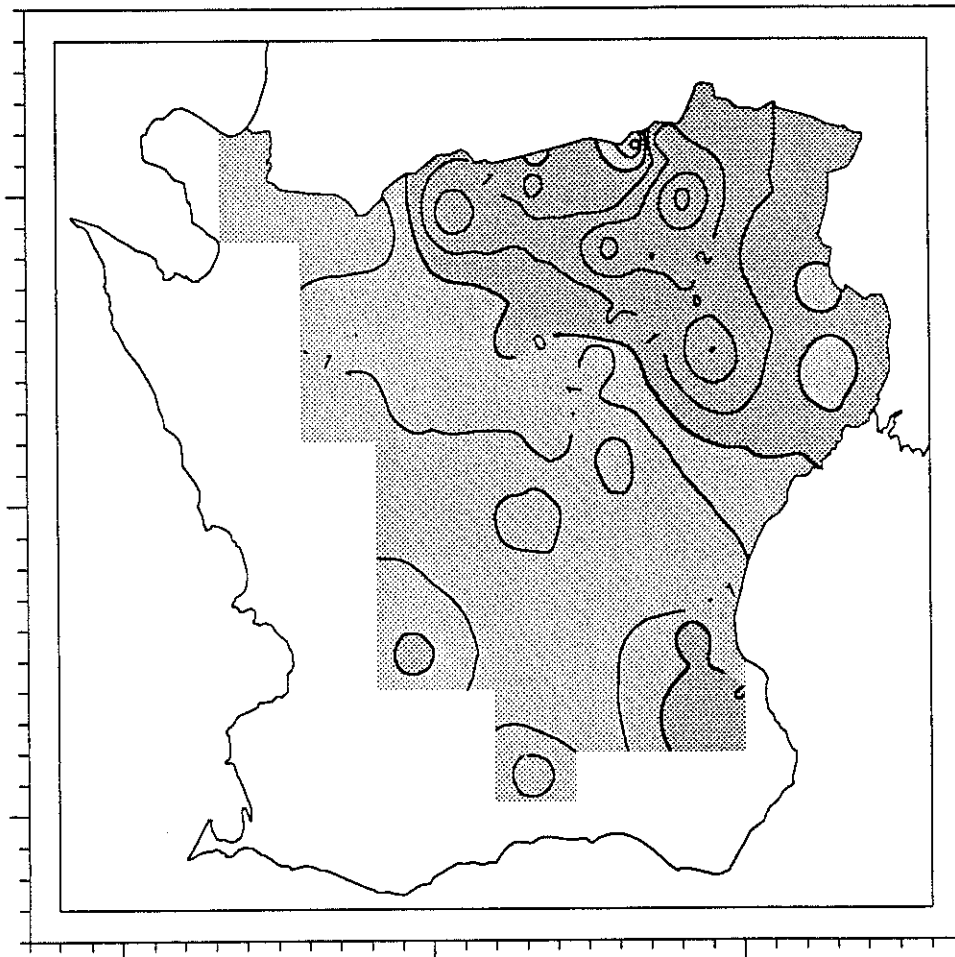


# Barrkemi och barrstrukturer på skogsprovvytor i Skåne 1990

Rapport 11/92

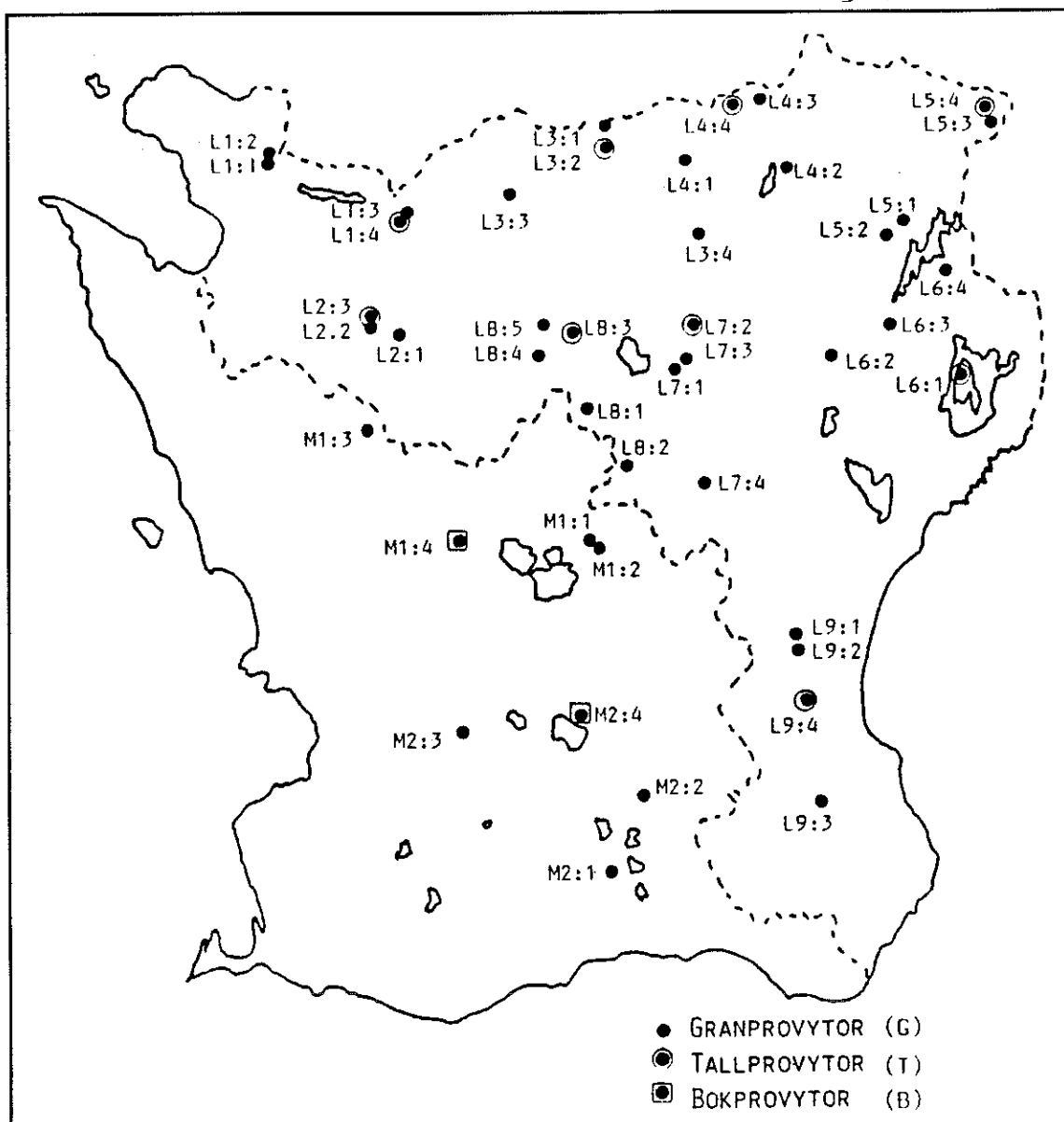


---

## Skånes samrådsgrupp mot skogsskador

Länsstyrelserna  
Lunds universitet  
Skånes skogsägare

Skogsvårdsstyrelserna  
Domänverket  
Skogssällskapet



Läget för de skånska observationsytorna

Omslag: Förändringar från 1985 till 1990 i kvoten fosfor/kväve i barr. Data från SVS fasta provytor

Tryck: Länsstyrelsen i Kristianstads län

Tryckort: Kristianstad

Upplaga: 750 ex

År: 1992

## Förord

De provytor som startades i regi av Samrådsgruppen mot skogsskador i Skåne 1984 har provtagits avseende barrkemi 1984/85, 1987 samt 1990. Samtidigt har utförts barrstrukturella studier.

Medel för studierna har till största delen givits av Skogsstyrelsen som tillsammans med Naturvårdsverket även stött med tjänst för rapportens utskrivande. Analyserna har utförts vid Växtekologiska avdelningen, Ekologiska Institutionen, Lunds Universitet. Genom tillfällig och fast anställd arbetskraft har universitetet bidragit till rapportens framtagande. Granskning och redigering har skett vid Länsstyrelsen i Malmö och tryckning har skett vid Länsstyrelsen i Kristianstad.

Särskilda tack lämnas till Anders Jonshagen som genomfört provtagningar i fält, till Gunilla Larsson som genomfört barrstrukturella studier och hjälpt till med datorarbeten under Magnus Dahlgrens handledning samt till flitiga laboratorierassistenter som genomfört analyserna.

Lund i november 1991

Bengt Nihlgård

**Skånelänens samrådsgrupp mot skogsskador**  
Domänverket  
Lunds Universitet  
Länsstyrelserna i Kristianstads och Malmöhus län  
Skogsvårdsstyrelserna i Kristianstads och Malmöhus län  
Skogssällskapet  
Skånes Skogsägare

**Barrkemi och barrstrukturer på skogsprovytor i Skåne 1990**  
(Needle chemistry and needle structures of Scanian coniferous stands 1990)

**Innehållsförteckning**

Förord	1
Innehållsförteckning	2
Sammanfattning - Summary	3
1. INLEDNING	4
2. LOKALER OCH METODIK	4
3. RESULTAT	5
3.1 Barrstrukturer	5
3.2 Årsbarrens kemi	9
4. DISKUSSION	14
5. SLUTSATSER	19
6. REFERENSER	20

## Barrkemi och barrstrukturer på skogsprovytor i Skåne 1990

### Sammanfattning

Barrkemiska samt barrstrukturella egenskaper har undersökts i 42 bestånd av gran eller tall under vintrarna 1984/85, 1986/87 samt 1989/90. På sjuåriga kvistar studerades på fem barråtgångar barrförluster, frost- och svampskador, gulning, små barrnekroser samt förekomst av grönalger. Näringsanalyser har gjorts på årsbarrprover från mars månad. De barrkemiska resultaten från 1990 korreleras med markundersökningar genomförda 1988. Av resultaten framgår att barrförlusterna fortsätter att öka, liksom mängden prickskador på barren. Algbeläggning på barren fortsätter också att öka, liksom N-halterna i barren jämfört med data från 1985 och 1987. Tendens till kontinuerlig ökning föreligger även avseende Ca- och Mg-koncentrationerna. Mg/N-kvoterna ligger i genomsnitt konstanta, liksom P/N-kvoterna. De senare ligger dock mycket lågt i relation till vad som borde förväntas, och i en fjärdedel av bestånden är kvoten nu under 10, mot önskvärda 11-13. Alarmerande är den försämrade kaliumsituationen. Särskilt har K/N-kvoten fortsatt att minska och ligger nu i genomsnitt under önskvärd nivå (35%), med flera bestånd på kritiskt låga värden (<25%). En fjärdedel av bestånden ligger också under kritiska gränsvärden för P/N-kvoten. Resultaten stärker trenden av fortgående försurning och kvävebelastning av markerna med åtföljande försämrade näringsbalanser. Den rikliga förekomsten av röda granbarr i Sydsverige under vinterhalvåret 1990/91 kan sannolikt förklaras genom dessa näringsobalanser.

## Needle chemistry and needle structures of Scanian coniferous stands 1990

### Summary

Nutrients in needles and structural variables were studied on seven year old branches of 42 stands of pine and spruce in Scania, southern Sweden 1984/85, 1986/87 and 1989/90. Five age classes of shoots were studied for a number of structural variables; needle loss, frost and fungi appearance, yellowing, needle flecks and appearance of green algae. Correlations were made with soil analyses performed 1988.

The results showed that average needle losses continued to increase, as did the appearance of needle flecks and green algae cover on needles. N on an average continued to raise its concentrations compared to 1985 and 1987. A similar tendency was found for Ca- och Mg-concentrations. Both Mg/N-ratios and P/N-ratios are on an average constant, but from one quarter of the stands the P/N-ratio is today below 10% (a critical level), which should be compared with the desirable level of 11-13%. Alarming is the continuous decreasing K-concentrations, and the K/N-ratio is today on an average below the desirable level of 35%, and several stands are below a supposed critical level of 25%. The results support an ongoing high nitrogen deposition and soil acidification, causing nutritional imbalances. A frequent appearance of red and brown coloured spruce needles in South Sweden during the winter 1990/91 is supposed to be a result of these nutritional imbalances.

# Barrkemi och barrstrukturer på skogsprovytor i Skåne 1990

(Needle chemistry and needle structures of Scanian coniferous stands 1990)

## 1. INLEDNING

I Skåne genomfördes studier i februari/mars 1985 och 1987 avseende barrkemi på årsbarr, samt avseende barrstrukturella egenskaper även på fyra äldre barrårgångar av gran. Undersökningarna har utförts på 42 stycken tall- och granprovytor som etablerades under 1984 i regi av Skånelänens samrådsgrupp mot skogsskador. Bestånden uppvisar en varierande ålder från 25 till 60 år. Undersökningarna upprepas med 2-3 års mellanrum och de föreliggande resultaten är från 1990 års provtagning och analyser.

Att undersöka barrrens näringsinnehåll och strukturella egenskaper är ett sätt att kontrollera trädens aktuella vitalitet. Såväl klimat som markförhållanden, herbivorer, patogena svampar samt olika skogliga ingrepp kan påverka dessa variabler. Dessutom har olika luftföroreningar genom sin inverkan såväl direkta som indirekta effekter på barren genom utlakningsfenomen i kronan och i marken. Barrrens näringsinnehåll behandlas därför även i relation till markens närings- och metallinnehåll, som senast undersöktes 1988 på provytorna (se Nihlgård 1991).

## 2. LOKALER OCH METODIK

Provyternas läge och beståndsegenskaper beskrivs i rapport nr 1 (Skånelänens Samrådsgrupp 1986). Deras barr- och markkemiska status vid starten 1984/85 beskrivs i rapport nr 2 (Nihlgård 1986) och det barrkemiska tillståndet 1987 i rapport nr 8 (Nihlgård 1990). 9 tallprovytor och 33 granprovytor följs enligt övervakningsprogrammet.

Grenar och barr insamlades från fem markerade träd i varje bestånd 1985 och från sex träd 1987 och 1990. Ett grenprov togs på sjunde grenvarvet från toppen räknat. Näringsanalyser utfördes på årsbarr avseende N, P, K, Ca, Mg, S, Al, Mn, Na och Zn. 1985 gjordes analyserna på atomabsorptionsspektrofotometer, 1987 och 1990 på plasma-analysator (ICP Perkin Elmer). 1985 gjordes även Mo-analyser på grafitugn, 1987 även B-analyser på ICP. 1985 analyserades 1 g barr (85°C) upplöst i 50 ml HNO<sub>3</sub>, 1987 och 1990 analyserades 2 g barr upplösta i 50 ml HNO<sub>3</sub> (Balsberg,

1990). De kemiska analyserna utfördes 1990 på prover som sammanslagits tre och tre från samma yta; en rationalisering som kunde genomföras då erfarenheterna från de tidigare undersökningarna visat att spridningen ligger ganska konstant för varje enskilt ämne räknat på 5-6 prover.

Upp till fem barrskottsåldrar undersöktes på de insamlade grenarna avseende ett antal synliga strukturella barrvariabler (se Nihlgård 1986). 1990 genomfördes dessa strukturella studier även på tallbarren.

- *Barrförlust* bestämdes i procent för varje åldersklass.
- *Frost-, svamp- och insektsangrepp* klassificerades som skador som gett upphov till rödaktig, brun, gulaktig, gulbandad färg eller svartbrunfläckigt barr. Skadan uttrycktes i procent skadade barr för varje åldersklass.
- *Gulning* bestämdes som gulfärgning av enstaka barr där en lätt gulaktig färgton återfanns på mer än 25% av barrens totala längd, och uttrycktes i procent barr med gulning för varje åldersklass.
- *Prickskador* bestämdes som små gulvita prickar på barrens ovansida (Roll-Hansen et al 1987, fig. 103-104). De uttrycktes i procent barr med 0, 1-5 samt >5 prickskador per barr som genomsnitt för varje åldersklass.
- *Grönalger* (dominerat av *Pleurococcus vulgaris*, trädgröna) bedömdes vara av betydelse när de förekom (mer eller mindre sporadiskt) på mer än 25% av barrrets längd, och förekomsten uttrycktes i procent av barren på resp skott. Lupp måste användas för att kontrollera förekomsten.
- *Barrlängd* registrerades som en medellängd av mittbarren på varje åldersklass.

Statistiskt bearbetades data genom medelvärdesberäkning, standardavvikelseberäkning, korrelations- och regressionsberäkning samt parad t-test för att beskriva samband och skillnader mellan olika bestånd och mellan de två provtagningarna. Beräkningarna gjordes på MacIntosh-dator med hjälp av programmen Excel och Statview.

### 3. RESULTAT

#### 3.1 Barrstrukturer

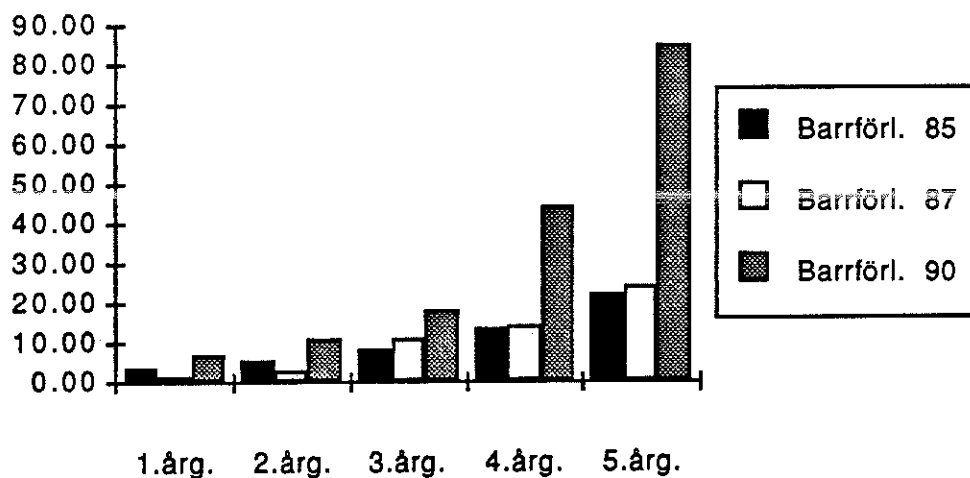
I genomsnitt har värdena på vissa granbarrstrukturella variabler inte förändrats särskilt mycket (tabell 1); granbarrlängderna ligger således inom samma gränser som 1985 och 1987, frekvensen av svamp och insektskador liksom prickskador utgör ett genomsnitt av föregående års värden. Det framgår av medelvärdena att en viss systematisk underskattning av barrlängderna tycks ha gjorts 1987.

En klar förändring är dock att barrförlusterna har ökat rejält på särskilt

fjärde och femte barrårgångarna (figur 1), medan förekomsten av gulaktiga barr har sjunkit ytterligare något jämfört med 1987 (tabell 1).

**Tabell 1.** Medelvärden av granbarrens strukturella egenskaper från åren 1985, 1987 och 1990 från 33 granbestånd i Skåne. Grenproven är tagna från sjunde grenvarvet. Fr/Sv/Ins = Frost - Svamp och Insektsskador.

År	Argång	Barr- längd mm	Barr- förlust %	Fr/Sv/Ins skador %	Gul- ning %	Prick- skada %	Alg- belägg. %
MV 1985	1.årg.	16.5	2.9	11.1	2.2	1.4	2.5
MV 1985	2.årg.	17.4	5.0	10.5	4.2	9.0	5.7
MV 1985	3.årg.	17.5	7.8	10.6	8.2	17.2	9.5
MV 1985	4.årg.	16.8	13.3	14.3	12.8	20.3	15.5
MV 1985	5.årg.	17.7	21.5	14.8	19.3	17.7	21.2
	M v	17.2	10.1	12.3	9.3	13.1	10.9
MV 1987	1.årg.	15.6	1.3	5.3	0.4	2.5	0.0
MV 1987	2.årg.	15.8	2.3	3.7	0.4	3.6	1.0
MV 1987	3.årg.	15.3	10.5	5.3	1.0	6.9	6.0
MV 1987	4.årg.	15.7	13.7	6.6	3.5	12.8	6.4
MV 1987	5.årg.	15.8	23.8	8.2	4.1	13.8	5.9
	M v	15.6	10.3	5.8	1.9	7.9	3.9
MV 1990	1.årg	15.2	6.2	8.7	0.8	1.6	0.0
MV 1990	2.årg	17.0	10.7	6.6	0.6	5.5	6.2
MV 1990	3.årg	17.5	17.8	8.0	0.4	6.1	21.1
MV 1990	4.årg	17.2	43.8	11.5	0.5	17.6	29.4
MV 1990	5.årg	17.0	84.6	12.3	0.4	24.3	20.3
	M v	16.8	32.6	9.4	0.5	11.0	15.4

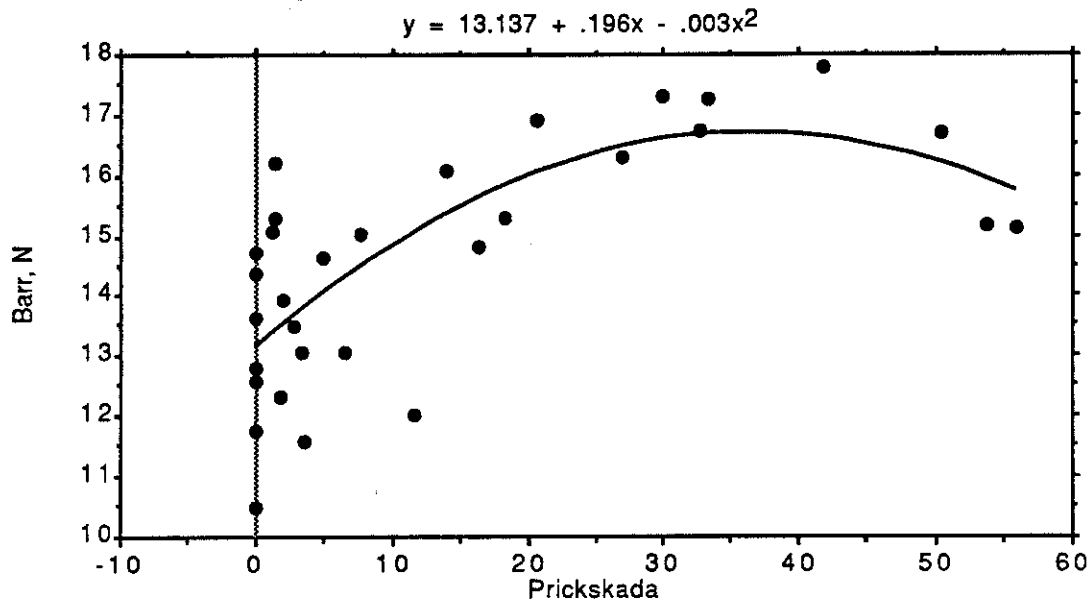


**Figur 1.** Medelvärden av barrförlusterna på fem barrårgångar från sjunde grenvarvet, hos 33 bestånd av gran i Skåne undersökta 1985, 1987 och 1990.

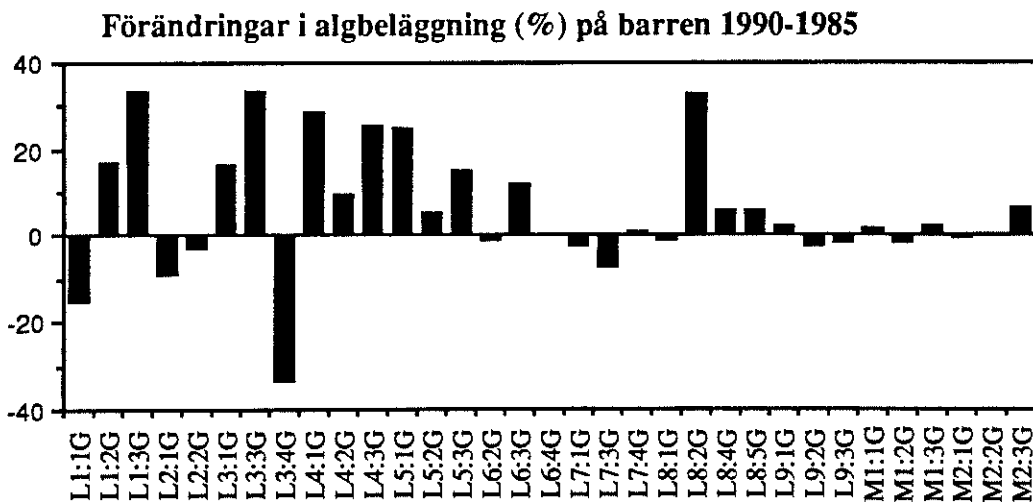


Barrförlusterna hos gran visade sig delvis samvariera med prickskadorna ( $r=0.56^{***}$ ), och var inte tydligt kopplade till någon speciell näringsobalans, annat än svagt till P/N-kvoten ( $r=0.39^*$ ).

Barrlängderna visade sig vara svagt kopplade till kaliumhalterna ( $r=0.44^{**}$ ). Prickskadorna var upp till en viss nivå positivt korrelerade med kvävehalten (figur 2).



Figur 2. Prickskadorna på 3.e -5.e barrårgångarna av gran var upp till en viss nivå korrelerade med kvävehalterna i barren ( $r=0.72^{***}$ ).



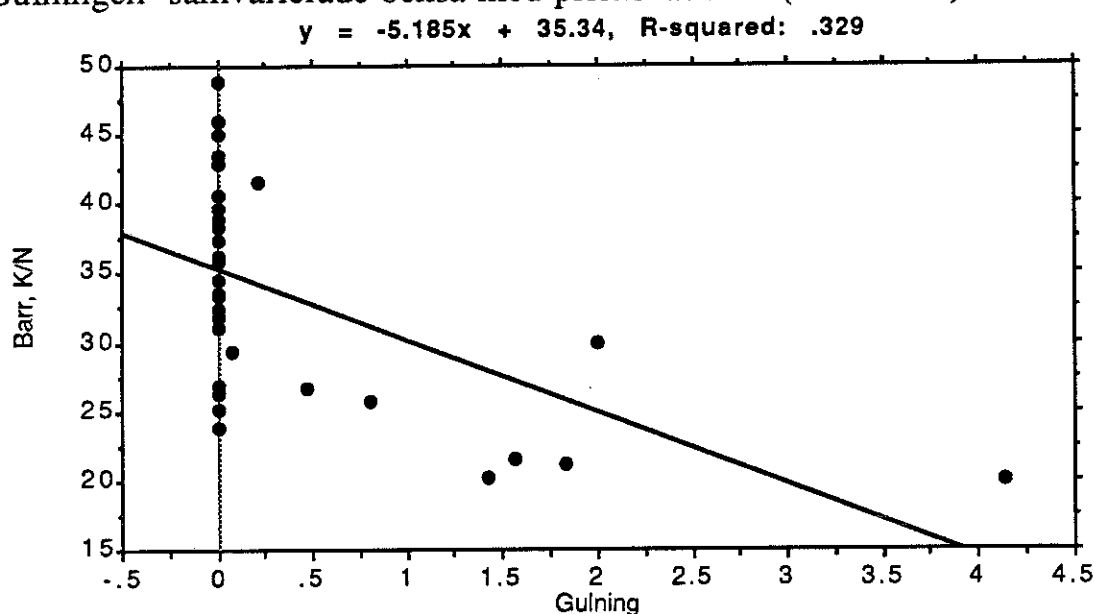
Figur 3. En ökning av algelagringen kan sedan 1985 noteras främst på de i NV och N Skåne belägna lokalerna (distrikten 1-5).

Algelagringen på provytorna i M-län har varit konstant hög under perioden 1985-1990. På övriga ytor har den ökat kraftigt sedan 1985/

1987 (tabell 1), och företrädesvis på lokaler som ligger i NV Skåne (figur 3). Ökningarna var inte signifikant korrelerade med halterna av några näringsämnen i barren.

Frost-, svamp och insektsskadorna, i årets undersökning främst av karaktären insektsskador, var heller inte kopplade till några näringsämneshalter. Tidigare år har en klar, koppling till Mg/N-kvoterna kunnat påvisas. Dock sjönk korrelationen mellan 1985 och 1987, och 1990 fanns inget signifikant samband.

De små kvarstående gulningsfenomenen fanns främst på 3.e-5.e barrårgångarna och visade sig vara korrelerade med K/N-kvoterna (figur 4), och var också direkt kopplade till K-halterna i barren ( $r=0.43^*$ ). Gulningen samvarierade också med prickskadorna ( $r=0.60^{***}$ ).



Figur 4. Frekvensen av gula barr på 3.e-5.e barrårgångarna hos gran var negativt korrelerade med K/N-kvoten i barren ( $r=0.57^{***}$ ).

De undersökta tallarnas barr karakteriserades av följande (tabell 2);

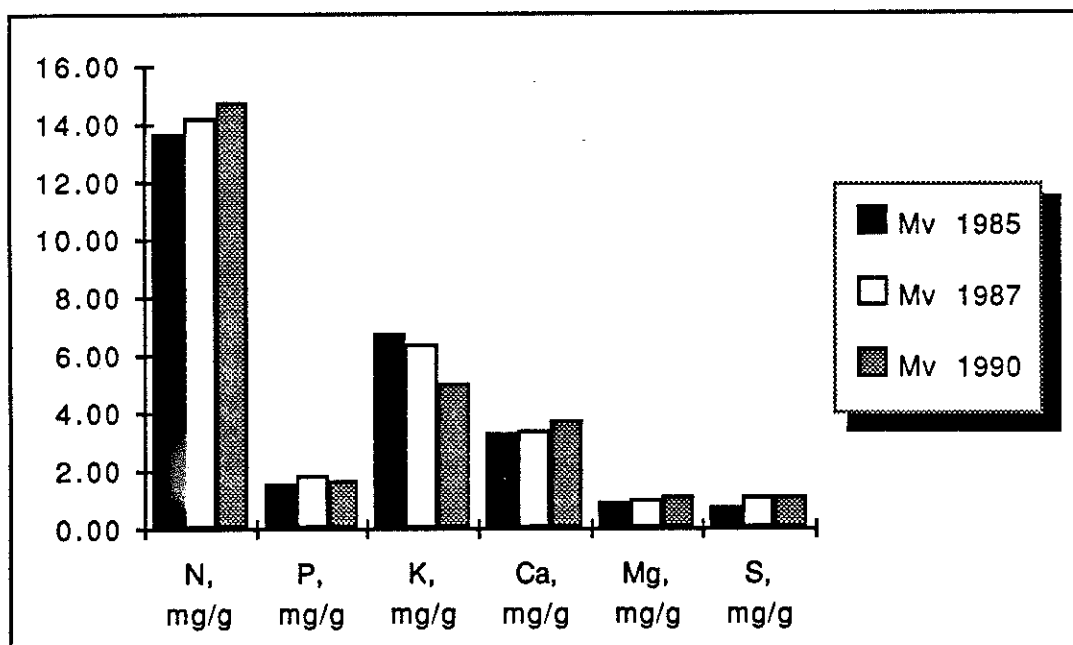
- de uppvisade en sjunkande barrlängd mellan befintliga barrårgångar, och hade ett genomsnitt av 48 mm långa barr,
- barr fanns främst på det senaste årsskottet. Endast ett bestånd hade barr från 3.e barrårgången och två bestånd hade endast en barrårgång. I genomsnitt var därför barrförlusterna mycket stora och nästan 100% på tredje barrårgången,
- gulningsfenomen kunde inte noteras,
- frost-, svamp- och insektsskador liksom prickskador var av samma storleksordning som granbeståndens,
- algbeläggning förekom sparsamt.

**Tabell 2.** Medelvärden av tallbarrens strukturella egenskaper 1990 från 9 tallbestånd i Skåne. Grenproverna är tagna från sjunde grenvarvet.

LOKAL	Årgång	Barrlängd mm	Barrförl. %	Fr/Sv/Ins %	Gulning %	Prickskada %	Algbelägg. %
MV Tall	1	46.6	16.1	11.7	0.0	5.2	0.0
sd	1	9.3	9.8	6.7	0.0	6.0	0.0
MV Tall	2	50.0	61.1	17.3	0.0	6.6	3.5
sd	2	7.5	29.6	10.9	0.0	8.7	8.6
MV Tall	3	51.0	97.1	12.5	0.0	15.0	0.0
sd	3	-	8.7	-	-	-	-
MV Tall	1 - - 3	48.2	58.1	14.1	0.0	6.3	1.3
sd	1--3	8.2	38.2	8.6	0.0	7.2	5.3

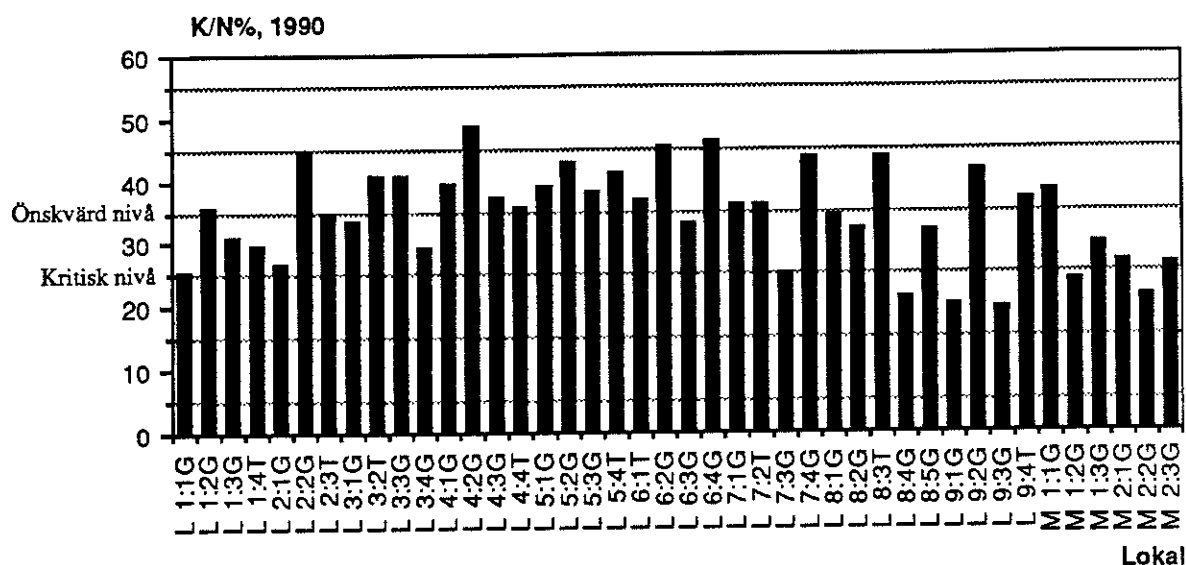
### 3.2 Årsbarrens kemi

Gran- och tallbarrens näringsinnehåll hade i genomsnitt ändrats ganska litet; signifikant var dock en höjning av kvävehalterna och en sänkning av kaliumhalterna (figur 5 och tabellbilaga 2). Trenden avseende kalcium och magnesium var också att halterna i genomsnitt hade höjts. Detta gällde dock inte alla lokaler (tabellbilaga 1).



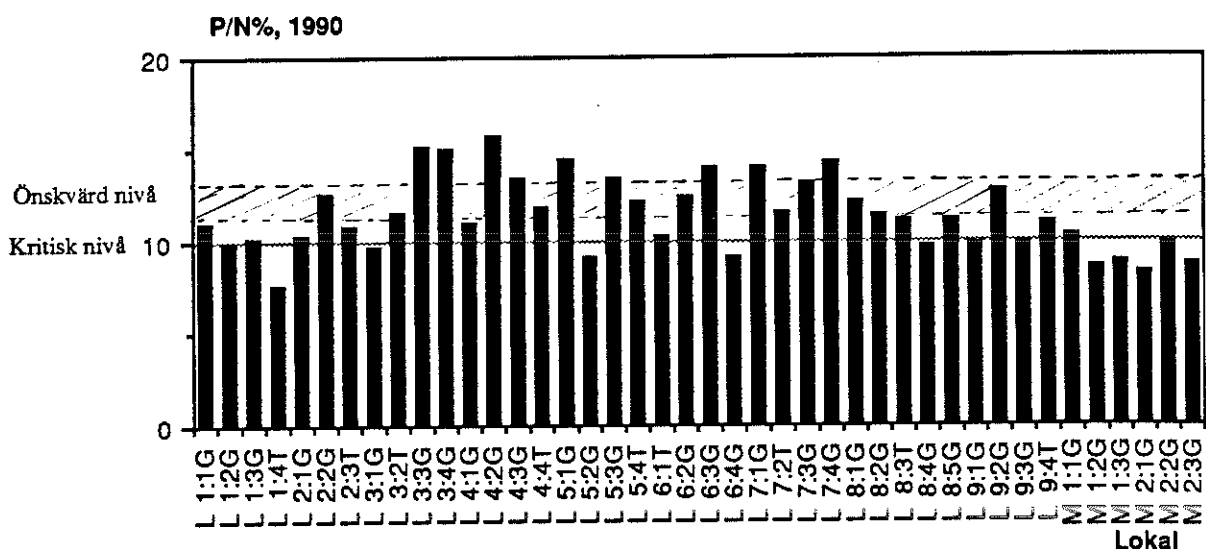
**Figur 5.** Illustration av hur årsbarrens makronäringshalter som genomsnitt har förändrats från 1985 och 1987 till 1990.

De sjunkande kaliumhalterna speglas också i de relativt sett ännu mera sänkta kalium/kväve-kvoterna (figur 6).



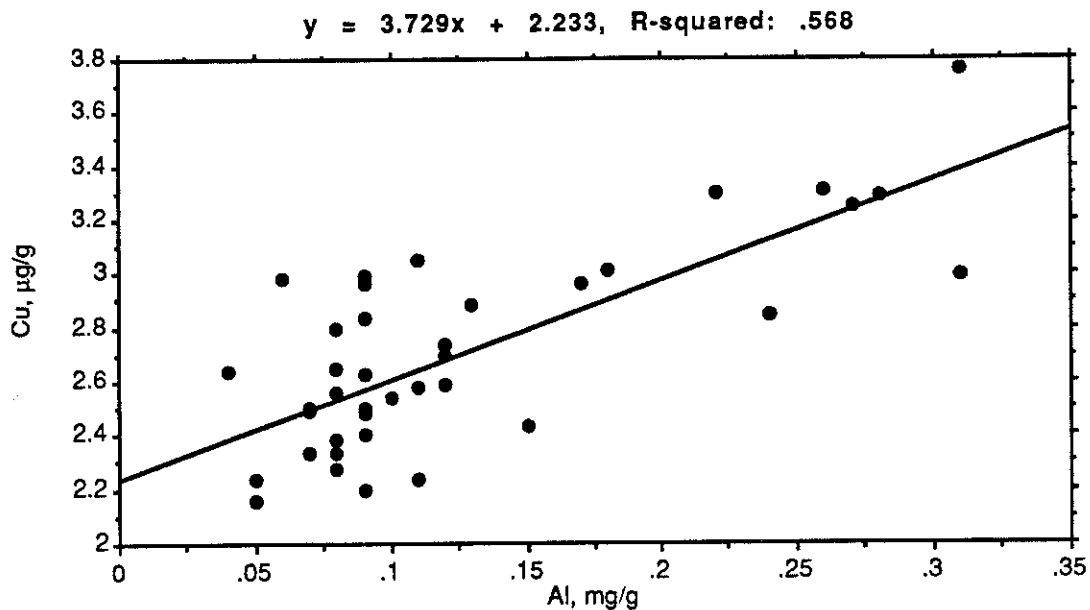
Figur 6. Barrns kaliumhalter i procent av kvävenivåerna (K/Nx100) i relation till de nivåer som betraktas som önskvärda respektive kritiska.

En likartad trend fast inte så uttalad föreligger vad gäller fosfor/kvävekvoterna (figur 7). Här har nu 10 lokaler hamnat under den kritiska nivån 10%, mot 4 lokaler 1987.



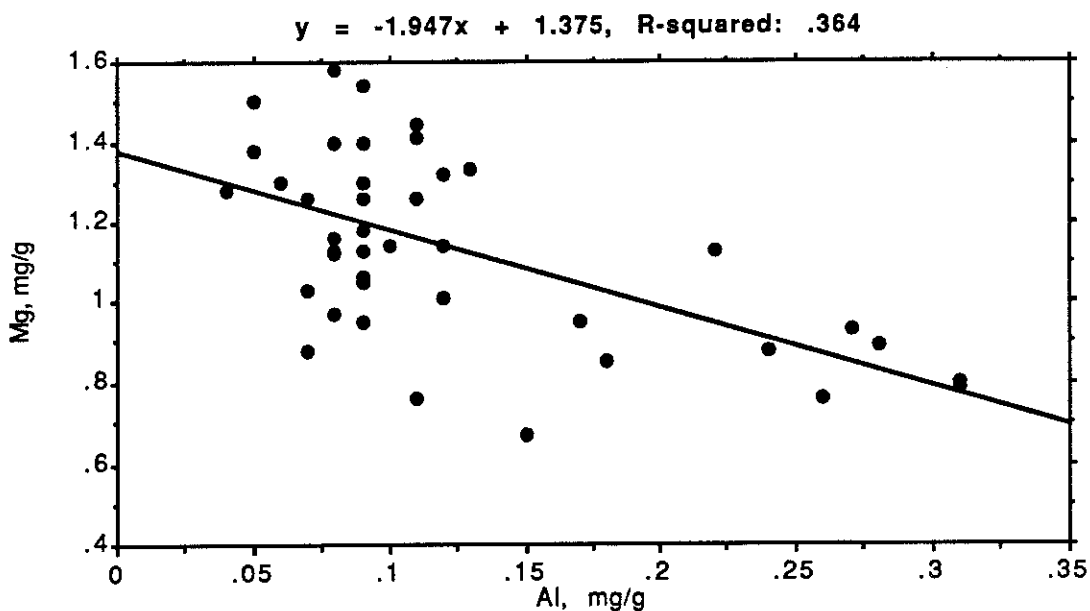
Figur 7. Fosfor/kväve-kvoten (P/N) ligger liksom tidigare mycket lågt och har som genomsnitt sjunkit sedan 1987. Önskvärd nivå är 11-13%.

Barrns kemiska halter är inbördes inte särskilt starkt kopplade till varandra. Kvävenivåerna samvarierar således inte alls med kalcium-, kalium- eller magnesiumhalterna, utan uppvisar större samvariation med koppar ( $r=0.45^{**}$ ), svavel ( $r=0.47^{**}$ ) och järn ( $r=0.54^{***}$ ). Samtidigt uppvisar aluminiumhalterna i barren också stor samvariation med järn ( $r=0.51^{***}$ ) och koppar ( $r=0.75^{***}$ , se figur 8).



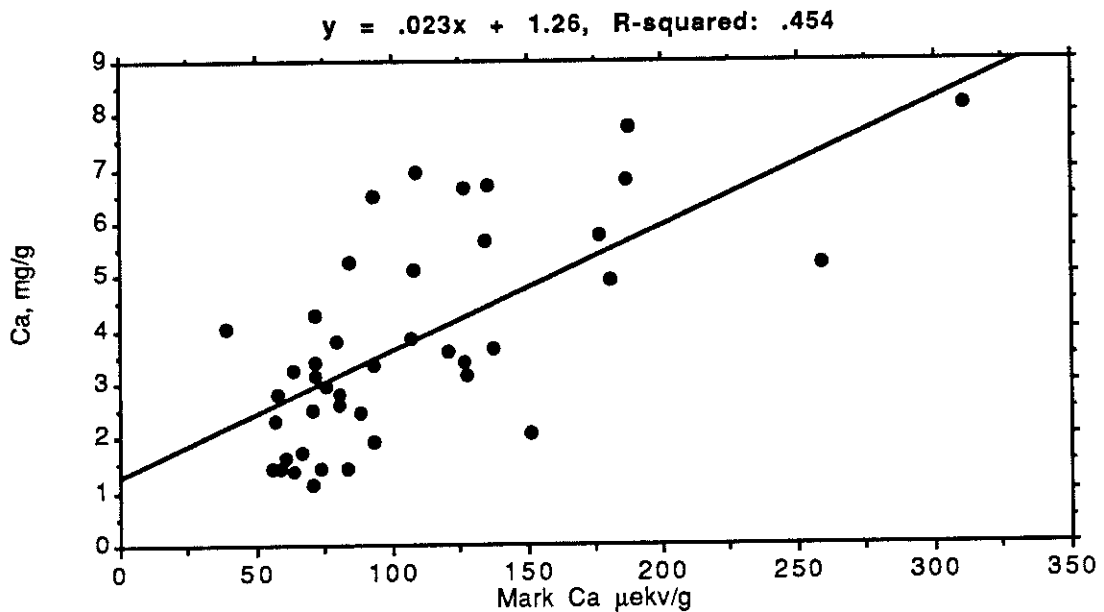
**Figur 8.** Sambandet mellan barrens halter av aluminium och koppar är starkt ( $r=0.75^{***}$ ).

Ett intressant förhållande speglas genom det negativa sambandet mellan magnesium och aluminium i barren (figur 9). Tidigare års undersökningar har inte givit detta signifikanta samband. Ett likartat förhållande existerar mellan barrens kalcium- och aluminiumhalter ( $r=-0.57^{***}$ ), vilket har förstärkts sedan 1985 som uppvisade  $r=-0.44^{**}$ .



**Figur 9.** Barrens aluminiumhalter är genomsnittligt högre vid sjunkande magnesiumhalter ( $r=-0.60^{***}$ ) och kalciumhalter ( $r=-0.57^{***}$ ).

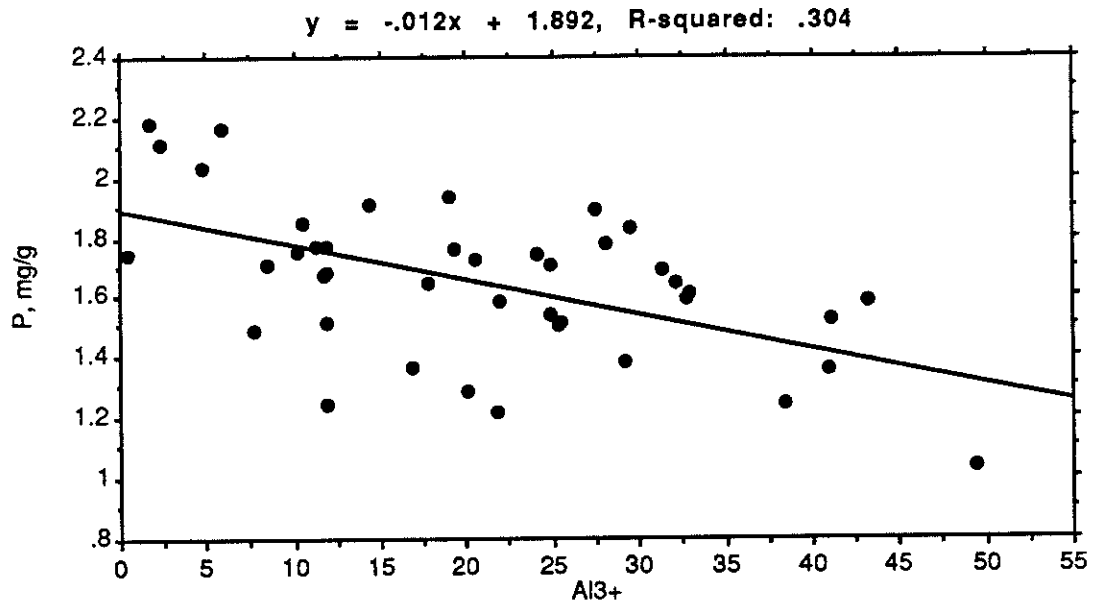
Det finns inte många positiva samband mellan utbytbara halter i marken och de som återfinns i barren. Undantag utgör främst kalciumhalterna (figur 10), vilket konstaterats även vid tidigare undersökningar (Nihlgård 1986, 1990).



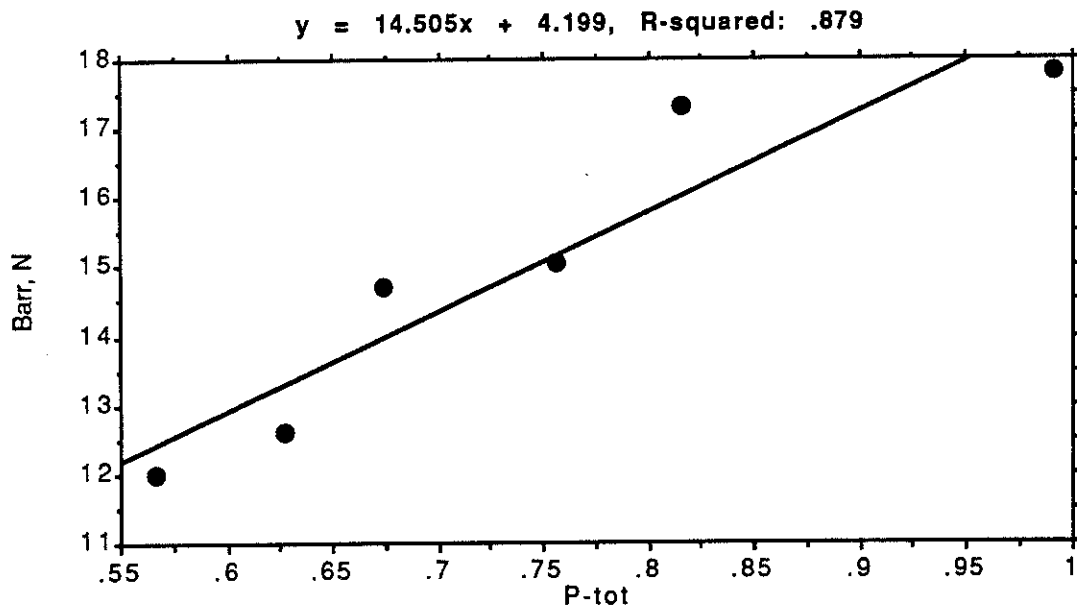
Figur 10. Barrens kalciumhalter speglas ganska väl genom humusens koncentration av utbytbart kalcium ( $r = 0.67$  \*\*\*).

Ytterligare ett negativt samband, som återfunnits även vid tidigare tillfällen, är det mellan barrens fosforhalter och markens halter av utbytbart aluminium (figur 11). Detta samband har kontinuerligt förstärkts; 1985 var  $r = -0.39^*$ , 1987 var  $r = -0.44^{**}$  och 1990 var  $r = -0.55$ . 1985 och 1987 var sambanden dock starkast med mineraljorden strax under mårskiktet; 1990 är det mårens aluminiumhalt som uppvisar bäst korrelation.

Nytt är att barrens fosforhalter är positivt korrelerade med mårens pH-värde ( $r=0.56^{***}$ ), och att det föreligger ett klart positivt samband mellan totalhalten av fosfor i måren och barrens kvävehalt (figur 12). Det föreligger dock endast sex lokaler som styrker det senare sambandet. På övriga lokaler har inga totalanalyser av humusen genomförts.

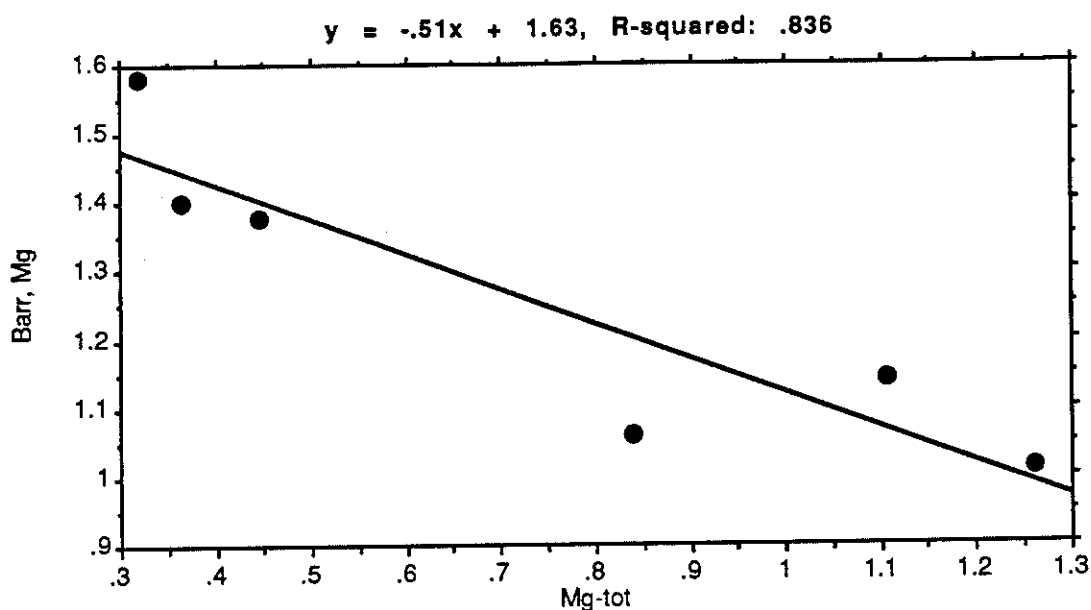


**Figur 11.** Sambandet mellan barrens fosforhalter samt markhumusens halt av utbytbar aluminium har jämförts med 1985 och 1987 ständigt ökat i styrka ( $r = -0.55^{***}$ ).

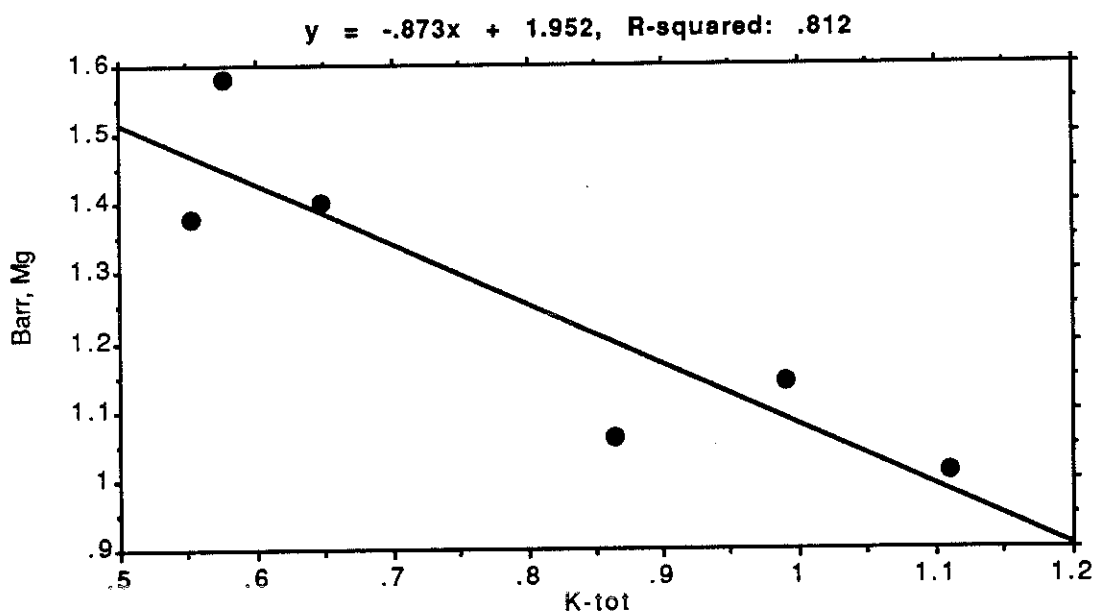


**Figur 12.** Barrens kvävehalter (mg/g) är positivt korrelerade med mårens totala fosforhalter (mg/g) ( $r=0.94^{**}$ ).

Det föreligger fler intressanta samband mellan mårens totalhalter av näringsämnen och trädens barrinnehåll. Således finns negativa samband mellan Mg-halter i barrnen och mårens totala Mg-innehåll respektive K-innehåll (figureerna 13 och 14).



Figur 13. Barrens Mg-halter (mg/g) och markhumusens totalhalt av Mg (mg/g) är negativt samkorrelerade ( $r=-0.91^{**}$ ).



Figur 14. Barrens Mg-halter (mg/g) och markhumusens K-halter (mg/g) är negativt samkorrelerade ( $r=-0.90^*$ ).

#### 4. DISKUSSION

Från undersökningarna konstateras att *barrförlusterna* fortsätter att öka jämfört med undersökningar gjorda 1985 och 1987. Endast en lokal har uppvisat minskad barrförlust jämfört med 1987. Barrförlusterna



har främst ökat avseende äldre barr. Erfarenheterna från Tyskland pekar klart på att det är huvudsakligen äldre barr som faller av vid näringsbrist orsakat av låg tillgång på kalium, fosfor eller magnesium (Tomlinson, 1990). Med stöd av ovanstående funna samband mellan surhetsgrad resp. utbytbart aluminium i marken och trädens närings-tillstånd, verkar detta vara fallet i Skåne. Såväl kalium som fosfor ligger i flera fall under en befarad bristnivå i barren. Med ökad försurning minskar mängderna utbytbart kalium, magnesium, kalcium och fosfat i marken samtidigt som aluminiummängderna ökar, vilket i barren ger sig till känna genom negativa samband (figurena 9 och 11). Dessa samband blir tydligare när ämnena börjar befinna sig på bristnivå, varför man kan befara att detta börjar bli fallet med magnesium och kalcium, eftersom de funna sambanden inte funnits vid de tidigare undersökningarna. Samtidigt löses mera av svårslösliga tungmetaller upp i markvätskan, vilket bl a ger sig till känna genom tydliga samband mellan aluminium och koppar i barren (figur 8).

Särskilt i södra och västra Skåne har förekomsten av *pricksador* på barren ökat jämfört med 1987. Dessa småskador har visats kunna åstadkommas genom exponering för skadliga gaser/ämnen i luften, särskilt ihop med UV-ljus eller frostkristaller. Att södra och särskilt västra Skåne är hårdare exponerat för luftföroreningar, speciellt de inhemska, har tydligt visats i SMHIs rapport om den aktuella samt förutsedda utbredningen av inhemska luftföroreningar i Skåne (SMHI 1991).

Jämfört med den första undersökningen 1985 har *algbeläggningen* (= främst trädgrönealger som växer ut på barren) ökat på ett stort antal provytor. Grönalgbeläggningen har visats vara väl kopplad till förekomsten av hög kvävedeposition (Göransson, 1990). Dessutom kräver algerna relativt hög luftfuktighet och inte alltför starkt direkt solljus. Ökningen indikerar en kraftig och fortsatt kvävepåverkan i Skånes mest nederbördsrika områden (figur 3). Kvävet härstammar från såväl bilavgaser (kväveoxider och nitrat från salpetersyra), som från jordbrukets stallgödsel (ammoniak och ammonium). Ökningen har varit tydligast i de NV delarna av Skåne och det beror sannolikt på att i södra och mellersta Skåne bestånden redan har en så hög beläggning att man inte skall förvänta sig en ytterligare ökning. Det kan hållas för mycket sannolikt att de varma och fuktiga vintrarna de senaste åren har gynnat algerna.

Under åren 1985, 1987 och 1990 har de *barrkemiska förhållandena* ändrats så att halterna successivt höjts avseende främst kväve, men även

avseende magnesium och på vissa lokaler kalcium. Man bör observera att detta gäller som genomsnitt och att avvikelser förekommer. I genomsnitt har detta inneburit att magnesium/kväveknoten ( $Mg/N \times 100$ ) legat konstant. Detta är i klar motsats till utvecklingen i Centraleuropa där magnesium utgör ett viktigt bristämne. Skillnaden beror sannolikt på Skånes närhet till havet, som via saltrika vindar ständigt tillför en liten men viktig del magnesium. Enligt tyska undersökningar (Ulrich 1986) finns det en klar skillnad mellan lokaler som ligger 60 mil från Östersjön- eller Nordsjökusten (södra Tyskland) och lokaler som ligger 25 mil därifrån (centrala Tyskland), vad gäller nederbördens magnesium-innehåll. I de förra områdena krävs vitaliseringsgödning och tillförsel av bl a kalk med magnesium, medan i de senare områdena skogen med nöd och näppe klarar sig på depositionens näringsinnehåll om inte depositionen av syra är för hög. I marken försämras likväl Mg-situationen successivt pga den fortskridande markförsurningen i såväl Sverige som Centraleuropa (Nihlgård 1990, Tomlinson 1990).

De vid föregående undersökningar funna sambandet mellan Mg/N-kvoten och barrförlusten har nu försvunnit, vilket skulle kunna förklaras med att sambandet kan ha utvecklats i anslutning till föregående torrperiod (1982-83) med samtidigt hög kvävebelastning, och då särskilt ammoniaktilförsel, samt att nu andra ämnen börjar bli av lika stor betydelse ur bristsynvinkel (t ex K och P).

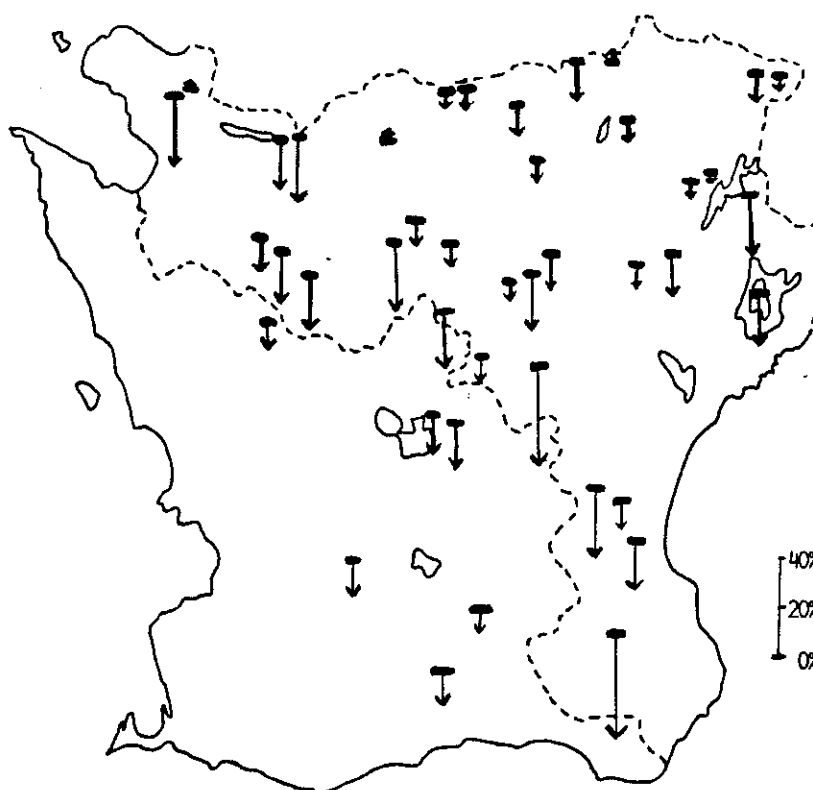
Barrens kalcium- och magnesiumhalter har inte tidigare varit så klart negativt korrelerade med barrens aluminiumhalter. Detta bör tolkas så att barrträden på de suraste markerna nu börjar lida brist på dessa två makroämnen, och då kan aluminiumhalterna istället öka. Som påpekats ovan stöds kopplingen till markförsurning av att kopparhalterna i barren ökar samtidigt med aluminium (koppar och aluminium i barren samvarierar med  $r=0.75^{***}$ )(figur 8). Koppar tas normalt upp i låga koncentrationer av träden, men det upplöses snabbare i marken vid sjunkande pH-värden, varvid trädens upptag ökar särskilt om kalciumhalterna samtidigt är under bristnivå (<2 mg/g i barr).

Alarmerande är den mycket dåliga kaliumsituationen, som helt klart successivt har försämrats under åren (figurerna 15 och 16). Kalium/kväveknoten ( $K/N \times 100$ ) är av mycket stor betydelse för frost- och torkhärdigheten och den är nu nere på mycket låg nivå i flera bestånd. Önskvärd nivå är ca 35%, och sammanlagt 20 bestånd ligger 1990 under denna nivå (figur 5), mot 2 bestånd 1985. Frost/torkskador yttrar sig som en förekomst av röda/bruna barr, där frost särskilt drabbar de yngsta barren och torkskador drabbar de äldre.

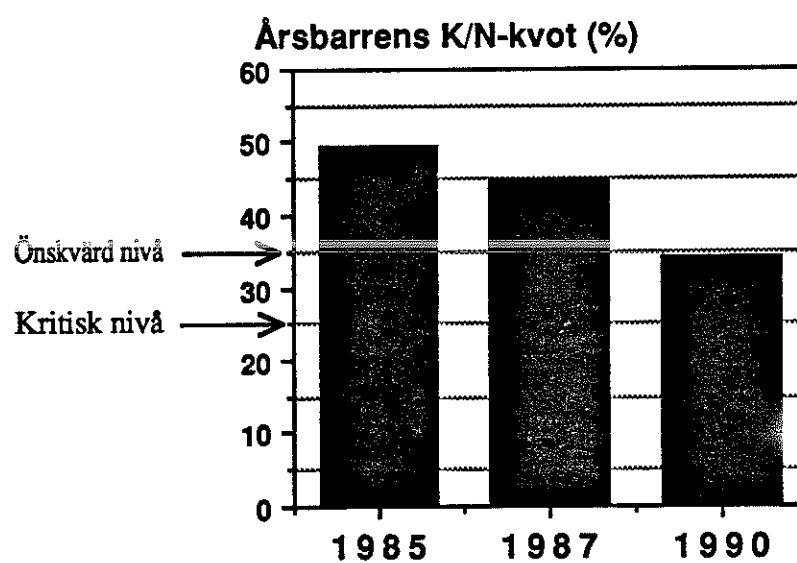
Fosfor/kväve-kvoten ( $P/N \times 100$ ) i barren har legat konstant i genomsnitt, men fosforhalterna har i genomsnitt varit låga sedan undersökningarna startade. Det har emellertid skett förändringar (figur 17); på lokaler i nordöstra Skåne kan en viss förbättring noteras, medan i hela V, S och mellersta Skåne P/N-kvoten har försämrats ytterligare till oroande låga värden. Önskvärd nivå för fosfor/kväve-kvoten är ca 13% och detta krav uppfylldes vid provtagningen bara av 10 bestånd av de 42 undersökta. *I 13 bestånd var kvoten under 10%* vilket innebär kraftig obalans och risk för bristsymptom med avtagande tillväxt som följd. Det dåliga fosfor/kvävetillståndet kan sättas i direkt samband med markförsurning, eftersom vi konstaterat att det finns ett negativt samband med mängden löst aluminium i marken (figur 11), och aluminium har även i experiment visats vara negativt för fosforupptaget i träden (Jensen et al 1989, Asp et al 1988). Man kan också misstänka att det fortskridande kvävenedfallet missgynnar mykorrhizan så starkt att det märks på fosfatupptagningen, som till största delen sker genom denna svamp/träd-symbios.

Uppträdandet av höga magnesiumvärdena i barren samtidigt med låga mängder av kalium i markens humus som främst består av döda barr (figur 14), kan tolkas som ett resultat av en kompensationsupptagning av magnesium vid bristande kaliumtillgång.

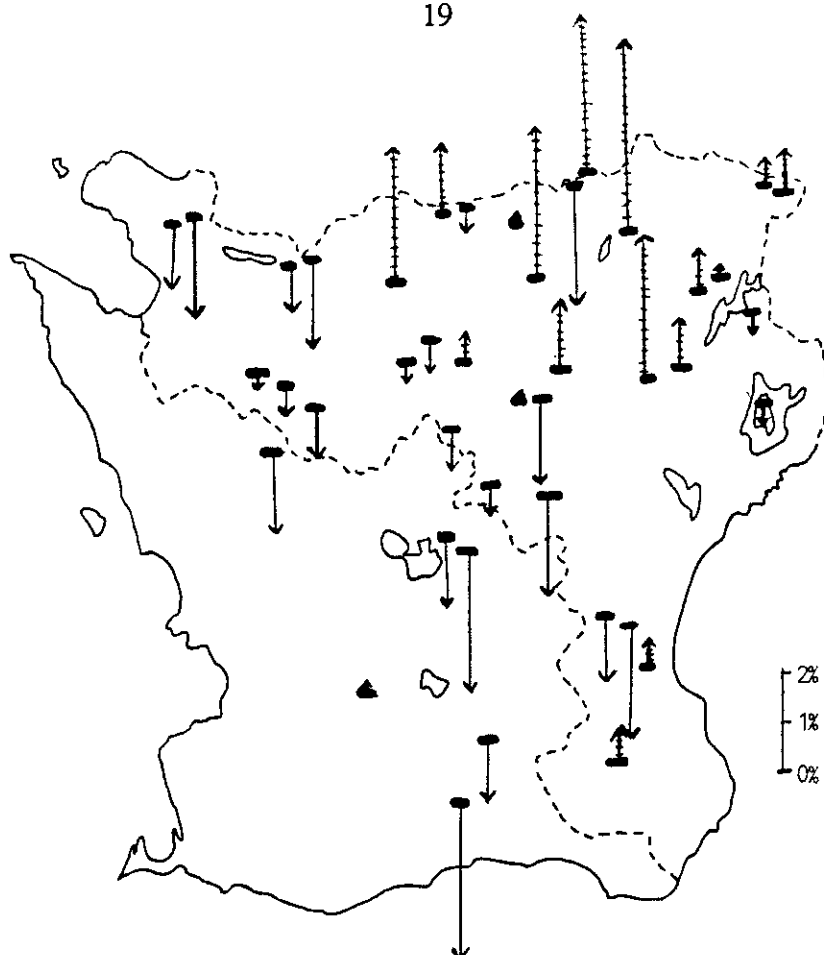
Sammanfattningsvis kan konstateras från barrundersökningarna i Skåne under 1980-talet att det skett klara försämringar som kan skyllas luftföroreningarna. Näringstillståndet har hela tiden uppvisat låga fosforhalter, och har under de senaste åren börjat få alarmerande låga kaliumnivåer i många bestånd. De negativa förändringarna är tydligast i de delar av Skåne som har den kraftigaste belastningen av surt regn och högt kvävenedfall (åsarna i V och SV samt mellersta Skåne). Här har P/N-kvoterna mycket tydligt sjunkit, och här finns även de största försämringarna avseende K/N-kvoterna även om de senare sjunkit något över hela Skåne (figur 15). I dessa regioner har också tidigare visats negativa markförändringar som kan skyllas en fortsatt markförsurning (Nihlgård 1991). Trenderna i näringsrelationerna är mycket tydliga och måste tas på stort allvar, eftersom de klart indikerar att markförsurningen nu börjat nå sådana gränser att tillväxtnedsättning bör förväntas.



Figur 15. Barrens K/N-kvoter har försämrats över större delen av Skåne, men kraftigast i V, S och mellersta Skåne jämfört med situationen 1985.



Figur 16. Barrens genomsnittliga kalium/kväve-kvot ( $K/N \times 100$ ) har successivt sjunkit under provtagningsåren 1985-1990.



Figur 17. Barrens P/N-kvoter har förbättrats något i NO Skåne, men ytterligare försämrats i V, S och mellersta Skåne jämfört med situationen 1985.

## 5. SLUTSATSER

Det senaste året (1990/91) har många träd med röda barr observerats i såväl Skåne som Halland, och något bestånd har helt sanerats bort pga förekomst även av döda träd. Situationen är dock ännu värre i Danmark, där barrträdsbestånd över stora ytor är i synnerligen dålig kondition. Även i Halland och Danmark har kaliumvärden under 3 mg/g konstaterats i starkt skadade bestånd. I Skåne har ökande barrförluster konstaterats hos gran, och hos tall är barrförlusterna anmärkningsvärt höga i undersökta bestånd. En slutsats av utvecklingen för Skånes vidkommande är att våra trädbestånd mycket snabbt närmar sig en kritisk nivå, där både fosfor och kalium är i kraftig obalans och brist sett i relation till kväve. Troligen är det den sammantagna effekten av den fortsatta markförsurningen som i oförminskad omfattning fortsätter att laka ut mineralnärsämnen ur skogsjordarna (Hallenbäck et al 1986, Falkengren-Grerup et al 1987, Nihlgård 1991) samt den mycket höga kvävebelastningen (Nihlgård 1990), som skapar situationen. Även höga vintertemperaturer kan ha medverkat till skadorna om invintring-

en är dålig, och det kan den bli pga hög kvävebelastning via luften. Situationen bör ses som mycket alarmerande, eftersom ännu inga tydliga tendenser till förbättring av svavel- och kvävenedfallet kan observeras. Även om detta skulle ske kommer trädens näringssituation inte påtagligt eller snabbt att kunna förbättras, eftersom markernas näringsförråd idag är mycket begränsat pga den redan uppnådda markförsurningsnivån.

## 6. REFERENSER

- Asp, H., Bengtsson, B. and Jensén, P. 1988. Growth and cation uptake in spruce (*Picea abies* Karst.) grown in sand culture with various aluminium contents. - *Plant and Soil* 11:127-133.
- Balsberg, A-M. 1990.Handledning i kemiska metoder vid växtekologiska arbeten. - Medd. från Växtekologiska avd., Lunds Universitet, Nr 52, 58 sid.
- Bengtsson, B., Asp, H., Jensén, P. and Berggren, D. 1988. Influence of aluminium on phosphate and calcium uptake in beech (*Fagus sylvatica*) grown in nutrient solution and soil solution. - *Physiol Plant.* 74:299-305.
- Falkengren-Grerup, U., Linnermark, N. and Tyler, G. 1987. Changes in acidity and cation pools of south Swedish soils between 1949 and 1985. - *Chemosphere*, Vol 16,10-12:2239-2248. Pergamon Journ. Ltd, London.
- Göransson, A. 1990. Alger, lavar och barruppsättning hos unggranar längs en kvävegradient från Sverige till Holland - en pilotstudie. Naturvårdsverket, Rapport 3741
- Hallenbäck, L. and Tamm, C-O. 1986. Changes in soil acidity from 1927 to 1982-1984 in a forest area of south-west Sweden. - *Scand. J. of Forest Research*, 1986, 1:219-232.
- Jensén, P., Pettersson, S., Drakenberg, T. and Asp, H. 1989. Aluminium effects on vacuolar phosphorus in roots of beech (*Fagus sylvatica* L.). - *J.Plant .Physiol.* 134:37-42.
- Mengel, K. and Kirkby, E.A. 1987. Principles of plant nutrition. 4th edition. - Int. Potash Inst., Bern. 685pp.
- Nihlgård, B. 1986a. Effekter av ammoniak och ammonium på mark, vatten och vegetation. - In Nilsson, J. (ed.). Ammoniakutsläpp och dess effekter. SNV Rapport 3188:89-126.
- Nihlgård, B. 1986b. Mark- och barrkemiska data från skogsprovtytor i Skåne. - Skånelänens samrådsgrupp mot skogsskador, Rapport nr 2.
- Nihlgård, B. 1987. The seasonal variation of nutrients in needles of three differently exposed spruce stands. - CEC Workshop, Air pollution research Report 4:60-70.
- Nihlgård, B. 1988. Skogsskador genom lokal ammoniak/ammoniumbelastning. Skånelänens samrådsgrupp mot skogsskador, Rapport nr 6/88. 16s.
- Nihlgård, B. 1989. Nutrients and visible structure dynamics of conifer needles in South Sweden 1985-87. - Comm. from Norwegian Forest Res. Inst., 42.
- Nihlgård, B. 1989. Acid soils and the nutritional status of spruce and pine in South Sweden. - Report from MAB/IUFRO/UN-ECE International Workshop, Beskydy Mountains, Czechoslovakia, Sept 4-6, 1989. 9pp.

- Nihlgård, B. 1990.** Dynamik i barrkemi och barrstrukturer på skånska gran och tallprovytor åren 1985-1987. - Skånelänens samrådsgrupp mot skogsskador. Rapport 8/91. 19s.
- Nihlgård, B. 1991.** Markundersökningar 1988 på fasta skogsprovytor i Skåne. - Skånelänens samrådsgrupp mot skogsskador. Rapport 9/91. 27s.
- Pionke, H.B. and Corey, R.B. 1967.** Relations between acidic aluminum and soil pH, clay and organic matter. - Soil Sci Soc. Amer. Proc.31:749-752.
- Preuhler, T. 1984.** Beobachtung von Walderkrankungssymptomen auf eine Kaliummagnesium-Fichtendüngungsversuch in Oberbayern. - Allg.Forst Zeitschrift 30/31:773-774.
- Roll-Hansen, F. and Roll-Hansen, H. 1987.** Skogskader i farger. Forest injuries in colour. Landbruksforlaget, Oslo 1987.
- Schlyter, P. 1986.** IR-analys av skogsskador i Skåne. Samrådsgruppen mot skogsskador i Skåne. Rapport 3/86.
- Schlyter, P. 1987.** Flygbildsbaserad inventering av skogsskador på gran och tall i Skåne 1986. - Samrådsgruppen mot skogsskador i Skåne. Rapport 4/87.
- Skånelänens samrådsgrupp mot skogsskador, 1986.** Fasta skogsprovytor i Skåne för uppföljning av skogsskador. Rapport 1/86.
- SMHI, 1991.** Spridningsberäkningar för Skåne-regionen - nuläge och framtidsscenarier. Rapport av C. Persson, L. Robertson och H. Backström. SMHI, Meteorologi, Klimatsektionen. Norrköping, mars 1991, 50 sid.
- Tingey, D.T. 1984.** The effects of ozone on plants in the United States. - In "Ozone. The evaluation and assessment of the effects of photochemical oxidants on human health, agricultural crops, forestry materials and visibility". Proceedings of an international workshop, IVL, Göteborg, Sweden, Febr.29.-March 2. 1984.
- Tomlinson, G.T. 1990.** Effects of acid deposition on the forests of Europe and North America. CRC Press, 281 pp.

## TABELLBILAGA 1

Tabellbilaga 1a. Medelvärden per lokal av baren's mineralkemiska innehåll.

Lokal	N, mg/g	P, mg/g	K, mg/g	Ca, mg/g	Mg, mg/g	S, mg/g	Al, mg/g	Fe, µg/g
L1:1	16.7	1.83	4.29	2.32	1.33	1.13	0.13	54
L1:2	16.3	1.61	5.84	1.43	0.67	1.11	0.15	61
L1:3	15.1	1.53	4.68	4.01	1.16	1.05	0.08	40
L1:4	17.9	1.36	5.34	1.36	0.85	1.25	0.18	62
L2:1	14.7	1.51	3.96	2.61	1.38	0.94	0.05	42
L2:2	16.2	2.03	7.30	7.76	1.30	1.24	0.09	46
L2:3	17.7	1.91	6.10	1.45	0.80	1.20	0.31	61
L3:1	13.7	1.29	4.44	2.79	1.12	1.05	0.08	31
L3:2	13.8	1.59	5.59	1.44	0.88	1.04	0.24	57
L3:3	14.4	2.16	5.81	5.76	1.30	1.22	0.06	56
L3:4	12.0	1.73	3.49	6.67	1.06	1.26	0.09	41
L4:1	12.8	1.37	4.94	5.27	1.40	1.06	0.08	36
L4:2	10.5	1.60	4.89	3.77	1.03	1.00	0.07	37
L4:3	11.8	1.59	4.38	3.26	0.97	1.01	0.08	44
L4:4	15.6	1.85	5.58	2.45	0.93	1.32	0.27	62
L5:1	12.3	1.77	4.79	6.93	1.30	0.91	0.09	50
L5:2	13.7	1.25	5.85	3.13	1.13	1.25	0.09	42
L5:3	13.1	1.76	5.08	5.10	1.26	0.96	0.09	48
L5:4	14.2	1.71	5.82	2.08	0.95	1.07	0.17	60
L6:1	16.6	1.68	6.07	1.92	0.89	1.31	0.28	80
L6:2	14.2	1.77	6.43	3.82	1.05	1.09	0.09	63
L6:3	15.0	2.11	5.02	5.21	1.14	1.02	0.10	82
L6:4	11.6	1.04	5.36	4.27	1.50	1.09	0.05	38
L7:1	13.5	1.89	4.89	3.16	1.54	1.06	0.09	38
L7:2	14.2	1.65	5.11	1.72	0.79	1.00	0.31	75
L7:3	13.1	1.71	3.31	4.90	1.18	0.90	0.09	40
L7:4	15.3	2.18	6.66	6.77	1.28	1.07	0.04	42
L8:1	14.7	1.78	5.05	1.60	0.88	1.01	0.07	46
L8:2	14.8	1.69	4.85	3.64	1.13	1.03	0.08	44
L8:3	15.1	1.67	6.58	1.14	0.76	1.06	0.26	73
L8:4	12.6	1.22	2.72	3.39	1.40	0.90	0.09	49
L8:5	14.0	1.54	4.44	2.82	1.44	0.99	0.11	44
L9:1	16.7	1.65	3.39	3.60	1.26	1.11	0.11	84
L9:2	15.3	1.94	6.37	2.51	1.14	1.31	0.12	44
L9:3	17.8	1.74	3.48	3.41	1.58	1.21	0.08	58
L9:4	15.8	1.75	5.81	2.93	1.13	1.37	0.22	74
M1:1	16.9	1.74	6.57	8.15	1.26	1.15	0.07	47
M1:2	16.1	1.39	3.82	3.35	1.32	1.05	0.12	46
M1:3	17.3	1.52	5.16	1.45	0.76	1.08	0.11	67
M2:1	15.1	1.25	4.02	6.50	0.95	1.10	0.09	78
M2:2	15.2	1.49	3.21	6.63	1.41	1.14	0.11	73
M2:3	17.3	1.52	4.58	5.65	1.01	1.08	0.12	97
M v	14.8	1.65	5.03	3.76	1.13	1.10	0.12	55



TABELLBILAGA 1

Tabellbilaga 1b. Medelvärden per lokal av barrns mineralkemiska innehåll.

Lokal	Mn, mg/g	B, µg/g	Cu, µg/g	Zn, µg/g	Mg/N, %	P/N, %	K/N, %	Ca/N, %
L1:1	1.11	38	2.9	18.7	8.0	11.0	25.7	13.9
L1:2	0.74	34	2.4	14.8	4.1	9.9	35.8	8.8
L1:3	1.28	26	2.4	41.4	7.8	10.2	31.1	26.7
L1:4	0.17	33	3.0	45.5	4.8	7.6	29.8	7.6
L2:1	0.39	29	2.2	18.2	9.4	10.3	26.9	17.7
L2:2	0.53	29	2.8	58.4	8.0	12.5	45.1	47.8
L2:3	0.50	27	3.8	31.8	4.6	10.9	34.9	8.2
L3:1	0.93	33	2.3	38.6	8.4	9.7	33.5	10.5
L3:2	0.40	31	2.9	36.5	6.4	11.5	40.5	10.5
L3:3	0.65	26	3.0	52.7	9.0	15.1	40.7	39.8
L3:4	0.82	20	2.6	32.2	8.9	15.0	29.3	55.5
L4:1	2.11	39	2.7	56.2	11.2	10.9	39.6	41.3
L4:2	1.85	27	2.3	42.6	10.5	15.7	48.8	37.7
L4:3	0.90	26	2.3	29.9	8.3	13.5	37.3	27.7
L4:4	1.08	20	3.3	56.8	6.0	11.9	35.9	15.8
L5:1	2.65	34	2.4	54.8	10.6	14.4	39.0	56.0
L5:2	0.62	33	2.5	27.1	8.3	9.2	42.9	23.0
L5:3	2.38	29	2.5	50.0	9.6	13.4	38.4	39.1
L5:4	0.44	33	3.0	42.6	6.8	12.1	41.3	14.8
L6:1	0.63	40	3.3	43.0	5.4	10.2	36.7	11.7
L6:2	1.10	40	3.0	30.9	7.4	12.5	45.4	27.0
L6:3	2.32	29	2.5	42.4	7.6	14.0	33.3	34.9
L6:4	0.62	30	2.2	33.5	13.1	9.1	46.0	37.6
L7:1	0.89	31	2.4	28.4	11.4	14.0	36.2	23.3
L7:2	0.21	32	3.0	32.6	5.6	11.6	36.0	12.1
L7:3	1.00	27	2.2	31.5	9.1	13.2	25.1	37.8
L7:4	0.73	28	2.6	59.2	8.3	14.2	43.6	44.2
L8:1	0.88	34	2.5	22.6	6.0	12.2	34.4	10.9
L8:2	0.87	35	2.8	26.3	7.6	11.4	32.4	24.8
L8:3	0.43	37	3.3	31.7	5.1	11.1	43.8	7.6
L8:4	1.22	45	2.4	30.8	11.1	9.7	21.6	27.1
L8:5	1.75	40	3.1	44.3	10.4	11.1	31.9	20.2
L9:1	2.17	43	2.2	39.1	7.5	9.9	20.2	21.6
L9:2	0.98	38	2.6	30.2	7.5	12.7	41.6	16.3
L9:3	0.34	40	2.6	19.3	8.9	9.9	19.9	19.1
L9:4	0.47	40	3.3	42.6	7.2	11.1	36.7	18.5
M1:1	0.67	27	2.5	59.5	3.9	5.2	22.1	24.9
M1:2	1.72	52	2.7	21.6	8.2	8.6	23.7	20.8
M1:3	1.24	38	2.6	17.9	4.4	8.8	29.9	8.4
M2:1	3.41	33	3.0	32.9	6.3	8.3	26.7	43.2
M2:2	4.59	32	2.6	37.1	9.3	9.9	21.2	43.8
M2:3	3.32	35	2.7	38.7	5.9	8.8	26.3	32.5
Mv	1.22	33	2.7	36.8	7.8	11.2	34.1	25.5

TABELLBILAGA 2

Tabellbilaga 2. Medelvärden och standardavvikelser avseende barrrens näringskemi under provtagningsåren 1985, 1987 och 1990 från 42 gran- och tallprovtytor i Skåne.

	N, mg/g	P, mg/g	K, mg/g	Ca, mg/g	Mg, mg/g	S, mg/g
<b>Mv 1990</b>	14.76	1.66	5.03	3.78	1.13	1.10
<b>sd</b>	1.97	0.27	1.20	2.02	0.26	0.13
<b>Mv 1987</b>	14.20	1.81	6.35	3.36	1.05	1.12
<b>sd</b>	1.04	0.29	1.26	1.55	0.20	0.11
<b>Mv 1985</b>	13.66	1.58	6.72	3.33	0.98	0.75
<b>sd</b>	1.61	0.28	1.55	1.71	0.18	0.16
	Al, mg/g	Fe, µg/g	Mn, mg/g	B, µg/g	Cu, µg/g	Zn, µg/g
<b>Mv 1990</b>	0.12	55	1.22	33	2.7	37
<b>sd</b>	0.07	17	0.98	9	0.5	13
<b>Mv 1987</b>	0.10	54	0.92	24	3.9	41
<b>sd</b>	0.06	13	0.51	6	1.4	10
<b>Mv 1985</b>	0.14		1.03			33
<b>sd</b>	0.07		0.53			8
	Mg/N, %	P/N, %	K/N, %	Ca/N, %		
<b>Mv 1990</b>	7.8	11.4	34.1	25.8		
<b>sd</b>	2.5	2.3	9.3	14.5		
<b>Mv 1987</b>	7.4	12.8	44.8	23.3		
<b>sd</b>	1.5	2.3	8.6	10.8		
<b>Mv 1985</b>	7.3	11.6	49.3	24.6		
<b>sd</b>	1.7	1.9	10.3	12.1		

## **Rapporter från Skånelänens Samrådsgrupp mot skogsskador.**

- Rapport nr 1.* Skogsvårdsstyrelsen i Kristianstad, 1986. Fasta skogsprovtytor i Skåne för uppföljning av skogsskador. 75s.
- Rapport nr 2.* Nihlgård, B. 1986. Mark- och barrkemiska data från fasta skogsprovtytor i Skåne 1985. 41s.
- Rapport nr 3.* Schlyter, P. och Persson, C. 1986. Flyginventering av skogsskador i N och NÖ Skåne. 32s.
- Rapport nr 4.* Schlyter, P. 1987. Flygbildsbaserad inventering av skogsskador på gran och tall i Skåne 1986. 20s.
- Rapport nr 5.* Nihlgård, B., Schlyter, P., Stjernquist, I., Wånge, C. och Olsén, L-G. 1987. Inventering av trädsador i öppet landskap i Skåne 1985. 28s.
- Rapport nr 6.* Nihlgård, B. 1988. Skogsskador genom lokal amoniak/ammonium belastning. 16s.
- Rapport nr 7.* Wijk, S. 1989. Skogsskadeinventering av bok och ek 1988 i Skåne, Blekinge och Halland. 33s.
- Rapport nr 8.* Nihlgård, B. 1991. Dynamik i barrkemi och barrstrukturer på skånska gran och tallprovtytor åren 1985-1987. 36s.
- Rapport nr 9.* Nihlgård, B. 1991. Markundersökningar 1988 på fasta skogsprovtytor i Skåne. 27s.
- Rapport nr 10.* Nihlgård, B. och Kruuse, A. 1992. Fasta skogsprovtytor i Skåne - Dataöversikter 1984/85 - 1989/90. 49s.
- Rapport nr 11.* Nihlgård, B. 1992. Barrkemi och barrstrukturer på skogsprovtytor i Skåne 1990. 25s.

---

Rapporterna kan erhållas efter hänvändelse till Länsstyrelsen i Kristianstad, eller någon av de övriga medlemmarna i Samrådsgruppen.

---