

Barrkemi på Skånska gran- och tallprovytor - förändringar mellan 1985 och 2000

Rapport 20/2002



Skånes samrådsgrupp mot skogsskador

Länsstyrelsen i Skåne län

Lunds Universitet

Region Skåne

Skånes Luftvårdsförbund

Skogsvårdsstyrelsen Södra Götaland

Skogssällskapet

Sydved

Södra Skog

Framsida: Närbild på grangren med mikronäringsbrist
Foto: U. Rosengren

Tryck: Länsstyrelsen i Skåne län
Tryckort: Kristianstad
Tryckår: 2002

Barrkemi på Skånska gran- och
tallprovytor
- förändringar mellan 1985 och 2000

Needle chemistry on Scanian Norway spruce and Scots
pine plots
- changes between 1985 and 2000

Gunnar Thelin, Ulrika Rosengren, Bengt Nihlgård
Växtekologiska Avd., Ekologihuset, Lunds Universitet, 223 62 Lund

Förord

Övervakning av skogsskador i Skåne startades 1984 i regi av Skånes samrådsgrupp mot skogsskador, vilken omfattar representanter för Lunds universitet, Skogsvårdsstyrelsen, Länsstyrelsen och skogsbruket. I övervakningsprogrammet har undersökningar av barr provtagna 1985, 1987, 1990, 1994 genomförts och rapporterats. Föreliggande rapport behandlar resultaten från analyser av barr provtagna i mars 2000. Resultaten sätts i relation till tidigare genomförda undersökningar av barr- och marktillstånd, trädens vitalitet och tillväxt.

Projektet har genomförts med stöd från samrådsgruppens medlemmar. Databearbetning och rapportframställning har gjorts vid Växtekologiska avdelningen, Ekologiska institutionen, Lunds universitet.

Författarna framför sitt tack till Anders Jonshagen, Biokonsult, för barrprovtagning, Iréne Persson och Siv Billberg för de kemiska analyserna, samt till de markägare som upplåtit sina marker för observationsytor.

Lund i maj 2001

Gunnar Thelin

Ulrika Rosengren

Bengt Nihlgård

Innehåll

Sammanfattning	6
Summary	7
Inledning	8
Material och metoder	8
<i>Lokaler</i>	8
<i>Provtagning, analys och statistiska metoder</i>	9
<i>Bristnivåer</i>	11
Resultat och diskussion	12
Slutsatser	18
Referenser	18
APPENDIX A:	20
<i>Grenutvecklingsmetoden</i>	
APPENDIX B	22
<i>Näringsinnehåll i barr 1985-2000</i>	
APPENDIX C	29
<i>Artiklar baserade på de Skånska övervakningsytorna</i>	

Sammanfattning

Denna rapport behandlar resultaten från analyser av årsbarr provtagna i mars 2000 på de kvarvarande 22 gran- och åtta tallprovytorna. Sedan 1994 har nio granlokaler utgått, varav fyra i decemberstormen 1999. Utvärdering av resultaten har gjorts genom jämförelser med resultat från tidigare barrprovtagningar, bristnivåer för koncentrationer och kvoter till kväve, samt barrtillståndet vid andra undersökningar. Utvärderingen visar att:

- Barrkoncentrationerna av kalium hos gran ökar jämfört med de mycket låga nivåerna 1994 och är jämförbara med 1990 års värden. Den långsiktiga trenden är negativ och hälften av granytorna bedöms ha kaliumbrist. Tillståndet för koppar, som bedömdes vara i brist på nästan alla lokaler 1994, har dock förbättrats avsevärt.
- Fosfortillståndet har försämrats sedan 1994 och den långsiktiga trenden är negativ. En tredjedel av granprovytorna bedöms ha fosforbrist. Även koncentrationerna av kväve, kalcium, svavel och mangan, samt kvoterna P/N och S/N har sjunkit jämfört med 1994. Flera granlokaler har i dagsläget kvävebrist i barren.
- Resultaten för tall visar en utveckling lik den för gran vad gäller kalium och koppar. Antalet tallprovytor är dock för litet för att uppnå statistisk säkerhet vad gäller övriga ämnen.

Det försämrade tillståndet för flera ämnen, inklusive kväve, samt en fortsatt långsiktigt negativ trend för kalium, tyder på en försämrad vitalitet och näringsupptagningsförmåga hos träden. En trolig orsak är den sedan tidigare dåliga kaliumförsörjningen, vilket också stöds av en samvariation mellan kaliumkoncentrationer i barren och trädens vitalitet undersökt med en ny skogenutvecklingsmetod. Resultaten bekräftar farhågorna om en fortsatt negativ utveckling sannolikt orsakad av näringsförluster i form av försurningsrelaterad utlakning och stort trädupptag av näring pga hittillsvarande höga tillväxttakt. För att komma till rätta med näringsbristerna krävs sänkt kvävenedfall och tillförsel av mineralnäring för att balansera den höga kvävetillgången.

Summary

In this report results from analyses of current year needles sampled in March 2000 on the remaining 22 spruce and eight pine monitoring sites are presented. Since 1994 nine spruce sites have been lost, including four in the December storm 1999. Evaluation of the results was done by comparison with results from earlier analyses and other investigations and with the use of deficiency levels for needle concentrations and ratios to nitrogen. The evaluation shows that:

- The spruce needle concentrations of potassium increased compared to the very low levels in 1994 to levels comparable to those of 1990. The long-term trend is, however, negative and half of the spruce sites are regarded as potassium deficient. The copper status have improved significantly from 100 to nine percent of the sites regarded as copper deficient
- The phosphorus status has deteriorated since 1994 and the long-term trend is negative. One third of the spruce sites are regarded as phosphorus deficient. In addition, the concentrations of nitrogen, calcium, sulfur, manganese, and the ratios P/N and S/N have decreased compared to 1994. Spruce needle status is today regarded as deficient on several sites.
- The results for pine show a development similar to that of spruce concerning potassium and copper. For the other nutrients the number of pine sites is too small for statistical significance.

The deteriorating status of several nutrients, including nitrogen, and a continuously long-term negative trend for potassium implies decreased vitality and nutrient uptake ability among the trees. A limited supply of potassium is a probable cause and this is reinforced by the co-variation between potassium status and tree vitality as assessed by a new branch development method. The results confirm the apprehensions of a negative development caused by nutrient losses through acidification induced leaching and a high nutrient uptake rate because of the high growth rate. Lowered nitrogen deposition and addition of mineral nutrients to balance the high nitrogen availability are needed in order to ameliorate the nutrient deficiencies.

Inledning

Barrens näringsinnehåll används ofta som en indikator på trädets vitalitet. Anledning till detta är att det är relativt enkelt att provtaga och analysera barr och att det finns ett stort referensmaterial att jämföra analyserade data med. För gran och tall finns det för de flesta ämnen relativt god kunskap om relationen mellan barrens näringsinnehåll och trädets tillväxt.

Tidigare studier på de skånska övervakningsytorna har visat tydliga negativa förändringar i näringstillståndet för både gran och tall (Thelin m fl. 1998). Under perioden 1985-94 sjönk kaliumtillståndet i barren kontinuerligt till halter klart under vad som anses vara optimalt för god tillväxt (Linder 1995). I flera fall sjönk halterna till nivåer som innebär näringsbrist (Braekke 1994).

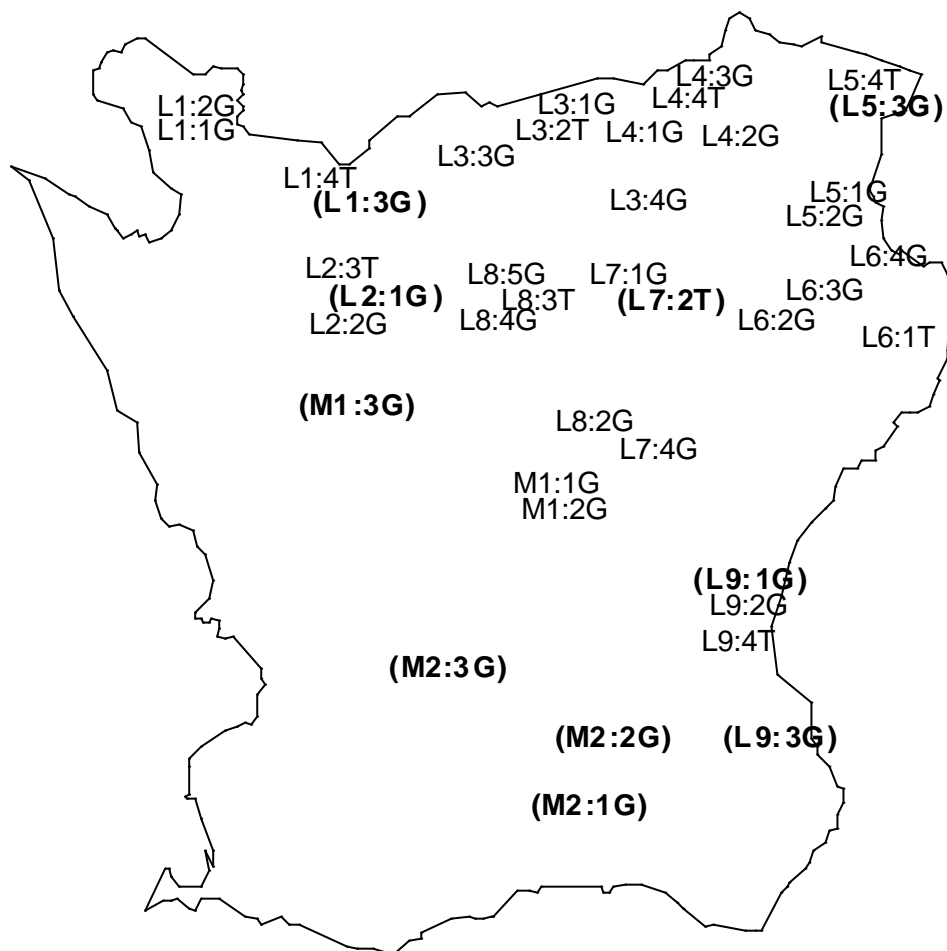
Under samma period uppvisade marken sjunkande pH-värden på 20-30 cm nivå i mineraljorden. År 1999 hade 22 av 32 lokaler ett pH-värde (saltlösning) under 4,2 dvs. det pH-värde vid vilket gränsen för starkt försurad skogsmark går (Jönsson m fl. 2000). Detta skall jämföras med 1988 då endast 10 ytor hade pH-värden under 4,2. Samtidigt underskred basmättnaden 10% på 81% av ytorna – många ytor hade till och med värden under 5%. Så låg basmättnad indikerar att markens förråd av utbytbara baskatjoner är på god väg att ta slut.

Ur detta perspektivet är det mycket intressant att följa upp fortsatta förändringar i barrens näringsstatus sedan 1994 för att analysera den långsiktiga trenden och därmed kunna göra bedömningar av trädens vitalitet. I denna rapport redovisar vi utvecklingen i barrkemi på gran- och tallytorna mellan åren 1985 och 2000.

Material och metoder

Lokaler

Från starten, 1985, fanns 33 granlokaler och 9 tallokaler med i övervakningsprogrammet. Provytornas läge (figur 1) och beståndsegenskaper finns sammanfattade i rapport nr 1 av Skånes samrådsgrupp mot skogsskador. Två granlokaler, L7:3 Ignaberga och L8:1 Svenstorp, avverkades mellan 1990 och 1994 pga vägdragning. Sedan 1994 har ytterligare nio granlokaler; L1:3 Harbäckshult, L2:1 Vedby, L5:3 Ulvshult, L9:1 Ebbaröd, L9:3 Tunbyholm, M1:3 Klåveröd, M2:1 Bellinga, M2:2 Sjöbo och M 2:3 Dalby; och en tallokal, L7:2 Stoby, utgått (figur 1). Av dessa blåste fyra ned i decemberstormen 1999 (L9:3, M2.1, M2:2, M2:3), en blåste ner tidigare (M1:3) och återstående fyra har slutavverkats. För närvarande (2001) återstår alltså 22 granlokaler och åtta tallokaler. Av dessa kommer yta M1:1 Bjävröd sannolikt inte att kunna utnyttjas för framtida barrprovtagning pga omfattande stormskador 1999. De ytor som har återplanteras har dock markprovtagits och deras fortsatta utveckling vad gäller markkemi etc kommer att följas upp.



Figur 1. Provytornas läge i Skåne. Lokaler inom parentes, markerade med fet stil, har utgått mellan 1994 och 2000.

Provtagning, analys och statistiska metoder

Sex träd på varje provyta används för provtagning. Barr provtas från sidokvistar på grenar i det sjunde grenvarvet från toppen. Samma träd har utnyttjats för provtagning allt sedan 1985, med undantag för enstaka stormfällda eller på annat sätt skadade provträd, vilka ersatts av reserver. Vid provtagning 1985, 1987 och 1990 slogs barrproven ihop till två sammelprov, med barr från tre träd vardera, per provyta. Efter att jämförelser av sammelprover från samma provyta uppvisat liten variation vid dessa mätillfällen slogs barrproven från alla sex provträden ihop till ett sammelprov per provyta 1994 och 2000. Presenterade data för barrkoncentrationer för åren 1985, 1987 och 1990 gäller alltså medelvärden av två analyserade prov per yta.

Kemisk analys utfördes avseende totalhalterna av N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Mn och Zn efter uppslutning av 1g barr torkat vid 40 C i varm koncentrerad salpetersyra i mikrovågsugn. Korrektion gjordes för vattenhalt upp till 85 C. Analyserna utfördes på ICP (Perkin Elmer, Connecticut, USA). Kvoter beräknades som den procentuella

andelen av ett ämne i relation till kvävekoncentration i barrprovet, t ex kaliumkoncentration * 100 / kvävekoncentration. Koncentrationer och kvoter till kväve av ämnen i barr har jämförts med bristnivåer (tabell 1, se nästa stycke).

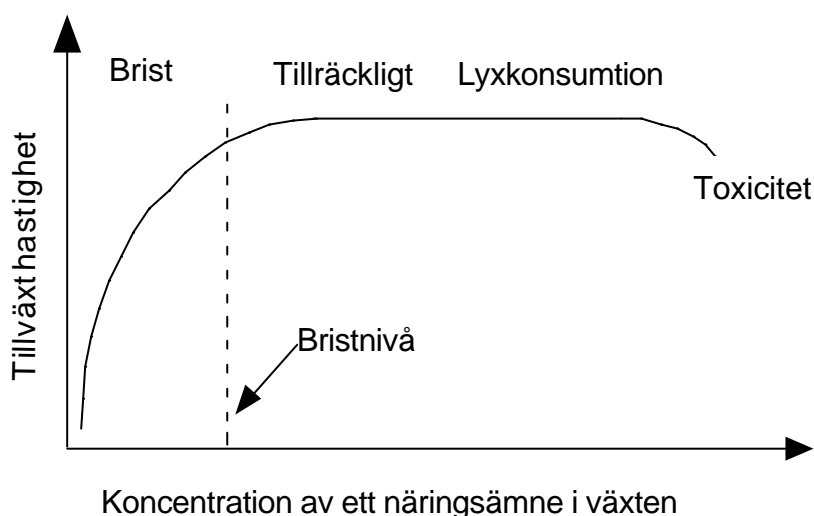
Repeated measures ANOVA, linear contrasts, användes för att undersöka om det fanns signifikanta trender, d v s statistisk säkerställd ökning eller minskning över tiden, under perioden 1985 till 2000 i koncentrationer och kvävekoter av näringsämnen i årsbarr. Skillnader mellan två enskilda mättillfällen analyserades med parat t-test. Skillnader mellan de lokaler som utgått mellan 1994 och 2000 och kvarvarande lokaler analyserades med parat t-test.

Tabell 1. Brist- och optimumnivåer av enskilda ämnen och kvoter i årsbarr av gran. Värdena i den högra kolumnen utnyttjas i denna studie för bedömning om brist kan antas föreligga eller inte.

Ämne eller kvot	Hüttl & Fink	Braekke (1994)			Linder (1995)	Brist
	(1988)	stark brist	brist	optimum	"target" kvot	gran >40 år
N (mg g ⁻¹)	13	12	12-15	>18		12
P (mg g ⁻¹)	1.1	1.2	1.2-1.5	>1.8		1.3
K (mg g ⁻¹)	4.0	3.5	3.5-5.5	>7		4.5
Ca (mg g ⁻¹)	2.0	0.4	0.4-0.6	>0.7		1
Mg (mg g ⁻¹)	0.7	0.4	0.4-0.6	>0.8		0.6
S (mg g ⁻¹)		0.5	0.5-0.7	>0.9		0.6
B (µg g ⁻¹)		4		>8		7
Cu (µg g ⁻¹)		2		>3		2.5
Mn (µg g ⁻¹)	20	10		>15		12
Zn (µg g ⁻¹)	13	8		>12		12
P/N (%)				10	10	10
K/N (%)				39	35	35
Ca/N (%)				4	2.5	4
Mg/N (%)				4	4	4
S/N (%)				5	5	5
B/N (%)				0.04	0.05	0.05
Cu/N (%)				0.02	0.02	0.02
Mn/N (%)				0.08	0.05	0.08
Zn/N (%)				0.07	0.05	0.08

Bristnivåer

Näringsbrist föreligger när halten av ett ämne i en växt är så låg att normal tillväxt och utveckling inte kan upprätthållas. Det finns ett generellt samband mellan tillväxt och näringskoncentration (figur 2) och brist anses vanligen föreligga vid en tillväxtnedsättning med 10 % eller mer (Walker 1991, Thelin 2000). Sambandet mellan förändrad näringskoncentration och tillväxtrespons är dock inte lika starkt för alla näringsämnen. Låg tillgång på N och P sänker tillväxten omedelbart, medan andra ämnen har en svagare koppling till tillväxt. Det finns också stora skillnader mellan arter både vad gäller bristnivå och känslighet för låga koncentrationer på kort resp. lång sikt.



Figur 2. Förhållandet mellan tillväxt och näringskoncentration i en växt (anpassad efter Walker 1991).

De i denna studie tillämpade bristnivåerna följer delvis bristnivåer för koncentrationer föreslagna av Braekke (1994) och optimala kvoter föreslagna av Linder (1995) (tabell 1). Bristnivåerna har justerats med utgångspunkt från samlade erfarenheter av tusentals barranalyser under en 20-årsperiod vid växtekologen, Lunds Universitet. De föreslagna nivåerna gäller bestånd 40 år gamla och äldre. Kvoterna som enligt Linder (1995) är optimum eller "target values" används här som bristnivå. Lägre kvoter än dessa verkar ge upphov till brist i äldre bestånd, dock inte i yngre i vilka varken låga kvoter eller låga koncentrationer av andra ämnen än kväve verkar ge negativa tillväxteffekter (Thelin m fl, 200X). Kvoten till kväve, är minst lika viktig för ett trädets vitalitet och tillväxt som koncentrationen av ämnet i sig (Linder, 1995). Vid måttliga till höga kvävekoncentrationer kan ofta koncentrationen av andra ämnen vara över den absoluta bristnivån men under den relativa bristnivån (kvoten). Det är därför nödvändigt att använda sig av båda måtten vid bedömning av barnäringstillståndet.

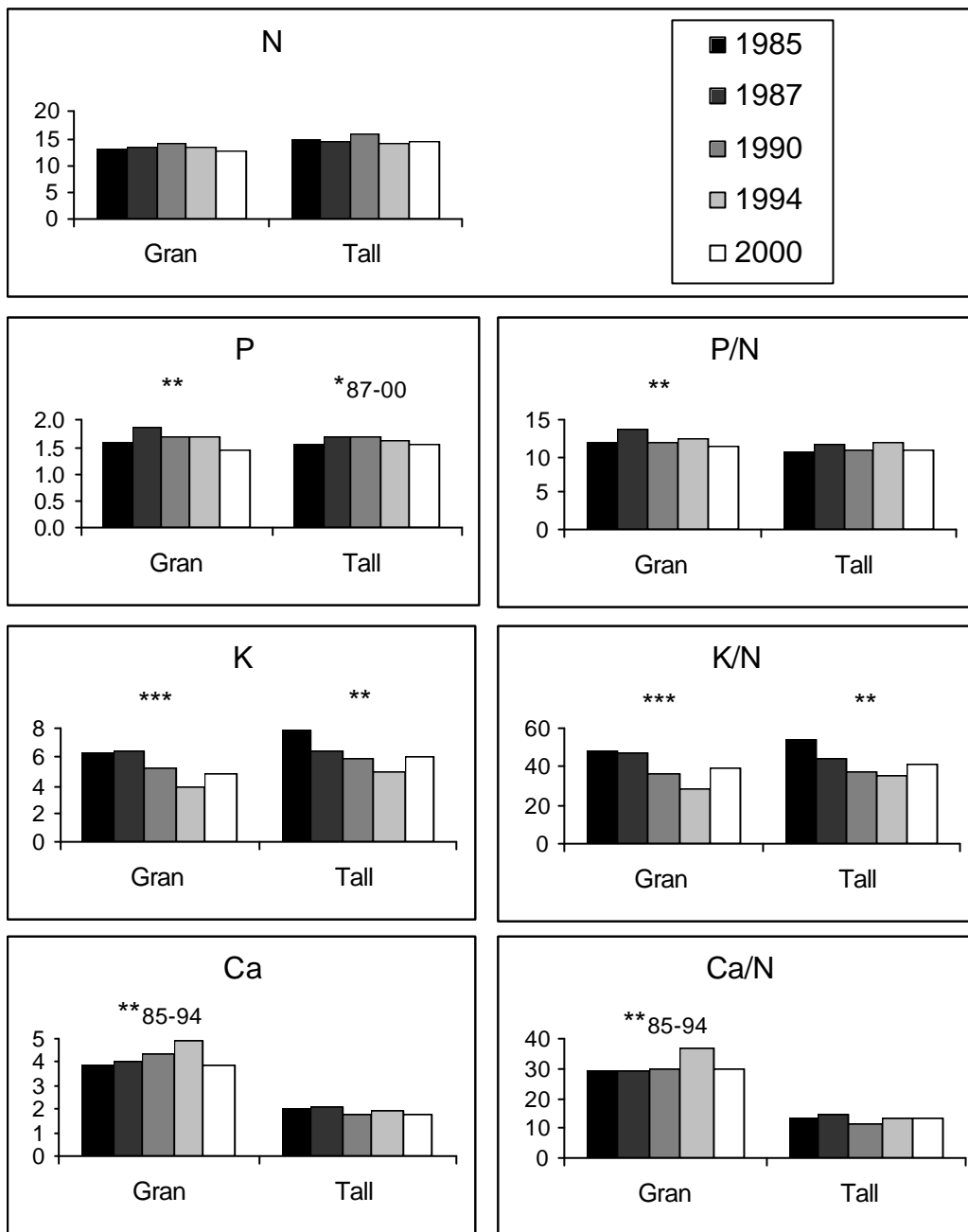
Vid mycket höga kvävekonzentrationer bör emellertid kvoterna hanteras med försiktighet eftersom överskottskväve i barren kan uteslutas från metabolismen lagrat som aminosyran arginin (Näsholm och Ericsson, 1990). Det är dock oklart hur mycket denna upplagring av överskottskväve hämmar barren.

För kväve kan en koncentration under gränsen 12 mg g^{-1} innebära synliga bristsymptom, men det är också vanligt att så inte är fallet. Enligt Sikström m fl (1998) ger kvävegödning ingen tillväxteffekt vid kvävekonzentrationer i barr över $15\text{-}16 \text{ mg g}^{-1}$. Så länge inget annat ämne befinner sig i brist kommer en kvävekonzentration under ca $14\text{-}15 \text{ mg g}^{-1}$ sannolikt att innebära en tillväxtbegränsning och bör således kunna betecknas som brist definierad som orsak till tillväxtnedläggning. Det är emellertid normalt att kväve är det för träd tillväxtbegränsande ämnet i tempererade ekosystem. Avsaknad av kvävebegränsning kan istället betecknas som onormalt. Träden är anpassade till låg kvävetillgång och svarar på detta med att justera ned tillväxttakten. Därför bör kvävekonzentrationer som sannolikt inte ger synliga bristsymptom ($12\text{-}15 \text{ mg g}^{-1}$) inte heller betecknas som brist. För övriga ämnen är resonemanget annorlunda. En tillväxtnedläggning pga begränsad tillgång på ett annat ämne än kväve tillhör ovanligheterna i ett skogsekosystem som inte drabbats av störningar i näringscirkulationen, pga t ex högt kvävenedfall (Thelin, 2000). Därför betecknas begränsning av tillväxt eller normal utveckling pga låga koncentrationer i barr av övriga ämnen här alltid som brist även om det inte finns några synliga bristsymptom.

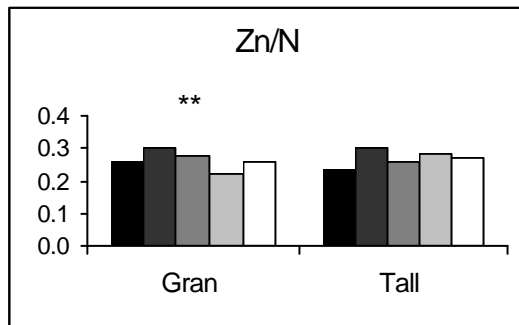
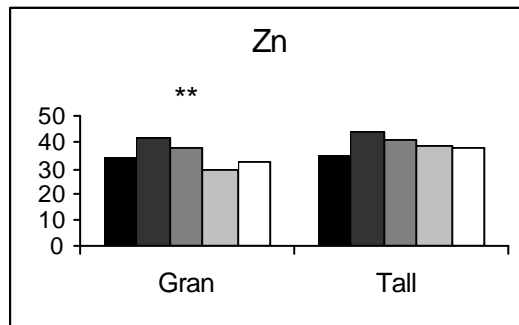
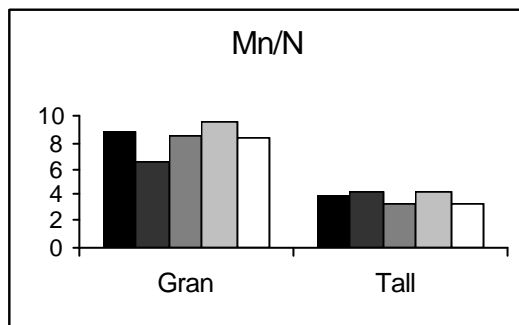
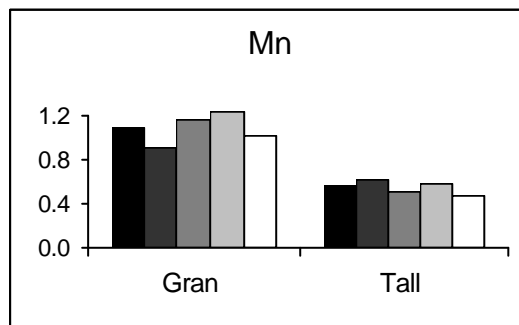
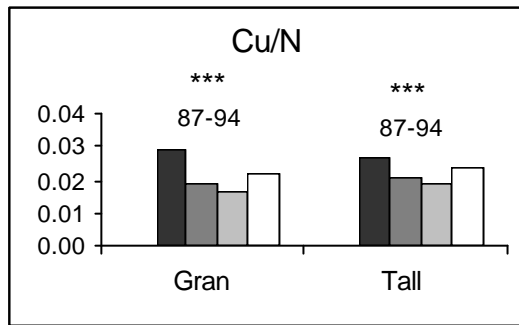
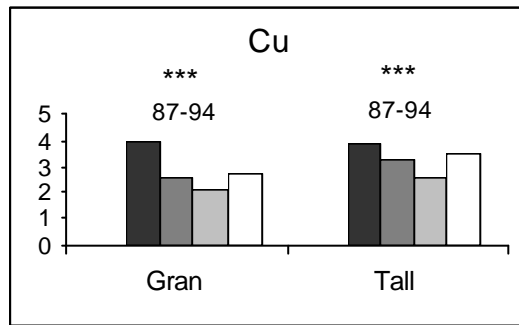
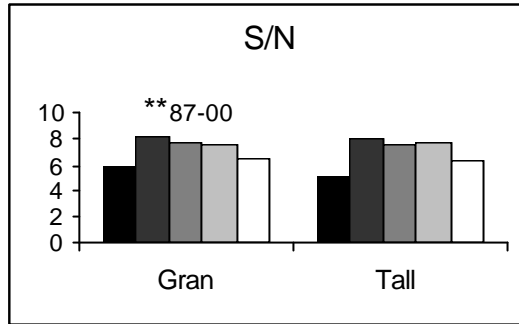
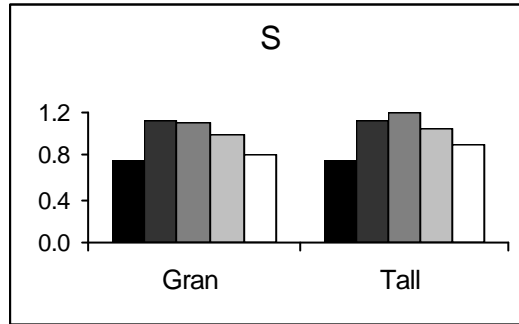
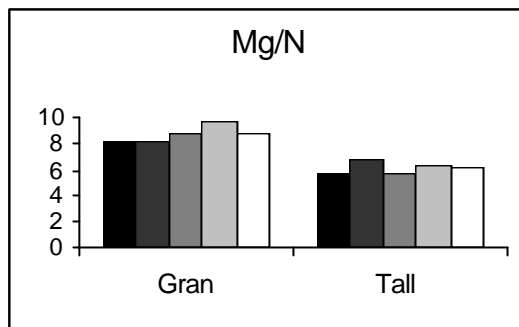
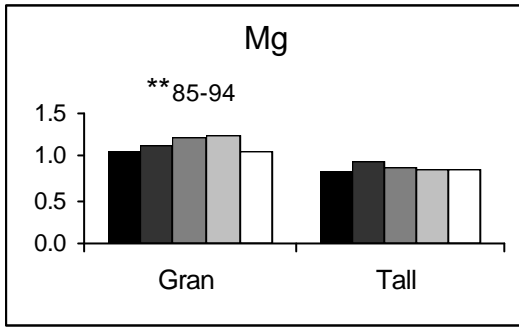
Resultat och diskussion

De långsiktiga trenderna för samtliga ämnen och kvoter visas i figur 3. Generellt kan sägas att resultaten från analyserna år 2000 till viss del bryter hittillsvarande trender, medan andra trender fortsätter eller förstärks. Jämfört med 1994 är värdena för N, P, P/N, Ca, S, S/N och Mn hos gran och S/N hos tall signifikant lägre år 2000. Däremot är K, K/N, Cu, Cu/N hos gran samt K/N, Cu och Cu/N hos tall högre år 2000 än 1994.

De negativa, långsiktiga (1985-2000) trenderna för kalium kvarstår dock (figur 3) och det finns inga signifikanta skillnader mellan åren 1990 och 2000. Redan 1990 uppvisade flera lokaler både koncentrationer och kvoter under bristnivå (tabell 2). I nuläget (år 2000) bedöms nästan hälften av lokalerna ha kaliumbrist. Att läget är något bättre än 1994 är snarast att förvänta eftersom halterna 1994 var extremt låga i flera bestånd. Dessa bestånd hade sannolikt inte funnits kvar idag om kaliumkoncentrationerna stannat på 1994 års nivå. Kalium är ett ämne med naturligt stor rörlighet i både mark och växt och fluktuationer, t ex mellan år, är vanliga. Det verkar dock inte finnas något generellt samband mellan sjunkande K-halter och stigande beståndsålder (Thelin m fl, 200X). En långsiktigt negativ trend, som den från 1985 till 2000, visar däremot att trädens kaliumförsörjningen försämrats, vilket också stöds av modelleringsstudier av tillgången på kalium i marklösningen (Barkman och Sverdrup, 1996), ett dokumenterat stort kaliumbehov hos finrötter (Rosengren-Brinck et al., 1997), samt en koppling mellan kaliumkoncentration i barr och tillväxt och vitalitet (Thelin m fl, 200X).



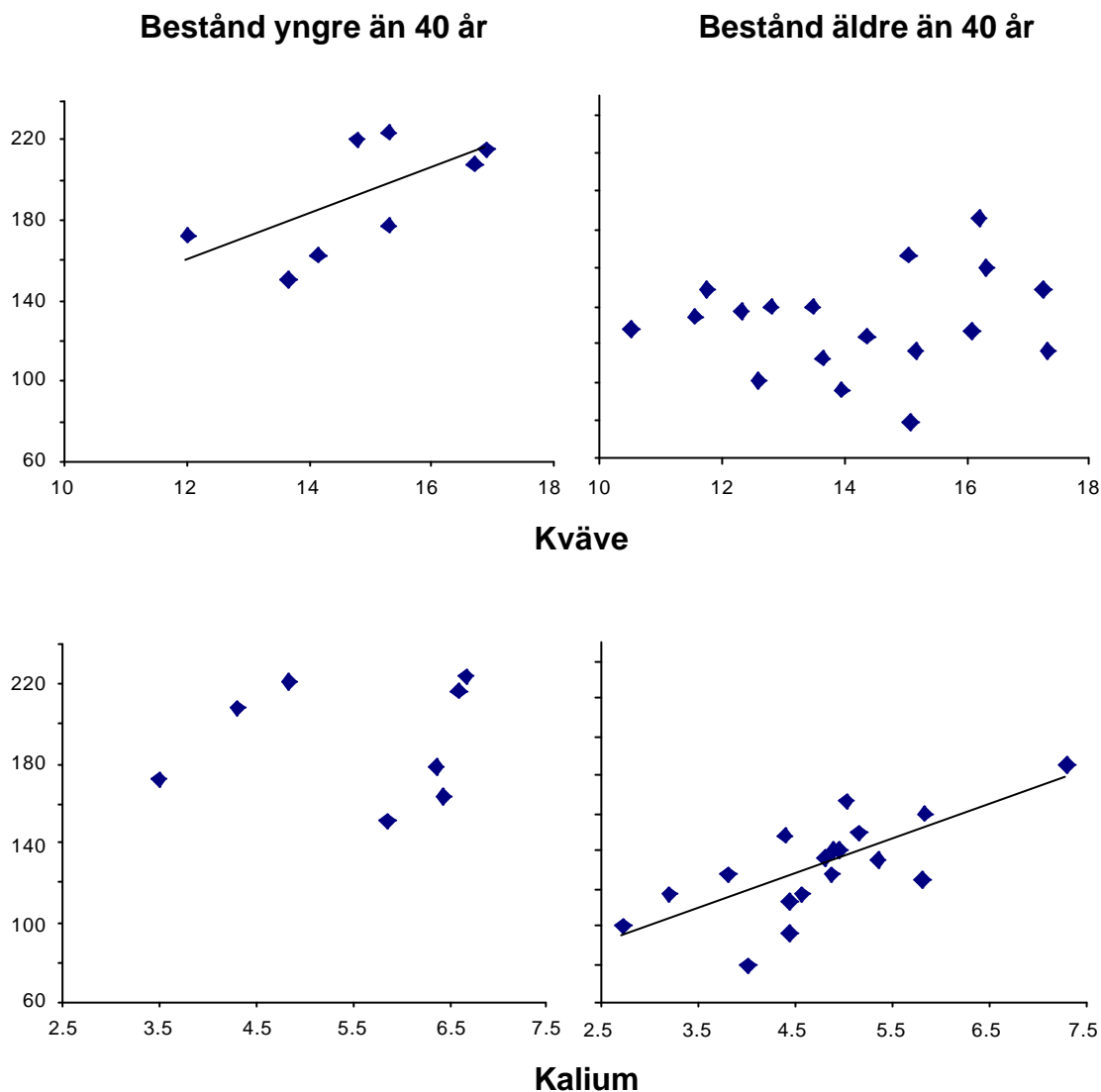
Figur 2 (forts nästa sida). Koncentrationer (mg g^{-1} för N, P, K, Ca, Mg, Mn och S; ug g^{-1} för Cu och Zn) och kvoter (%) av ämnen i årsbarr från 22 granytor och 8 tallytor i Skåne 1985 till 2000. Asterisker visar signifikant trend. Där årtalsangivelse saknas gäller trenden för hela perioden.



Tabell 2. Andel granytor (%) med barrkoncentrationer (mg g^{-1}) eller kvoter (%) under bristnivå för olika ämnen 1985 t o m 2000. Siffrorna inom parentes anger antal granytor med brist.

		1985	1987	1991	1994	2000
	antal granytor	33	33	33	31	22
N	<12	15 (5)	0	9 (3)	13 (4)	36 (8)
P	<1.3	21 (7)	3 (1)	15 (5)	16 (5)	32 (7)
K	<4.5	6 (2)	3 (1)	36 (12)	74 (23)	45 (10)
Ca	<1	0	0	0	0	0
Mg	<0.6	0	0	0	3 (1)	0
S	<0.6	21 (7)	0	0	0	0
Cu	<0.0025	-	3 (1)	42 (14)	77 (24)	5 (1)
Mn	<0.012	0	0	0	0	0
Zn	<0.012	0	0	0	0	0
P/N	<10	15 (5)	9 (3)	36 (12)	23 (7)	14 (3)
K/N	<35	9 (3)	12 (4)	55 (18)	84 (26)	36 (8)
Ca/N	<4	0	0	0	0	0
Mg/N	<4	3 (1)	0	3 (1)	0	0
S/N	<5	39 (13)	0	0	0	0
Cu/N	<0.02	-	9 (3)	82 (27)	100 (31)	9 (2)
Mn/N	<0.05	0	0	0	0	0
Zn/N	<0.05	0	0	0	0	0

I bestånd över 40 år saknades den förväntade kopplingen mellan kvävekoncentration i barr och tillväxt, som återfanns i yngre bestånd (figur 4). Istället fanns en tydlig samvariation mellan grentillväxt och barrrens kaliumkoncentration i äldre bestånd. Det fanns också samvariation mellan kaliumkoncentration och barrdensitet respektive skottbildning. Detta tyder på att kalium ersatt kväve som tillväxtbegränsande ämne i bestånd äldre än 40 år i Skåne. Det innebär också att den positiva effekt på tillväxten som kvävenedfallet hittills gett upphov till nu upphört. Istället kan förväntas ytterligare negativ utveckling vad gäller tillväxt och vitalitet. Studierna av grentillväxt och vitalitet har utförts med en ny s k grenutvecklingsmetod, se appendix A.



Figur 4. Grenlängd på tionde grenvarvet i förhållande till barrrens koncentration av kväve och kalium i skånska granbestånd yngre respektive äldre än 40 år (anpassad efter Thelin m fl 200X).

Koppar (Cu) är det andra ämnet för vilket koncentrationer och kvoter ökat relativt 1994. Ökningen är mycket stor och endast på en granlokal är koncentrationen idag under bristnivå (tabell 2). Den negativa trenden från 1987 till 1994 kvarstår inte för perioden 1987 till 2000 (figur 3). I dagsläget är det svårt att finna en förklaring till den snabba förbättringen. Kunskapen om koppar som näringsämne - tillstånd, mellanårsvariationer etc - är mycket begränsad jämfört med t ex kalium.

För fosfor (P) finns nu långsiktigt negativa trender hos både gran och tall. En knapp tredjedel av granlokalerna uppvisar fosforkoncentrationer under bristnivån (tabell 2). Tidigare har det funnits en negativ korrelation mellan P och beståndsålder. Denna saknas nu. Ett försämrat fosfortillstånd kan bero på nedsatt vitalitet och näringsupptagningsförmåga hos träden, alternativt försämrad tillgång. Brist på mer än

ett ämne minskar ytterligare trädets resistens mot annan stress, t ex parasiter. P är också mer knutet till tillväxt än K, bl a genom dess centrala roll i cellernas energiproduktion, vilket innebär en sämre tillväxtpotential vid sjunkande P-halter.

För övriga ämnen, Ca, Mg, Mn, S och Zn föranleder koncentrationer och kvoter generellt ingen anledning till oro. I dagsläget finns inga bestånd med brist på något av dessa ämnen (tabell 2). Mn-halterna är mycket höga, vilket delvis kan förklaras av en ökad löslighet och tillgång på Mn i försurad jord. Sjunkande halter av S kan delvis förklaras av minskat svavelnedfall under den senaste tio-årsperioden. För både Ca och Mg fanns positiva trender från 1985 t o m 1994. Dessa trender är nu brutna. Försämrad försörjning av dessa ämnen kan, liksom för P, möjligen bero på nedsatt vitalitet och näringsupptagningsförmåga hos träden. Markstudierna (Jönsson m fl. 2000) visar på en försämrad tillgång på Mg, men inte Ca mellan 1988 och 1999, vilket kan förklara försämrad Mg-status. Ca-tillgången i marken verkar fortfarande vara relativt god, jämfört med den låga tillgången på både Mg och K (Jönsson m fl. 2000). Eftersom status av flera ämnen, inklusive N, försämrats sedan 1994 är det troligt att nedsatt vitalitet och upptagningsförmåga kan förklara försämringen. Nedsatt näringsupptagningsförmåga bör drabba barnäringsstatusen generellt snarare än enskilda ämnen.

Kvävenivåerna är nu så låga i flera bestånd att brist bör föreligga (tabell 2). Detta kan te sig förvånande då hög kvävetillgång och påföljande uppdrivna tillväxttakt antas vara en viktig bakomliggande orsak till försämrad näringsstatus och vitalitet i de skånska granskogarna (Nihlgård m fl, 1996; Thelin m fl, 1998; Thelin, 2000). Ett träd med nedsatt vitalitet kan dock ha svårigheter med att tillgodogöra sig kväve även om tillgången är god, vilket visas av höga C/N-kvoter i humusen (Jönsson m fl. 2000). Utvecklingen av barrrens kvävestatus från 1985 till 2000 verkar stämma med beståndsutvecklingen. Halterna av kväve och tillväxten stiger fram till en kulmen i början av 90-talet när tillgången på övriga ämnen fortfarande är tillräcklig för att upprätthålla tillväxt och vitalitet. När sedan trädens kaliumstatus blir för låg försämras både tillväxt, vitalitet och den näringsupptagande förmågan, vilket resulterar i låga N-halter i flera bestånd i dagsläget. Det verkar också finnas en svag negativ koppling mellan N-koncentration i barren och beståndsålder i det skånska materialet. Stigande ålder räcker dock inte för att förklara N-halter under bristnivå vid den goda kvävetillgång som finns i de skånska granskogarna.

De ytor som utgått sedan 1994 skiljer sig från kvarvarande ytor på några punkter. De hade högre barrkoncentration av N 1985, 87 och 90, och av Mn 1990. Däremot var K, K/N, Mg, Mg/N och P/N 1990 samt K/N, Mg/N och P/N 1987, lägre än på de ytor som finns kvar idag. De utgångna ytorna befinner sig också, alla utom L 5:3, i södra och västra Skåne där kvävenedfallet är som störst. Sammantaget kan detta tolkas som att det är de mest försumnings- och kvävestressade ytorna som utgått. Men stormen i december 1999 drabbade Skåne i huvudsak sydväst om diagonalen Kullen-Kivik. Det är därför naturligt att det är lokaler i detta område som blåst ner. Det är dock troligt att fler bestånd i det stormdrabbade området hade funnits kvar om barnäringsstillståndet varit bättre och om tillväxten inte varit onaturligt uppskruvad.

Det är viktigt att föreliggande studie följs upp inom en 3-4 års period. Behovet av uppföljning förstärks av att resultaten till viss del innebär ett trendbrott vad gäller K, men annars en generell försämring av barmäringstillståndet. Flera bestånd börjar närma sig slutavverkning och befinner sig i en fas där fortsatt stamtillväxt innebär en ökad timmerandel och således ett högre värde vid avverkning. För en god skogsekonomi är det därför viktigt att stamtillväxten i slutet av en rotation inte begränsas av ett undermåligt barmäringstillstånd. Utgångna ytor i övervakningsprogrammet måste ersättas. Med för litet antal ytor blir det svårt att statistiskt säkerställa förändringar över tiden. I dagsläget är ytorna dessutom koncentrerade till norra och nordöstra Skåne, vilket gör det svårt att uttala sig om landskapet som helhet. Sedan 1995 finns dock 27 st provytor etablerade inom EU:s uppföljningsprogram. De bör kunna fungera som ersättning för utgångna ytor inom övervakningsprogrammet.

Slutsatser

Barmäringstillståndet på skånska gran och tallprovytor är undermåligt. Av granytorna har hälften kaliumbrist och en tredjedel fosforbrist. De långsiktiga trenderna för K och P är negativa för både gran och tall. Tidigare positiva trender för Ca och Mg har brutits. Koncentrationer av flera ämnen, inklusive kväve, har sjunkit från 1994 till 2000. Detta tyder på en försämrad vitalitet och näringsupptagningsförmåga. En trolig orsak till det är den sedan tidigare dåliga kaliumförsörjningen vilken i sin tur beror på ökad försurningsrelaterad utlakning och stort trädupptag pga hittillsvarande höga tillväxttakt. För att komma till rätta med näringsbristerna i skånska granskogar krävs sänkt kvävenedfall och tillförsel av mineralnäring för att balansera den höga kvävetillgången.

Referenser

- Barkman, A. och Sverdrup, H. 1996. Critical Loads of Acidity and Nutrient Imbalance for Forest Ecosystems in Skåne. Report 1:1996, Department of Chemical technology II, Lund University.
- Braekke, F. H. 1994. Diagnostiske grenseverdier for næringselementer i gran- og furunåler. Aktuelt fra Skogforsk 15: 1-11.
- Jönsson, U., Rosengren, U., Thelin, G. och Nihlgård, B. 2000. Försurningen fortskrider – Förändringar i marktillståndet på fasta barrskogsytor I Skåne mellan 1988 och 1999. Rapport 19, Skånes samrådsgrupp mot skogsskador.
- Linder, S. 1995. Foliar analysis for detecting and correcting nutrient imbalances in Norway spruce. Ecological Bulletins, 44, 178-196.
- Nihlgård, B., Rosengren-Brinck, U. och Thelin G. 1996. Barrkemi på skånska gran- och tallprovytor 1994 – relationer till markkemi och tillväxt. Rapport 17, Skånes samrådsgrupp mot skogsskador.

Näsholm, T. och Ericsson, A. 1990. Seasonal changes in amino acids, protein and total nitrogen in needles of fertilized scots pine trees. *Tree physiology*, 6, 267-282.

Rosengren-Brinck, U., Thelin, G., Harrison, A. F., Jones, H., Nihlgård, B., Jonshagen, A., och Sleep, D. 1997. Demand for N, P, and K in declining Norway spruce stands: The role of secondary nutrient limitations. BIOGEOMON '97, June 21st-25th, 1997, Villanova University, USA, Journal of conference abstracts, 2, 285.

Sikström, U., Nohrstedt, H.-Ö., Pettersson, F. och Jacobson, S., 1998. Stem-growth response of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* to nitrogen fertilization as related to needle nitrogen concentration. *Trees*, 12, 208-214.

Thelin, G. 2000. Nutrient imbalance in Norway spruce. Doktorsavhandling, Lund Universitet, ISBN 91-7105-147-3.

Thelin, G., Rosengren-Brinck, U., Nihlgård, B. och Barkman, A. 1998. Trends in needle and soil chemistry of Norway spruce and Scots pine stands in South Sweden 1985-1994. *Environmental Pollution*, 99: 149-158.

Thelin, G., Znotina, V. och Rosengren, U. 200X. Nutrient imbalance affects Norway spruce vitality as assessed by a branch development method. *Inskickad för publicering*.

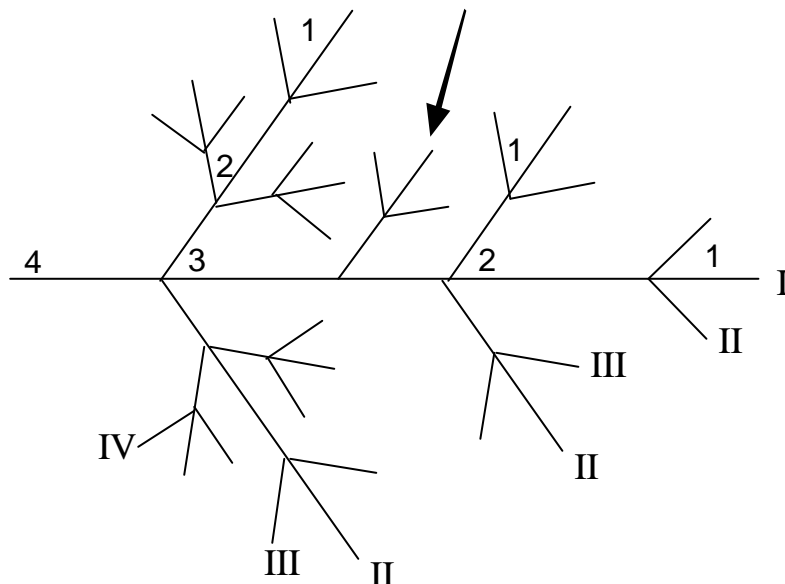
Walker, R. B. 1991. Measuring mineral nutrient utilization. In Lassoie J. P. and Hinckley T. M. (eds.). *Techniques and Approaches in Forest Tree Ecophysiology*. CRS Press, Boston, pp 184-206.

APPENDIX A.

Grenutvecklingsmetoden

Grenutvecklingsmetoden (Thelin m fl, 200X) är en nyligen framtagen metod för att bedöma vitaliteten hos gran, i vilken grenar i övre delen av kronan används för att representera hela trädet. Metoden grundar sig på att allokering av kol, och därmed tillväxt och utveckling på grenar, påverkas av trädets näringsstatus. Försämrad vitalitet orsakad av näringsstress bör således kunna identifieras genom att undersöka skottbildning, barmängd etc på grenar.

De mått som hittills visat sig vara bäst kopplade till näringsstatus är grenlängd och skottbildningsfrekvens. Grenlängd kan ses som ackumulerad skottlängd längs grenens huvudaxel, skottlängd har tidigare använts som vitalitetsindikator. Skottbildningsfrekvens (shoot multiplication rate, SMR) är ett mått på hur många nya skott som bildas per varje äldre skott, t ex antalet årsskott delat med antalet 5 år gamla skott. Andra användbara mått är baddensitet (barmassa/grenlängd), frekvensen internodala skott (figur), samt barmassa på äldre skott (en utveckling av måttet antal levande barrårgångar). Undersökningar på grenar från de skånska observationsytorna visade att det fanns mycket starka samband mellan antal skott, skottlängd och barmassa, både inom och mellan årsgrupper av skott upp till 5 år gamla. Detta innebar att metoden kunde förenklas avsevärt. Mängden användbar information ökade marginellt vid en fullständig uppdelning av skott på årsgrupper och efter ordning på sidoskott (figur).



Figur. Schematisk beskrivning av en grangren. Markerat är åldersklasser (arabiska siffror), ordning (romerska siffror), samt en internodal sidogren (pil).

APPENDIX A.

Det är rimligt att anta att begränsad näringstillgång har en långvarigt negativ effekt på tillväxt och skottbildning, medan t ex torka en säsong drabbar trädet just det året. Skadorna från ett torrår kan repareras under kommande år, givet att inga andra förhållanden, t ex näringsbrist, begränsar tillväxten. Särskilt grenlängd och skottbildningsfrekvens bör vara lämpliga för att identifiera försämrad vitalitet orsakad av näringsstress, eftersom dessa mått kan innehålla samlade effekter över flera år. Barrförlust kan ha flera orsaker och är ett bra samlingsmått på ett trädets vitalitet, men det går inte att bedöma om skadorna uppkommit under ett eller flera år. Med grenutvecklingsmetoden är det möjligt att särskilja olika typer av stress mer än med befintliga metoder. Syftet är dock inte att ersätta barrförlust, utan att vara ett komplement.

En viktig fördel med grenutvecklingsmetoden är att man gör mätningar, inte bedömningar som vid mått som barrförlust eller missfärgning av kronan. Andra fördelar är att metoden är förhållandevis enkel, snabb, billig och lätt att lära sig. Nackdelar är att det ännu saknas referensmaterial att jämföra med, samt att man måste samla in växtmaterial, vilket man slipper vid bedömning av barrförlust.

Metoden är ännu under utveckling. Det följande är rekommendationer för insamling och hantering av grenar.

1. I varje bestånd kapas en gren på det sjunde och en gren på det tionde grenvarvet på den södra delen av trädet, från minst tre slumpvis utvalda träd, som inte är undertryckta och inte är beskuggade söderifrån i den övre delen av kronan.
2. Grenarna längdmäts och antalet internodala skott på huvudaxeln räknas, liksom antalet årsskott och antalet skott i den äldsta åldersgrupp för vilken antalet skott kan fastställas med säkerhet (vanligen fyra till sex år gamla skott).
3. Alla sidoskott kapas och skott fem år och äldre, respektive skott yngre än fem år, separeras och torkas för sig, varefter torr barrvikt mäts. Huvudaxeln hanteras separat.

Med hjälp av insamlad data kan total barrmassa, barrdensitet, skottbildningsfrekvens, frekvensen internodala skott, barrmassa på äldre skott m m beräknas.

APPENDIX B. Barnäringsdata för samtliga mättillfällen. Enheter är mg g⁻¹ för N, P, K, Ca, Mg, Mn och S; µg g⁻¹ för Cu och Zn; samt % för alla kvoter.

LOKAL	Art	N85	N87	N90	N94	N00	P85	P87	P90	P94	P00	K85	K87	K90	K94	K00
L 1:1	G	13,7	13,4	16,7	14,9	15,3	1,70	1,72	1,83	1,90	1,60	7,50	4,62	4,29	2,60	5,87
L 1:2	G	13,9	14,5	16,3	15,6	15,8	1,70	1,61	1,61	1,78	1,93	4,90	5,88	5,84	2,80	4,53
L 1:3	G	14,0	14,0	15,1	12,8		1,70	1,83	1,53	1,45		8,60	7,31	4,68	3,87	
L 2:1	G	13,3	14,3	14,7	14,8		1,50	1,94	1,51	1,53		6,10	7,18	3,96	4,00	
L 2:2	G	15,1	14,6	16,2	15,2	12,8	2,00	2,33	2,03	1,78	1,63	9,80	9,13	7,30	5,09	6,09
L 3:1	G	12,6	13,2	13,7	12,3	11,5	1,30	2,01	1,29	1,36	1,20	5,10	6,70	4,44	3,83	4,20
L 3:3	G	13,9	13,7	14,4	14,4	13,3	1,70	2,15	2,16	2,63	1,75	4,90	6,41	5,81	3,75	4,29
L 3:4	G	13,0	13,2	12,0	14,5	12,9	1,50	2,49	1,73	1,87	1,76	4,40	6,77	3,49	2,30	3,93
L 4:1	G	13,0	13,5	12,8	12,3	11,9	1,40	1,45	1,37	1,21	1,20	6,30	7,20	4,94	4,45	4,94
L 4:2	G	12,0	14,4	10,5	12,9	10,1	1,80	2,00	1,60	1,68	1,19	6,40	6,70	4,89	5,64	3,79
L 4:3	G	11,7	12,7	11,8	10,4	12,2	1,20	1,87	1,59	1,38	1,31	3,80	5,78	4,38	2,94	4,01
L 5:1	G	11,4	13,2	12,3	11,4	11,6	1,60	1,78	1,77	2,04	1,43	4,60	5,23	4,79	5,21	4,05
L 5:2	G	12,1	14,1	13,7	11,5	11,4	1,00	1,18	1,25	1,07	0,95	6,00	6,27	5,85	4,05	4,69
L 5:3	G	12,0	13,4	13,1	11,9		1,50	2,08	1,76	1,64		6,00	6,22	5,08	8,34	
L 6:2	G	12,8	12,8	14,2	14,6	13,4	1,20	1,43	1,77	1,46	1,21	6,90	5,96	6,43	4,27	4,97
L 6:3	G	12,3	14,4	15,0	14,2	12,7	1,60	1,89	2,11	1,87	1,48	6,10	6,30	5,02	4,19	4,38
L 6:4	G	11,5	14,3	11,6	12,4	8,8	1,10	1,32	1,04	1,16	0,82	7,60	6,79	5,36	5,38	4,38
L 7:1	G	13,0	12,0	13,5	12,4	12,0	1,80	1,72	1,89	1,89	1,46	5,80	3,72	4,89	3,66	3,92
L 7:3	G	14,4	13,3	13,1			2,20	2,06	1,71			7,00	5,73	3,31		
L 7:4	G	13,3	15,3	15,3	14,4	14,2	2,20	2,22	2,18	1,85	1,51	10,90	9,08	6,66	3,96	5,53
L 8:1	G	13,8	15,0	14,7			1,80	1,96	1,78			8,40	7,10	5,05		
L 8:2	G	13,4	14,2	14,8	15,2	14,1	1,60	1,76	1,69	1,56	1,50	5,60	4,85	4,85	2,03	4,00
L 8:4	G	13,0	13,2	12,6	12,2	12,0	1,30	1,72	1,22	1,22	1,24	6,40	5,41	2,72	1,66	4,97
L 8:5	G	11,9	13,7	14,0	13,5	13,0	1,40	1,74	1,54	1,52	1,43	5,10	5,35	4,44	3,29	5,14
L 9:1	G	14,0	15,6	16,7	13,9		1,60	1,84	1,65	1,48		6,50	5,13	3,39	3,36	
L 9:2	G	13,3	12,4	15,3	12,9	11,5	2,00	2,00	1,94	1,89	1,58	6,70	6,64	6,37	4,30	5,45
L 9:3	G	10,1	15,7	17,8	17,4		0,90	1,89	1,74	1,69		6,30	4,94	3,48	1,83	
M 1:1	G	13,5	14,5	16,9	15,5	14,6	1,60	2,53	1,74	1,82	1,81	7,30	10,96	6,57	5,08	6,29
M 1:2	G	13,8	14,1	16,1	15,0	11,9	1,60	1,85	1,39	1,47	1,48	6,40	6,65	3,82	3,99	6,44
M 1:3	G	16,0	14,9	17,3	14,6		1,70	1,81	1,52	1,34		5,80	6,55	5,16	4,57	
M 2:1	G	15,5	16,9	15,1	13,9		1,80	1,81	1,25	1,76		6,10	6,01	4,02	3,37	
M 2:2	G	15,2	16,2	15,2	14,5		1,70	1,68	1,49	2,01		4,60	5,82	3,21	3,83	
M 2:3	G	16,3	16,3	17,3	14,8		1,40	1,36	1,52	1,30		6,80	6,43	4,58	4,69	
L 1:4	T	17,3	14,4	17,9	13,7	17,2	1,50	1,27	1,36	1,13	1,42	9,20	6,19	5,34	3,83	7,20
L 2:3	T	16,0	14,8	17,7	15,0	17,2	1,80	1,83	1,91	1,88	1,75	7,80	6,21	6,10	4,50	7,27
L 3:2	T	12,8	13,7	13,8	13,8	14,2	1,30	1,60	1,59	1,47	1,61	5,80	6,31	5,59	4,09	6,35
L 4:4	T	14,3	13,7	15,6	13,7	13,1	1,60	1,64	1,85	1,77	1,59	7,60	6,13	5,58	6,79	5,89
L 5:4	T	12,1	14,1	14,2	13,1	12,8	1,40	1,77	1,71	1,78	1,36	7,10	6,03	5,82	5,15	5,02
L 6:1	T	14,1	14,0	16,6	12,0	12,2	1,50	1,60	1,68	1,38	1,46	8,50	5,88	6,07	5,08	5,42
L 7:2	T	16,8	14,9	14,2	13,9		1,70	1,49	1,65	1,73		8,60	5,40	5,11	4,32	
L 8:3	T	16,2	15,4	15,1	13,1	14,8	1,70	1,74	1,67	1,88	1,54	8,30	5,49	6,58	4,87	6,29
L 9:4	T	15,4	14,8	15,8	16,4	14,1	1,60	1,95	1,75	1,81	1,66	8,80	8,27	5,81	4,92	5,33

APPENDIX B.

LOKAL	Art	Ca85	Ca87	Ca90	Ca94	Ca00	Mg85	Mg87	Mg90	Mg94	Mg00	Cu87	Cu90	Cu94	Cu00
L 1:1	G	1,90	1,77	2,32	3,13	1,42	0,93	1,01	1,33	1,15	0,94	3,05	2,89	2,66	3,23
L 1:2	G	1,90	1,74	1,43	2,03	1,85	0,96	0,98	0,67	1,06	1,05	2,79	2,43	2,66	3,42
L 1:3	G	1,80	3,08	4,01	2,13		1,01	1,27	1,16	0,98		2,91	2,38	2,26	
L 2:1	G	4,20	2,60	2,61	4,03		1,43	1,31	1,38	1,29		4,10	2,24	2,74	
L 2:2	G	9,40	7,82	7,76	8,65	5,80	1,22	1,47	1,30	1,10	1,08	4,21	2,84	2,61	3,03
L 3:1	G	2,70	3,20	2,79	2,37	2,50	0,98	1,25	1,12	0,78	1,26	3,58	2,33	1,93	2,64
L 3:3	G	5,30	6,02	5,76	4,65	6,20	1,14	1,37	1,30	1,07	1,22	2,93	2,98	2,28	3,06
L 3:4	G	5,70	6,10	6,67	5,23	5,27	0,93	1,37	1,06	1,31	1,07	5,06	2,63	2,51	3,13
L 4:1	G	3,00	2,42	5,27	5,44	3,27	0,95	0,94	1,40	1,02	1,10	2,60	2,65	1,78	2,54
L 4:2	G	2,60	2,96	3,77	1,99	4,02	1,01	1,16	1,03	1,08	0,99	3,68	2,33	1,98	2,51
L 4:3	G	2,70	3,03	3,26	2,66	3,58	1,01	1,17	0,97	1,86	1,20	3,01	2,28	1,42	2,58
L 5:1	G	3,10	8,51	6,93	8,76	4,09	0,96	1,08	1,30	1,60	1,06	3,14	2,40	1,93	2,75
L 5:2	G	3,10	4,15	3,13	8,30	2,79	1,04	1,32	1,13	2,65	0,95	4,52	2,50	1,55	2,58
L 5:3	G	3,70	4,53	5,10	5,40		0,90	1,18	1,26	0,95		3,41	2,48	2,28	
L 6:2	G	4,20	3,58	3,82	7,36	3,65	1,07	0,82	1,05	1,24	0,77	3,94	2,99	2,28	2,74
L 6:3	G	4,40	5,18	5,21	3,74	4,15	1,11	1,02	1,14	1,21	0,86	3,28	2,54	2,66	2,52
L 6:4	G	3,60	3,38	4,27	2,49	2,46	1,12	1,12	1,50	0,84	0,93	5,70	2,16	2,03	1,84
L 7:1	G	2,30	1,86	3,16	3,57	2,85	1,14	0,91	1,54	1,18	1,23	3,32	2,40	1,98	2,77
L 7:3	G	4,60	3,72	4,90			1,12	0,95	1,18			5,73	2,20		
L 7:4	G	6,90	6,43	6,77	7,18	5,60	1,32	1,25	1,28	1,10	0,99	3,99	2,64	2,41	2,51
L 8:1	G	2,00	1,73	1,60			0,98	0,94	0,88			4,07	2,49		
L 8:2	G	3,90	3,51	3,64	5,01	4,82	1,31	1,09	1,13	1,46	1,30	3,35	2,80	2,46	3,40
L 8:4	G	2,60	2,46	3,39	4,01	2,84	0,96	0,89	1,40	1,62	1,08	3,72	2,40	1,83	2,53
L 8:5	G	2,60	2,07	2,82	3,34	2,55	1,14	1,06	1,44	1,14	1,50	3,12	3,05	2,06	2,69
L 9:1	G	3,10	3,24	3,60	3,33		0,87	0,84	1,26	0,90		3,77	2,24	1,95	
L 9:2	G	2,80	1,98	2,51	1,82	2,12	1,08	0,94	1,14	0,88	1,03	3,77	2,59	2,13	2,71
L 9:3	G	2,00	3,52	3,41	2,81		0,84	1,15	1,58	0,97		3,54	2,56	1,65	
M 1:1	G	6,20	6,62	8,15	12,17	9,09	0,98	1,28	1,26	1,34	1,21	11,55	2,50	2,61	3,13
M 1:2	G	3,10	3,07	3,35	4,01	2,40	0,99	1,16	1,32	1,25	1,08	3,80	2,70	2,03	3,12
M 1:3	G	1,40	1,65	1,45	1,97		0,63	0,78	0,76	0,53		3,05	2,58	2,13	
M 2:1	G	5,80	4,77	6,50	5,63		0,91	0,95	0,95	1,06		3,98	2,96	2,31	
M 2:2	G	4,50	4,05	6,63	5,93		0,90	0,85	1,41	1,15		2,43	2,58	1,98	
M 2:3	G	5,00	4,30	5,65	8,21		0,74	0,83	1,01	0,76		3,40	2,74	1,95	
L 1:4	T	1,00	1,54	1,36	1,09	0,82	0,59	0,88	0,85	0,71	0,65	4,40	3,01	2,74	4,14
L 2:3	T	1,70	1,83	1,45	1,45	1,14	0,58	1,00	0,80	0,85	0,81	3,77	3,76	2,36	3,92
L 3:2	T	2,60	3,13	1,44	2,25	1,75	1,03	1,11	0,88	0,85	1,05	2,72	2,85	2,13	3,54
L 4:4	T	2,20	1,87	2,45	3,27	1,86	0,78	0,80	0,93	1,05	0,88	3,40	3,25	3,02	3,46
L 5:4	T	1,60	1,98	2,08	1,89	2,16	1,07	0,97	0,95	0,93	0,81	4,03	2,96	2,54	3,00
L 6:1	T	2,00	2,13	1,92	1,71	2,33	0,80	0,86	0,89	0,74	0,86	3,39	3,29	2,34	2,87
L 7:2	T	1,90	1,37	1,72	2,00		0,89	0,60	0,79	1,04		4,84	2,49	2,84	
L 8:3	T	1,50	1,44	1,14	1,63	1,65	0,81	0,80	0,76	0,96	0,78	4,70	3,31	2,79	3,56
L 9:4	T	3,20	3,41	2,93	1,70	2,92	0,91	1,28	1,13	0,80	1,01	4,48	3,30	2,26	2,99

APPENDIX B.

LOKAL	Art	Mn85	Mn87	Mn90	Mn94	Mn00	S85	S87	S90	S94	S00	Zn85	Zn87	Zn90	Zn94	Zn00
L 1:1	G	0,95	0,85	1,11	1,24	0,56	0,71	0,98	1,13	1,02	0,84	28,0	27,3	18,7	20,4	20,0
L 1:2	G	1,04	0,79	0,74	1,04	0,82	0,68	0,97	1,11	1,01	0,87	24,0	27,1	14,8	12,7	16,4
L 1:3	G	0,59	0,91	1,28	0,81		0,67	1,19	1,05	0,98		30,0	46,7	41,4	21,5	
L 2:1	G	1,12	0,41	0,39	0,55		0,71	1,17	0,94	0,95		36,0	29,2	18,2	26,3	
L 2:2	G	0,65	0,45	0,53	0,57	0,40	0,99	1,37	1,24	1,01	0,86	43,0	53,3	58,4	46,1	41,0
L 3:1	G	0,96	1,03	0,93	0,86	0,88	0,52	1,19	1,05	1,01	0,81	27,0	50,7	38,6	22,6	34,0
L 3:3	G	0,86	0,50	0,65	0,51	0,69	0,57	1,24	1,22	1,01	0,91	37,0	51,7	52,7	23,4	37,2
L 3:4	G	0,53	0,66	0,82	0,37	0,61	0,59	1,35	1,26	0,98	0,93	40,0	55,5	32,2	20,4	28,9
L 4:1	G	1,11	0,94	2,11	2,18	1,23	0,79	1,04	1,06	0,79	0,76	37,0	39,3	56,2	42,8	34,6
L 4:2	G	1,75	1,58	1,85	0,73	1,74	0,64	1,09	1,00	1,17	0,73	30,0	38,4	42,6	15,7	38,2
L 4:3	G	1,09	0,81	0,90	1,11	0,80	0,71	1,11	1,01	1,15	0,76	27,0	41,0	29,9	29,7	34,8
L 5:1	G	1,69	1,44	2,65	2,82	1,92	0,65	0,95	0,91	1,12	0,76	30,0	39,7	54,8	49,3	36,5
L 5:2	G	0,55	0,80	0,62	1,25	0,55	0,94	1,21	1,25	1,27	0,72	27,0	47,8	27,1	33,7	32,5
L 5:3	G	1,82	1,61	2,38	1,31		0,74	1,09	0,96	1,31		38,0	45,0	50,0	30,2	
L 6:2	G	1,56	0,85	1,10	2,07	1,54	0,91	1,06	1,09	1,11	0,79	35,0	34,8	30,9	31,1	29,8
L 6:3	G	1,92	1,72	2,32	2,87	1,95	0,89	1,09	1,02	0,94	0,80	37,0	44,7	42,4	37,8	29,7
L 6:4	G	0,98	0,49	0,62	0,53	0,49	0,96	1,23	1,09	1,07	0,65	34,0	40,0	33,5	19,3	21,6
L 7:1	G	0,79	0,52	0,89	1,15	0,77	1,07	1,00	1,06	1,03	0,74	21,0	26,7	28,4	28,8	24,8
L 7:3	G	0,88	0,67	1,00			0,90	1,09	0,90			34,0	35,6	31,5		
L 7:4	G	0,58	0,73	0,73	0,65	0,93	0,97	1,05	1,07	0,98	0,90	65,0	68,2	59,2	38,8	40,3
L 8:1	G	1,09	0,86	0,88			0,90	1,17	1,01			31,0	31,5	22,6		
L 8:2	G	0,99	0,94	0,87	1,35	1,16	0,99	1,04	1,03	1,02	0,89	29,0	36,5	26,3	25,1	32,2
L 8:4	G	0,91	0,88	1,22	1,37	0,92	0,71	1,15	0,90	0,85	0,75	25,0	37,0	30,8	15,3	35,4
L 8:5	G	1,25	1,19	1,75	1,95	1,81	0,61	1,05	0,99	0,98	0,74	33,0	33,0	44,3	24,5	36,0
L 9:1	G	1,31	1,15	2,17	1,61		0,59	1,06	1,11	1,02		37,0	37,6	39,1	27,9	
L 9:2	G	2,24	0,76	0,98	0,59	0,82	0,55	1,15	1,31	0,82	0,71	28,0	33,0	30,2	18,5	30,5
L 9:3	G	0,33	0,24	0,34	0,16		0,60	1,21	1,21	0,87		26,0	37,8	19,3	10,9	
M 1:1	G	0,78	0,63	0,67	0,99	0,92	0,63	1,28	1,15	1,11	1,06	54,0	65,3	59,5	74,1	53,4
M 1:2	G	1,22	1,21	1,72	1,46	1,11	0,60	1,22	1,05	0,87	0,79	30,0	32,5	21,6	27,6	25,7
M 1:3	G	1,00	1,25	1,24	1,79		0,54	1,15	1,08	0,88		20,0	34,8	17,9	18,1	
M 2:1	G	1,80	2,42	3,41	2,24		0,55	1,12	1,10	0,88		27,0	33,8	32,9	22,7	
M 2:2	G	2,20	2,45	4,59	2,81		0,75	1,01	1,14	0,91		24,0	36,4	37,1	33,2	
M 2:3	G	2,00	2,01	3,32	2,90		0,75	1,09	1,08	0,93		32,0	39,9	38,7	42,6	
L 1:4	T	0,15	0,19	0,17	0,12	0,12	1,01	1,17	1,25	0,88	1,04	35,0	62,7	45,5	37,3	40,1
L 2:3	T	0,52	0,64	0,50	0,44	0,35	0,74	1,12	1,20	1,06	0,97	28,0	40,6	31,8	36,9	31,1
L 3:2	T	0,57	1,21	0,40	0,59	0,50	0,55	1,10	1,04	0,90	0,92	31,0	41,4	36,5	45,5	43,3
L 4:4	T	1,01	0,73	1,08	1,52	0,77	0,92	1,14	1,32	1,54	0,85	46,0	37,0	56,8	47,6	40,1
L 5:4	T	0,42	0,41	0,44	0,56	0,33	0,74	1,04	1,07	1,11	0,77	34,0	41,3	42,6	44,1	41,6
L 6:1	T	0,78	0,62	0,63	0,50	0,65	0,84	1,10	1,31	0,92	0,88	33,0	41,0	43,0	32,5	34,4
L 7:2	T	0,33	0,20	0,21	0,26		0,94	0,85	1,00	1,08		34,0	35,0	32,6	46,2	
L 8:3	T	0,62	0,56	0,43	0,61	0,55	0,65	1,03	1,06	1,02	0,90	39,0	44,2	31,7	40,5	31,0
L 9:4	T	0,47	0,54	0,47	0,34	0,39	0,61	1,40	1,37	1,06	0,93	33,0	42,6	42,6	26,9	40,0

APPENDIX B.

LOKAL	Art	P/N85	P/N87	P/N90	P/N94	P/N00	K/N85	K/N87	K/N90	K/N94	K/N00
L 1:1	G	12,4	12,9	11,0	12,5	10,5	54,7	34,6	25,7	17,3	38,3
L 1:2	G	12,2	11,1	9,9	11,4	12,3	35,3	40,6	35,8	17,9	28,8
L 1:3	G	12,1	13,1	10,2	11,4		61,4	52,3	31,1	30,3	
L 2:1	G	11,3	13,6	10,3	10,4		45,9	50,3	26,9	27,1	
L 2:2	G	13,3	15,9	12,5	11,7	12,8	64,9	62,4	45,1	33,6	47,5
L 3:1	G	10,3	15,3	9,7	11,1	10,4	40,5	51,0	33,5	31,2	36,6
L 3:3	G	12,2	15,7	15,1	18,2	13,1	35,3	46,9	40,7	26,2	32,2
L 3:4	G	11,5	18,9	15,0	13,0	13,6	33,9	51,5	29,3	15,9	30,4
L 4:1	G	10,8	10,7	11,0	9,9	10,1	48,5	53,2	39,6	36,2	41,6
L 4:2	G	15,0	13,9	15,7	13,0	11,8	53,3	46,4	48,8	43,8	37,4
L 4:3	G	10,3	14,7	13,5	13,3	10,8	32,5	45,4	37,3	27,9	32,8
L 5:1	G	14,0	13,5	14,4	18,0	12,3	40,4	39,5	39,0	46,0	34,9
L 5:2	G	8,3	8,4	9,2	9,4	8,3	49,6	44,4	42,9	34,3	41,0
L 5:3	G	12,5	15,5	13,4	13,8		50,0	46,4	38,4	69,6	
L 6:2	G	9,4	11,2	12,5	10,0	9,0	53,9	46,6	45,4	29,5	37,0
L 6:3	G	13,0	13,1	14,0	13,2	11,6	49,6	43,8	33,3	29,4	34,4
L 6:4	G	9,6	9,2	9,1	9,4	9,3	66,1	47,4	46,0	43,5	49,8
L 7:1	G	13,9	14,3	14,0	15,3	12,2	44,6	31,0	36,2	29,6	32,6
L 7:3	G	15,3	15,5	13,2			48,6	43,1	25,1		
L 7:4	G	16,5	14,5	14,2	12,8	10,6	82,0	59,2	43,6	27,3	39,1
L 8:1	G	13,0	13,1	12,2			60,9	47,4	34,4		
L 8:2	G	11,9	12,4	11,4	10,4	10,6	41,8	34,3	32,4	13,3	28,4
L 8:4	G	10,0	13,1	9,7	10,1	10,4	49,2	41,1	21,6	13,6	41,4
L 8:5	G	11,8	12,7	11,1	11,2	11,0	42,9	39,1	31,9	24,4	39,4
L 9:1	G	11,4	11,8	9,9	10,6		46,4	32,8	20,2	24,1	
L 9:2	G	15,0	16,1	12,7	14,6	13,7	50,4	53,5	41,6	33,2	47,4
L 9:3	G	8,9	12,0	9,9	9,7		62,4	31,4	19,9	10,5	
M 1:1	G	11,9	17,5	10,3	11,8	12,4	54,1	75,9	38,3	32,6	43,0
M 1:2	G	11,6	13,1	8,6	9,8	12,5	46,4	47,1	23,7	26,7	54,3
M 1:3	G	10,6	12,1	8,8	9,2		36,3	43,9	29,9	31,4	
M 2:1	G	11,6	10,7	8,3	12,6		39,4	35,6	26,7	24,2	
M 2:2	G	11,2	10,4	9,9	13,8		30,3	36,0	21,2	26,2	
M 2:3	G	8,6	8,4	8,8	8,9		41,7	39,5	26,3	32,3	
L 1:4	T	8,7	8,8	7,6	8,3	8,2	5,8	10,7	7,6	8,0	4,8
L 2:3	T	11,3	12,4	10,8	12,6	10,2	10,6	12,4	8,2	9,7	6,7
L 3:2	T	10,2	11,7	11,5	10,6	11,4	20,3	22,9	10,4	16,3	12,3
L 4:4	T	11,2	12,0	11,9	12,9	12,1	15,4	13,7	15,8	23,9	14,2
L 5:4	T	11,6	12,6	12,1	13,6	10,6	13,2	14,1	14,7	14,4	16,8
L 6:1	T	10,6	11,4	10,2	11,5	12,0	14,2	15,2	11,6	14,2	19,1
L 7:2	T	10,1	10,0	11,6	12,5		51,2	36,3	36,0	31,2	
L 8:3	T	10,5	11,3	11,1	14,4	10,4	9,3	9,4	7,5	12,5	11,1
L 9:4	T	10,4	13,2	11,1	11,1	11,8	20,8	23,0	18,5	10,4	20,7

APPENDIX B.

LOKAL	Art	Mg/N85	Mg/N87	Mg/N90	Mg/N94	Mg/N00	Ca/N85	Ca/N87	Ca/N90	Ca/N94	Ca/N00
L 1:1	G	6,79	7,57	7,95	7,62	6,16	13,9	13,3	13,9	21,3	9,3
L 1:2	G	6,91	6,76	4,13	6,81	6,64	13,7	12,0	8,8	13,0	11,8
L 1:3	G	7,21	9,09	7,75	7,69		12,9	22,0	26,7	16,6	
L 2:1	G	10,75	9,18	9,36	8,73		31,6	18,2	17,7	27,3	
L 2:2	G	8,08	10,04	8,03	7,27	8,45	62,3	53,4	47,8	56,8	45,3
L 3:1	G	7,78	9,51	8,45	6,37	10,96	21,4	24,3	10,5	19,3	21,8
L 3:3	G	8,20	10,02	9,04	7,35	9,19	38,1	44,0	39,9	32,6	46,6
L 3:4	G	7,15	10,42	8,93	9,04	8,26	43,9	46,4	55,5	36,0	40,8
L 4:1	G	7,31	6,95	11,24	8,33	9,24	23,1	17,9	41,3	44,3	27,5
L 4:2	G	8,42	8,04	10,46	8,40	9,76	21,7	20,5	37,7	15,5	39,7
L 4:3	G	8,63	9,18	8,29	17,85	9,78	23,1	23,8	27,7	25,9	29,2
L 5:1	G	8,42	8,16	10,57	14,04	9,12	27,2	64,3	56,0	77,6	35,3
L 5:2	G	8,60	9,35	8,30	23,35	8,28	25,6	29,4	23,0	72,1	24,4
L 5:3	G	7,50	8,81	9,65	7,96		30,8	33,8	39,1	45,2	
L 6:2	G	8,36	6,41	7,43	8,48	5,72	32,8	28,0	27,0	50,2	27,1
L 6:3	G	9,02	7,08	7,59	8,51	6,79	35,8	36,0	34,9	26,3	32,6
L 6:4	G	9,74	7,82	13,14	6,73	10,58	31,3	23,6	37,6	20,0	27,9
L 7:1	G	8,77	7,58	11,38	9,64	10,27	17,7	15,5	23,4	29,1	23,7
L 7:3	G	7,78	7,15	9,08			31,9	28,0	37,8		
L 7:4	G	9,92	8,15	8,33	7,63	6,96	51,9	41,9	44,2	49,7	39,6
L 8:1	G	7,10	6,28	6,03			14,5	11,5	10,9		
L 8:2	G	9,78	7,70	7,58	9,59	9,25	29,1	24,8	24,8	32,9	34,2
L 8:4	G	7,38	6,76	11,15	13,32	9,00	20,0	18,7	27,1	33,0	23,7
L 8:5	G	9,58	7,75	10,38	8,43	11,49	21,9	15,1	20,2	24,7	19,6
L 9:1	G	6,21	5,37	7,52	6,50		22,1	20,7	21,6	24,1	
L 9:2	G	8,12	7,57	7,46	6,80	8,96	21,1	15,9	16,3	14,1	18,4
L 9:3	G	8,32	7,32	8,89	5,56		19,8	22,4	19,1	16,2	
M 1:1	G	7,26	8,86	3,87	8,68	8,30	45,9	45,8	24,9	79,0	62,1
M 1:2	G	7,17	8,21	8,18	8,39	9,14	22,5	21,7	20,8	26,8	20,2
M 1:3	G	3,94	5,23	4,42	3,64		8,8	11,1	8,4	13,8	
M 2:1	G	5,87	5,63	6,28	7,55		37,4	28,3	43,2	40,2	
M 2:2	G	5,92	5,26	9,32	7,89		29,6	25,1	43,8	40,9	
M 2:3	G	4,54	5,10	5,92	5,09		30,7	26,4	32,5	56,0	
L 1:4	T	53,18	42,90	29,85	27,98	41,95	3,4	6,1	4,8	5,2	3,8
L 2:3	T	48,75	41,96	34,54	30,04	42,32	3,6	6,8	4,5	5,7	4,7
L 3:2	T	45,31	46,23	40,45	29,57	44,72	8,0	8,1	6,4	6,1	7,4
L 4:4	T	53,15	44,91	35,88	49,56	44,84	5,5	5,9	6,0	7,7	6,7
L 5:4	T	58,68	42,92	41,13	39,31	39,14	8,8	6,9	6,7	7,1	6,3
L 6:1	T	60,28	41,88	36,68	42,26	44,51	5,7	6,1	5,4	6,2	7,0
L 7:2	T	5,30	4,03	5,60	7,55		11,3	9,2	12,1	14,5	
L 8:3	T	51,23	35,72	43,58	37,29	42,48	5,0	5,2	5,0	7,4	5,3
L 9:4	T	57,14	55,80	36,75	30,07	37,89	5,9	8,6	7,1	4,9	7,2

APPENDIX B.

LOKAL	Art	Cu/N87	Cu/N90	Cu/N94	Cu/N00	Mn/N85	Mn/N87	Mn/N90	Mn/N94	Mn/N00
L 1:1	G	0,023	0,017	0,018	0,021	6,93	6,37	6,63	8,32	3,65
L 1:2	G	0,019	0,015	0,017	0,022	7,48	5,45	4,52	6,62	5,23
L 1:3	G	0,021	0,016	0,018		4,21	6,51	8,53	6,32	
L 2:1	G	0,029	0,015	0,019		8,42	2,87	2,67	3,72	
L 2:2	G	0,029	0,018	0,017	0,024	4,30	3,07	3,24	3,72	3,13
L 3:1	G	0,027	0,017	0,016	0,023	7,62	7,83	6,79	6,97	7,63
L 3:3	G	0,021	0,021	0,016	0,023	6,19	3,66	4,55	3,55	5,18
L 3:4	G	0,039	0,022	0,017	0,024	4,08	5,02	6,83	2,55	4,71
L 4:1	G	0,019	0,021	0,015	0,021	8,54	6,95	16,47	17,79	10,35
L 4:2	G	0,026	0,022	0,015	0,025	14,58	10,95	17,66	5,69	17,20
L 4:3	G	0,024	0,019	0,014	0,021	9,32	6,36	7,70	10,71	6,53
L 5:1	G	0,024	0,020	0,017	0,024	14,82	10,88	21,51	24,79	16,52
L 5:2	G	0,032	0,018	0,014	0,023	4,55	5,67	4,52	10,89	4,85
L 5:3	G	0,025	0,019	0,019		15,17	12,01	18,23	10,97	
L 6:2	G	0,031	0,021	0,016	0,020	12,19	6,64	7,81	14,13	11,47
L 6:3	G	0,023	0,017	0,019	0,020	15,61	11,94	15,43	20,16	15,35
L 6:4	G	0,040	0,019	0,016	0,021	8,52	3,42	5,37	4,30	5,60
L 7:1	G	0,028	0,018	0,016	0,023	6,08	4,33	6,62	9,29	6,39
L 7:3	G	0,043	0,017			6,11	5,05	7,69		
L 7:4	G	0,026	0,017	0,017	0,018	4,36	4,76	4,78	4,53	6,54
L 8:1	G	0,027	0,017			7,90	5,74	6,03		
L 8:2	G	0,024	0,019	0,016	0,024	7,39	6,64	5,90	8,93	8,23
L 8:4	G	0,028	0,019	0,015	0,021	7,00	6,68	9,72	11,24	7,69
L 8:5	G	0,023	0,022	0,015	0,021	10,50	8,71	12,53	14,45	13,86
L 9:1	G	0,024	0,013	0,014		9,36	7,35	13,01	11,59	
L 9:2	G	0,030	0,017	0,017	0,024	16,84	6,12	6,39	4,58	7,16
L 9:3	G	0,023	0,014	0,010		3,27	1,53	1,92	0,94	
M 1:1	G	0,080	0,015	0,017	0,021	5,78	4,36	3,99	6,43	6,28
M 1:2	G	0,027	0,017	0,014	0,026	8,84	8,56	10,70	9,73	9,36
M 1:3	G	0,020	0,015	0,015		6,25	8,38	7,20	12,27	
M 2:1	G	0,024	0,020	0,017		11,61	14,34	22,59	16,08	
M 2:2	G	0,015	0,017	0,014		14,47	15,17	30,27	19,29	
M 2:3	G	0,021	0,016	0,013		12,27	12,35	19,19	19,61	
L 1:4	T	0,030	0,017	0,020	0,024	0,87	1,32	0,95	0,88	0,70
L 2:3	T	0,025	0,021	0,016	0,023	3,25	4,32	2,83	2,94	2,04
L 3:2	T	0,020	0,021	0,015	0,025	4,45	8,86	2,89	4,27	3,49
L 4:4	T	0,025	0,021	0,022	0,026	7,06	5,35	6,95	11,09	5,83
L 5:4	T	0,029	0,021	0,019	0,023	3,47	2,92	3,11	4,27	2,59
L 6:1	T	0,024	0,020	0,019	0,024	5,53	4,42	3,81	4,16	5,34
L 7:2	T	0,033	0,018	0,020		1,96	1,34	1,48	1,90	
L 8:3	T	0,031	0,022	0,021	0,024	3,83	3,64	2,85	4,67	3,74
L 9:4	T	0,030	0,021	0,014	0,021	3,05	3,64	2,97	2,08	2,80

APPENDIX B.

LOKAL	Art	S/N85	S/N87	S/N90	S/N94	S/N00	Zn/N85	Zn/N87	Zn/N90	Zn/N94	Zn/N00
L 1:1	G	5,18	7,34	6,78	6,86	5,48	0,200	0,200	0,110	0,140	0,130
L 1:2	G	4,89	6,69	6,79	6,48	5,51	0,170	0,190	0,090	0,080	0,104
L 1:3	G	4,79	8,52	6,95	7,63		0,210	0,330	0,275	0,168	
L 2:1	G	5,34	8,20	6,38	6,40		0,270	0,200	0,124	0,178	
L 2:2	G	6,56	9,36	7,67	6,67	6,74	0,280	0,360	0,360	0,300	0,320
L 3:1	G	4,13	9,05	7,68	8,20	7,08	0,210	0,390	0,280	0,180	0,296
L 3:3	G	4,10	9,07	8,47	7,04	6,80	0,270	0,380	0,370	0,160	0,279
L 3:4	G	4,54	10,27	10,49	6,76	7,22	0,310	0,420	0,270	0,140	0,224
L 4:1	G	6,08	7,69	8,25	6,45	6,41	0,280	0,290	0,440	0,350	0,291
L 4:2	G	5,33	7,55	9,51	9,11	7,25	0,250	0,270	0,410	0,120	0,378
L 4:3	G	6,07	8,71	8,62	11,08	6,25	0,230	0,320	0,250	0,290	0,284
L 5:1	G	5,70	7,18	7,39	9,87	6,54	0,260	0,300	0,450	0,430	0,315
L 5:2	G	7,77	8,57	9,13	11,09	6,33	0,220	0,340	0,200	0,290	0,284
L 5:3	G	6,17	8,13	7,34	10,93		0,320	0,340	0,383	0,253	
L 6:2	G	7,11	8,28	7,72	7,61	5,84	0,270	0,270	0,220	0,210	0,222
L 6:3	G	7,24	7,57	6,76	6,58	6,26	0,300	0,310	0,280	0,270	0,233
L 6:4	G	8,35	8,59	9,39	8,58	7,41	0,300	0,280	0,290	0,160	0,246
L 7:1	G	8,23	8,33	7,89	8,35	6,12	0,160	0,220	0,210	0,230	0,206
L 7:3	G	6,25	8,21	6,92			0,240	0,270	0,241		
L 7:4	G	7,29	6,85	7,00	6,82	6,36	0,490	0,440	0,390	0,270	0,284
L 8:1	G	6,52	7,81	6,93			0,220	0,210	0,155		
L 8:2	G	7,39	7,35	6,97	6,72	6,30	0,220	0,260	0,180	0,170	0,228
L 8:4	G	5,46	8,73	7,18	7,03	6,24	0,190	0,280	0,240	0,130	0,295
L 8:5	G	5,13	7,68	7,12	7,25	5,66	0,280	0,240	0,320	0,180	0,276
L 9:1	G	4,21	6,78	6,68	7,38		0,260	0,240	0,234	0,202	
L 9:2	G	4,14	9,26	8,56	6,30	6,17	0,210	0,270	0,200	0,140	0,265
L 9:3	G	5,94	7,70	6,81	5,02		0,260	0,240	0,108	0,063	
M 1:1	G	4,67	8,86	6,83	7,15	7,21	0,400	0,450	0,350	0,480	0,365
M 1:2	G	4,35	8,63	6,52	5,82	6,63	0,220	0,230	0,130	0,180	0,217
M 1:3	G	3,38	7,71	6,25	6,03		0,130	0,230	0,104	0,124	
M 2:1	G	3,55	6,64	7,28	6,33		0,170	0,200	0,218	0,163	
M 2:2	G	4,93	6,25	7,51	6,23		0,160	0,230	0,245	0,228	
M 2:3	G	4,60	6,70	6,22	6,26		0,200	0,250	0,224	0,288	
L 1:4	T	5,84	8,11	6,99	6,43	6,06	0,202	0,435	0,254	0,272	0,233
L 2:3	T	4,63	7,57	6,80	7,08	5,65	0,175	0,274	0,180	0,246	0,181
L 3:2	T	4,30	8,06	7,53	6,51	6,45	0,242	0,303	0,264	0,329	0,305
L 4:4	T	6,43	8,35	8,49	11,24	6,45	0,322	0,271	0,365	0,347	0,305
L 5:4	T	6,12	7,40	7,56	8,47	5,97	0,281	0,294	0,301	0,337	0,324
L 6:1	T	5,96	7,83	7,92	7,65	7,19	0,234	0,292	0,260	0,270	0,282
L 7:2	T	5,60	5,71	7,06	7,73		0,200	0,240	0,229	0,332	
L 8:3	T	4,01	6,70	7,02	7,81	6,07	0,241	0,288	0,210	0,310	0,209
L 9:4	T	3,96	9,45	8,67	6,48	6,61	0,214	0,287	0,269	0,164	0,284

APPENDIX C

Artiklar baserade på data från de Skånska SVS-ytorna

Populärvetenskapliga artiklar

Rosengren U., Nihlgård B. & Thelin G. 1996. Kväve - bra eller dåligt för skogen?
Skog&Forskning 3/96, 28-31.

Rosengren U. Barrförlust dåligt mått på kronans vitalitet: skogsskadorna lever!
Skogseko 4/98.

Sonesson K., Jönsson A-M., Nihlgård B. & Rosengren-Brinck U. 1999. Vitalisering för
friskare skogar. Tema: Skogshälsa, SUFOR Årsrapport 1998., 32-33.

Thelin G. Granskogen i Skåne – näringsobalans och ohälsa. Skånes skogar – en resurs.
Miljö tillståndet i Skåne – Årsrapport 2000, 16-17.

Thelin G., Rosengren-Brinck U. och Nihlgård B. 1996. Skånska barrskogar i obalans.
Skog och forskning nr 3/96, 13-17.

Artiklar i internationella tidskrifter & avhandlingar

Jönsson A-M. 2000. Bark lesions and frost sensitivity to frost in beech and Norway
spruce. Doktorsavhandling, Lunds Universitet, ISBN 91-7105-141-4

Jönsson U., Rosengren U., Thelin G. & Nihlgård B. 200X. Acidification induced
chemical changes in coniferous forest soils in southern Sweden. *Manuskript inskickat
för publicering*

Jönsson U. Rosengren U. & Nihlgård B. 2002. A comparative study of two methods for
determination of pH, Exchangeable base cations and aluminium. Accepterat för
publicering i *Comm. Soil Plant Anal.*

Rosengren U., Stjernquist I., and Thelin G. 200X. Nitrogen and nutrient imbalance. In
Sverdrup H. and Stjernquist I. (eds.), *Developing principles for sustainable forest
management.*, In press.

Rosengren-Brinck, U., Thelin, G., Harrison, A. F., Jones, H., Nihlgård, B., Jonshagen,
A., and Sleep, D. 1997. Demand for N, P, and K in declining Norway spruce stands:
The role of secondary nutrient limitations. BIOGEOMON '97, June 21st-25th, 1997,
Villanova University, USA, Journal of conference abstracts, 2, 285.

APPENDIX C

Schlyter P., Sonesson K., Stjernquist I., and Thelin G. 200X. Forest conditions – a regional overview, *In Sverdrup H and Stjernquist I (eds.), Developing principles for sustainable forest management., In press.*

Stjernquist I., Rosengren U., Sonesson K., Sverdrup H., and Thelin G. 200X. Forest health indicators, *In Sverdrup H and Stjernquist I (eds.), Developing principles for sustainable forest management., In press.*

Thelin G. 2000. Nutrient imbalance in Norway spruce. Doktorsavhandling, Lunds Universitet, ISBN 91-7105-147-3.

Thelin G., Rosengren-Brinck U., Nihlgård B. & Barkman A. 1998. Trends in needle and soil chemistry of Norway spruce and Scots pine stands in South Sweden 1985-1994. *Environ Pollut.* 149-158

Thelin G., Znotina V., och Rosengren U. 200X. Nutrient imbalance effects on Norway spruce vitality as assessed through a branch development method. *Manuskript inskickat för publicering .*

Wallander H., Fossum A., Rosengren U., and Jones H. 200X. Ectomycorrhizal colonization and uptake of P from apatite by *Pinus sylvestris* seedlings grown in forest soil with and without wood ash amendment *Manuskript inskickat för publicering*

Rapporter

Barkman A. och Sverdrup H. 1996. Critical Loads of Acidity and Nutrient Imbalance for Forest Ecosystems in Skåne. Rapport 1:1996, Inst. för Kemisk Teknologi II, Lunds Tekniska Högskola.

Berggren H., Mattiasson G. och Nihlgård B. 1992. Fasta skogsprovtytor i Skåne. Dataöversikter 1984/85-1989/90. Skånes Samrådsgrupp mot skogsskador, Rapport nr 12. 53 s.

IVL. 1991. Miljöatlas - Resultat från IVLs undersökningar i miljön 1991.

Jönsson U., Rosengren U., Thelin G. & Nihlgård B. 2000. Försurningen fortsätter – Förändringar i marktillståndet på fasta barrskogsytor i Skåne mellan 1988 och 1999. Skånes samrådsgrupp mot skogsskador, Rapport 19/2000. 41 s.

Nihlgård B. 1986. Mark- och barrkemiska data från fasta skogsprovtytor i Skåne 1985. Skånes Samrådsgrupp mot skogsskador, Rapport nr 2. 41 s.

Nihlgård B. 1990. Dynamik i barrkemi och barrstrukturer på skånska gran och tallprovtytor åren 1985-1987. Skånes Samrådsgrupp mot skogsskador, Rapport nr 8. 36 s.

APPENDIX C

- Nihlgård B. 1990. Markundersökningar 1988 på fasta skogsprovytor i Skåne. Skånes Samrådsgrupp mot skogsskador, Rapport nr 9. 28 s.
- Nihlgård B. 1992 Barrkemi och barrstrukturer på skogsprovytor i Skåne 1990. Skånes Samrådsgrupp mot skogsskador Rapport nr 11., 25 s.
- Nihlgård B. 1996. Markundersökningar 1993 på fasta skogsprovytor i Skåne. Skånes samrådsgrupp mot skogsskador, Rapport nr 16. 44 s.
- Nihlgård B., Rosengren-Brinck U. och Thelin G. 1996. Barrkemi på skånska gran- och tallprovytor 1994 - relationer till markkemi och tillväxt. Skånes Samrådsgrupp mot skogsskador, Rapport nr 17. 38 s.
- Olsson A. 1993. Tillväxt och barrförlust hos gran och tall i Skåne 1985-1990. Skånes samrådsgrupp mot skogsskador. Skånes Samrådsgrupp mot skogsskador, Rapport nr 15. 39s.
- Rosengren-Brinck U., Nihlgård B., Bengtsson M. och Thelin G. 1998. Samband mellan barrförlust, barrkemi och markkemi i Skåne 1985-94. I Rosengren-Brinck U (ed.). 1998. Barrförlust och luftföroreningar - Samband mellan kronutglesning och miljöfaktorer i barrskog. Naturvårdsverket, Rapport 4890, 125 sid.
- Skogsvårdsstyrelsen i Kristianstad, 1986. Fasta skogsprovytor i Skåne för uppföljning av skogsskador. Skånes Samrådsgrupp mot skogsskador, Rapport nr 1. 75 s.

Rapporter från Skånes Samrådsgrupp mot Skogsskador.

Rapport nr 1. Skogsvårdsstyrelsen i Kristianstad, 1986. Fasta skogsprovtytor i Skåne för uppföljning av skogsskador. 75 s.

Rapport nr 2. Nihlgård, B., 1986. Mark- och barrkemiska data från fasta skogsprovtytor i Skåne 1985. 41 s.

Rapport nr 3. Schlyter, P. och Persson, C., 1986. Flyginventering av skogsskador i N och NÖ Skåne. 32 s.

Rapport nr 4. Schlyter, P., 1987. Flygbildsbaserad inventering av skogsskador på gran och tall i Skåne 1986. 20 s.

Rapport nr 5. Nihlgård, B., Schlyter, P., Stjernquist, I., Wånge, C. och Olsén, L.G., 1987. Inventering av trädskador i öppet landskap i Skåne 1985. 28 s.

Rapport nr 6. Nihlgård, B., 1988. Skogsskador genom lokal ammoniak-/ammoniumbelastning. 16 s.

Rapport nr 7. Wijk, S., 1989. Skogskadeinventering av bok och ek i Skåne, Blekinge och Halland. 33 s.

Rapport nr 8. Nihlgård, B., 1990. Dynamik i barrkemi och barrstrukturer på skånska gran- och tallprovtytor åren 1985-1987. 36 s.

Rapport nr 9. Nihlgård, B., 1990. Markundersökningar 1988 på fasta skogsprovtytor i Skåne. 28 s.

Rapport nr 10. Nihlgård *et al.* Metodik för barrprovtagning (under omarbetning).

Rapport nr 11. Nihlgård, B., 1992. Barrkemi och barrstrukturer på skogsprovtytor i Skåne 1990. 25 s.

Rapport nr 12. Berggren, H., Mattiasson, G. och Nihlgård, B., 1992. Fasta skogsprovtytor i Skåne. Dataöversikter 1984/85-1989/90. 53 s.

Rapport nr 13. Schlyter, P. och Andersson, S., 1992. Skogsskador i Skåne och Halland 1991. 28 s.

Rapport nr 14. Skånes samrådsgrupp mot skogsskador 1993. Luftföroreningar – markförsurning – skogsskador - motåtgärder. Forskarnas syn på skogsskador i Sydsverige. 73 s.

Rapport nr 15. Olsson, A., 1993. Tillväxt och barrförlust hos gran och tall i Skåne 1985-1990. 39 s.

Rapport nr 16. Nihlgård, B., 1996. Markundersökningar 1993 på fasta skogsprovtytor i Skåne. 44 s.

Rapport nr 17. Nihlgård, B., Rosengren-Brinck, U. och Thelin, G., 1996. Barrkemi på skånska gran- och tallprovtytor 1994 – relationer till markkemi och tillväxt. 38 s.

Rapport nr 18. Jönsson, U., Rosengren-Brinck, U. och Schlyter, P., 1999. Djurhållningens kvävebelastning på skyddad natur i Skåne – en spatiell analys. 31 s.

Rapport nr 19. Jönsson, U., Rosengren-Brinck, U., G. Thelin och Nihlgård B. 2000. Försurningen fortskrider – Förändringar i marktillståndet på fasta barrskogsytor i Skåne mellan 1988 och 1999. 42 s.

Rapport nr 20. Föreliggande rapport

Rapporterna kan erhållas efter hänvändelse till Länsstyrelsen i Skåne län, 205 15 Malmö, eller till Skogsvårdsstyrelsen Södra Gö taland i Kristianstad.