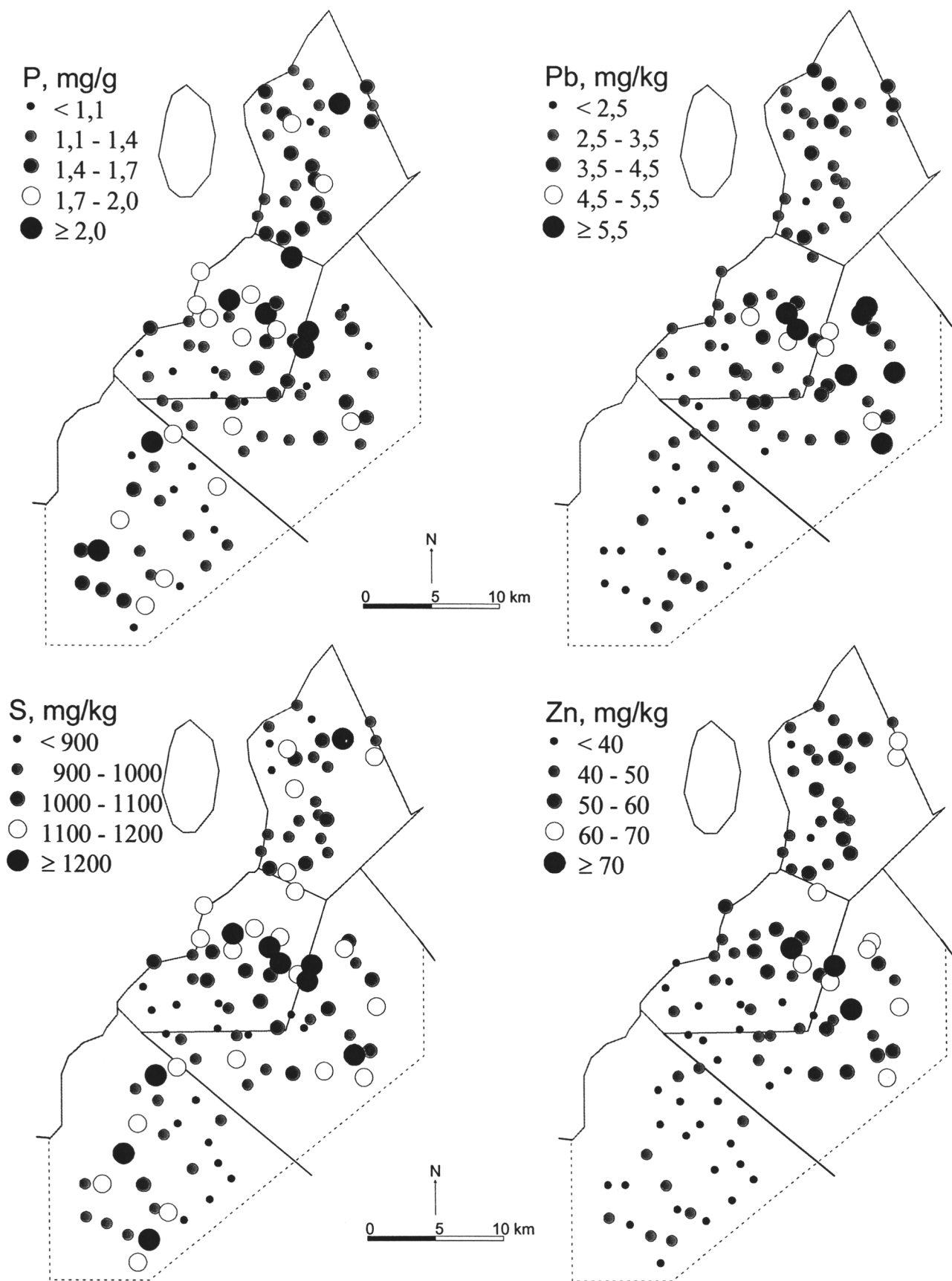
Provyta	mg/g													
	P	K	Ca	Mg	Fe	S	B	Cu	Zn	Mn	Cd	Cr	Ni	Pb
73	1,30	5,75	2,64	0,82	278	934	3,28	3,84	44,4	316	0,115	5,02	2,87	3,02
74	1,37	5,66	2,23	0,79	337	950	3,02	3,62	46,1	290	0,138	9,30	4,43	2,55
75	1,76	6,43	2,46	0,97	346	1040	4,19	4,10	49,3	310	0,167	4,83	2,82	3,11
76	1,51	5,03	2,84	0,83	784	930	3,74	3,49	52,2	434	0,111	32,30	12,60	3,18
77	1,62	6,99	2,61	1,01	360	1120	4,87	4,85	53,8	226	0,171	8,83	4,54	3,64
78	1,09	4,38	2,24	0,77	412	946	2,32	4,71	54,1	189	0,193	8,99	4,58	3,65
79	0,91	4,14	2,53	0,81	287	912	2,20	3,76	36,1	291	0,093	5,34	2,52	2,66
80	1,16	5,65	2,00	0,73	241	916	1,50	3,22	32,7	281	0,066	5,64	2,55	1,77
81	1,68	5,54	2,06	0,95	318	1110	1,74	4,38	34,5	178	0,066	6,08	2,71	2,15
82	1,21	6,25	2,08	0,80	315	948	1,97	3,66	34,8	442	0,099	5,93	2,79	2,49
83	1,03	6,03	2,12	0,76	207	851	1,08	3,65	37,5	336	0,093	3,78	1,85	1,95
84	0,97	5,20	2,17	0,76	304	885	2,10	3,86	35,4	182	0,100	5,54	2,42	2,28
85	1,07	3,85	1,83	0,63	412	850	2,35	3,95	32,6	248	0,093	6,57	2,86	2,46
86	1,15	5,78	1,85	0,83	321	888	1,75	4,64	31,4	162	0,077	5,66	2,40	1,93
87	1,21	5,48	2,11	0,81	214	931	1,89	3,78	33,2	228	0,116	3,19	1,74	2,42
88	1,30	7,35	2,07	0,89	207	828	1,65	4,00	35,4	412	0,077	5,57	2,43	1,51
89	0,86	3,84	1,88	0,65	487	800	1,17	3,66	33,3	295	0,110	7,38	3,27	2,90
90	1,53	7,98	3,03	1,11	657	952	3,93	3,77	46,0	472	0,099	7,05	2,87	2,14
91	2,04	6,84	2,31	0,99	305	1130	4,39	5,30	34,4	189	0,082	5,53	2,67	2,27
92	1,89	9,11	2,58	1,04	328	1170	3,33	4,48	44,7	220	0,104	6,83	3,24	2,52
93	1,14	5,89	2,31	0,82	357	925	2,06	3,22	35,2	407	0,088	9,46	4,14	2,52
94	1,32	7,36	1,87	0,83	298	1070	2,22	3,85	41,6	225	0,077	4,16	1,93	2,02
95	1,01	4,37	2,12	0,68	329	1110	2,06	4,68	36,4	203	0,093	3,33	1,73	2,61
96	1,89	7,12	2,99	0,88	414	1300	4,20	4,65	49,7	414	0,076	6,92	3,13	3,18
97	1,41	6,66	1,98	0,85	326	996	2,77	3,37	41,4	277	0,060	11,60	4,96	2,02
98	1,54	7,83	2,46	0,99	238	941	2,03	3,74	34,4	431	0,065	8,98	3,82	1,95
99	1,11	6,10	2,20	0,81	212	955	4,35	3,80	32,4	285	0,136	11,30	4,86	1,80
100	1,72	5,81	2,80	0,82	267	973	3,01	3,96	42,7	340	0,076	10,10	4,53	2,53
101	1,52	7,75	2,38	0,89	294	958	1,65	3,12	34,0	420	0,082	11,30	4,87	1,91
102	0,81	4,20	2,20	0,63	338	811	1,29	3,58	34,2	240	0,147	12,10	5,30	3,29
103	1,91	9,68	2,82	0,97	329	1260	2,92	4,32	40,6	468	0,066	9,88	4,50	2,76
$\bar{x}$	1,44	5,86	2,46	0,89	433	1020	2,99	5,45	46,5	284	0,137	9,43	4,57	3,32
min	0,81	3,81	1,81	0,63	196	760	1,08	3,05	31,4	132	0,060	3,19	1,73	1,51
max	2,35	9,90	3,62	1,31	1620	1380	10,60	78,50	74,4	596	0,268	32,30	12,60	6,85

Tabell 27. Mossprovernas genomsnittliga grundämneshalter i området Jakobstad – Nykarleby (P-U), Seinäjokitrakten (SJ) år 2000 (Raitio 2001), Pyhäjärvitrakten (PY) år 1997–98 (Jussila & Ojanen 1998) samt i genomsnitt i hela Finland (SF) år 1990–92 (Rühling 1994).

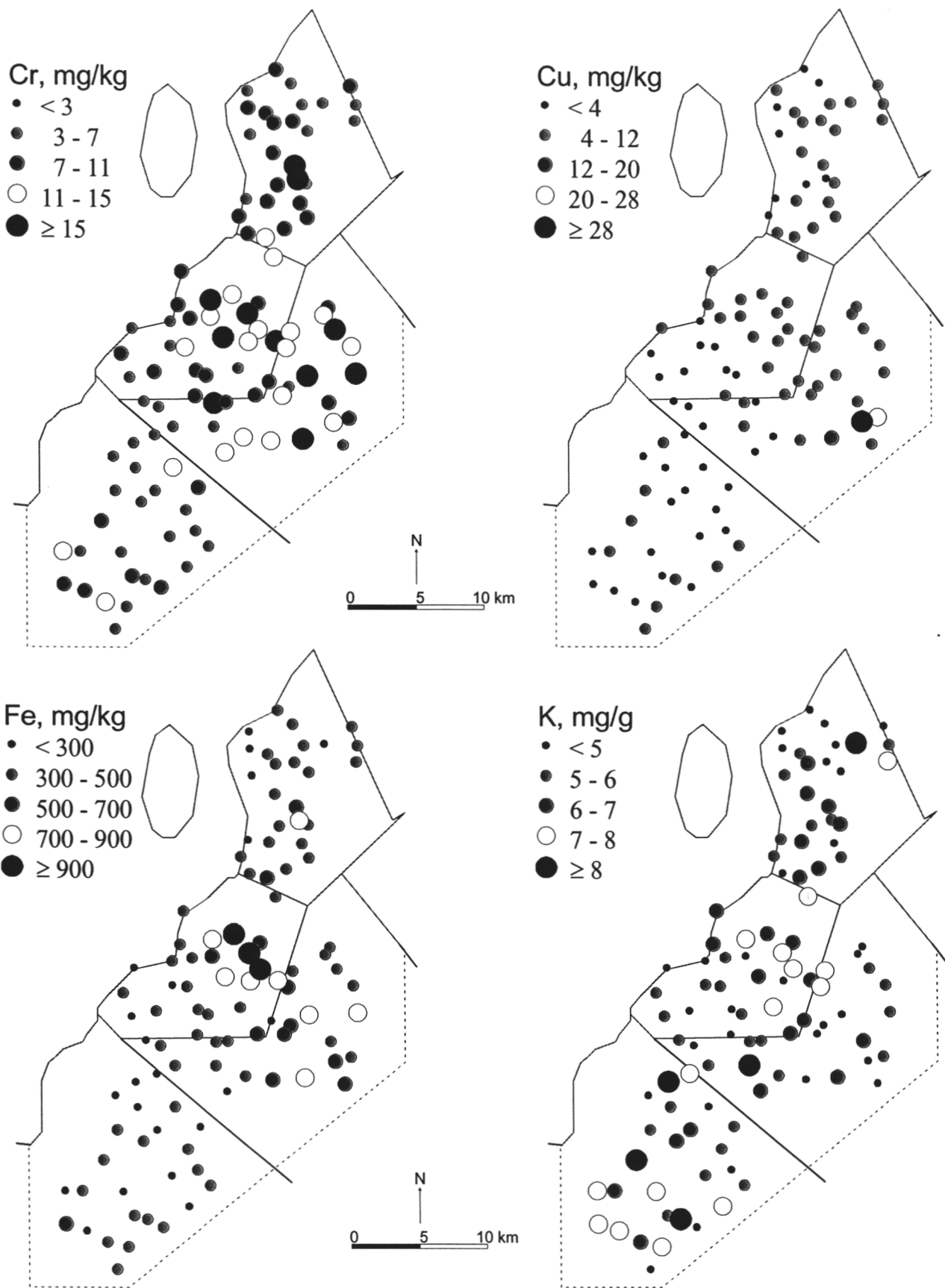
Område	Cr mg/g	Cu mg/g	Ni mg/g	S mg/g	Cd mg/g	Pb mg/g	Fe mg/g
P-U	9,4	5,45	4,57	1020	0,14	3,32	433
SJ	13,2	6,83	6,28	923	0,12	2,26	628
PY	7,5	17,90	5,10		0,21	5,80	
SF	1,7	6,31	2,13		0,28	10,70	432



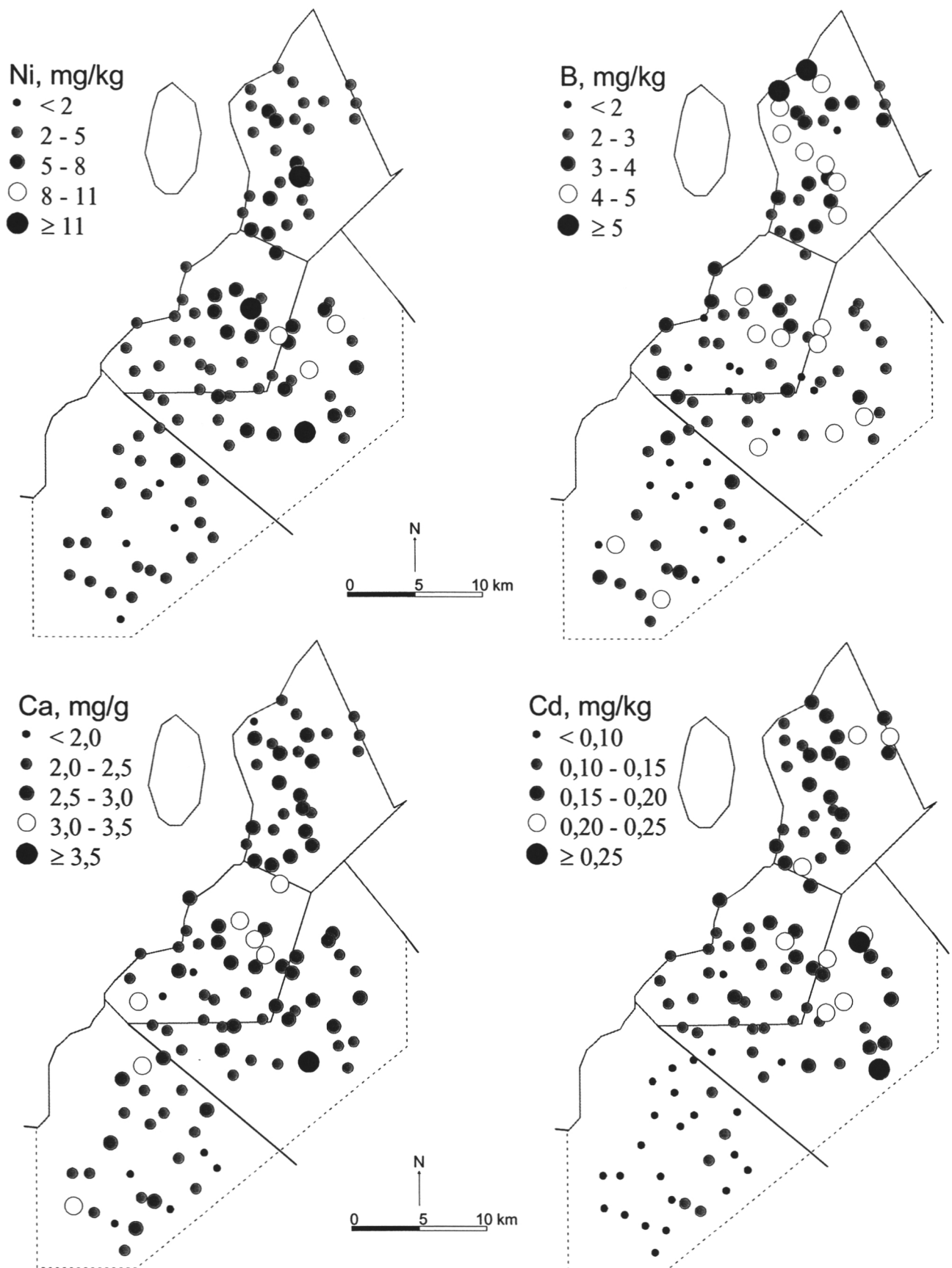
Figur 36. Medianen för mossans kadmium-, krom-, koppar-, nickel-, bly-, järn-, zink- och svavelhalter i Jakobstad - Nykarleby (J-N), Larsmo (L), Jakobstad (Ja), Pedersöre (Pe) och Nykarleby (Ny) år 2000 samt i Finland 1990-92 och 1995-96.



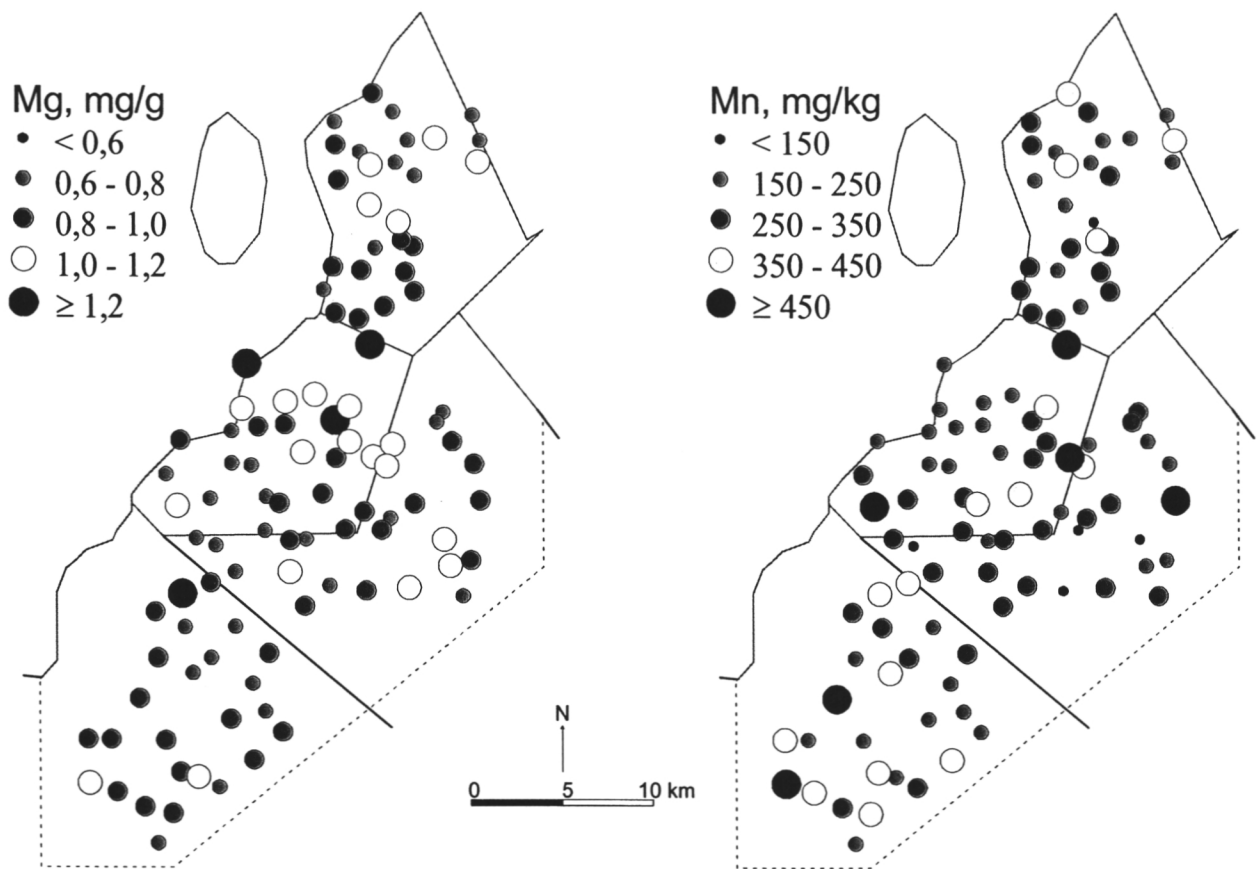
Figur 37. Mossans genomsnittliga fosfor- (P), bly- (Pb), svavel- (S) och zinkhalt (Zn) per provyta i området Jakobstad - Nykarleby år 2000 klassificerade i fem olika klasser.



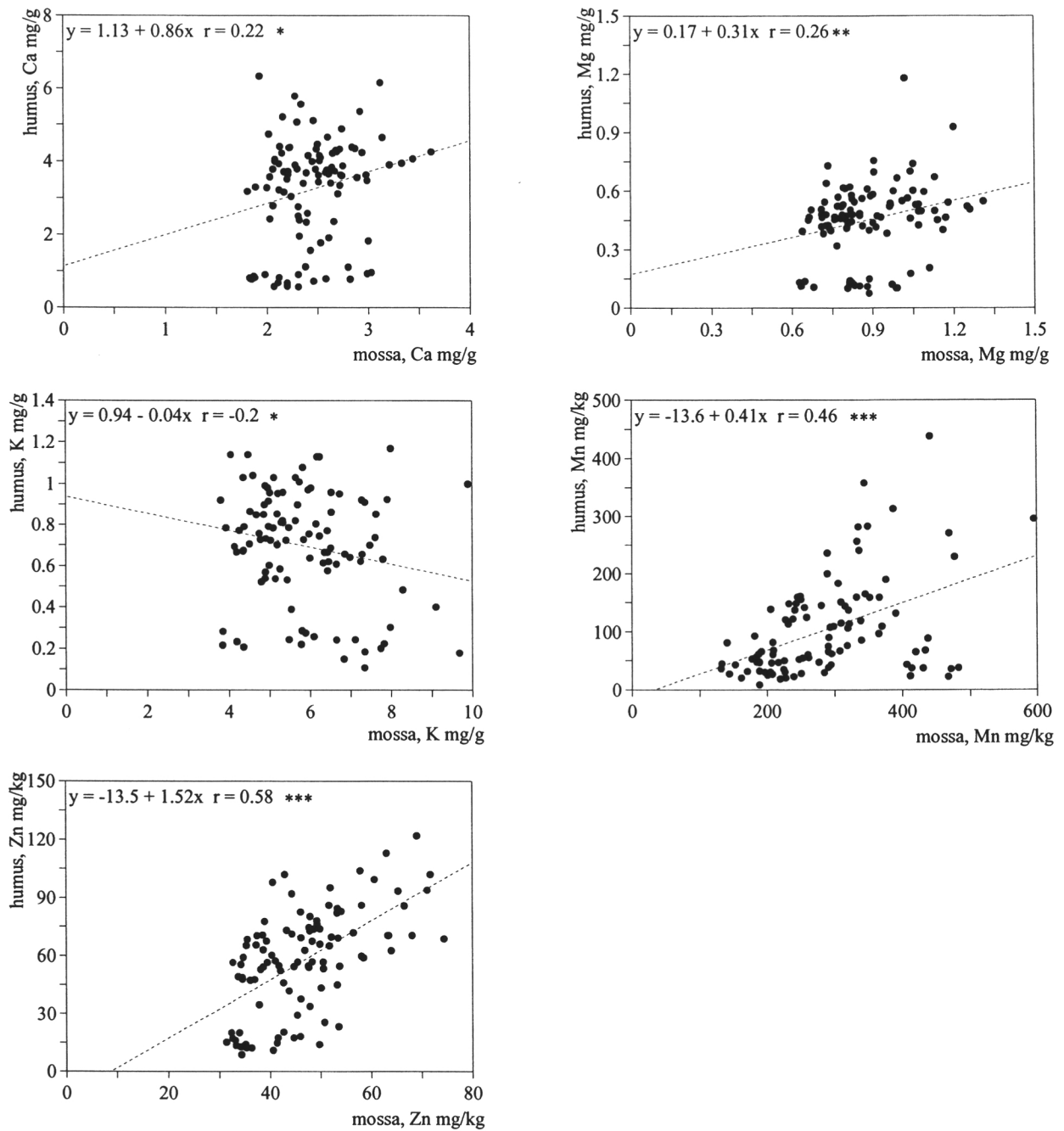
Figur 38. Mossans genomsnittliga krom- (Cr), koppar- (Cu), järn- (Fe) och kaliumhalt (K) per provyta i området Jakobstad - Nykarleby år 2000 klassificerade i fem olika klasser.



Figur 39. Mossans genomsnittliga nickel- (Ni), bor- (B), kalcium- (Ca) och kadmiumhalt (Cd) per provyta i området Jakobstad - Nykarleby år 2000 klassificerade i fem olika klasser.

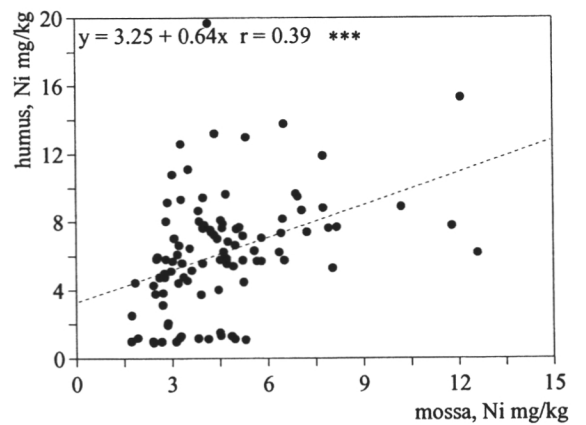
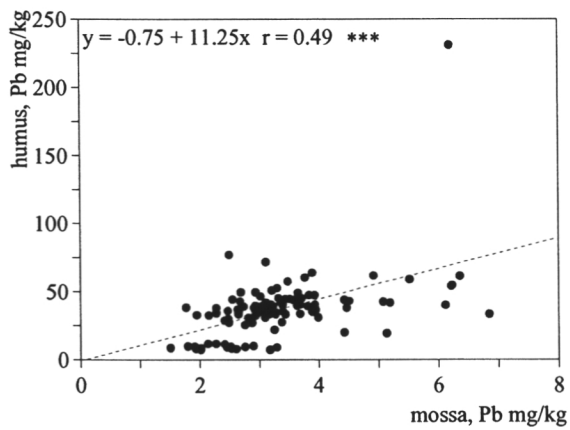
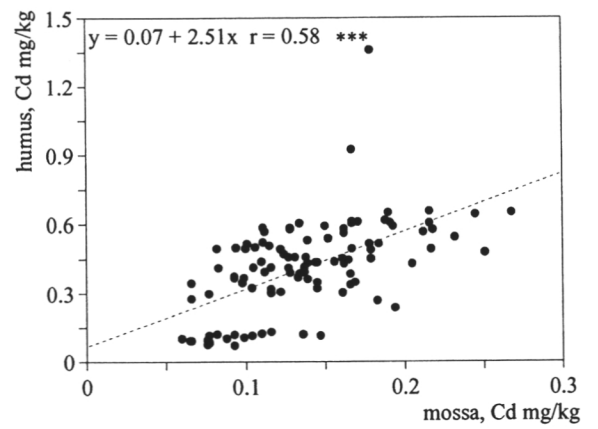
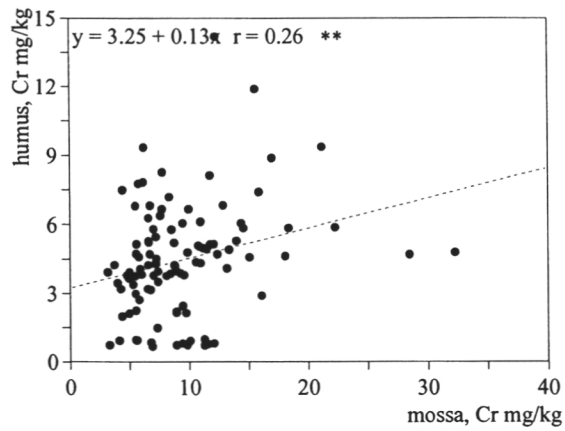


Figur 40. Mossans genomsnittliga magnesium- (Mg) och manganhalt (Mn) per provyta i området Jakobstad - Nykarleby år 2000 klassificerade i fem olika klasser.



Figur 41. Korrelationen mellan humus- och mossprovernas genomsnittliga kalcium- (Ca), magnesium- (Mg), kalium- (K), mangan- (Mn) och zinkhalter (Zn).





Figur 42. Korrelationen mellan humus- och mossprovernas genomsnittliga krom- (Cr), kadmium- (Cd), bly- (Pb) och nickelhalter (Ni).

## 4. Sammandrag

Bioindikatoruppföljning av luftkvaliteten i skogsmiljö har blivit allt vanligare i Finland under de två senaste decennierna. Sådana har gjorts både som engångsundersökningar och som regelbundet återkommande uppföljningar. En bioindikator är en organism, ett organismsamhälle eller en del därav, med vars hjälp man undersöker miljöns kvalitet. En förändring i bioindikatorns struktur, funktion eller kemiska sammansättning indikerar bl.a. förekomst och spridning av luftföroreningar samt deras inverkan.

Resultaten av en bioindikatoruppföljning beskriver effekterna av utsläpp indirekt, för det är mycket sällsynt, speciellt i Finland, att luftföroreningar direkt inverkar på vegetationen. Förändringarna i bioindikatorerna sker i allmänhet långsamt, så resultaten beskriver föroreningarnas inverkan på lång sikt.

År 2000 omfattade uppföljningsområdet staden Jakobstads område samt delar av Larsmo och Pedersöre kommuners och Nykarleby stads områden. På området inrättades ett enhetligt 2 x 2 km<sup>2</sup> rutsystem. I varje ruta inrättades en provyta i ett talldominerat bestånd, som skulle vara 70–90 år gammal medelålders ekonomiskog eller av ännu äldre utvecklingsklass. Beståndet skulle vara på skogsmark bestående av växtlig momark och skogstypen i första hand ljung- (CT) eller lingontyp (VT). Sammanlagt 103 provytor inrättades.

Som observations- och provträd valdes tio tallar i det dominerande kronskiktet med stamdiameter över 20 cm vid brösthöjd. I samband med karteringen av trädbeståndet mättes provträdens avstånd från mittpunkten och deras riktning i förhållande till provytans mittpunkt bestämdes. På provträden mättes diametern vid brösthöjd, längden och den levande kronans nedre gräns. Trädbeståndets grundyta (m<sup>2</sup>/ha) på provytan mättes med relaskop genom två relaskopobservationer. Det dominerande beståndets ålder bestämdes genom att ta ut borrhålen från ett med grundytan viktat medianträd.

För varje provbestånd bedömdes kronutglesningen och färgfelen på tio provträd. Dessutom analyserades grundämneshalterna i de yngsta och de ett år äldre barren i samlingsprover från varje bestånd. Grundämneshalterna i moss- och humusprover bestämdes också och en lavkartering gjordes.

I området Jakobstad – Nykarleby var humusskiktets tjocklek i genomsnitt 39 mm och humusens surhet motsvarade normal surhetsgrad i torr mo. Humusens genomsnittliga kvävehalter var relativt höga med beaktande av provytornas skogstyp och speciellt i Nykarleby påträffades högre kvävehalter i humusen än på det övriga området. Detta kan delvis bero på långvarig inverkan av pälsfarmningen. Halterna av övriga undersökta grundämnen var däremot betydligt lägre i Nykarleby än på andra platser. Orsaken till detta torde vara annan jordmån och berggrund.

Provträdens genomsnittliga kronutglesning (11,8 %) var något större än på tallar av motsvarande ålder i södra Finland år 2000 (9,8 %). De provträd som hade den största kronutglesningen fanns i Larsmo kommun (13,5 %) och den minsta kronutglesningen fanns i Nykarleby (10,6 %). I Jakobstad var provträdens genomsnittliga barrförlust 12,2 % och i Pedersöre 10,8 %. Den regionala fördelningen av provträdens kronutglesning visade att man med hjälp av den här indikatorn inte kan bilda separata, större zoner, som kunde avspegla skillnader i luftkvaliteten. Provträdens kronutglesning på det undersökta området

beror snarare på trädens ålder och knapp tillgång på huvudnäringsämnen än på luftföroreningar.

De lavararter som förekommer på det undersökta området i Jakobstad påverkas framför allt av utsläppen av kväveoxider och svaveldioxid samt de unga provvyternas relativt stora andel av provvyterna. Att IAP-värdena och antalet arter var lägre på tätorts- och industriområdena på det undersökta området än på bakgrundsområdena indikerar att luftföroreningarna är högre i tätorts- och industrimiljö. Nedfallet från de stora industrianläggningarna påverkas av många faktorer såsom utsläppskällans höjd, temperaturförhållanden och rådande vindriktningar. De kan påverka på ett stort avstånd från utsläppskällan.

Mellan Nykarleby och de övriga orterna observerades statistiskt signifikanta skillnader i antal lavararter och IAP-värden. I Nykarleby var antalet arter och IAP-värdena i genomsnitt betydligt lägre än i de tre övriga kommunerna. Den viktigaste orsaken till det låga antalet arter i Nykarleby torde vara de kväveföreningar som kommer från pälsfarmerna. Också i Pedersöre förekom låga artantal och IAP-värden i närheten av pälsfarmer. I Larsmo kommun finns inga stora, enskilda utsläppskällor, men utsläppen från UPM-Kymmene Oyj:s fabriker i Jakobstad sprids med de rådande vindarna mot norr. Det genomsnittliga antalet lavararter på provvyterna i Larsmo var dock inte lågt, bara på enstaka provvytor var antalet arter under fem. De här ytorna låg antingen nära någon pälsfarm eller också var beståndet på provvytan ungt, cirka 50 år.

På basis av barranalyserna var barrrens halter av de viktigaste växtnäringsämnena mycket nära den allmänna nivån i landet med undantag av kväve. Provträdens goda kvävesituation torde bero på kväveutsläpp från trafiken och framför allt pälsfarmerna. Jämfört med den utredning som gjordes år 1992 hade kvävehalterna förblivit oförändrade, medan svavelhalterna hade sjunkit betydligt. Orsaken till den stora nedgången i barrrens svavelhalt torde vara en motsvarande förändring i SO<sub>2</sub>-halterna i luften och i svavelnedfallet. Barrrens genomsnittliga svavelhalter motsvarade de värden som allmänt påträffas i stadsmiljö i Finland. Halter som överstiger 1300 mg/kg och som anses vara påtagligt förhöjda och avspeglar höga svaveldioxidhalter i luften påträffades inte alls. Svavelhalter över 1000 mg/kg påträffades dock på knappt en femtedel av provvyterna. Barrrens nickel-, krom- och kadmiumhalter var mycket låga och motsvarade bakgrundsvärdena i landet.

Tungmetallhalterna i mossan var lägre i Nykarleby än i Jakobstad, Pedersöre och Larsmo. De högsta tungmetallhalterna i mossan påträffades i Jakobstad och Pedersöre. Orsaken till detta torde delvis vara trafiken, bosättningen och den lokala industrin.

## Litteratur

- Ahonen, A. 1999. Ilmanlaatu Pietarsaaren seudulla vuonna 1999. Moniste. J.P. Pulkkisen kalibrointi Ky. 28 s.
- Airola, H. & Soininen, J. 2000. Ilmanlaadun bioindikaattoriseuranta metsäympäristössä: tarkkailuohjelma Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan maakuntien alueelle. Uudenmaan ympäristökeskus, Monisteita nro 66. 69 s.
- Bartels, U. 2000. ICP Forests 4th Needle/Leaf Interlaboratory Test 1999/2000. Results. UN/ECE-EC, Brussels, Geneva. 35 s + liitteet.
- Derome, J., Lindroos, A.-J. & Lindgren, M. 2001. Soil acidity parameters and defoliation degree in six Norway spruce stands in Finland. *Water, Air, and Soil Pollution* 1: 169–186.
- Ende, H.-P. & Evers, F.H. 1997. Visual magnesium deficiency symptoms (coniferous, deciduous trees) and threshold values (foiliar, soil). Teoksessa: Hüttl, R.F. & Schaaf, W. (Toim.). *Magnesium deficiency in forest ecosystems*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Boston, London. s. 3–21.
- Ferm, A., Hytönen, J., Lähdesmäki, P., Pietiläinen, P. & Pätilä, A. 1990. Effects of high nitrogen deposition on forests: case studies close to fur animal farms. Teoksessa: Kauppi, P., Anttila, P. & Kenttämies, K. (Toim.). *Acidification in Finland*. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg. s. 635–668.
- Geologinen tutkimuslaitos. 1981. Suomen geologinen kartta, kallioperäkartta. Lehti-2331-Pietarsaari.
- Hosiaislouma, V. 1996. Bioindikaattoriseuranta pääkaupunkiseudulla 1970–1995. Muistio. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta. 63 s.
- Huttunen, S., Manninen, J., Laine, K., Forsten, P., Pakonen, T. & Törmälehto, H. 1979. Rikkiyhdisteiden leviäminen ja vaikutus kasvillisuuteen Porissa vuonna 1979. Porin kaupungin tutkimuksia 32. 38 s.
- Häkkinen, A.J., Valkama, I., Pesonen, R., Jokinen, J., Saari, H. & Vallinoja, I. 1992. Pietarsaaren seudun ilmanlaadun perusselitys 1989–1991. Ilmatieteenlaitos, Ilmanlaatuosasto. Helsinki. 113 s + liitteet.
- Ilvessalo, Y. 1960. Suomen metsät kartakkeiden valossa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 52(2): 1–70.
- Jokinen, J., Haarala, S. & Anttila, T. 1995. Seinäjoen seudun bioindikaattoritutkimukset vuonna 1995 männyn vauriokartoitusmenetelmällä. Ilmatieteen laitos, Ilmanlaatuosasto. Moniste. 22 s.
- Jukka, L. 1988. Metsänterveysopas. Metsätuhot ja niiden torjunta. Samerka Oy, Helsinki. 168 s.
- Jukola-Sulonen, E.-L. & Kleemola, J. 1994. Havupuiden epifyyttijäkälät ympäristöindikaattoreina. Julkaisussa: Mälkönen, E. & Sivula, H. (Toim.). *Suomen metsien kunto. Metsien terveydentilan tutkimusohjelman väliraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 527: 54–71.
- Jussila, I. 1992. Paraisten kaupungin ilman laadun seuranta bioindikaattorien avulla vuonna 1991. Tutkimusraportti 5/1992. Turun yliopisto, Satakunnan ympäristökeskus. 39 s.
- Jussila, L. 1994. Uudenkaupungin-Rauman alueen ilman laadun seuranta bioindikaattorien avulla vuosina 1993–1994. Turun yliopisto, Satakunnan ympäristökeskus. Sykesarja B 10. 54 s.
- Jussila, I. 1996. Turun seudun ilman laadun seuranta bioindikaattorien avulla vuosina 1995–1996. Turun yliopisto. Satakunnan ympäristöntutkimuskeskus. Sykesarja B 11. 54 s.

- Jussila, I. 1997. Porin-Harjavallan ja Pohjois-Satakunnan alueen bioindikaattoriseuranta vuosina 1996–1997. Turun yliopisto. Satakunnan ympäristöntutkimuskeskus. SYKESARJA B 1278 s.
- Jussila, I., Laihonen, P. & Jormalainen, V. 1991. Porin-Harjavallan alueen ilman laadun seuranta bioindikaattorien avulla vuonna 1990. Turun yliopisto, Satakunnan ympäristöntutkimuskeskus. Sykesarja B2. 62 s.
- Jussila, I. & Ojanen, M. 1998. Pyhäjärvi-seudun ilman laadun seuranta bioindikaattorien avulla vuosina 1997–1998. Turun yliopisto. Satakunnan ympäristöntutkimuskeskus. Sykesarja B 13. 68 s.
- Jussila, I., Joensuu, E. & Laihonen, P. 1999. Ilman laadun bioindikaattoriseuranta metsäympäristössä. Ympäristöministeriö, ympäristöopas 59. 57 s.
- Kauppi, M. & Mikkonen, A. 1975. Kristiinankaupungin höyryvoimalaitoksen ympäristötutkimus, perustilanne vuosina 1972–74. Tutkimusraportti. Oulun yliopisto ja Pohjo-lan Voima Oy. 127 s.
- Kauppi, M., Mikkonen, A. & Kauppi, A. 1977. Kaskisten sulfaattiselluloosatehtaan ympäristötutkimus, perustilanne vuosina 1975–1976. Tutkimusraportti. Oulun yliopisto, kasvitieteen laitos. 102 s.
- Kekäläinen, H. & Vanhatalo, M. 1993. Kokkolanseudun ilmanlaadun bioindikaattori-tutkimus vuonna 1992. Kokkolan ympäristötoimiston julkaisuja 7/93. 99 s.
- Kubin, E., Lippo, H. & Poikolainen, J. 1998. Sammalet, jäkälä ja kaarna raskasmetalli-laskeuman indikaattoreina. Julkaisussa: Mälkönen, E. (toim.): Ympäristömuutos ja metsien kunto. Metsien terveydentilan tutkimusohjelman loppuraportti. Metsäntutki-muslaitoksen tiedonantoja 691: 62–63.
- Kuusinen, M. 1986. Suomen lupot (suvut *Alectoria* ja *Bryoria*). Lutukka 2: 70–76.
- Kuusinen, M., Mikkola, K. & Jukola-Sulonen, E.-L. 1990. Epiphytic Lichens on Conifers in the 1960's to 1980's in Finland. – Julkaisussa: Kauppi, P., Anttila, P. & Kenttä-mies, K. (Toim.). Acidification in Finland. Springer-Verlag, Berlin. s. 397–420.
- Käll, S. 1999. Bioindikatorundersökning i Nykarleby 1999. Tallepifyter, kronutglesning. Moniste. 22 s.
- Lammi, R. 1982. Undersökning av luftkvaliteten i Jakobstad år 1981–1982. Kommunal-förbundets för folkhälsoarbetet i Jakobstadsnejden laboratorium och Oy Wlh. Schauman Ab:s Jakobstads fabrikers utvecklingsavdelnings laboratorium. Moniste.
- LeBlanc, F. & DeSloover, J. 1970. Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal. Canadian Journal of Botany 48: 1485–1496.
- Lindgren, M., Salemaa, M. & Tamminen, P. 2000. Forest condition in relation to environ-mental factors. Teoksessa: Mälkönen, E. (Toim.). Forest condition in a changing envi-ronment – the Finnish case. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Boston, Lon-don. Forestry Sciences 65: 142–155.
- Lipas, E. 1985. Kasvupaikan puuntuotoskyvyn ja lannoitustarpeen arviointi maan ominai-suuksien avulla. Summar: Assessment of site productivity and fertilizer requirement by means of soil properties. Folia Forestalia 618: 1–16.
- Lundmark, J.-E. 1986. Skogsmarkens ekologi. Ståndortsanpassat skogsbruk. Del 1 – Grunder. Fälths Tryckeri. Värnamo. 158 s.
- Manninen, J. 1978. Ilman laadun vyöhykkeisyys Porin kaupungissa. Epifyyttijäkälätutki-mus. Porin kaupungin tutkimuksia 31. 21 s.
- Merilä, P., Lindgren, M., Raitio, H. & Salemaa, M. 1998. Relationships between crown condition, tree nutrition and soil properties in the coastal *Picea abies* forests (western Finland). Scandinavian Journal of Forest Research 13: 413–420.
- Mäkinen, A., Pihlström, M. & Ruuhijärvi, R. 1992. Pääkaupunkiseudun metsien bio-indikaattoriseuranta vuonna 1992. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 9. 97 s.

- Nash, III, T.H. & Gries, C. 1995. The response of lichens to atmospheric deposition with an emphasis on the Arctic. *The Science of the Total Environment* 160/161: 737–747.
- Niskanen, I. 1992. Kotkan alueen metsien bioindikaattoritutkimus. Kotkan kaupunki, ympäristöviraston julkaisu 1. 41 s.
- Niskanen, I. & Ellonen, T. 1997. Kotkan kaupungin ilmanlaadun bioindikaattoriseuranta vuonna 1997. Kotkan kaupungin ympäristökeskuksen julkaisu 3.
- Niskanen, I. & Ellonen, T. 1998. Pääkaupunkiseudun ilmanlaadun bioindikaattoriseuranta vuonna 1998. – Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1998:12. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (YTV). 59 s.
- Niskanen, I. & Ellonen, T. 1999. Kuopion kaupungin ilman laadun bioindikaattoriseuranta vuonna 1999. Kuopion kaupungin ympäristökeskus. Kuopion kaupunki, Erillisselvitykset Er 1999:9. 42 s + liitteet.
- Niskanen, I., Ellonen, T. & Witick, A. 1998. Kokkolan seudun ilman laadun bioindikaattoritutkimus vuonna 1997. Jyväskylän yliopisto. Ympäristötutkimuskeskuksen tiedonantoja 150. 83 s + liitteet.
- Niskanen, I., Ellonen, T., Nousiainen, O., Veijola, H. & Miettinen, M. 1999a. Pohjois-Karjalan bioindikattoritutkimus vuosina 1998-1999. Pohjois-Karjalan ympäristökeskus. *Alueelliset ympäristöjulkaisut* 146: 1–115.
- Niskanen, I., Veijola, H., Ellonen, T. & Nousiainen, O. 1999b. Jyväskylän ilmanlaatu. Bioindikaattoritutkimus. Jyväskylän kaupunki, ympäristövirasto. Sarjanumero 4, julkaisu 1.
- Niskanen, I., Ellonen, T. & Nousiainen, O. 2001. Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan maakuntien alueen ilmanlaadun bioindikaattoritutkimus vuosina 2000–2001. Uudenmaan ympäristökeskus. *Alueelliset ympäristöjulkaisut* 238. 120 s.
- Nuorteva, H. & Kurkela, T. 1993. Effects of crown reduction on needle nutrient status of Scedoderris-cancer-diseased and green-pruned Scots pine. *Canadian Journal of Forest Research* 23: 1169–1178.
- Osmo, J. & Kjellman, J. 1991. Ilmanlaadun bioindikaattoriseuranta Vaasassa, Mustasaarella ja Maalahdessa 1990–1991. Vaasan kaupungin ympäristösuojelulautakunnan 2/91. xx s.
- Oy Keskuslaboratorio – Centrallaboratorium Ab. 1973. Väliraportti Oy Wlh. Schauman Ab Pietarsaaren tehtaiden ympäristössä suoritetuista immisiomittauksista. Moniste.
- Pihlström, M. & Myllyvirta, T. 1995. Ilman epäpuhtauksien leviämisen ja vaikutustutkimus Itä-Uudellamaalla, Lahden seudulla, Mikkelin läänissä ja Joutsassa 1994–1995. Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys r.y. 96 s.
- Pihlström, M. & Myllyvirta, T. 2001. Ilman epäpuhtauksien leviäminen ja vaikutukset metsiin vuosina 1999-2000 Itä-Uudellamaalla, Päijät-Hämeessä, Kymenlaaksossa ja osassa Keski-Suomen kuntia. Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien ja ilmansuojeluyhdistys r.y. Tutkimusraportti.
- Raitio, H. 1987. Neulasvuosikertojen merkitys neulasanalyysin tulkinnessa. *Silva Fennica* 21.1: 11–16.
- Raitio, H. 1991. Neulas- ja lehtianalyysi diagnostisena tutkimusmenetelmänä. *Luonnon Tutkija* 95: 15–18.
- Raitio, H. 1994. Kangasmetsien ravinnetila neulasanalyysien valossa. Julkaisussa: Mälkönen, E. & Sivula, H. (Toim.). Suomen metsien kunto. Metsien terveydentilan tutkimusohjelman väliraportti. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 527: 25–34.
- Raitio, H. 2001. Seinäjoen seudun ilmanlaadun bioindikaattoriseuranta metsäympäristössä vuonna 2000. Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusasema. Moniste. 50 s.
- Raitio, H., Tamminen, P., Tuovinen, J.-P. & Anttila, P. 2000. Tree nutrient status. Teoksessa: Mälkönen, E. (Toim.). Forest condition in a changing environment – The

- Finnish case. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht/Boston/London. ss. 93–102.
- Rautio, P. 2000. Nutrient alterations in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) under sulphur and heavy metal pollution. *Acta Universitatis Ouluensis, Scientiae Rerum Naturalium A* 353. 52 s. + liitteet.
- Riek, W. & Wlff, B. 1995. Deutscher Beitrag zur europäischen Waldbodenzustandserhebung (Level I). Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Institut für Forstökologie und Waldfassung, Eberswald. 79 s.
- Rüling, Å. (Toim.). 1994. Atmospheric heavy metal deposition in Europe – estimations based on moss analysis. *Nord* 9. 53 s.
- Rühling, Å. & Steiness, E. (Toim.). 1998. Atmospheric heavy metal deposition in Europe 1995-1996. *Nord* 15. 67 s.
- Räsänen, I. & Lepola, A. 1990. Seinäjoen, Nurmon ja Ilmajoen alueen päästöjen tarkkailuryhmä. Bioindikaattoritutkimukset 1989 sammalmenetelmällä. Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy. 18 s + liitteet.
- Salminen, S. 1981. Vuosien 1971–75 valtakunnallisia metsävaratietoja karttamuodossa. *Folia Forestalia* 483: 1–42.
- Saranpää, J. 1998. Ilmanlaatu Seinäjoen seudulla 1999. Seinäjoen ammattikorkeakoulun teknologia- ja yrityspalvelukeskus SeiTek. Moniste 28 s.
- Saranpää, J. 1999. Ilmanlaatu Seinäjoen seudulla 1999. Seinäjoen ammattikorkeakoulun teknologia- ja yrityspalvelukeskus SeiTek. Moniste 27 s.
- Stegfan, K., Fürst, A., Hacker, R. & Bartels, U. 1997. Forest Foliar condition in Europe. Results of large-scale foliar chemistry surveys. EC-UN/ECE-FBA, Brussels, Geneva, Vienna. 207 s.
- SFS Suomen standardisoimisliitto. 1990. Ilmansuojelu. Bioindikaatio. Jäkäläkartoitus. SFS 5670. 1990-12-21. 9 s.
- SFS Suomen standardisoimisliitto. 1990. Ilmansuojelu. Bioindikaatio. Sammalten kemiallinen analyysi. Näytteenotto, esikäsittely ja tulosten esittäminen. SFS 5671. 1990-12-21. 4 s.
- Takala, P. 1999. Ilman laatu Länsi-Suomessa vuosina 1993–1997. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen moniste 46. 69 s.
- Tamminen, P. 1991. Kangasmaan ravinnetunnusten ilmaiseminen ja viljavuuden alueellinen vaihtelu Etelä-Suomessa. *Folia Forestalia* 777: 1–40.
- Tamminen, P. 1993. Pituusboniteetin ennustaminen kasvupaikan ominaisuuksien avulla Etelä-Suomen kangasmetsissä. Summary: Estimation of site index for Scots pine and Norway spruce stands in South Finland using site properties. *Folia Forestalia* 819: 1–26.
- Tamminen, P. 1998. Maaperätekijät. Julkaisussa: Mälkönen, E. (Toim.). Ympäristömuutos ja metsien kunto. Metsien terveydentilan tutkimusohjelman loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691: 64–82.
- Tamminen, P. 2000. Soil factors. Teoksessa: Mälkönen, E. (Toim.). Forest condition in a changing environment – The Finnish case. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht/Boston/London. s. 72–86.
- UN-ECE. 1998. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests.
- Urvas, L. & Erviö, R. 1974. Metsätyypin määräytyminen maalajin ja maaperän kemiallisten ominaisuuksien perusteella. *J. Sci. Agr. Soc. Finland* 3: 307–319.
- Viro, P.J. 1951. Nutrient status and fertility of forest soil. I. Pine stands. Selostus: Metsämaan ravinnesuhteet ja viljavuus. I. Männiköt. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 39(4): 1–54.
- Äyräs, M. & Pohjola, R. 1996. Seinäjoen ympäristön bioindikaattoritutkimus. Geologian tutkimuskeskus. 6 s + liitteet.





## BILAGA 2.

Antal arter, förekomstfrekvenser och skadeklasser bestämda enligt punktfrekvensmetoden separat för varje provyta (Yta). Arter = antal observerade indikatorarter; Arter-H/S = antal observerade indikatorarter minus flarnlav och trädgrönelav; Hypo före.k.f. = blåslavens relativa förekomstfrekvens; Bryo före.k.f. = tagellavarnas relativa förekomstfrekvens; Hypo skad = medianen för blåslavens skadeklass; Allmän skada = lavarnas allmänna skadeklass eller medianen för tagellavarnas skadeklass; IAP = luftens renhetsindex.

Yta	Arter	Arter-H/S	Hypo före.k.f.	Bryo före.k.f.	Hypo skad	Allmän skada	IAP
1	6	6	0,2365	0	2	3	1,15
2	7	6	0,223	0	2	3	1,52
3	6	5	0,263	0	2	3	0,94
4	7	6	0,1945	0	2	3	1,03
5	8	7	0,151	0	2	3	1,19
6	5	4	0,2125	0	2	3	0,70
7	8	6	0,091	0	2	3	1,42
8	3	2	0,0575	0	3	3	0,59
9	5	3	0,2025	0	2	3	0,57
10	6	5	0,1935	0	2	3	1,15
11	4	3	0,175	0	2	3	0,73
12	4	3	0,153	0	2	3	0,83
13	3	2	0,066	0	2	3	0,40
14	6	5	0,086	0	2	3	0,97
15	5	4	0,066	0	2	3	1,00
16	6	5	0,0675	0	2	3	0,94
17	7	6	0,17	0	2	2,5	1,36
18	5	4	0,0395	0	2	3	0,80
19	8	7	0,077	0	2	3	1,93
20	10	8	0,1125	0	2	3	1,43
21	6	5	0,143	0	2	3	1,30
22	6	4	0,0555	0	2	3	0,84
23	4	3	0,0405	0	2	3	0,69
24	7	6	0,047	0	2	3	1,12
25	7	6	0,1485	0	2	3	1,17
26	5	4	0,084	0	2	3	1,04
27	4	3	0,1905	0	2	3	0,70
28	9	7	0,196	0,0005	1	2	1,86
29	6	5	0,179	0	1	3	1,16
30	8	6	0,036	0	2	3	1,13
31	11	9	0,05	0,0002	1	2	1,52
32	7	5	0,1525	0	2	2	1,31
33	5	4	0,157	0	2	3	1,01
34	4	3	0,123	0	2	3	0,97
35	6	5	0,1865	0	2	3	1,01
36	6	5	0,19	0	2	2	1,16
37	6	5	0,084	0	1	2	1,39
38	6	5	0,076	0	1	2	1,07
39	4	3	0,142	0	2	3	0,71
40	7	6	0,1355	0	2	3	1,21
41	8	7	0,052	0	2	2	1,78
42	6	5	0,12	0	2	3	1,06
43	7	6	0,0575	0	2	3	1,51
44	10	9	0,277	0	1	1	2,01
45	6	5	0,1385	0	2	3	1,23
46	8	7	0,167	0	2	3	1,07
47	5	4	0,17	0	2	3	1,00
48	8	7	0,095	0	2	2	1,35
49	7	6	0,0415	0	3	3	1,11
50	5	4	0,03	0	2	3	0,73
51	6	5	0,062	0	2	3	0,93
52	7	6	0,104	0	2	3	1,30

Yta	Arter	Arter- H/S	Hypo förek.f.	Bryo förek.f	Hypo skad	Allmän skada	IAP
53	8	7	0,0475	0	2	3	1,63
54	7	6	0,0215	0	2	2	1,37
55	4	3	0,1575	0	2	3	0,97
56	9	7	0,1015	0	1	2	1,61
57	2	1	0	0	4	4	0,03
58	5	4	0,112	0	2	3	0,95
59	4	3	0,089	0	2	3	0,79
60	5	4	0,081	0	2	3	0,70
61	4	3	0,1525	0	2	3	0,83
62	4	3	0,057	0,0015	2	3	0,76
63	6	5	0,0445	0	2	3	1,06
64	5	4	0,018	0	2	3	0,84
65	5	4	0,083	0	2	3	0,98
66	6	5	0,169	0	2	3	0,98
67	6	5	0,117	0	2	3	0,91
68	5	4	0,0725	0	2	3	0,99
69	7	6	0,168	0	1	3	1,30
70	5	4	0,066	0	2	3	1,09
71	5	4	0,035	0	3	3	1,05
72	6	5	0,199	0	2	3	1,05
73	8	6	0,0115	0	1	2	1,44
74	6	5	0,0805	0	2	3	0,99
75	4	3	0,101	0	2	3	0,97
76	9	8	0,1525	0,001	1	2	2,35
77	10	9	0,196	0	1	1	2,23
78	8	7	0,05	0	1	1	1,66
79	3	2	0	0	4	3	0,61
80	3	2	0,0005	0	3	3	0,50
81	2	1	0	0	4	4	0,03
82	5	4	0,025	0	2	3	0,94
83	5	4	0,0575	0	2	3	1,01
84	7	6	0,025	0	2	2	1,30
85	8	7	0,0275	0	2	2	1,58
86	5	3	0,0025	0	2	3	0,99
87	10	9	0,0315	0	2	2	1,85
88	5	4	0,099	0	2	3	1,11
89	4	3	0,012	0	2	3	0,77
90	4	3	0,1215	0	2	2	0,97
91	5	4	0,1175	0	2	3	1,26
92	5	4	0,065	0	2	3	1,08
93	4	3	0,009	0	2	3	0,99
94	2	1	0	0	4	3	0,25
95	5	3	0,003	0	3	3	0,88
96	5	4	0,0845	0	2	2	1,00
97	5	4	0,064	0	2	3	1,34
98	5	4	0,0445	0	2	3	1,05
99	9	7	0,018	0	2	2	2,13
100	5	4	0,031	0	2	3	0,87
101	5	4	0,099	0	2	3	1,00
102	6	5	0,032	0	2	3	1,10
103	4	3	0,013	0	3	3	0,62

### BILAGA 3.

Indikatorarternas förekomst på de olika provytorna (Yta). Talet anger på hur många provträd den aktuella arten påträffades (variationsbredd 0-10). Numrering av arterna: 1 = Hypogymnia physodes; 2 = Parmeliopsis ambigua; 3 = Parmeliopsis hyperopta/Imshaugia aleurites; 4 = Hypocenomyce scalaris; 5 = Bryoria spp.; 6 = Usnea spp.; 7 = Platismatia glauca; 8 = Vulpicida pinastri; 9 = Tuckermannopsis chlorophylla; 10 = Pseudovernia furfuracea; 11 = Parmelia sulcata; 12 = Algae/Scoliciosporum.

Yta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	10	10	0	0	2	2	0	9	1	0	0	0
2	10	10	0	0	4	6	0	7	5	0	0	7
3	10	10	1	0	0	1	0	7	0	0	0	3
4	10	10	4	0	0	1	0	5	1	0	0	1
5	10	10	4	0	3	5	0	1	1	0	0	8
6	10	7	0	0	3	1	0	0	0	0	0	10
7	10	10	5	1	1	8	0	7	0	0	0	1
8	10	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
9	10	7	0	1	1	0	0	0	0	0	0	9
10	10	10	0	0	2	4	0	8	0	0	0	6
11	10	8	0	0	0	0	0	5	0	0	0	10
12	10	10	0	0	0	0	0	6	0	0	0	10
13	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
14	10	10	2	0	0	5	0	2	0	0	0	10
15	10	10	1	0	0	0	0	10	0	0	0	10
16	10	10	4	0	2	2	0	0	0	0	0	5
17	10	10	6	0	2	7	0	4	0	0	0	4
18	10	10	2	0	0	0	0	3	0	0	0	10
19	10	10	8	0	3	10	3	9	0	0	0	4
20	10	10	5	1	2	8	1	3	1	0	0	4
21	10	10	9	0	0	1	0	9	0	0	0	8
22	10	10	3	1	0	0	0	3	0	0	0	10
23	10	10	0	0	0	0	0	2	0	0	0	10
24	10	10	10	0	0	0	1	1	1	0	0	4
25	10	10	2	0	1	2	0	10	0	0	0	7
26	10	10	2	0	0	0	0	10	0	0	0	10
27	10	7	0	0	0	0	0	5	0	0	0	10
28	10	9	0	1	9	8	6	1	4	0	0	6
29	10	10	4	0	0	1	0	10	0	0	0	6
30	10	10	6	1	1	5	0	1	0	0	0	8
31	10	10	6	2	2	6	2	1	1	3	0	4
32	10	10	0	5	6	9	0	0	0	1	0	7
33	10	10	1	0	0	0	0	10	1	0	0	10
34	10	10	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10
35	10	10	2	0	0	1	0	8	0	0	0	7
36	10	10	4	0	0	1	0	10	0	0	0	3
37	10	10	10	0	0	3	0	8	0	0	0	5
38	10	10	10	0	1	1	0	0	0	0	0	1
39	10	10	0	0	2	0	0	0	0	0	0	5
40	10	10	2	0	1	3	0	10	0	0	0	5
41	10	10	10	0	1	10	1	8	0	0	0	10
42	10	10	1	0	0	3	0	8	0	0	0	4
43	10	10	7	0	3	7	0	6	0	0	0	4
44	10	10	1	0	10	10	4	4	2	1	0	1
45	10	10	2	0	0	7	0	7	0	0	0	4
46	10	10	1	0	1	2	0	7	1	0	0	10
47	10	10	1	0	0	0	0	10	0	0	0	10
48	10	10	0	0	4	4	1	8	0	1	0	10
49	10	10	2	0	0	3	0	7	0	1	0	10
50	10	9	2	0	0	0	0	2	0	0	0	10
51	10	10	2	0	0	4	0	2	0	0	0	7
52	10	9	3	0	0	7	0	7	0	0	1	9

Yta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
53	10	10	4	0	9	1	2	9	0	0	0	5
54	10	10	9	0	3	6	0	1	0	0	0	10
55	10	10	0	0	0	0	0	10	0	0	0	6
56	10	10	10	1	4	8	0	2	1	0	0	1
57	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
58	10	9	0	0	1	0	0	9	0	0	0	10
59	10	10	0	0	0	0	0	5	0	0	0	10
60	10	7	0	0	0	0	0	1	3	0	0	8
61	10	10	0	0	0	0	0	6	0	0	0	10
62	10	10	0	0	0	0	0	4	0	0	0	10
63	10	10	10	0	0	1	0	1	0	0	0	8
64	10	10	4	0	0	0	0	2	0	0	0	10
65	10	10	0	0	0	0	0	9	1	0	0	10
66	10	10	2	0	0	0	0	7	1	0	0	10
67	10	10	2	0	0	1	0	5	0	0	0	10
68	10	10	9	0	0	1	0	0	0	0	0	9
69	10	10	10	0	0	2	0	4	2	0	0	10
70	10	10	10	0	0	0	0	3	0	0	0	10
71	10	10	8	0	0	0	0	4	0	0	0	10
72	10	10	0	0	2	4	0	5	0	0	0	5
73	10	10	10	1	2	8	0	1	0	0	0	1
74	10	10	6	0	1	0	0	3	0	0	0	8
75	10	10	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10
76	10	10	6	0	8	9	6	8	4	0	0	1
77	10	10	9	0	9	10	3	6	1	1	0	6
78	10	10	10	2	2	9	2	0	0	2	0	0
79	0	10	8	0	0	0	0	0	0	0	0	10
80	7	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
81	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
82	10	10	4	0	0	0	0	5	0	0	0	10
83	10	9	2	0	0	0	0	10	0	0	0	10
84	10	10	10	0	1	4	0	3	0	0	0	8
85	10	10	10	0	0	10	1	2	0	1	0	9
86	10	10	10	2	0	0	0	0	0	0	0	10
87	10	10	10	0	3	9	2	4	1	0	1	3
88	10	10	4	0	0	0	0	10	0	0	0	10
89	10	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	10
90	10	10	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10
91	10	10	9	0	0	0	0	9	0	0	0	10
92	10	10	5	0	0	0	0	8	0	0	0	10
93	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10
94	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
95	10	10	7	2	0	0	0	0	0	0	0	10
96	10	10	1	0	0	0	0	10	0	0	0	10
97	10	10	10	0	0	0	0	10	0	0	0	10
98	10	10	5	0	0	0	0	7	0	0	0	10
99	10	10	10	2	6	10	6	0	3	0	0	2
100	10	10	2	0	0	0	0	5	0	0	0	10
101	10	10	1	0	0	0	0	10	0	0	0	10
102	10	10	10	0	0	1	0	2	0	0	0	10
103	9	10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	10

#### BILAGA 4.

Förekomstfrekvenser (0-100), skadeklasser (0-4) och artantal (-12) bestämda enligt punktfrekvensmetoden på de olika provträden (Träd) på provytorna (Yta). Hypo NE = blåslavens förekomstfrekvens på stammens nordostsida; Hypo SW = blåslavens förekomstfrekvens på stammens sydvästsida; Bryo NE = tagellavarnas förekomstfrekvens på stammens nordostsida; Bryo SW = tagellavarnas förekomstfrekvens på stammens sydvästsida; Hypo skada = blåslavens skadeklass; Allmän = tagellavarnas eller lavarnas allmänna skadeklass; Arter = antal arter av indikatorlav; Arter-H/S = antal arter utom flarnlav och trädgrönelav.

Yta	Träd	Hypo NE	Hypo SW	Bryo NE	Bryo SW	Arter	Arter-H/S	Hypo skada	Allmän skada
1	1	17	9	0	0	4	4	2	3
1	2	49	38	0	0	4	4	2	3
1	3	60	38	0	0	4	4	2	3
1	4	28	35	0	0	3	3	2	3
1	5	32	15	0	0	4	4	2	3
1	6	14	7	0	0	3	3	2	3
1	7	35	16	0	0	3	3	2	3
1	8	10	9	0	0	3	3	2	3
1	9	14	17	0	0	3	3	2	3
1	10	14	16	0	0	3	3	2	3
2	1	28	31	0	0	4	4	2	3
2	2	18	24	0	0	3	3	2	3
2	3	21	11	0	0	6	5	2	2
2	4	23	15	0	0	4	3	2	3
2	5	20	23	0	0	4	3	2	3
2	6	27	18	0	0	4	4	2	2
2	7	30	17	0	0	6	5	2	3
2	8	14	23	0	0	5	4	2	3
2	9	33	20	0	0	5	5	2	3
2	10	29	21	0	0	7	6	2	3
3	1	33	20	0	0	3	3	2	3
3	2	36	22	0	0	3	3	2	3
3	3	11	9	0	0	3	3	2	3
3	4	4	7	0	0	2	2	2	3
3	5	60	40	0	0	3	3	2	3
3	6	37	41	0	0	3	3	2	3
3	7	28	25	0	0	3	3	2	3
3	8	26	51	0	0	4	3	2	3
3	9	14	20	0	0	4	3	2	3
3	10	42	0	0	0	4	3	2	3
4	1	18	24	0	0	4	4	2	3
4	2	27	17	0	0	5	5	2	3
4	3	22	19	0	0	2	2	2	3
4	4	14	12	0	0	3	3	2	3
4	5	12	20	0	0	3	3	2	3
4	6	18	17	0	0	2	2	2	3
4	7	14	21	0	0	4	3	2	3
4	8	24	36	0	0	3	3	2	3
4	9	13	25	0	0	3	3	2	3
4	10	18	18	0	0	3	3	2	3
5	1	18	15	0	0	4	4	2	3
5	2	22	27	0	0	4	4	2	3
5	3	5	24	0	0	3	2	2	3
5	4	11	20	0	0	4	3	2	3
5	5	13	9	0	0	5	4	2	3
5	6	10	32	0	0	4	3	2	3
5	7	13	10	0	0	5	4	2	3
5	8	8	18	0	0	4	3	2	3
5	9	1	13	0	0	4	3	2	3

Yta	Träd	Hypo NE	Hypo SW	Bryo NE	Bryo SW	Arter	Arter- H/S	Hypo skada	Allmän skada
5	10	18	15	0	0	5	4	2	3
6	1	22	19	0	0	3	2	2	3
6	2	23	19	0	0	3	2	2	3
6	3	25	13	0	0	2	1	2	3
6	4	16	24	0	0	4	3	2	3
6	5	36	18	0	0	4	3	2	3
6	6	14	18	0	0	3	2	2	3
6	7	27	11	0	0	2	1	2	3
6	8	28	9	0	0	2	1	2	3
6	9	26	32	0	0	5	4	2	3
6	10	18	27	0	0	2	1	2	3
7	1	8	8	0	0	4	4	2	3
7	2	7	5	0	0	5	5	2	3
7	3	21	5	0	0	4	4	2	3
7	4	22	9	0	0	3	3	2	3
7	5	7	4	0	0	3	3	2	3
7	6	8	4	0	0	5	4	2	3
7	7	10	15	0	0	4	4	2	3
7	8	6	4	0	0	4	4	2	3
7	9	13	5	0	0	7	6	2	2
7	10	13	8	0	0	4	4	2	3
8	1	10	7	0	0	3	2	3	3
8	2	5	2	0	0	3	2	3	3
8	3	10	12	0	0	3	2	3	3
8	4	11	12	0	0	3	2	3	3
8	5	1	0	0	0	3	2	3	3
8	6	0	3	0	0	3	2	3	3
8	7	6	1	0	0	3	2	3	3
8	8	0	14	0	0	3	2	3	3
8	9	4	7	0	0	3	2	3	3
8	10	10	0	0	0	2	1	3	3
9	1	21	9	0	0	2	2	2	3
9	2	14	15	0	0	2	1	2	3
9	3	25	13	0	0	2	1	2	3
9	4	21	11	0	0	3	2	2	3
9	5	28	7	0	0	3	2	2	3
9	6	18	40	0	0	3	2	2	3
9	7	13	22	0	0	4	2	2	3
9	8	24	14	0	0	3	2	2	3
9	9	29	27	0	0	2	2	2	3
9	10	24	30	0	0	3	2	2	3
10	1	12	7	0	0	5	4	2	3
10	2	21	26	0	0	5	5	2	3
10	3	18	14	0	0	5	5	2	3
10	4	20	6	0	0	4	3	2	3
10	5	23	14	0	0	3	3	2	3
10	6	20	16	0	0	2	2	2	3
10	7	33	28	0	0	4	3	2	3
10	8	31	28	0	0	4	3	2	3
10	9	18	23	0	0	4	3	2	3
10	10	18	11	0	0	4	3	2	3
11	1	27	33	0	0	3	2	2	3
11	2	30	11	0	0	4	3	2	3
11	3	32	12	0	0	3	2	2	3
11	4	12	13	0	0	4	3	2	3
11	5	1	0	0	0	2	1	2	3
11	6	6	18	0	0	4	3	2	3
11	7	4	2	0	0	2	1	2	3
11	8	22	34	0	0	4	3	2	3
11	9	6	1	0	0	3	2	2	3
11	10	45	41	0	0	4	3	2	3
12	1	17	2	0	0	4	3	2	3
12	2	22	22	0	0	4	3	2	3
12	3	7	16	0	0	4	3	2	3

Yta	Träd	Hypo NE	Hypo SW	Bryo NE	Bryo SW	Arter	Arter- H/S	Hypo skada	Allmän skada
12	4	17	11	0	0	4	3	2	3
12	5	12	5	0	0	4	3	2	3
12	6	9	9	0	0	3	2	2	3
12	7	5	6	0	0	3	2	2	3
12	8	6	6	0	0	3	2	2	3
12	9	42	24	0	0	4	3	2	3
12	10	21	47	0	0	3	2	2	3
13	1	4	2	0	0	3	2	2	3
13	2	2	5	0	0	3	2	2	3
13	3	0	0	0	0	2	1	3	3
13	4	16	12	0	0	2	1	2	3
13	5	5	9	0	0	2	1	2	3
13	6	3	3	0	0	2	1	2	3
13	7	3	1	0	0	2	1	2	3
13	8	21	13	0	0	2	1	2	3
13	9	5	0	0	0	2	1	2	3
13	10	15	13	0	0	3	2	2	3
14	1	2	8	0	0	5	4	2	3
14	2	15	13	0	0	5	4	2	3
14	3	6	5	0	0	4	3	2	3
14	4	16	6	0	0	3	2	2	3
14	5	22	10	0	0	3	2	2	3
14	6	6	7	0	0	3	2	2	3
14	7	4	5	0	0	5	4	2	3
14	8	8	14	0	0	4	3	2	3
14	9	2	7	0	0	3	2	2	3
14	10	14	2	0	0	4	3	2	3
15	1	9	7	0	0	4	3	2	3
15	2	4	5	0	0	4	3	2	3
15	3	6	4	0	0	5	4	2	3
15	4	8	3	0	0	4	3	2	3
15	5	12	9	0	0	4	3	2	3
15	6	1	2	0	0	4	3	2	3
15	7	8	4	0	0	4	3	2	3
15	8	6	6	0	0	4	3	2	3
15	9	4	10	0	0	4	3	2	3
15	10	8	16	0	0	4	3	2	3
16	1	10	13	0	0	4	3	2	3
16	2	6	0	0	0	3	2	2	3
16	3	14	11	0	0	3	3	2	3
16	4	16	3	0	0	5	4	2	3
16	5	2	1	0	0	3	2	2	3
16	6	12	7	0	0	2	2	2	3
16	7	5	1	0	0	2	2	2	3
16	8	2	2	0	0	4	4	2	3
16	9	5	7	0	0	3	3	2	3
16	10	8	10	0	0	3	2	2	3
17	1	15	19	0	0	6	6	2	2
17	2	16	18	0	0	3	3	2	2
17	3	15	7	0	0	4	4	2	2
17	4	16	17	0	0	6	5	2	3
17	5	17	19	0	0	4	3	2	2
17	6	24	27	0	0	4	4	2	3
17	7	29	12	0	0	4	3	2	3
17	8	16	10	0	0	5	4	2	3
17	9	19	7	0	0	4	4	2	2
17	10	27	10	0	0	3	3	2	3
18	1	1	2	0	0	3	2	2	3
18	2	0	0	0	0	4	3	2	3
18	3	4	8	0	0	4	3	2	3
18	4	9	26	0	0	4	3	2	3
18	5	1	1	0	0	3	2	2	3
18	6	2	5	0	0	3	2	2	3
18	7	1	0	0	0	3	2	2	3

Yta	Träd	Hypo NE	Hypo SW	Bryo NE	Bryo SW	Arter	Arter- H/S	Hypo skada	Allmän skada
18	8	1	4	0	0	3	2	2	3
18	9	6	7	0	0	4	3	2	3
18	10	0	1	0	0	4	3	2	3
19	1	16	2	0	0	5	4	2	3
19	2	5	5	0	0	5	5	2	3
19	3	19	3	0	0	5	5	2	3
19	4	16	5	0	0	5	5	2	3
19	5	17	2	0	0	5	5	2	3
19	6	6	0	0	0	7	6	2	3
19	7	2	3	0	0	6	6	2	3
19	8	17	6	0	0	5	4	2	3
19	9	13	5	0	0	7	7	2	3
19	10	10	2	0	0	7	6	2	3
20	1	8	0	0	0	4	4	2	3
20	2	14	0	0	0	4	4	2	3
20	3	18	35	0	0	5	5	2	3
20	4	13	16	0	0	5	5	2	3
20	5	11	5	0	0	4	4	1	3
20	6	10	9	0	0	3	2	2	3
20	7	9	29	0	0	6	4	2	3
20	8	7	17	0	0	5	4	2	3
20	9	6	8	0	0	4	3	2	3
20	10	5	5	0	0	5	5	2	3
21	1	11	8	0	0	5	4	2	3
21	2	16	5	0	0	5	4	2	3
21	3	7	12	0	0	3	2	2	3
21	4	15	1	0	0	5	4	2	3
21	5	8	10	0	0	6	5	2	3
21	6	26	15	0	0	4	4	2	3
21	7	11	15	0	0	5	4	2	3
21	8	33	10	0	0	4	4	2	3
21	9	26	36	0	0	5	4	2	3
21	10	7	14	0	0	5	4	2	3
22	1	8	4	0	0	5	3	2	3
22	2	15	14	0	0	3	2	2	3
22	3	7	3	0	0	3	2	2	3
22	4	3	6	0	0	3	2	2	3
22	5	5	1	0	0	3	2	2	3
22	6	2	2	0	0	4	3	2	3
22	7	4	3	0	0	5	4	2	3
22	8	7	4	0	0	3	2	2	3
22	9	6	5	0	0	4	3	2	3
22	10	9	3	0	0	4	3	2	3
23	1	3	2	0	0	3	2	2	3
23	2	5	6	0	0	4	3	2	3
23	3	1	0	0	0	3	2	2	3
23	4	17	8	0	0	3	2	2	3
23	5	1	0	0	0	3	2	2	4
23	6	2	1	0	0	3	2	2	4
23	7	9	5	0	0	3	2	2	3
23	8	2	6	0	0	4	3	2	3
23	9	3	1	0	0	3	2	2	3
23	10	7	2	0	0	3	2	2	4
24	1	11	2	0	0	3	3	2	3
24	2	8	1	0	0	4	4	2	3
24	3	7	1	0	0	3	3	2	3
24	4	1	0	0	0	3	3	2	3
24	5	5	6	0	0	4	4	2	3
24	6	1	3	0	0	4	4	2	3
24	7	0	2	0	0	4	3	2	3
24	8	8	4	0	0	4	3	2	3
24	9	10	3	0	0	4	3	2	3
24	10	18	3	0	0	4	3	2	3
25	1	9	25	0	0	4	3	2	3



Yta	Träd	Hypo NE	Hypo SW	Bryo NE	Bryo SW	Arter	Arter- H/S	Hypo skada	Allmän skada
25	2	41	27	0	0	4	4	2	3
25	3	24	14	0	0	5	4	2	3
25	4	10	3	0	0	4	3	2	3
25	5	17	15	0	0	4	3	2	3
25	6	12	11	0	0	4	3	2	3
25	7	5	9	0	0	6	5	2	3
25	8	14	12	0	0	4	3	2	3
25	9	8	8	0	0	4	4	2	3
25	10	21	12	0	0	3	3	2	3
26	1	0	3	0	0	4	3	2	3
26	2	8	9	0	0	4	3	2	3
26	3	17	8	0	0	4	3	2	3
26	4	14	9	0	0	4	3	2	3
26	5	8	11	0	0	5	4	2	3
26	6	9	6	0	0	4	3	2	3
26	7	6	6	0	0	4	3	2	3
26	8	12	3	0	0	3	3	2	3
26	9	9	1	0	0	4	3	2	3
26	10	22	7	0	0	5	4	2	3
27	1	30	26	0	0	3	2	2	3
27	2	26	18	0	0	4	3	2	3
27	3	20	18	0	0	4	3	2	3
27	4	19	13	0	0	4	3	2	3
27	5	9	15	0	0	4	3	2	3
27	6	6	14	0	0	2	1	2	3
27	7	16	20	0	0	2	1	2	3
27	8	11	22	0	0	2	1	2	3
27	9	16	42	0	0	3	2	2	3
27	10	9	31	0	0	4	3	2	3
28	3	15	15	0	0	6	5	1	2
28	4	25	16	0	0	6	5	1	2
28	5	25	12	0	0	7	7	1	2
28	6	24	17	0	0	7	5	1	2
28	7	13	8	0	0	6	5	1	2
28	8	8	13	0	0	4	3	1	2
28	9	22	18	0	0	4	4	1	2
28	10	39	25	0	0	5	4	1	2
29	1	17	30	0	0	3	3	1	3
29	3	47	16	0	0	4	4	1	3
29	4	16	10	0	0	4	3	1	3
29	5	4	6	0	0	4	3	1	3
29	6	17	23	0	0	3	3	1	3
29	7	31	7	0	0	4	4	1	3
29	8	25	27	0	0	5	4	1	3
29	9	12	13	0	0	5	4	1	3
29	10	14	8	0	0	4	4	1	3
30	1	4	2	0	0	4	4	2	3
30	2	12	1	0	0	4	4	2	3
30	4	4	9	0	0	5	4	2	3
30	5	2	5	0	0	4	3	2	3
30	6	7	4	0	0	3	2	2	3
30	7	0	6	0	0	5	4	2	3
30	8	0	1	0	0	3	2	2	3
30	9	2	0	0	0	4	2	2	3
30	10	4	3	0	0	4	3	2	3
31	1	10	2	0	0	4	3	1	2
31	2	12	1	0	0	4	4	1	2
31	3	4	2	0	0	7	6	1	2
31	4	3	2	0	0	6	6	1	2
31	5	6	1	0	0	4	4	1	2
31	6	7	0	0	0	4	3	1	2
31	7	7	4	0	0	4	3	1	2
31	8	0	0	2	0	4	3	1	2
31	9	6	13	0	0	6	5	2	2

Yta	Träd	Hypo NE	Hypo SW	Bryo NE	Bryo SW	Arter	Arter- H/S	Hypo skada	Allmän skada
31	10	16	4	0	0	4	4	1	2
32	1	8	30	0	0	5	4	2	2
32	2	30	7	0	0	3	3	2	2
32	3	25	7	0	0	6	4	2	2
32	4	15	13	0	0	5	4	3	3
32	5	16	8	0	0	5	4	2	2
32	6	25	3	0	0	5	4	1	1
32	7	4	11	0	0	4	3	2	2
32	8	17	19	0	0	4	3	2	2
32	9	28	8	0	0	5	4	2	2
32	10	18	13	0	0	5	4	2	2
33	1	18	16	0	0	5	4	2	3
33	2	4	3	0	0	4	3	2	3
33	3	15	27	0	0	4	3	2	3
33	4	30	20	0	0	4	3	2	3
33	5	8	3	0	0	4	3	2	3
33	6	29	20	0	0	5	4	2	3
33	7	26	18	0	0	4	3	2	3
33	8	33	19	0	0	4	3	2	3
33	9	9	7	0	0	4	3	2	3
33	10	5	4	0	0	4	3	2	3
34	1	2	4	0	0	4	3	2	3
34	2	16	29	0	0	4	3	2	3
34	3	8	9	0	0	4	3	2	3
34	4	9	11	0	0	4	3	2	3
34	5	36	45	0	0	4	3	2	3
34	6	2	20	0	0	4	3	2	3
34	7	0	2	0	0	4	3	2	3
34	8	6	22	0	0	4	3	2	3
34	9	4	9	0	0	4	3	2	3
34	10	3	14	0	0	4	3	2	3
35	1	37	25	0	0	5	4	2	3
35	2	40	26	0	0	3	3	2	3
35	3	19	7	0	0	4	4	2	3
35	4	7	6	0	0	5	4	2	3
35	5	28	20	0	0	4	3	2	3
35	6	4	23	0	0	3	2	2	3
35	7	11	9	0	0	2	2	2	3
35	8	15	27	0	0	4	3	2	3
35	9	10	13	0	0	5	4	2	3
35	10	34	12	0	0	4	3	2	3
36	1	28	14	0	0	3	3	2	3
36	2	14	22	0	0	5	4	2	3
36	3	18	1	0	0	3	3	2	2
36	4	13	22	0	0	4	4	2	2
36	5	22	19	0	0	3	3	2	2
36	6	20	35	0	0	3	3	2	2
36	7	21	6	0	0	4	4	2	2
36	8	22	17	0	0	5	4	2	2
36	9	29	17	0	0	3	3	2	2
36	10	10	30	0	0	4	4	2	2
37	1	7	4	0	0	4	4	1	2
37	2	1	1	0	0	5	5	1	2
37	3	0	0	0	0	4	3	1	2
37	4	2	0	0	0	5	4	1	2
37	5	10	4	0	0	6	5	1	2
37	6	10	7	0	0	5	4	1	2
37	7	26	7	0	0	5	4	1	2
37	8	20	15	0	0	4	4	1	2
37	9	13	17	0	0	4	4	1	2
37	10	12	12	0	0	4	4	1	2
38	1	17	3	0	0	3	3	1	2
38	2	5	5	0	0	3	3	1	2
38	3	21	4	0	0	4	4	1	2

Yta	Träd	Hypo NE	Hypo SW	Bryo NE	Bryo SW	Arter	Arter- H/S	Hypo skada	Allmän skada
38	4	5	3	0	0	3	3	1	2
38	5	8	6	0	0	3	3	1	2
38	6	6	4	0	0	4	4	1	2
38	7	9	2	0	0	3	3	1	2
38	8	22	5	0	0	4	3	1	2
38	9	6	4	0	0	3	3	1	2
38	10	17	0	0	0	3	3	1	2
39	1	19	11	0	0	4	3	2	3
39	2	19	10	0	0	2	2	2	3
39	3	15	9	0	0	2	2	2	3
39	4	7	20	0	0	3	2	2	3
39	5	11	17	0	0	2	2	2	3
39	6	6	29	0	0	3	2	2	3
39	7	10	20	0	0	4	3	2	3
39	8	14	16	0	0	3	2	2	3
39	9	15	12	0	0	2	2	2	3
39	10	15	9	0	0	2	2	2	3
40	1	32	23	0	0	5	4	2	3
40	2	24	10	0	0	6	5	2	3
40	3	6	9	0	0	4	3	2	3
40	4	12	9	0	0	4	4	2	3
40	5	7	16	0	0	3	3	2	3
40	6	14	16	0	0	5	4	2	3
40	7	6	2	0	0	4	4	2	3
40	8	12	8	0	0	4	3	2	3
40	9	6	23	0	0	3	3	2	3
40	10	29	7	0	0	3	3	2	3
41	1	3	5	0	0	7	6	2	2
41	2	9	1	0	0	6	5	2	2
41	3	4	5	0	0	5	4	2	2
41	4	7	1	0	0	6	5	2	2
41	5	10	3	0	0	7	6	2	2
41	6	4	5	0	0	5	4	2	2
41	7	7	3	0	0	6	5	2	2
41	8	8	6	0	0	6	5	2	2
41	9	6	9	0	0	6	5	2	2
41	10	2	6	0	0	6	5	2	2
42	1	7	16	0	0	4	4	2	3
42	2	10	5	0	0	3	2	2	3
42	3	20	27	0	0	3	3	2	3
42	4	10	8	0	0	4	4	2	3
42	5	22	5	0	0	4	3	2	3
42	6	14	8	0	0	5	4	2	3
42	7	5	9	0	0	3	2	2	3
42	8	18	13	0	0	4	4	2	3
42	9	5	17	0	0	3	3	2	3
42	10	13	8	0	0	3	3	2	3
43	1	12	7	0	0	4	4	2	3
43	2	3	4	0	0	6	6	2	3
43	3	1	6	0	0	3	2	2	3
43	4	3	1	0	0	4	3	2	3
43	5	7	3	0	0	4	3	2	3
43	6	11	5	0	0	4	4	2	3
43	7	6	5	0	0	7	6	2	3
43	8	8	3	0	0	5	5	2	3
43	9	14	4	0	0	6	6	2	3
43	10	9	3	0	0	4	4	2	3
44	1	24	23	0	0	5	5	1	1
44	2	18	18	0	0	5	5	1	1
44	3	30	8	0	0	6	6	1	1
44	4	48	32	0	0	6	6	1	1
44	5	18	18	0	0	4	4	1	1
44	6	41	54	0	0	5	5	1	1
44	7	31	34	0	0	6	6	1	1

Yta	Träd	Hypo NE	Hypo SW	Bryo NE	Bryo SW	Arter	Arter- H/S	Hypo skada	Allmän skada
44	8	27	23	0	0	4	4	1	1
44	9	46	31	0	0	6	6	1	1
44	10	21	9	0	0	6	5	1	1
45	1	15	13	0	0	4	4	2	3
45	2	5	23	0	0	4	3	2	3
45	3	10	29	0	0	5	4	2	3
45	4	8	29	0	0	5	4	2	3
45	5	17	2	0	0	3	3	2	3
45	6	21	22	0	0	2	2	2	3
45	7	8	9	0	0	5	4	2	3
45	8	12	8	0	0	4	4	2	3
45	9	3	6	0	0	3	3	2	3
45	10	21	16	0	0	4	4	2	3
46	1	21	13	0	0	4	3	2	3
46	2	4	2	0	0	4	3	2	3
46	3	18	15	0	0	4	3	2	3
46	4	27	17	0	0	5	4	2	3
46	5	6	5	0	0	3	2	2	3
46	6	10	7	0	0	4	3	2	3
46	7	37	34	0	0	4	3	2	3
46	8	30	11	0	0	5	4	2	3
46	9	12	22	0	0	4	3	2	3
46	10	28	15	0	0	5	4	2	3
47	1	21	21	0	0	4	3	2	3
47	2	30	43	0	0	4	3	2	3
47	3	5	10	0	0	4	3	2	3
47	4	6	2	0	0	4	3	2	3
47	5	19	23	0	0	4	3	2	3
47	6	6	13	0	0	4	3	2	3
47	7	31	17	0	0	4	3	2	3
47	8	17	8	0	0	4	3	2	3
47	9	19	6	0	0	4	3	2	3
47	10	26	17	0	0	5	4	2	3
48	1	9	5	0	0	3	2	2	2
48	2	26	5	0	0	7	6	2	2
48	3	7	5	0	0	5	4	2	2
48	4	8	6	0	0	6	5	2	2
48	5	27	17	0	0	4	3	2	2
48	6	14	0	0	0	4	3	2	2
48	7	9	2	0	0	4	3	2	2
48	8	16	2	0	0	4	3	2	2
48	9	11	2	0	0	5	4	2	2
48	10	11	8	0	0	5	4	2	2
49	1	3	6	0	0	5	4	3	3
49	2	5	4	0	0	3	2	3	3
49	3	3	1	0	0	4	3	3	3
49	4	9	5	0	0	5	4	3	3
49	5	3	6	0	0	7	6	3	3
49	6	3	2	0	0	3	2	3	3
49	7	0	1	0	0	4	3	3	3
49	8	5	8	0	0	4	3	3	3
49	9	11	5	0	0	3	2	3	3
49	10	3	0	0	0	4	3	3	3
50	1	4	1	0	0	3	2	2	3
50	2	1	6	0	0	3	2	2	3
50	3	0	0	0	0	2	1	2	3
50	4	3	6	0	0	4	3	2	3
50	5	2	2	0	0	4	3	2	3
50	6	6	2	0	0	3	2	2	3
50	7	10	10	0	0	3	2	2	3
50	8	1	0	0	0	3	2	2	3
50	9	0	0	0	0	4	3	2	3
50	10	4	2	0	0	4	3	2	3
51	1	3	8	0	0	4	3	2	3

Yta	Träd	Hypo NE	Hypo SW	Bryo NE	Bryo SW	Arter	Arter- H/S	Hypo skada	Allmän skada
51	2	9	8	0	0	4	3	2	3
51	3	4	1	0	0	3	2	2	3
51	4	15	13	0	0	3	3	2	3
51	5	9	2	0	0	4	3	2	3
51	6	4	1	0	0	4	4	2	3
51	7	3	7	0	0	3	3	2	3
51	8	1	2	0	0	4	3	2	3
51	9	8	13	0	0	3	2	2	3
51	10	6	7	0	0	3	2	2	3
52	1	1	5	0	0	4	3	2	3
52	2	19	3	0	0	3	2	2	3
52	3	5	17	0	0	4	3	2	3
52	4	9	6	0	0	5	4	2	3
52	5	7	8	0	0	6	5	2	3
52	6	26	15	0	0	6	5	2	3
52	7	6	14	0	0	4	3	2	3
52	8	14	5	0	0	6	5	2	3
52	9	10	6	0	0	4	4	2	3
52	10	23	9	0	0	4	3	2	3
53	1	4	6	0	0	4	4	2	3
53	2	7	8	0	0	4	4	2	3
53	3	12	3	0	0	7	7	1	2
53	4	7	5	0	0	4	4	1	2
53	5	0	2	0	0	5	4	2	3
53	6	1	0	0	0	6	5	2	3
53	7	4	3	0	0	6	5	2	3
53	8	8	10	0	0	6	5	2	3
53	9	1	8	0	0	4	3	2	3
53	10	3	3	0	0	4	4	2	2
54	1	3	0	0	0	5	4	2	2
54	2	3	2	0	0	6	5	2	2
54	3	6	0	0	0	5	4	2	2
54	4	1	5	0	0	4	3	2	2
54	5	3	2	0	0	5	4	2	2
54	6	0	1	0	0	6	5	2	2
54	7	3	1	0	0	5	4	2	2
54	8	1	0	0	0	5	4	2	2
54	9	2	1	0	0	4	3	2	2
54	10	5	4	0	0	4	3	2	2
55	1	32	10	0	0	4	3	2	3
55	2	2	2	0	0	4	3	2	3
55	3	17	11	0	0	4	3	2	3
55	4	13	45	0	0	3	3	2	3
55	5	8	3	0	0	4	3	2	3
55	6	11	7	0	0	3	3	2	3
55	7	8	20	0	0	4	3	2	3
55	8	38	9	0	0	4	3	2	3
55	9	26	35	0	0	3	3	2	3
55	10	7	11	0	0	3	3	2	3
56	1	22	13	0	0	6	5	1	2
56	2	21	13	0	0	6	6	1	2
56	3	8	12	0	0	6	6	1	2
56	4	12	8	0	0	5	5	1	2
56	5	5	6	0	0	5	5	1	2
56	6	5	15	0	0	4	4	1	2
56	7	9	9	0	0	5	5	1	2
56	8	12	6	0	0	3	3	1	2
56	9	10	4	0	0	4	3	1	2
56	10	9	4	0	0	4	4	1	2
57	1	0	0	0	0	1	0	4	4
57	2	0	0	0	0	1	0	4	4
57	3	0	0	0	0	1	0	4	4
57	4	0	0	0	0	1	0	4	4
57	5	0	0	0	0	1	0	4	4

Yta	Träd	Hypo NE	Hypo SW	Bryo NE	Bryo SW	Arter	Arter- H/S	Hypo skada	Allmän skada
57	6	0	0	0	0	1	0	4	4
57	7	0	0	0	0	1	0	4	4
57	8	0	0	0	0	1	0	4	4
57	9	0	0	0	0	2	1	4	4
57	10	0	0	0	0	1	0	4	4
58	1	13	6	0	0	4	3	2	3
58	2	15	15	0	0	4	3	2	3
58	3	11	16	0	0	3	2	2	3
58	4	15	5	0	0	4	3	2	3
58	5	9	11	0	0	4	3	2	3
58	6	9	15	0	0	4	3	2	3
58	7	12	8	0	0	4	3	2	3
58	8	3	8	0	0	4	3	2	3
58	9	11	9	0	0	4	3	2	3
58	10	15	18	0	0	4	3	2	3
59	1	11	10	0	0	4	3	2	3
59	2	9	21	0	0	4	3	2	3
59	3	13	7	0	0	3	2	2	3
59	4	8	6	0	0	4	3	2	3
59	5	1	3	0	0	3	2	2	3
59	6	5	15	0	0	4	3	2	3
59	7	29	17	0	0	4	3	2	3
59	8	3	4	0	0	3	2	2	3
59	9	6	3	0	0	3	2	2	3
59	10	6	1	0	0	3	2	2	3
60	1	9	7	0	0	3	2	2	3
60	2	10	2	0	0	3	2	2	3
60	3	6	1	0	0	4	3	2	3
60	4	21	20	0	0	3	2	2	3
60	5	12	14	0	0	3	2	2	3
60	6	4	8	0	0	2	2	2	3
60	7	4	4	0	0	2	1	2	3
60	8	8	3	0	0	3	3	2	3
60	9	6	12	0	0	2	1	2	3
60	10	2	9	0	0	4	3	2	3
61	1	24	19	0	0	4	3	2	3
61	2	22	25	0	0	4	3	2	3
61	3	21	29	0	0	3	2	2	3
61	4	16	18	0	0	3	2	2	3
61	5	17	6	0	0	4	3	2	3
61	6	10	15	0	0	4	3	2	3
61	7	8	4	0	0	4	3	2	3
61	8	9	9	0	0	3	2	2	3
61	9	20	16	0	0	3	2	2	3
61	10	12	5	0	0	4	3	2	3
62	1	6	5	0	0	4	3	2	3
62	2	9	8	0	0	3	2	2	3
62	3	5	1	0	0	3	2	2	3
62	4	1	4	0	0	4	3	2	3
62	5	17	10	0	0	3	2	2	3
62	6	5	2	0	0	3	2	2	3
62	7	5	2	0	0	3	2	2	3
62	8	4	9	0	0	3	2	2	3
62	9	4	0	3	0	4	3	2	3
62	10	9	9	0	0	4	3	2	3
63	1	4	4	0	0	3	3	2	3
63	2	3	7	0	0	4	3	2	3
63	3	3	5	0	0	4	3	2	3
63	4	3	0	0	0	3	3	2	3
63	5	4	1	0	0	5	4	2	3
63	6	3	3	0	0	4	3	2	3
63	7	1	3	0	0	4	3	2	3
63	8	3	3	0	0	4	3	2	3
63	9	5	8	0	0	4	3	2	3

Yta	Träd	Hypo NE	Hypo SW	Bryo NE	Bryo SW	Arter	Arter- H/S	Hypo skada	Allmän skada
63	10	14	12	0	0	5	4	2	3
64	1	1	1	0	0	3	2	2	3
64	2	1	4	0	0	3	2	2	3
64	3	3	1	0	0	3	2	2	3
64	4	2	5	0	0	5	4	2	3
64	5	4	4	0	0	4	3	2	3
64	6	0	1	0	0	3	2	2	3
64	7	1	0	0	0	4	3	2	3
64	8	0	1	0	0	4	3	2	3
64	9	3	3	0	0	3	2	2	3
64	10	1	0	0	0	4	3	2	3
65	1	3	1	0	0	4	3	2	3
65	2	17	7	0	0	4	3	3	3
65	3	8	12	0	0	4	3	3	3
65	4	5	0	0	0	4	3	2	3
65	5	12	7	0	0	4	3	2	3
65	6	9	4	0	0	4	3	2	3
65	7	12	17	0	0	4	3	3	3
65	8	7	6	0	0	4	3	3	3
65	9	9	13	0	0	4	3	2	3
65	10	8	9	0	0	4	3	2	3
66	1	6	6	0	0	4	3	2	3
66	2	18	11	0	0	3	2	2	3
66	3	1	1	0	0	4	3	2	3
66	4	3	12	0	0	4	3	2	3
66	5	18	11	0	0	5	4	2	3
66	6	25	22	0	0	5	4	2	3
66	7	17	17	0	0	3	2	2	3
66	8	47	39	0	0	3	2	2	3
66	9	21	13	0	0	4	3	2	3
66	10	32	18	0	0	5	4	2	3
67	1	4	2	0	0	3	2	2	3
67	2	9	18	0	0	4	3	2	3
67	3	4	4	0	0	4	3	2	3
67	4	18	16	0	0	3	2	3	3
67	5	8	9	0	0	3	2	2	3
67	6	13	10	0	0	4	3	2	3
67	7	27	40	0	0	5	4	2	3
67	8	2	0	0	0	4	3	2	3
67	9	1	29	0	0	4	3	2	3
67	10	11	9	0	0	4	3	2	3
68	1	1	10	0	0	4	3	2	3
68	2	2	11	0	0	3	3	2	3
68	3	0	13	0	0	4	3	2	3
68	4	0	13	0	0	4	3	2	3
68	5	3	20	0	0	4	3	2	3
68	6	2	2	0	0	4	3	2	3
68	7	1	19	0	0	4	3	2	3
68	8	3	13	0	0	4	3	2	3
68	9	3	6	0	0	4	3	2	3
68	10	2	21	0	0	4	3	2	3
69	1	27	7	0	0	6	5	1	3
69	2	11	8	0	0	4	3	1	3
69	3	21	8	0	0	5	4	1	3
69	4	12	18	0	0	5	4	1	3
69	5	19	16	0	0	4	3	1	3
69	6	41	25	0	0	5	4	1	3
69	7	6	6	0	0	5	4	1	3
69	8	24	25	0	0	5	4	1	3
69	9	16	10	0	0	5	4	1	3
69	10	26	10	0	0	4	3	1	3
70	1	8	4	0	0	4	3	2	3
70	2	8	2	0	0	4	3	2	3
70	3	14	5	0	0	4	3	2	3

Yta	Träd	Hypo NE	Hypo SW	Bryo NE	Bryo SW	Arter	Arter- H/S	Hypo skada	Allmän skada
70	4	4	7	0	0	4	3	2	3
70	5	11	7	0	0	5	4	2	3
70	6	9	13	0	0	4	3	2	3
70	7	3	2	0	0	5	4	2	3
70	8	7	7	0	0	5	4	2	3
70	9	8	1	0	0	4	3	2	3
70	10	5	7	0	0	4	3	2	3
71	1	1	5	0	0	5	4	3	3
71	2	4	4	0	0	5	4	3	3
71	3	4	5	0	0	5	4	3	3
71	4	3	1	0	0	4	3	3	3
71	5	2	2	0	0	3	2	3	3
71	6	2	3	0	0	4	3	3	3
71	7	5	4	0	0	5	4	3	3
71	8	9	2	0	0	3	2	3	3
71	9	2	1	0	0	4	3	3	3
71	10	4	7	0	0	4	3	3	3
72	1	8	16	0	0	4	4	2	3
72	2	4	5	0	0	4	3	2	3
72	3	9	19	0	0	2	2	2	3
72	4	31	33	0	0	3	3	2	3
72	5	19	19	0	0	5	4	2	3
72	6	12	17	0	0	3	3	2	3
72	7	15	38	0	0	5	4	2	3
72	8	17	23	0	0	3	2	2	3
72	9	14	32	0	0	3	3	2	3
72	10	28	39	0	0	4	3	2	3
73	1	1	24	0	0	4	4	1	2
73	2	18	12	0	0	5	5	1	2
73	3	17	5	0	0	5	5	1	2
73	4	2	13	0	0	4	4	1	2
73	5	16	7	0	0	4	4	1	2
73	6	19	22	0	0	4	4	1	2
73	7	13	2	0	0	4	4	1	2
73	8	0	4	0	0	4	3	1	2
73	9	7	17	0	0	6	5	1	2
73	10	8	32	0	0	3	3	1	2
74	1	4	4	0	0	4	4	2	3
74	2	13	8	0	0	4	3	2	3
74	3	9	9	0	0	3	2	2	3
74	4	8	9	0	0	5	4	2	3
74	5	25	17	0	0	4	4	2	3
74	6	11	12	0	0	5	4	2	3
74	7	6	1	0	0	3	2	2	3
74	8	8	5	0	0	4	3	2	3
74	9	7	2	0	0	3	2	2	3
74	10	1	2	0	0	3	2	2	3
75	1	3	7	0	0	4	3	2	3
75	2	11	2	0	0	4	3	2	3
75	3	15	10	0	0	4	3	2	3
75	4	6	17	0	0	4	3	2	3
75	5	14	8	0	0	4	3	2	3
75	6	43	20	0	0	4	3	2	3
75	7	16	6	0	0	4	3	2	3
75	8	7	3	0	0	4	3	2	3
75	9	1	11	0	0	4	3	2	3
75	10	1	1	0	0	4	3	2	3
76	1	15	13	0	0	8	8	1	2
76	2	6	25	0	0	7	7	1	2
76	3	12	7	0	0	5	5	1	2
76	4	8	12	0	0	5	5	1	2
76	5	9	17	0	0	6	6	1	2
76	6	11	26	0	0	4	3	1	2
76	7	11	27	0	2	7	7	1	1



Yta	Träd	Hypo NE	Hypo SW	Bryo NE	Bryo SW	Arter	Arter- H/S	Hypo skada	Allmän skada
76	8	18	13	0	0	6	6	1	2
76	9	5	28	0	0	7	7	1	1
76	10	22	20	0	0	7	7	1	2
77	1	31	35	0	0	8	8	1	1
77	2	11	16	0	0	7	7	1	1
77	3	24	36	0	0	5	5	1	1
77	4	15	43	0	0	6	6	1	1
77	5	15	19	0	0	6	5	1	1
77	6	8	35	0	0	7	6	1	1
77	7	5	0	0	0	6	5	2	2
77	8	9	9	0	0	7	6	1	2
77	9	24	17	0	0	6	5	1	1
77	10	21	19	0	0	7	6	1	1
78	1	7	0	0	0	6	5	1	1
78	2	4	0	0	0	4	4	1	1
78	3	2	0	0	0	4	4	1	1
78	4	8	0	0	0	6	6	1	1
78	5	4	3	0	0	4	4	1	1
78	6	18	3	0	0	4	4	1	1
78	7	29	5	0	0	5	4	1	1
78	8	7	3	0	0	4	3	1	1
78	9	1	2	0	0	5	4	1	1
78	10	3	1	0	0	5	5	1	1
79	1	0	0	0	0	3	2	4	3
79	2	0	0	0	0	3	2	4	3
79	3	0	0	0	0	3	2	4	3
79	4	0	0	0	0	3	2	4	3
79	5	0	0	0	0	3	2	4	3
79	6	0	0	0	0	2	1	4	3
79	7	0	0	0	0	3	2	4	3
79	8	0	0	0	0	2	1	4	3
79	9	0	0	0	0	3	2	4	3
79	10	0	0	0	0	3	2	4	3
80	1	0	1	0	0	3	2	3	3
80	2	0	0	0	0	2	1	4	3
80	3	0	0	0	0	3	2	3	3
80	4	0	0	0	0	3	2	3	3
80	5	0	0	0	0	3	2	3	3
80	6	0	0	0	0	2	1	4	3
80	7	0	0	0	0	3	2	3	3
80	8	0	0	0	0	3	2	3	3
80	9	0	0	0	0	1	0	4	4
80	10	0	0	0	0	3	2	3	3
81	1	0	0	0	0	1	0	4	4
81	2	0	0	0	0	1	0	4	4
81	3	0	0	0	0	1	0	4	4
81	4	0	0	0	0	1	0	4	4
81	5	0	0	0	0	1	0	4	4
81	6	0	0	0	0	1	0	4	4
81	7	0	0	0	0	2	1	4	3
81	8	0	0	0	0	1	0	4	4
81	9	0	0	0	0	1	0	4	4
81	10	0	0	0	0	1	0	4	4
82	1	5	3	0	0	3	2	3	3
82	2	3	5	0	0	3	2	3	3
82	3	4	2	0	0	4	3	2	3
82	4	2	2	0	0	3	2	2	3
82	5	1	2	0	0	4	3	2	3
82	6	1	4	0	0	5	4	2	3
82	7	2	2	0	0	4	3	2	3
82	8	5	3	0	0	4	3	3	3
82	9	1	1	0	0	4	3	2	3
82	10	1	1	0	0	5	4	2	3
83	1	5	3	0	0	4	3	2	3

Yta	Träd	Hypo NE	Hypo SW	Bryo NE	Bryo SW	Arter	Arter- H/S	Hypo skada	Allmän skada
83	2	0	1	0	0	3	2	2	3
83	3	9	16	0	0	4	3	2	3
83	4	2	1	0	0	4	3	2	3
83	5	4	13	0	0	4	3	2	3
83	6	1	9	0	0	4	3	2	3
83	7	2	7	0	0	5	4	2	3
83	8	5	6	0	0	4	3	2	3
83	9	8	4	0	0	4	3	2	3
83	10	1	8	0	0	5	4	2	3
84	1	2	3	0	0	3	3	2	2
84	2	1	1	0	0	5	4	2	2
84	3	2	7	0	0	6	5	2	2
84	4	4	4	0	0	5	5	2	2
84	5	0	1	0	0	4	3	2	2
84	6	0	6	0	0	4	3	2	2
84	7	2	0	0	0	5	4	2	2
84	8	2	8	0	0	4	3	2	2
84	9	2	3	0	0	6	5	2	2
84	10	0	2	0	0	4	3	2	2
85	1	5	8	0	0	5	4	2	2
85	2	0	2	0	0	5	4	2	2
85	3	0	5	0	0	5	4	2	2
85	4	2	3	0	0	5	4	2	2
85	5	2	1	0	0	5	4	2	2
85	6	4	2	0	0	5	5	2	2
85	7	5	0	0	0	7	6	2	2
85	8	0	3	0	0	5	4	2	2
85	9	0	8	0	0	5	4	2	2
85	10	3	2	0	0	6	5	2	2
86	1	0	0	0	0	5	3	2	3
86	2	1	1	0	0	4	3	2	3
86	3	2	0	0	0	4	3	2	3
86	4	0	0	0	0	4	3	2	3
86	5	0	0	0	0	5	3	2	3
86	6	0	0	0	0	4	3	2	3
86	7	0	0	0	0	4	3	2	3
86	8	0	0	0	0	4	3	2	3
86	9	0	1	0	0	4	3	2	3
86	10	0	0	0	0	4	3	2	3
87	1	2	1	0	0	6	5	2	2
87	2	3	7	0	0	6	6	2	2
87	3	6	12	0	0	5	5	2	2
87	4	2	8	0	0	5	4	2	2
87	5	1	8	0	0	9	9	2	2
87	6	0	1	0	0	4	4	2	2
87	7	1	1	0	0	5	5	2	2
87	8	0	2	0	0	5	5	2	2
87	9	1	2	0	0	4	4	2	2
87	10	1	4	0	0	4	3	2	2
88	1	2	17	0	0	4	3	2	3
88	2	26	25	0	0	4	3	2	3
88	3	8	5	0	0	4	3	2	3
88	4	17	16	0	0	4	3	2	3
88	5	12	6	0	0	4	3	2	3
88	6	7	3	0	0	5	4	2	3
88	7	6	3	0	0	4	3	2	3
88	8	33	3	0	0	5	4	2	3
88	9	1	2	0	0	5	4	2	3
88	10	5	1	0	0	5	4	2	3
89	1	0	0	0	0	3	2	2	3
89	2	2	1	0	0	3	2	2	3
89	3	3	4	0	0	3	2	2	3
89	4	0	0	0	0	4	3	2	3
89	5	0	1	0	0	3	2	2	3

Yta	Träd	Hypo NE	Hypo SW	Bryo NE	Bryo SW	Arter	Arter- H/S	Hypo skada	Allmän skada
89	6	0	3	0	0	4	3	2	3
89	7	1	1	0	0	4	3	2	3
89	8	4	3	0	0	4	3	2	3
89	9	1	0	0	0	3	2	2	3
89	10	0	0	0	0	3	2	2	3
90	1	23	11	0	0	4	3	2	2
90	2	25	13	0	0	4	3	2	2
90	3	5	10	0	0	4	3	2	2
90	4	27	30	0	0	4	3	2	2
90	5	4	1	0	0	4	3	2	2
90	6	4	9	0	0	4	3	2	2
90	7	15	21	0	0	4	3	2	2
90	8	15	6	0	0	4	3	2	2
90	9	6	1	0	0	4	3	2	2
90	10	8	9	0	0	4	3	2	2
91	1	24	2	0	0	5	4	2	3
91	2	7	10	0	0	5	4	2	3
91	3	14	6	0	0	4	3	2	3
91	4	8	7	0	0	4	3	2	3
91	5	9	6	0	0	5	4	2	3
91	6	9	19	0	0	5	4	2	3
91	7	15	7	0	0	5	4	2	3
91	8	26	14	0	0	5	4	2	3
91	9	14	11	0	0	5	4	2	3
91	10	7	20	0	0	5	4	2	3
92	1	10	2	0	0	3	2	2	3
92	2	4	10	0	0	5	4	2	3
92	3	5	2	0	0	3	2	2	3
92	4	6	3	0	0	5	4	2	3
92	5	1	3	0	0	4	3	2	3
92	6	5	10	0	0	4	3	2	3
92	7	7	7	0	0	4	3	2	3
92	8	8	11	0	0	5	4	2	3
92	9	10	16	0	0	5	4	2	3
92	10	2	7	0	0	5	4	2	3
93	1	0	0	0	0	4	3	2	3
93	2	0	2	0	0	4	3	2	3
93	3	0	2	0	0	4	3	2	3
93	4	2	1	0	0	4	3	2	3
93	5	0	0	0	0	4	3	2	3
93	6	5	0	0	0	4	3	2	3
93	7	0	2	0	0	4	3	2	3
93	8	2	0	0	0	4	3	2	3
93	9	0	1	0	0	4	3	2	3
93	10	1	0	0	0	4	3	2	3
94	1	0	0	0	0	2	1	4	3
94	2	0	0	0	0	2	1	4	3
94	3	0	0	0	0	2	1	4	3
94	4	0	0	0	0	2	1	4	3
94	5	0	0	0	0	2	1	4	3
94	6	0	0	0	0	2	1	4	3
94	7	0	0	0	0	2	1	4	3
94	8	0	0	0	0	2	1	4	3
94	9	0	0	0	0	1	0	4	4
94	10	0	0	0	0	1	0	4	4
95	1	0	0	0	0	4	2	3	3
95	2	1	0	0	0	4	3	3	3
95	3	1	0	0	0	4	3	3	3
95	4	0	0	0	0	4	3	3	3
95	5	0	0	0	0	4	3	3	3
95	6	1	1	0	0	3	2	3	3
95	7	0	0	0	0	4	3	3	3
95	8	0	0	0	0	4	2	3	3
95	9	0	1	0	0	4	3	3	3

Yta	Träd	Hypo NE	Hypo SW	Bryo NE	Bryo SW	Arter	Arter- H/S	Hypo skada	Allmän skada
95	10	1	0	0	0	4	3	3	3
96	1	10	9	0	0	4	3	2	2
96	2	10	9	0	0	4	3	2	2
96	3	5	8	0	0	5	4	2	2
96	4	3	4	0	0	4	3	2	2
96	5	9	13	0	0	4	3	2	2
96	6	7	9	0	0	4	3	2	2
96	7	9	7	0	0	4	3	2	2
96	8	17	11	0	0	4	3	2	2
96	9	11	15	0	0	5	4	2	2
96	10	1	2	0	0	4	3	2	2
97	1	3	15	0	0	5	4	3	3
97	2	4	10	0	0	5	4	2	3
97	3	5	6	0	0	5	4	2	3
97	4	5	2	0	0	5	4	2	3
97	5	2	9	0	0	5	4	2	3
97	6	1	8	0	0	5	4	2	3
97	7	10	7	0	0	5	4	2	3
97	8	3	3	0	0	5	4	2	3
97	9	10	5	0	0	5	4	2	3
97	10	9	11	0	0	5	4	2	3
98	1	3	3	0	0	5	4	2	3
98	2	2	7	0	0	5	4	2	3
98	3	5	3	0	0	4	3	2	3
98	4	8	1	0	0	3	2	2	3
98	5	5	4	0	0	5	4	2	3
98	6	7	6	0	0	4	3	2	3
98	7	5	3	0	0	5	4	2	3
98	8	2	2	0	0	3	2	3	3
98	9	2	8	0	0	4	3	2	3
98	10	4	9	0	0	4	3	2	3
99	1	1	4	0	0	5	5	2	2
99	2	1	2	0	0	6	6	2	2
99	3	1	3	0	0	5	4	2	2
99	4	1	3	0	0	6	5	2	2
99	5	0	0	0	0	5	4	2	2
99	6	1	2	0	0	5	5	2	2
99	7	3	7	0	0	7	7	2	2
99	8	0	3	0	0	6	5	2	2
99	9	1	0	0	0	6	6	2	2
99	10	0	3	0	0	7	7	2	2
100	1	4	9	0	0	5	4	2	3
100	2	2	6	0	0	4	3	2	3
100	3	3	3	0	0	4	3	2	3
100	4	5	7	0	0	4	3	2	3
100	5	2	0	0	0	4	3	2	3
100	6	2	1	0	0	4	3	2	3
100	7	2	2	0	0	3	2	2	3
100	8	1	2	0	0	3	2	2	3
100	9	2	4	0	0	3	2	2	3
100	10	3	2	0	0	3	2	2	3
101	1	19	10	0	0	4	3	2	3
101	2	15	13	0	0	4	3	2	3
101	3	7	2	0	0	4	3	2	3
101	4	15	7	0	0	4	3	2	3
101	5	11	1	0	0	4	3	2	3
101	6	5	4	0	0	4	3	2	3
101	7	12	19	0	0	4	3	2	3
101	8	17	12	0	0	5	4	2	3
101	9	6	6	0	0	4	3	2	3
101	10	10	7	0	0	4	3	2	3
102	1	1	0	0	0	4	3	2	3
102	2	1	5	0	0	4	3	2	3
102	3	2	2	0	0	4	3	2	3

Yta	Träd	Hypo NE	Hypo SW	Bryo NE	Bryo SW	Arter	Arter- H/S	Hypo skada	Allmän skada
102	4	3	6	0	0	4	3	2	3
102	5	3	3	0	0	5	4	2	3
102	6	5	6	0	0	5	4	2	3
102	7	4	4	0	0	4	3	2	3
102	8	2	3	0	0	4	3	2	3
102	9	4	3	0	0	5	4	2	3
102	10	5	2	0	0	4	3	2	3
103	1	4	1	0	0	4	3	3	3
103	2	0	1	0	0	3	2	3	3
103	3	0	0	0	0	3	2	3	3
103	4	0	0	0	0	2	1	4	3
103	5	3	0	0	0	3	2	3	3
103	6	0	1	0	0	3	2	3	3
103	7	3	0	0	0	3	2	3	3
103	8	0	0	0	0	3	2	3	3
103	9	1	4	0	0	3	2	3	3
103	10	1	7	0	0	3	2	3	3