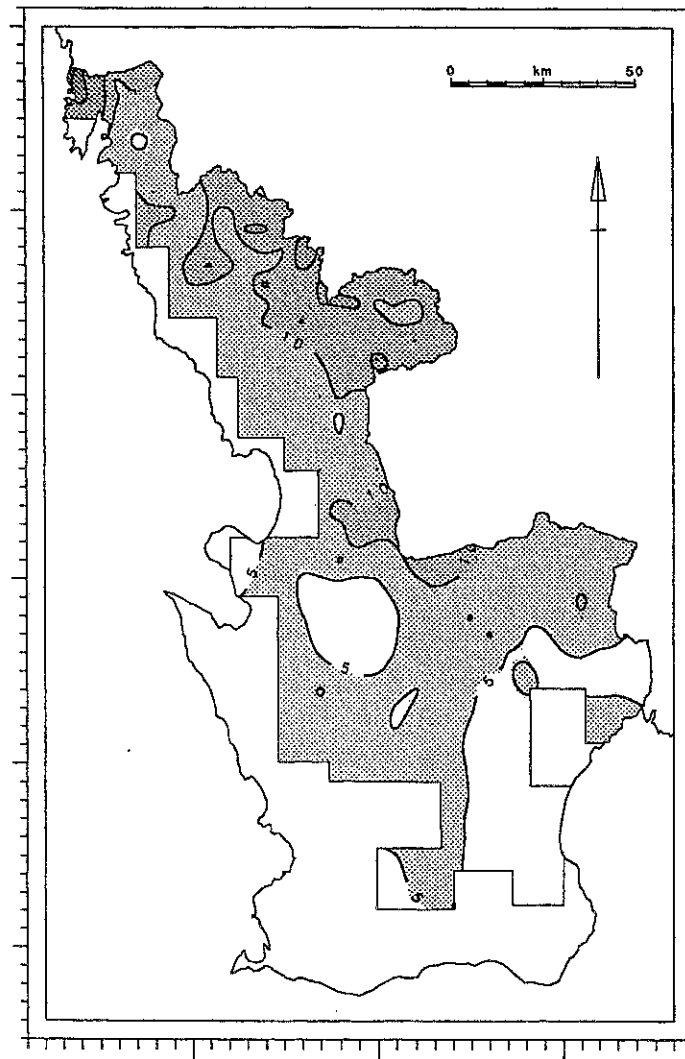


Skogsskador i Skåne och Halland 1991

Rapport 13/92



Skånes samrådsgrupp mot skogsskador

Länsstyrelserna
Lunds universitet
Skånes skogsägare

Skogsvårdsstyrelserna
Domänverket
Skogssällskapet

Omslag Karta över tillväxtminskningen hos gran
1991 (% och netto)
Tryck Länsstyrelsen i Kristianstads län
Tryckort Kristianstad
Upplaga 750 ex
Tryckår 1992

Skogsskador i Skåne och Halland 1991

med en analys av skadeutvecklingen mellan 1986 och 1991

Sammanfattning

Omfattningen av skogsskador på gran (*Picea abies* (L.) Karst) och tall (*Pinus silvestris* L.) har inventerats 1991 i Skånelänen och Hallands län. Inventeringen bygger på flygbildstolkning av barrförluster i storskaliga (1:2 000) stereoskopiska infraröda färgbilder. Totalt har drygt 400 provpunkter över skogsmark flygbildsfotograferats i ett nätverk med 5 x 5 km sida. För varje provpunkt skadebedöms de enskilda träden på 16 deltytor med en sammanlagd yta av ett hektar. Skadebedömningen gjordes i 20% barrförlustsklasser.

Andelen skador 1991, definierade som barrförluster större än 20%, är 54% för äldre gran och 77% för äldre tall i Hallands län, och 26% respektive 65% i Skåne. Motsvarande inventering genomfördes även 1986 då skadeandelen Hallands län för äldre gran var 26%, för tall 43%; i Skåne var skadeandelarna 16% för gran och 14% för tall. En mycket kraftig ökning av barrförlusterna hos både gran och tall har således skett under en femårsperiod. Skadornas utbredning i rummet, 1986 och 1991, redovisas med hjälp av interpolerade medelbarrförlustskartor. De största medelbarrförlusterna, både för äldre gran och tall, fanns 1986 framför allt i norra Halland. Medelbarrförlusterna 1991 har inte förändrats i någon större omfattning i de tidigare mest skadade områdena. Däremot har barrförlusterna ökat radikalt, både för äldre granen och tall, i angränsande områden och stora barrförluster förekommer 1991 så väl i norra och östra Halland som norra Skåne. Den genom barrförlusterna orsakade nettoproduktionsförlusten hos äldre gran och tall har beräknats och redovisas i interpolerad kartform.

Forest Damage in Scania och Halland, Southern Sweden, 1991

with an analysis of the development between 1986 and 1991

Summary

The extent of forest damage on Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst) and Scots Pine (*Pinus silvestris* L.) has been surveyed 1991 in the Scanian counties and in Halland county. The survey is based on stereoscopic air photo interpretation of needle loss using large scale (1:2 000) colour infra-red photographs. The forested land was photo sampled in a 5 by 5 km grid and approximately 400 sample points were photographed. At each sample point the needle losses of individual trees were assessed within 16 sub-sample plots, with a total area of 1 hectare. The needle loss assessment was made in 20 per cent classes.

The proportion damaged trees 1991, i.e. trees with a needle loss in excess of 20 %, is 54% for older spruce and 77% for older pine in Halland, 26% and 65% for older spruce and pine, respectively, in Scania. A corresponding survey was made in 1986 and the damage proportions were at the time 26% and 43% for older spruce and pine in Halland; 16% and 14%, respectively, in Scania. The degree of damage has thus increased considerably in only five years. Interpolated mean needle loss maps are presented for 1986 and 1991. In 1986 the largest mean needle losses, for both spruce and pine, occur in northern Halland. The areas showing the largest needle losses 1986 show little change by 1991. However, needle losses have increased drastically, for both spruce and pine, in the areas adjacent the previously most affected areas. Large needle losses occur 1991 in northern and eastern Halland as well as in northern Scania. The productivity decrease, owing to needle loss, have been calculated and presented as interpolated maps for older spruce and pine.

Förord

De första regionalt mera heltäckande skogsskadeinventeringarna i landet utfördes i Halland och Skåne 1986. Genomförandet skedde som ett samarbetsprojekt mellan Lunds Universitet och Skogsvårdsstyrelserna. Ett delmål, utöver att få en bild av skogsskadesituationen, var att bygga upp en kompetens inom skogsvårdsorganisationen att genomföra flygbildsbaserade skogsskadeinventeringar. Detta delmål kan sägas ha nåtts och inventeringarna 1986 har glädjande nog fått efterföljare i andra delar av landet.

Det stod från början klart att värdet av en regional skogsskadeinventering skulle ligga inte bara i att få en bild av skogsskadesituationen vid en viss given tidpunkt, utan i möjligheten att följa skadeutvecklingen i tid och rum. Det var därför med glädje vi noterade att det fanns ett intresse, inte bara regionalt, utan även vid Skogsstyrelsen att återinventera Skåne och Halland fem år efter inventeringen 1986. Projektet har finansierats med medel från Nämnden för skogsskadeinventeringar vid Skogsstyrelsen, Skånelänens samrådsgrupp mot skogsskador och från Skogsvårdsstyrelsen och Länsstyrelsen i Hallands län. Stefan Andersson har fungerat som projektledare för arbetet, planeringen inför inventeringen har utförts av oss båda, bildtolkningen utfördes av Stefan Andersson och Per-Ewe Jönsson, medan Peter Schlyter har varit ansvarig för databearbetning, utvärdering och avrapportering.

Lund och Halmstad, oktober 1992

Peter Schlyter

Stefan Andersson

1 Bakgrund

I mitten av 1980-talet kom rapporter från södra Sverige om omfattande och onormala skador på skogen. Uppgifterna om stora barrförluster betraktades med viss oro, främst mot bakgrund av den snabba skogsskadeutveckling som tidigare ägt rum i Centraleuropa. En bedömning av barrförlusten hos gran och tall introducerades 1984/85 inom riksskogstaxeringen. Möjligheten av en snabb i värsta fall accelererande skadeutveckling pekade emellertid på behovet av att erhålla skogsskadedata med bättre både tidsmässig och rumslig upplösning än de som riksskogstaxeringen kunde leverera.

Mot denna bakgrund initierade Skånelänens samrådsgruppen mot skogsskador redan 1984 inledande försök med skogsskadebedömning med hjälp av flygbildsteknik och en första inventering genomfördes 1985. Denna kom enbart att omfatta N och NÖ Skåne¹. Resultaten från denna begränsade inventering fick Samrådsgruppen mot skogsskador i Skåne liksom Skogsvårdsstyrelsen och Länsstyrelsen i Hallands län att föranstalta om fullständiga skogsskadeinventeringar av Skåne² respektive Hallands län under 1986³. Genom att 1991, fem år senare, återinventera så väl Skåne som Halland⁴ finns, för första gången i landet, möjligheten att relativt detaljerat följa förändringar i skogsskadeläget mellan två väldefinierade tidpunkter för tre hela län. Det lämpliga i att på detta sätt följa skadeutvecklingen understrykes ytterligare genom de något motstridiga trender för skogsskadeutvecklingen i Halland som finns mellan Skogsvårdsstyrelsens fasta observationsytor⁵ och riksskogstaxeringens material⁶. Det förstnämnda materialet visar kraftigt ökande barrförluster medan det senare en konstant eller möjligen svagt ökande skadeandel. Det bör i sammanhanget framhållas att urvalsprinciperna för de studerade bestånden skiljer sig avsevärt mellan de bägge studierna men att skadeutvecklingen just på grund av detta förtjänar att närmare klargöras⁷. Resultaten för 1991 års inventering och skadeutvecklingen under femårsperioden redovisas nedan.⁸

2 Metodik

Stress och skador på gran och tall diagnosticeras konventionellt genom att graden av barrförlust uppskattas i fält. Då en regional skogsskadeinventering för ett så omfattande område som Skåne och Halland kräver

ett relativt stort stickprov lämpar sig flygbildsteknik bättre än en konventionell fältbaserad upplägning. Detta då en flygbildsbaserad inventering kraftigt reducerar personal-, tids-, samt resebehoven för ett inventeringsprojekt, på denna ambitionsnivå jämfört med en mera konventionell fältinventering. Den utnyttjade metodiken bygger på att graden av barrförlust hos gran och tall kan uppskattas med god noggrannhet i storskaliga infraröda färgflygbilder. Vid bildtolkning av skogsskador i IRF-material utnyttjas, förutom färgen – d v s den spektrala informationen, förändringar i trädkronans form, täthet och struktur.

2.1 Upplägning

Inventeringen 1991 var upplagd som ett samarbetsprojekt mellan Skogsvårdsstyrelsen i Hallands län och Lunds Universitet. Bildtolkningen har utförts vid Skogsvårdsstyrelsen i Hallands län respektive i Skåne medan databearbetning och analys har utförts vid Lunds universitet.

2.2 Material och metoder

Inventeringen upplägning motsvarar i stort 1986 års inventeringar och den metodiska redovisningen är därför i det närmaste identisk med den i dessa⁹.

Inventeringen bygger på ett areellt systematiskt stickprov av skogsmarken. Urvalet av provpunkter har gjorts som ett kvadratisk rutnät (5 km x 5km) projicerat på den ekonomiska kartan. De hörnpunkter som träffade kartans skogsmask inkluderades som stickprovspunkter, medan hörnpunkter som träffade öppen mark, myr eller vatten kasserades. De på detta sätt definierade provpunkterna utgjorde träffpunkt för den efterföljande flygfotograferingen. En skillnad jämfört med de tidigare inventeringarna var att i de fall kameraoperatören fann att fotograferingen skulle komma att utföras över t ex nytt hygge eller hygge där plantor inte kunde observeras så flyttades fotopunkten medurs till närmaste barrdominerade skogsbestånd. Detta förfarande innebar att täckningen av mycket unga bestånd blev sämre (då de vid snabb observation från helikoptern ofta inte uppfattas som barrskog). Täckningen av framför allt äldre barrskog blev bättre samtidigt som den rumsliga representativiteten förbättrades utan att

slumpmässigheten i materialet gick förlorad. Med dessa kriterier fotograferades 400 provpunkter.

Bildmaterialet fotograferades i skalan 1:2 000¹⁰. Fotograferingen utfördes av Avena/LMV, Stockholm, under slutet av juli och augusti 1991. Bilderna togs från en Hughes 500 C helikopter med en Williamson F-49 Mk 3 kamera utrustad med ett 30,5 cm objektiv¹¹ försedd med ett Wratten 12 filter på Kodak 2443 Aerochrome Infrared film i 23 x 23 cm format. Filmen positivframkallades. Färgton och skärpa i bildmaterialet var god.

För att säkerställa en konsistent kronutglesningsbedömning mellan inventerarna, då i synnerhet ett likformigt läge för gränserna mellan de olika skadeklasserna, föregicks bildtolkningen av en kalibreringsövning av bildtolkarna under ledning av Hans Liedholm, Skogsvårdsstyrelsen i Mariestad. Bildtolkarna genomförde dessutom återkommande gemensamma kalibreringsövningar under tolkningsarbetets gång.

Skadebedömningen utfördes på underbelysta diapositiv. För att underlätta tolkningen skedde denna med en cyanfiltrerad dagsljuskälla. Bildtolkningen skedde i ett kvalificerat tolkningsinstrument, Wild Aviopret 2, vilket medger en steglös förstoring, från 3 till 15 gånger.

Tolkningsarbetet utfördes inom 16 stycken kvadratiske delytor¹² om vardera 1/16 hektar. Dessa var markerade på en polett av genomsläpplig film vilken monterades på baksidan av en bild i bildparet. Delytorna var centrerade i stereomodellen. Genom passmärken på poletten kunde delytorna lokaliseras för framtida kontroll.

Behärskade och undertryckta träd har, liksom i inventeringarna 1986 och analogt med bedömningsgrunderna inom riksskogstaxeringen, inte bedömts eller medräknats. Inom varje delyta bedömdes således vilka träd som ingick i den inventerade populationen, d v s träd som var fristående, överståndare, härskande eller medhärskande. Dessa räknades samt hänfördes till aktuell trädslags-, ålders- och skadeklass. Enbart gran och tall skadebedömdes. Då det är känt att barrförlusten hos både gran och tall ökar med ökande ålder har materialet åldersindelats. Beståndets *ungefärliga* ålder eller snarare mognad bedömdes i tre klasser: ung-, medelåldrig-, respektive äldre skog. Dessa klasser motsvarar ungefärligen åldrarna 0–20, 20–50 och äldre än 50 år.

Skadeklassbedömning gjordes i 20 % barrförlustklasser. Skadeklasserna betecknas fortsättningsvis med T för tall respektive G för gran. Skadeklassen 1 motsvarar en barrförlust upp till 20%, klassen 2 en barrförlust upp till 40%, och så vidare. Träd med barrförluster större än 20% definieras i denna rapport, liksom inom andra studier t ex riksskogstaxeringen, konventionsmässigt som "skadade".

I situationer där skadeklasstillhörigheten för ett enskilt träd bedömdes vara ett grännsfall hänfördes detta systematiskt till den lägre skadeklassen varför inventeringens resultat får betraktas som konservativa.

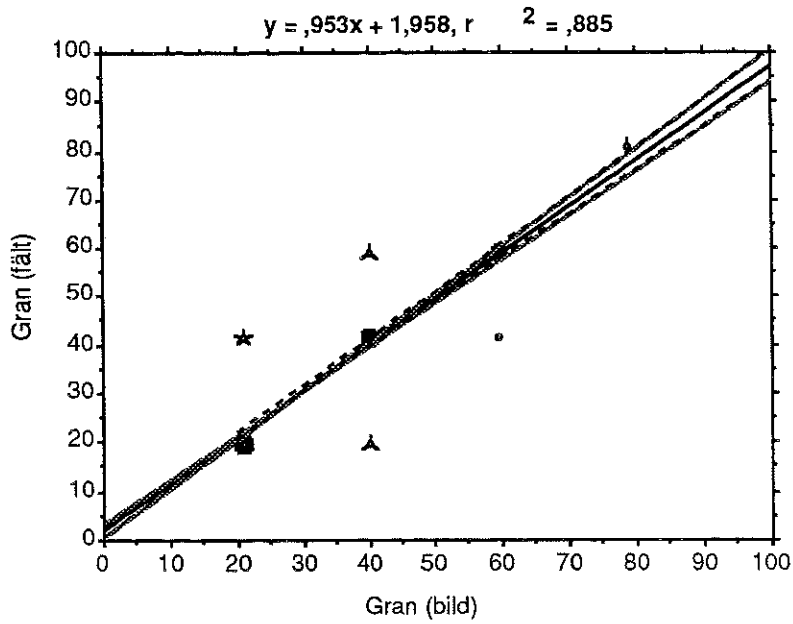
Datamaterialet har bearbetats på en Apple Macintosh IIci dator. För databas och beräkningsfunktioner har programvaran Microsoft Excel utnyttjats, statistiska beräkningar har skett med StatView II och interpolerade kartor har framställts med hjälp av programpaketet Gridzo från RockWare.

Medelbarrförlusten har beräknats för provpunkter med fler än 7 träd. Vid medelvärdesberäkningen har den övre klassgränsen för varje enskild skadeklass utnyttjats.

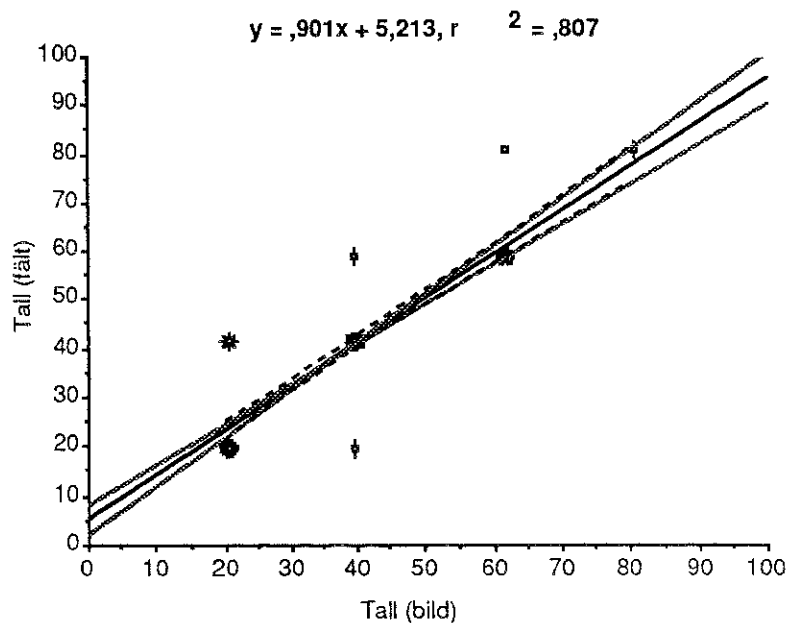
2.3 Tolkningssäkerhet

Säkerheten i barrförlustbedömning genom flygbildstolkning är, i det aktuella skalområdet, fullt jämförbar med en bedömning i fält. Detta har visats i en separat metodstudie vilken visade att det inte fanns någon skillnad i resultat mellan metoderna¹³ och i andra inventeringar som utnyttjat motsvarande flygbildsmetodik¹⁴.

För att få en kontroll av tolkningssäkerheten i 1991 års inventering har ett stickprovsmaterial¹⁵ från Halland utvärderats. Stickprovet omfattar 10 delytor vilka fältkontrollerats; totalt har 113 granar och 119 tallar utnyttjats i utvärderingen. Korrelationen, se figur 1, mellan den i bild uppskattade medelbarrförlusten och den i fält uppskattade är för äldre gran hög ($r=0,941$, $p<0,0001$). Motsvarande korrelation, jmf figur 2, för äldre tall är hög om än något sämre än den för granen ($r=0,898$, $p<0,0001$)



Figur 1. Regression för äldre gran av den i fält uppskattade barrförlusten som en funktion av den i bild uppskattade med 95% konfidensintervall för regressionslinjens lutning och skattningen.



Figur 2. Regression för äldre tall av den i fält uppskattade barrförlusten som en funktion av den i bild uppskattade med 95% konfidensintervall för regressionslinjens lutning och skattningen.

3 Resultat

För att underlätta ett resonemang om skadeutvecklingen mellan 1986 och 1991 redovisas här, förutom 1991 års skogsskadeinventering, även resultaten för 1986 års inventeringar helt kortfattat. För ytterligare information om dessa inventeringar hänvisas till redovisningen av dessa.¹⁶

3.1 Skadeläget 1986

Inventeringen byggde på en individuell bedömning av barrförlusten hos de enskilda träden i stickprovet. Materialet är stort och omfattar totalt 77 490 granar och 17 078 tallar. Skadornas fördelning på de olika åldersklasserna redovisas i tabell 1 och 2. Av dessa framgår att andelen skador på den äldre och medelåldriga skogen är större i Halland jämfört med Skåne. Man kan vidare utläsa det numera välkända förhållandet att andelen skador ökar kraftigt med stigande ålder.

Tabell 1. Granens procentuella fördelning på skadeklasserna G1–G5 för yngre, medelåldrig samt äldre gran 1986.

SKÅNE	Ålder	G1	G2	G3	G4	G5	ΣG2-5
	ung	99,5	0,4	0,1	0,0	0,1	0,5
	medel	98,4	1,1	0,2	0,1	0,3	1,6
	äldre	84,0	13,3	2,3	0,2	0,2	16,0
HALLAND	ung	99,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	medel	93,9	4,5	1,3	0,1	0,2	6,1
	äldre	73,8	19,6	5,7	0,6	0,3	26,2

Tabell 2. Tallens procentuella fördelning på skadeklasserna T1–T5 för yngre, medelåldrig samt äldre gran 1986.

SKÅNE	Ålder	T1	T2	T3	T4	T5	ΣT2-5
	ung	94,4	4,8	0,5	0,2	0,0	5,6
	medel	89,2	9,1	1,4	0,1	0,3	10,8
	äldre	86,2	12,0	1,2	0,2	0,4	13,8
HALLAND	ung	97,3	1,3	1,0	0,4	0,1	2,7
	medel	62,1	27,4	9,8	0,6	0,1	37,9
	äldre	56,6	31,1	10,2	1,5	0,6	43,4

Genom materialets storlek fanns det också förutsättningar att analysera den inomregionala skadevariationen. Detta skedde genom att skadeklassfördelningen analyserades delområdesvis¹⁷. En bättre bild av granen och tallens barrförluster i Halland och Skåne kan erhållas om den klassbaserade skaderedovisningen vägs samman i ett mått som en medelbarrförlust. Detta har gjorts på provpunkts nivå och utifrån dessa data har medelbarrförlusten interpolerats för Skåne och Halland. Den beräknade medelbarrförlusten har beräknats från övre klassgräns. De interpolerade medelbarrförlusterna redovisas i 5% klasser för den äldre granen respektive tallen, se figur 3 och 4.

Av figur 3 framgår att de största medelbarrförlusterna hos äldre gran finns i norra Halland, i synnerhet i de inre områdena av norra Halland. Barrförlusterna i södra Halland och i huvuddelen av Skåne är måttliga. Mellersta Halland kan sägas utgöra ett övergångsområde mellan dessa bägge områden.

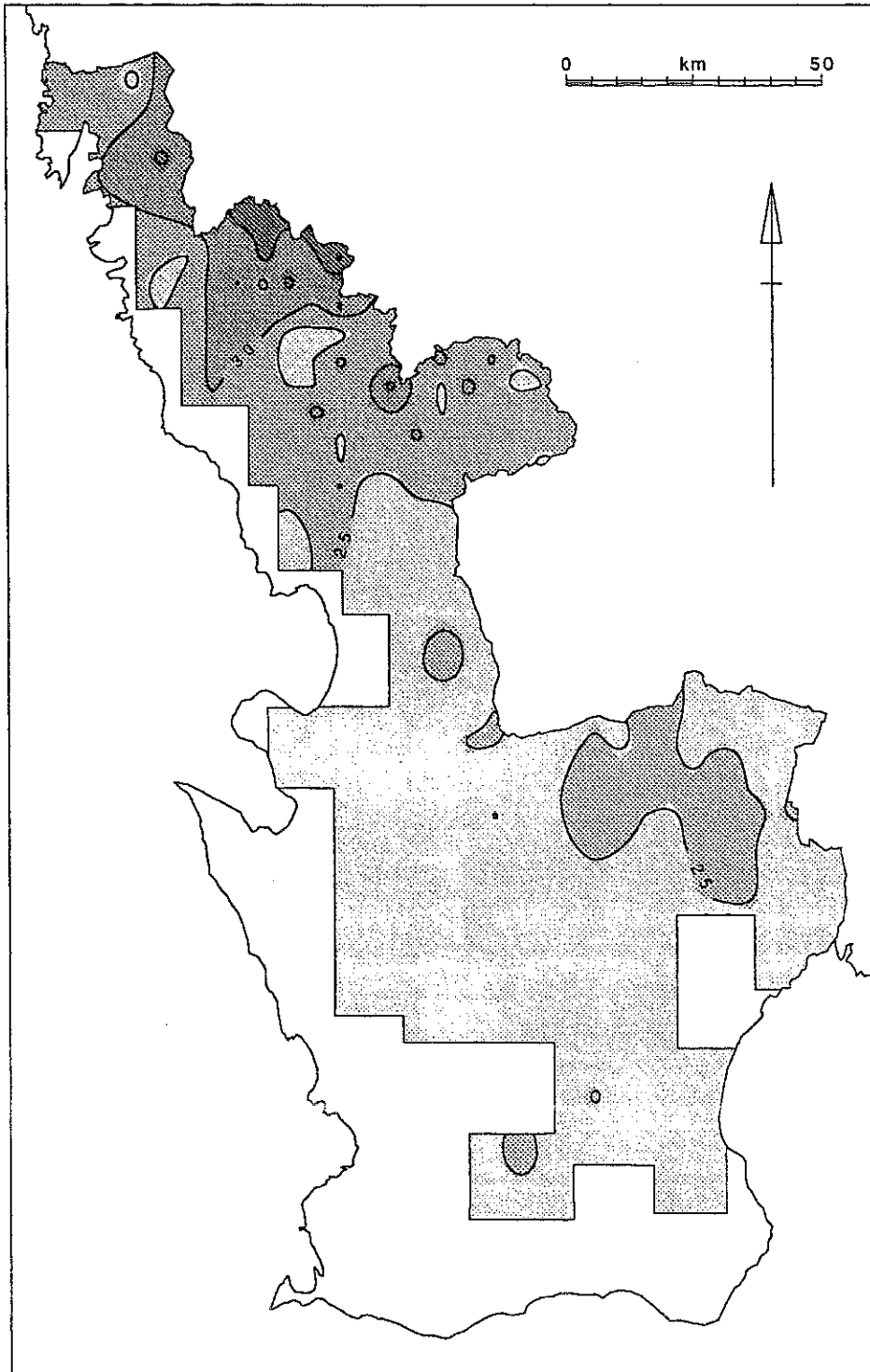
Barrförlusterna för äldre tall i Skåne och Halland uppvisar grovt sett samma mönster som äldre gran (jämför figur 3 och 4) d v s en tydlig skadegrad med större barrförluster i norr vilka avtar mot söder. Medelbarrförlusten för tall är större i norr och barrförlustgradienten är dessutom kraftigare utvecklad.

3.2 Skadeläget 1991

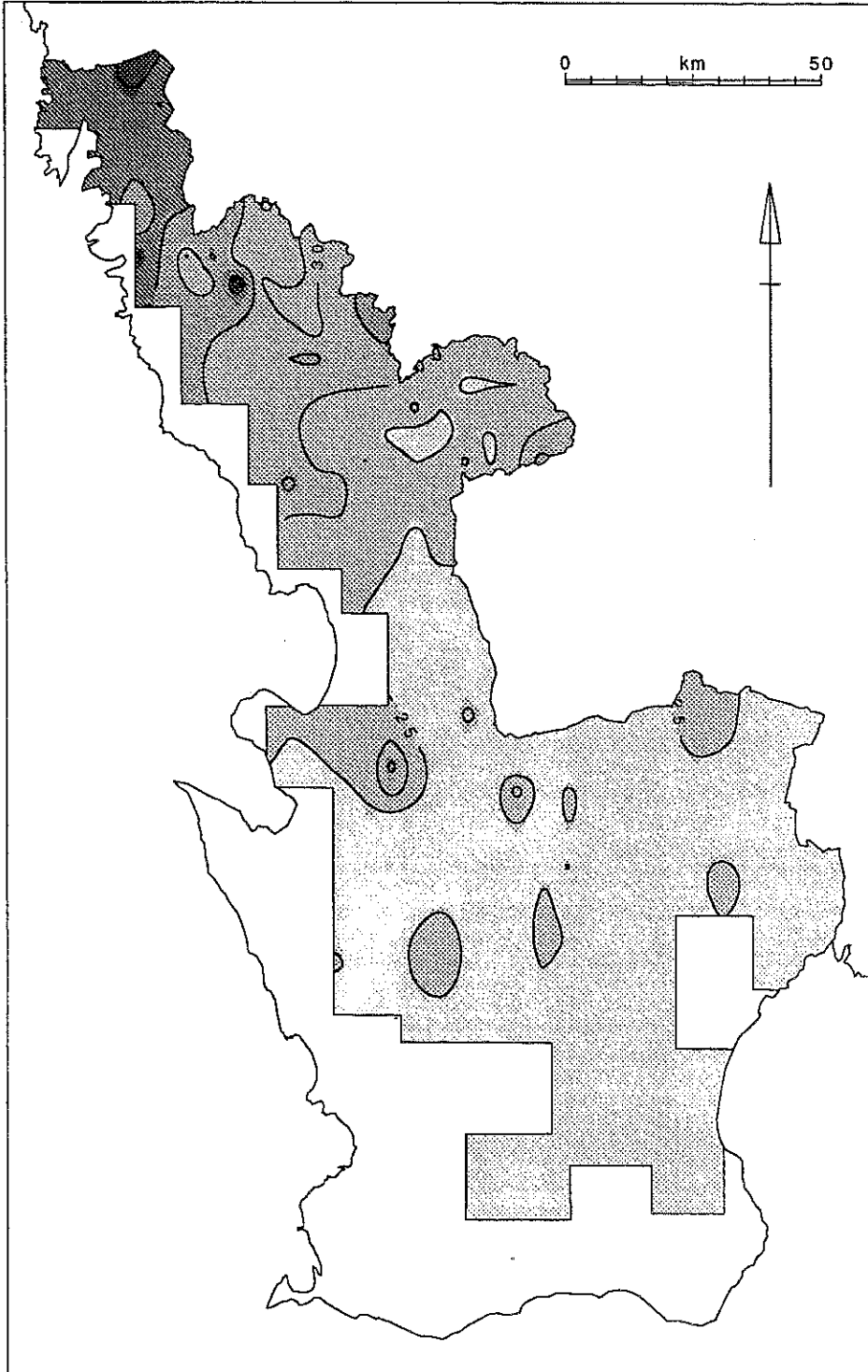
Genom en kombination av bättre väderlek, modifierade riktlinjer för fotograferingen samt en mindre förlust av bilder i säkerhetsgranskningen kom bildmaterialet, jämfört med 1986, att bli mera omfattande 1991. Totalt bedömdes kronutglesningen hos 164 726 granar och 19 447 tallar. Fördelningen på åldersklasser redovisas i tabell 3.

Tabell 3. *Antal bedömda granar och tallar inom respektive åldersklass i 1991 års inventering.*

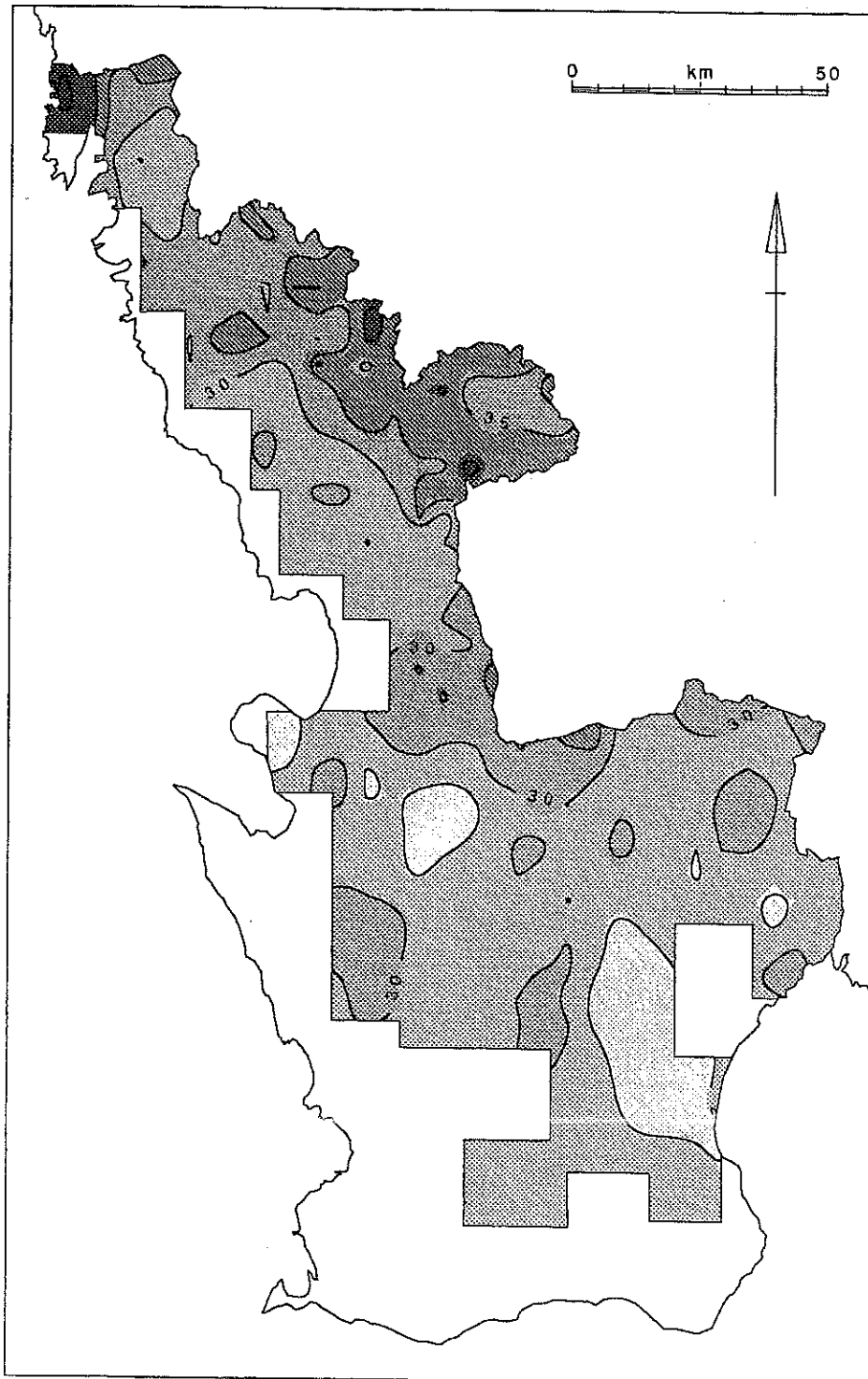
ÅLDER	Gran (n)	Tall (n)
Ungskog	15 155	3 184
Medelåldrig skog	91 463	3 267
Äldre skog	58 108	12 996
Summa	164 726	19 447



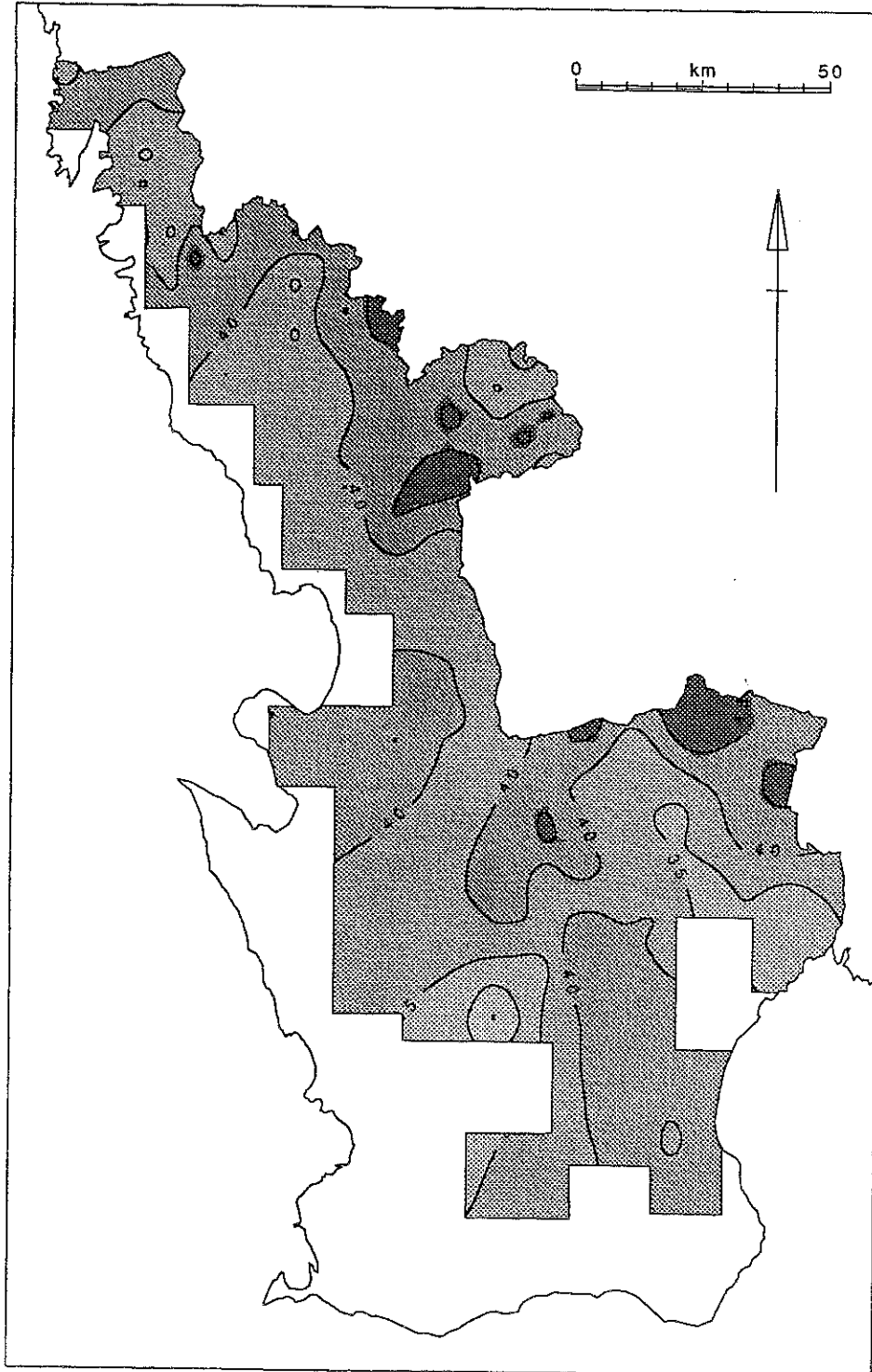
Figur 3. Medelbarrförlusten hos äldre gran 1986 (%)



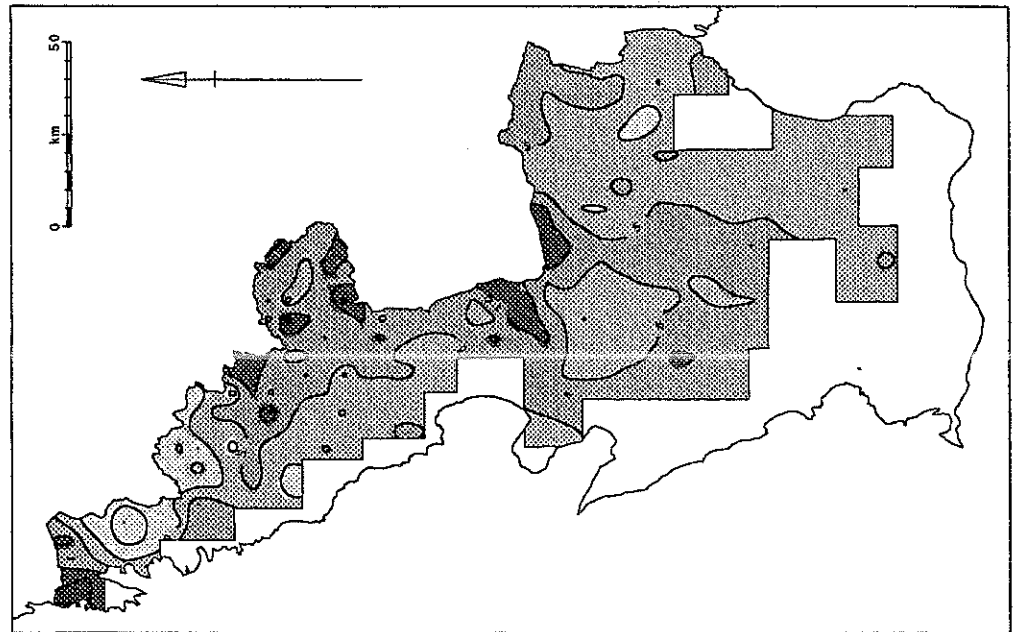
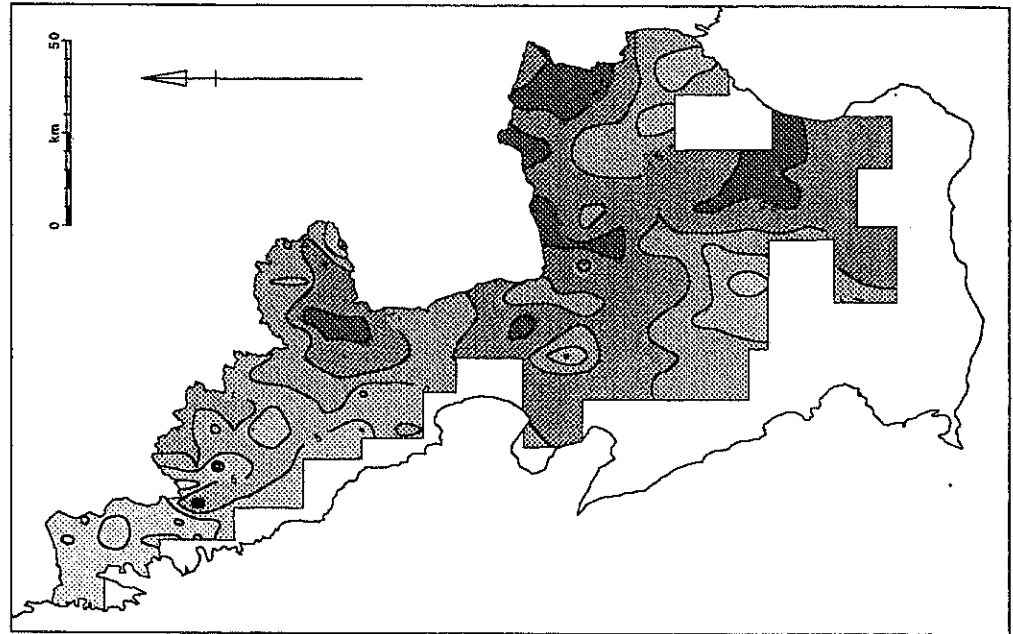
Figur 4. Medelbarrförlusten hos äldre tall 1986 (%)



Figur 5. Medelbarrförlusten hos äldre gran 1991(%)



Figur 6. Medelbarrförlusten hos äldre tall 1991(%)



Figur 7 Absolut förändring i medelbarrförlusten hos äldre gran och tall mellan 1986 och 1991 (%)

Barrförlusterna för gran och tall 1991 redovisas i tabell 4 och 5. Av tabell 4 framgår att barrförlusterna hos äldre gran ökat både i Skåne och Halland jämfört med situationen 1986, och att ökningen varit klart störst i Halland där andelen skadade träd fördubblats. Andelen skadad äldre gran i Skåne och Halland 1991 är 26,4 respektive 53,6%. I Halland har en betydande ökning skett i barrförlustklassen 21–40%. Förändringarna för ung och medelåldrig gran har däremot varit marginella. Vad gäller tallen har andelen äldre tall med barrförluster definierade som skador ökat kraftigt; i Skåne nära femdubblats och i Halland knappt fördubblats till 65,8 respektive 77,3%, se tabell 5.

Tabell 4. Granens procentuella fördelning på skadeklasserna G1–G5 för yngre, medelåldrig samt äldre gran 1991.

SKÅNE	Ålder	G1	G2	G3	G4	G5	ΣG2-5
	ung	99,8	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2
	medel	96,8	2,7	0,4	0,0	0,0	3,2
	äldre	73,6	19,2	6,5	0,6	0,0	26,4
HALLAND	ung	99,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,5
	medel	94,0	5,6	0,3	0,1	0,1	6,0
	äldre	46,4	46,0	6,8	0,5	0,2	53,6

Tabell 5. Tallens procentuella fördelning på skadeklasserna T1–T5 för yngre, medelåldrig samt äldre gran 1991.

SKÅNE	Ålder	T1	T2	T3	T4	T5	ΣT2-5
	ung	99,1	0,8	0,0	0,1	0,0	0,9
	medel	68,0	19,8	11,8	0,3	0,1	32,0
	äldre	34,8	39,4	24,2	1,3	0,3	65,2
HALLAND	ung	98,3	1,5	0,2	0,0	0,1	1,7
	medel	73,9	22,8	2,8	0,3	0,2	26,1
	äldre	22,7	56,5	19,3	1,1	0,3	77,3

Ser man till medelbarrförlustens utbredning för äldre gran och tall i landskapet har situationen förändrats påtagligt jämfört med 1986. De områden i norra Halland som 1986 hade mera omfattande skador, norra Halland, uppvisar generellt sett alltså stora barrförluster. Med något av en förenkling kan man för äldre gran hävda att de områden som haft den kraftigaste ökningen av medelbarrförlusten i princip utgörs av de mera

måttligt skadade områden som 1986 befann sig mellan de mest skadade och de minst skadade områdena, se figur 5. Situationen för äldre tall är i stort den samma, se figur 6. Det är emellertid notabelt att medelbarrförlusterna inte förändrats något nämnvärt i de tidigare mest skadade området i norra Halland medan däremot medelbarrförlusten ökat kraftigt i resten av Halland och Skåne.

Intrycket av en avancerande "skadefront", både hos den äldre granen och tallen, blir tydligare när skillnaderna i medelbarrförlust mellan 1991 och 1986 beräknas och redovisas i kartform, se figur 7. Av förändringskartorna framgår att den största ökningen i medelbarrförlust *inte* ägt rum i de områden som tidigare hade den största medelbarrförlusten utan att den skett, framför allt söderut, *i områden med tidigare mera begränsade skador i anslutning till tidigare mera skadade områden.*

4 Slutsatser och diskussion

Det kan konstateras att medelbarrförlusterna 1991 är betydande både för äldre och medelåldrig gran och tall, och att de *ökat kraftigt* sedan 1986. Om utbredningen av medelbarrförlusten 1986 jämförs för äldre gran och tall så finns det påtagliga likheter i dess rumsliga fördelning. Samma sak gäller också en jämförelse av utbredningen av gran och tallskador 1991 *fast* den rumsliga bilden nu förändrats relativt 1986. Det kan vidare konstateras att områdena med höga medelbarrförluster förefaller att sprida sig åt syd och öst. Däremot har medelbarrförlusten i de tidigare mest skadade områdena i norra Halland inte ändrats i större omfattning. Att medelbarrförlusterna inte ökat i dessa områden kan tyckas förvånande. En trolig förklaring är skogsbrukarna i de områdena som tidigare var mest skadade successivt tar bort de mest skadade träden ur bestånden. Man kan vidare slå fast att vi inte känner något enskilt enkelt och otvetydigt kausalt samband som förklarar den observerade skadeutvecklingen. Ett försök till analys av skadegraden och skadeutbredningen får därför baseras på ett resonemang kring olika skadehypoteser.

4.1 Jämförelser med riksskogstaxeringen

Det kan här vara lämpligt att påminna om att barrförlust inte är ett specifikt skadesymptom. Till den antropogena stressen får läggas naturliga stressfaktorer vilkas påverkan varierar mellan olika år. Det

faktiska utfallet i form av barrförluster är därför svårt att hänföra till enskilda orsaker. Gran och tall tappar barr som en konsekvens av flera olika naturliga stressfaktorer, som t ex: svampangrepp, ozonskador, temperaturstress, näringsbrist, vattenbrist, skogsskötselåtgärder etc. Samtidigt skall det konstateras att träd som redan är utsatta för en kraftig luftföroreningsbelastning är mera känsliga för naturliga stressfaktorer. Med andra ord, det vi kan uppfatta som t ex svamp-, insektsangrepp eller torkskador kan i vissa fall misstänkas vara indirekt orsakade eller förvärrade av en antropogent sänkt vitalitet. Barrförlusten är, trots sin brist på specifitet, därför ett mycket användbart mått på ett barrträds vitalitet, i synnerhet som man i många fall kan förvänta sig att barrförlusten är en indirekt effekt av en miljöpåverkan snarare än dess direkta effekt.

Metodmässigt skiljer sig riksskogstaxeringen i vissa delar från den flygbildsbaserade inventeringen. En skillnad är att riksskogstaxeringen bedömer barrförluster i 10% klasser medan den flygbildsbaserade metoden utnyttjar 20% klasser. Medan den flygbildsbaserade inventeringen inte kan skilja på naturligt orsakade barrförluster (annat än Peridermium-angrepp på tall) så inkluderar riksskogstaxeringens material inte barrförluster orsakade av vad som bedöms som konventionella skador t ex rötskador, piskningseffekter, insektsangrepp etc. Riksskogstaxeringen arbetar över en längre fältsäsong, medan flygfotograferingen genomförs i slutet på sommaren. Observationer under sommarens tidiga del kan förväntas ge en alltför positiv bild av barrförlusterna jämfört med en bedömning under sommarens senare del. Under alla omständigheter så finns det en heterogenitet i riksskogstaxeringens datamaterial. En flygbildsbaserad inventering kan av dessa skäl förväntas ge en något högre medelbarrförlust än en fältbaserad. Samtidigt skall det än en gång understrykas att då fält- och flygbildsbedömningen jämförts vid samma bedömningstidpunkt, så föreligger inga skillnader mellan metoderna. Slutligen skall det konstateras att trädmängden som ligger till grund för bedömningarna skiljer sig åt flera storleksordningar och den flygbildsbaserade inventeringen ger i detta avseende en väsentligt stabilare grund för en bedömning av en skadeutveckling.

Jämför man den flygbildsbaserade inventeringens resultat med resultaten från riksskogstaxeringen i hela Götaland kan man notera att skadenivåerna är lägre i den senare (se tabell 6 och 7). Till de eventuella

förklaringar till detta som redan diskuterats ovan bör man dessutom lägga förhållandet att redovisningen i tabell 6 och 7 avser *hela* Götaland och inte enbart Skåne och Halland. Det finns anledning att förmoda att medelbarrförlusterna är större i Skåne och Halland än för Götaland som helhet¹⁸. Det är vidare intressant att notera att det i varje fall för granen, och eventuellt även för tallen, finns en trend med ökande skador i Götaland. Riksskogstaxeringens absolut sett låga barrförluster liksom den svaga trenden till skadeökning, för tallen, måste emellertid betraktas som något förvånande sedda i relation till flygbildsinventeringen.

Tabell 6. *Trädantalets fördelning i Götaland på olika skadeklasser för gran i gallrings- och slutavverkningsskog; riksskogstaxeringens ordinarie provträd (%) samt antalet träd i stickprovet¹⁹.*

År	G1	G2	G3	G4	G5	Σ G2–G5	n
1986	93,2	6,2	0,5	0,1	-	6,8	2109
1991	87,5	11,1	1,1	0,2	0,1	12,5	2337

Tabell 7. *Trädantalets fördelning i Götaland på olika skadeklasser för tall i gallrings- och slutavverkningsskog; riksskogstaxeringens ordinarie provträd (%) samt antalet träd i stickprovet²⁰.*

År	T1	T2	T3	T4	T5	Σ T2–T5	n
1986	93,7	6,0	0,2	0,1	-	6,3	1480
1991	91,6	7,8	0,5	0,1	-	8,4	1626

4.2 Skadeorsaker

Den redan omtalade bristen på specifitet i barrförlust som skadekaraktär gör att det inte går att peka ut en omedelbart identifierbar skadeorsak. Inventeringarna 1986 och 1991 ger emellertid en bild av skadeutbredningen i rummet liksom en bild av utvecklingen över tiden. Tillsammans med information från annan forskning kan därför en diskussion om möjliga skadeorsaker föras ganska långt. Omfattningen, utbredningen och ökningen av medelbarrförlusterna mellan 1986 och 1991 låter sig knappast förklaras med salteffekter²¹. Inte heller med en större vindpåverkan. Förhållandet att omfattande barrförluster uppträder inte bara i relativt kustnära områden, utan även långt in i inlandet, samt att betydande skador finns även hos medelåldrig skog talar emot detta.

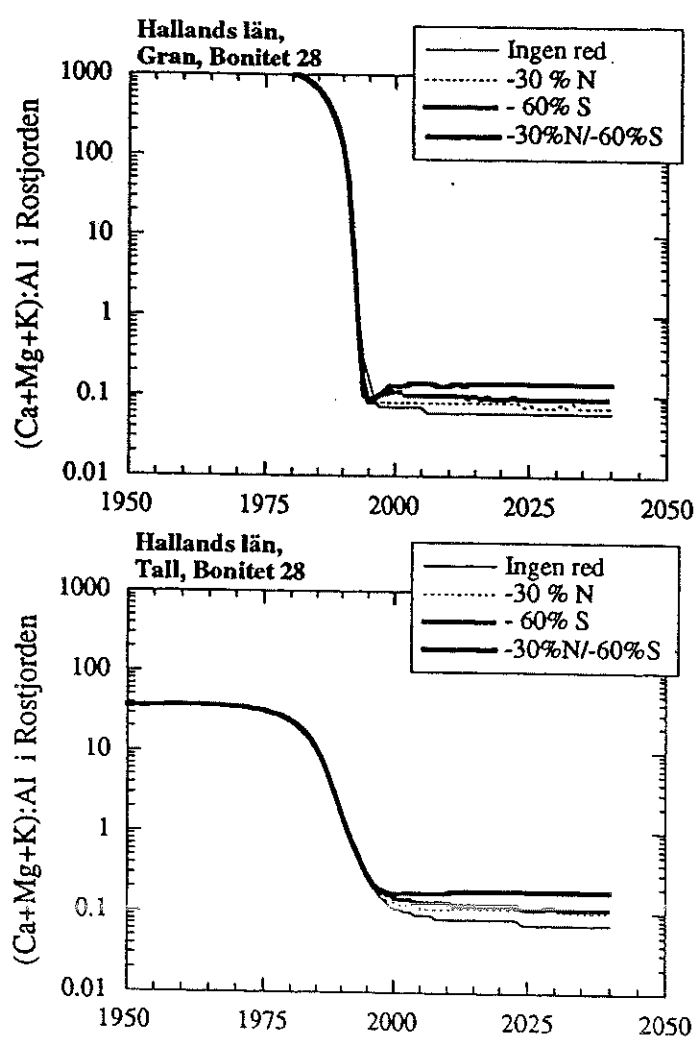
Klimatet under säsongen 1986 eller 1991 kan svårligen förklara skadeutbredningen för de enskilda åren, än mindre den ökning i medelbarrförlust som skett emellan²². Uppenbara naturliga förklaringar är svårfunna. Att söka skadornas förklaring i effekterna av olika former av luftföroreningar förefaller emellertid rimligt.

I de sydsvenska skogarna är det sannolikt att flera olika luftföroreningar och dessas effekter samverkar och eventuellt förstärker varandra. Luftföroreningar kan skada träden på flera sätt, genom direkteffekter från fotokemiska oxidanter, direktverkan av sur nederbörd eller indirekt markkemiska förändringar orsakade av försurning och kvävedeposition. För svenskt vidkommande är det främst ozon som i stora geografiska områden kan förväntas orsaka direkta skador på barr. Ozonhalter över de nivåer som ger skador på barrträd registreras regelmässigt i Skåne och Västsverige. IVL's mätningar vid Vavihill och Rörvik visar att detta gäller så väl för kortvariga koncentrations-toppar, vilka ger upphov till akuta skadeeffekter, som för längre men lägre belastningar vilka genom tidsfaktorn ger upphov till kroniska skadeeffekter²³.

Markförsurningen, speciellt i kombination med en ökad kvävedeposition, har tidigt diskuterats som en förklaring till observerade skogsskador. Sydvästra Sverige är utsatt för en hög deposition av försurande ämnen och kväveföreningar. En omfattande markförsurning har ägt rum i Sydvästsverige²⁴. Man har vidare empiriskt funnit, så väl vid laborieförsök som i fältstudier, att kvoten baskatjoner/aluminiumjoner (BC/Al) i markvätskan är väl korrelerad till gran och tallers realiserade produktion²⁵. Den kritiska gränsen där negativ påverkan på trädutväxten uppstår ligger vid nivån där BC/Al-kvoten är kring 1. Under senare år har betydande framsteg gjorts när det gäller att simulera markkemiska förlopp liksom att knyta dessa inte bara till depositionsbelastning utan även till trädvitalitet²⁶. Resultat från denna typ av modelleringar pekar på att vi med dagens luftföroreningsbelastning kan förvänta oss tröskeeffekter, när marken går från ett buffertsystem till ett annat, där BC/Al-kvoten under en kort tidsrymd kan komma att falla mycket drastiskt (figur 8).

Man bör givetvis betrakta varje modellering som en approximering av verkligheten och inte fästa överdrivet avseende vid *exakt* vilket år raset i BC/Al kvoten prognosticeras till. Det som är intressant är att, beroende

på bonitet, vi kan förvänta oss att raset i BC/Al kvot har inletts eller är på väg att inledas i stora delar av Halland och Skåne. Som ett resultat av en sådan sänkning kan man förvänta ett sämre näringstillstånd i träden. En klar indikation på ett försämrat näringstillstånd har observerats på de 42 fasta provytor av gran och tall i olika åldrar som Skånelänens samrådsgrupp mot skogsskador följer ²⁷. Resultaten från de markkemiska modelleringarna erbjuder därför en förklaring som väl tycks förklara de observerade barrförlusterna hos äldre gran och tall i tid och rum; samtidigt som inventeringsresultat kan sägas stötta de förutsägelser som modellen levererat.



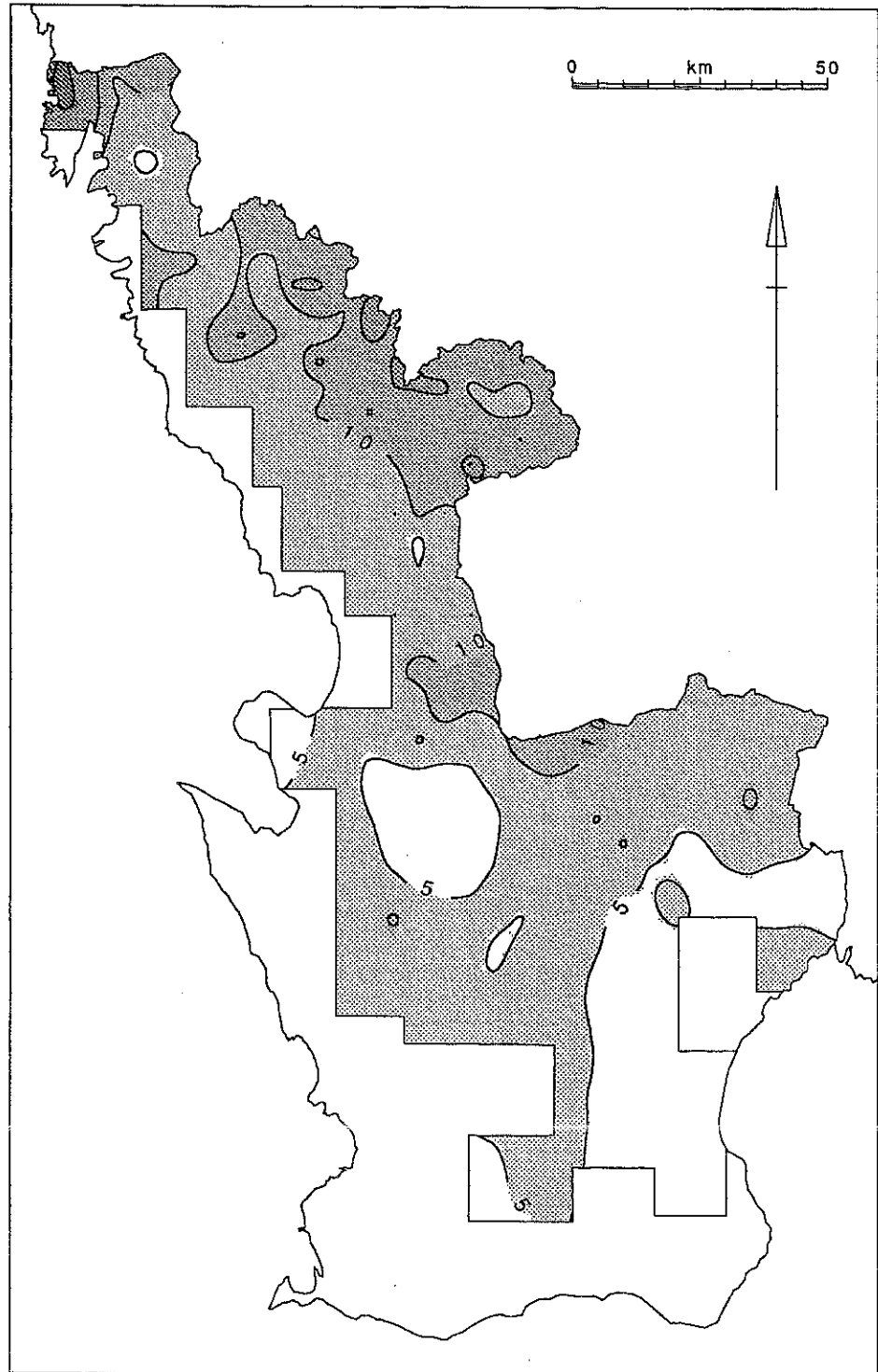
Figur 8. Beräknad $(Ca+Mg+K)/Al$ kvot i markvätskan för två sydliga skogsbestånd vid en fortsatt föroreningsdeposition motsvarande dagens samt effekten av tre olika scenarier med reducerad deposition.²⁸

4.3 Samhälleliga implikationer

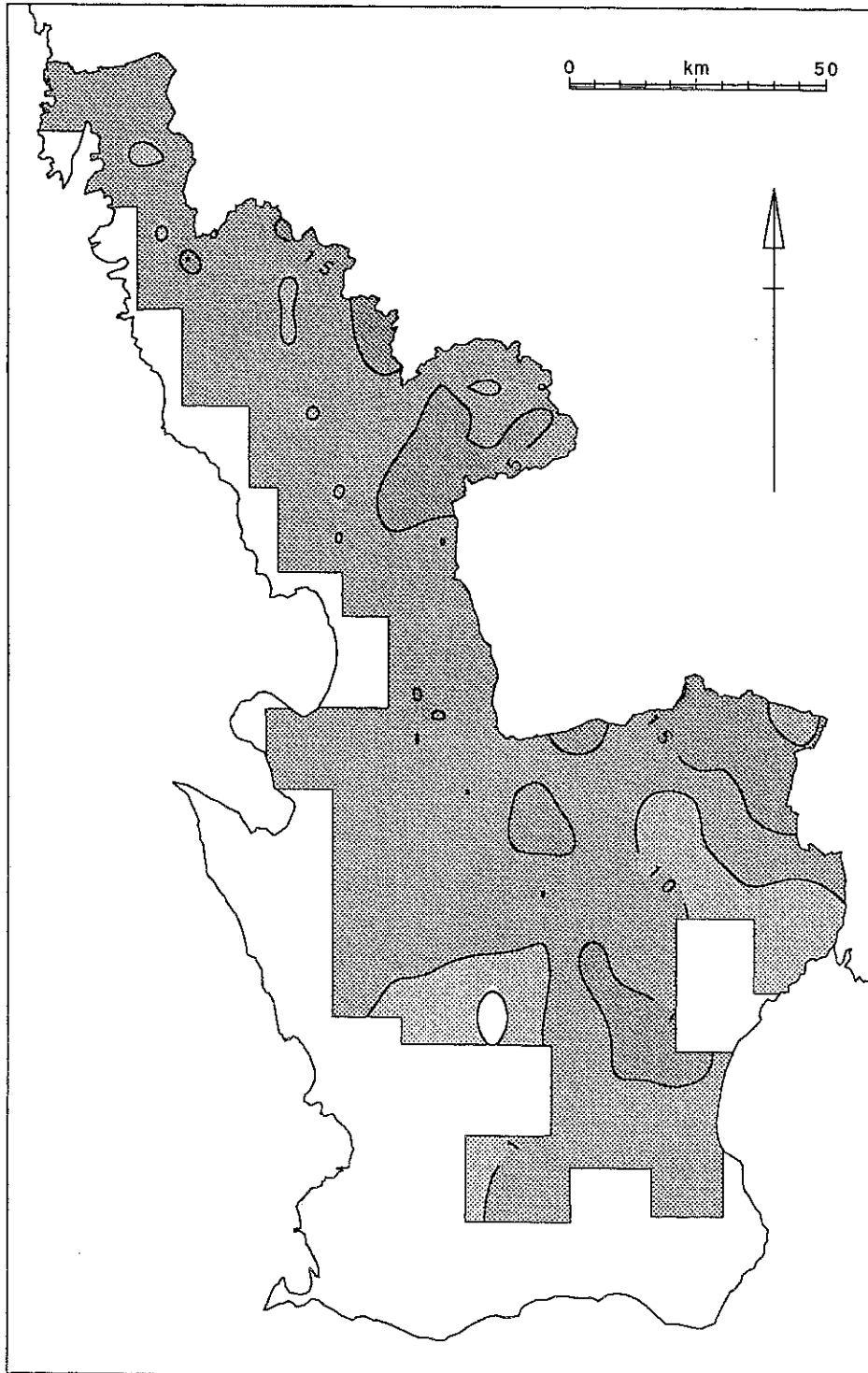
Barrförlusterna i Skåne och Halland har ökat till en oroande storlek och utbredning. Utvecklingen är illavarslande med tanke på att landets mest produktiva skogsmark finns i södra Sverige. Speciellt i perspektivet att Sveriges största nettoexportintäkter kommer från skogssektorn samt att förändringarna i Skåne och Halland knappast kan vara unika för Sydsverige. Ekonomiskt sett är skogsskador allvarliga inte bara i de fall där de leder till ett träds förtida död, utan främst genom att de kan förväntas minska skogens produktivitet. Räknat över en omloppstid, eller delar av en omloppstid, kommer en årlig produktivitetsminskning med några procent att medföra betydande förluster i slutlig virkesproduktion.

Genom att utnyttja sambandet mellan barrförlust och produktionsnedsättning för gran och tall kan produktionsminskningen i Skåne och Halland beräknas utifrån inventeringsresultatet och presenteras i kartform. Beräkningarna bygger på empiriskt beräknade skadefunktioner för gran och tall²⁹. Figur 9 och 10 redovisar en nettoskattning av tillväxtreduktionen för äldre gran respektive tall. Redovisningen har justerats nedåt genom att effekten av 20% barrförlust dragits från samtliga observationer. Som framgår av figurena är *skogstillväxten påtagligt nedsatt inom stora områden* av Skåne och Halland.

Accepterar vi den här föreslagna tolkningen av skadornas uppkomst, d v s att de främst är en effekt av markförurning så kan man ställa sig frågan vad som kan göras åt detta. Den tidigare omnämnda markkemiska modelleringen kan ge vissa upplysningar. Av figur 8 framgår att raset i BC/Al redan pågår eller är nära förestående på många marker i Skåne och Halland. Av figuren framgår vidare, att inte ens betydande reduktioner i svaveldeposition (-60%) och kvävedeposition (-30%) är tillräckliga för att upprätthålla produktiviteten i de sydsvenska skogarna. Snabba reduktioner av depositionen av svavel och kväve i storleksordningen -60% respektive -30% kommer knappast att kunna genomföras på grund av alltför stor politisk, teknisk och ekonomisk tröghet. Det förtjänar att påpekas att en sådan reduktion av depositionen måste motsvaras av likartade reduktioner i emissionerna av de aktuella föroreningarna – inte bara i Sverige utan i de länder utanför landet som



Figur 9 Tillväxtreduktion, netto, för äldre gran 1991 (%). Tillväxtreduktionen av barrförluster upp till 20 % inkluderas ej i redovisningen.



Figur 10 Tillväxtreduktion, netto, för äldre tall 1991 (%). Tillväxtreduktionen av barrförluster upp till 20 % inkluderas ej i redovisningen.

bidrar till vår föroreningsbelastning. I väntan på tillräckliga emissionsreduktioner måste rimligen markkalkning med kompensationsgödsling tillgripas som övergångsstrategi för mycket omfattande arealer, sannolikt för huvuddelen, av den sydvästsvenska skogsmarken. I dag är kompenserande mineraltillförsel i praktiken obefintlig.

Avslutningsvis tvingas vi därför att konstatera att de hastigt ökande och omfattande skadorna tillsammans med den faktiska depositionssituationen, otillräckligheten av förväntade minskningar i luftföroreningsdepositionen, samt avsaknaden av kompensatoriska åtgärder i form av kalkning och mineralgödsling, gör att det finns klara skäl att betrakta den framtida skogsskadeutvecklingen inte bara som besvärande utan med den största oro.

5 Noter och referenser

- 1 Schlyter P. & Persson, C. 1986. Flygbildsbaserad inventering av skogsskador på gran i N och NÖ Skåne 1985. Skånelänens samrådsgrupp mot skogsskador, Rapport 3/86. Länsstyrelsen i Kristianstad län.
- 2 Schlyter, P. 1987a. Flygbildsbaserad inventering av skogsskador på gran och tall i Skåne 1986. Skånelänens samrådsgrupp mot skogsskador, Rapport 4/87.
- 3 Schlyter, P. 1987b. Flygbildsbaserad inventering av skogsskador på gran och tall i Hallands län 1986. Skogsvårdsstyrelsen & Länsstyrelsen i Hallands län.
- 4 Med Halland avses fortsättningsvis Hallands län.
- 5 Opublicerat material. Sedan 1988 baserat på bedömning av en och samma observatör.
- 6 Figur 7 i Wijk, S., Berghäll, S., Wulff, S. och Söderberg, U. 1992. Skogsskador i Sverige. Rapport 1992:2, Skogsvårdsstyrelsen, Jönköping.
- 7 De fasta provvytorna avser att följa skadeutvecklingen på vad som initialt var tydligt skadade bestånd medan riksskogstaxeringen följer utvecklingen i skogen som helhet, baserat på ett representativt stickprov.
- 8 Schlyter, P. 1992. Forest damage development in southwestern Sweden 1986–1991. Manuskript.
- 9 Se tillämpliga delar av 2 och 3.
- 10 D v s samma skala som 1986 års inventeringar.
- 11 För att minimera problemet med radiell förskjutning i bildmaterialets, som ökar med ökande bildskala, kanter och därtill kopplad försämrad stereoeffekt och inblickbarhet i bestånden.
- 12 I den tidigare Skåneinventeringen, 1985, utnyttjades kvadratiske delytor. Cirkulära delytor utnyttjades i 1986 års inventeringar därför att dessa antogs vara lättare att lokalisera vid fältkontroll, sedan ytans centrum väl lokaliserats. En nackdel med cirkulära delytor är att det totala trädantalet inte lika snabbt låter sig uppskattas för täta bestånd, d v s för unga och yngre medelålders bestånd. Efter att ha provat provvytor av bägge formerna kunde det konstateras att fördelarna med kvadratiske provvytor klart överväger nackdelarna varför 1991 års inventering återgick till att utnyttja kvadratiske delytor.
- 13 Schlyter, P. och Bengtsson, G. Markbedömning och flygbildstolkning för skogsskadeklassifikation – en jämförande metodstudie av bedömningssäkerheten i riksskogstaxeringen och flygbildsbaserade inventeringsmetoder. Rapport till skogsvårdsstyrelsen 1989.
- 14 T ex: Hedlund, K. och Jacobson, S. 1988. Flygbildsbaserad inventering av skogsskador i norra dalarna 1987. Skogsvårdsstyrelsen i Kopparbergs län.
Grauers, O. 1989. Flygbildsbaserad inventering av skogsskador i Göteborgs och Bohus och Älvsborgs län 1988. Skogsvårdsstyrelserna i Göteborgs och Bohus och Älvsborgs län.
Hammarlund, G. och Uteberg, E. 1990. Barrutglesning i Medelpads skogar 1987, en inventering med IR flygfotografering. Skogsvårdsstyrelsen i Västernorrlands län.
- 15 Utslumpningen får betraktas som kvasi-slumpmässig i den meningen att provpunkter utslumpades med valet av enskilda delytor rent praktiskt för att styras av överväganden som att delytan rimligt lätt skall kunna lokaliseras otvetydigt i fält för den efterföljande kontrollen.
- 16 Arbetena i not 2 och 3

- 17 Redovisningen gjordes för tre ungefär likstora delområden omfattande norra, mellersta och södra Halland samt för de nordvästra, nordostliga och sydostliga kvadranterna av Skåne.
- 18 Framför allt med tanke på föroreningsbelastningen. Ett stöd för ett sådant antagande kan man finna i riksskogstaxeringens material (Wijk, S., Berghäll, S., Wulff, S. och Söderberg, U. 1992. Skogsskador i Sverige. Rapport 1992:2, Skogsstyrelsen, Jönköping). Av figur 9 framgår att barrförlusterna (som 3-års medelvärden beräknade på klassmitt) hos äldre gran, 60–100 år, är klart större i Skåne och Halland jämfört med Götaland som helhet. Skadebilden för den äldre tallen skiljer sig däremot inte mellan områdena. Betraktas däremot all gallrings och slutavverkningsmogen skog, figur 8, så finns där en tendens både gran och tall till något förhöjda barrförluster i Halland.
- 19 Tabell 3 i Wijk, S., Berghäll, S., Wulff, S. och Söderberg, U. 1992. Skogsskador i Sverige. Rapport 1992:2, Skogsstyrelsen, Jönköping.
- 20 Tabell 4 i Wijk, S., Berghäll, S., Wulff, S. och Söderberg, U. 1992. Skogsskador i Sverige. Rapport 1992:2, Skogsstyrelsen, Jönköping.
- 21 Franzén, L., G. 1990. Transport, deposition, and distribution of marine aerosols over southern Sweden during dry westerly storms. *Ambio* 19:4 s. 180–188.
- 22 Jämför redovisningen av somrnederbörden respektive sommartemperatur 1986 och 1991 i figur 1 och 2 i Wijk, S., Berghäll, S., Wulff, S. och Söderberg, U. 1992. Skogsskador i Sverige. Rapport 1992:2, Skogsstyrelsen, Jönköping.
- 23 Lövblad, G., Sjöberg, K., Hällinder Ehrencrona, C. och Peterson, K. 1991. Atmosfärskemisk övervakning vid IVL's PMK-stationer. Rapport från verksamheten 1990. Naturvårdsverket Rapport 3940. Statens Naturvårdsverk, Solna.
- 24 Hallbäcken, L., och Tamm, C. O. 1986. Changes in soil acidity from 1927 to 1982–1984 in a forest area in south–west Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 1:219–232.
- 25 För en översikt se: Sverdrup, H., Warfvinge, P., Kuylenskierna och Chadwick. *Soil Acidification Effects on Growth of Trees, Grasses and Herbs, expressed by the (Ca+Mg)/Al Ratio*. Manus.
- 26 Sverdrup, H., Warfvinge, P. och Rosén, K. 1992. A model for the impact of soils solution Ca:Al ratio on tree base cation uptake. *Water, Air and Soil Pollution*, 92: 197–221.
 Warfvinge, P. och Sverdrup, H. 1992. Calculating critical loads of acid deposition with PROFILE – a steady state soil chemistry model. *Water, Air and Soil Pollution*, 96:119–143.
 Warfvinge, P., Sverdrup, H., Ågren, G. och Rosén, K. Effekter av luftföroreningar på framtida skogstillväxt. Underlagsmaterial till skogspolitiska kommittén.
- 27 Nihlgård, B. 1992. Barkemi och barrstrukturer på skogsprovtytor i Skåne 1990. Skånelänens samrådsgrupp mot skogsskador, Rapport 11/92. Länsstyrelsen i Kristianstad län.
- 28 Från figur 8 i Warfvinge, P., Sverdrup, H., Ågren, G. och Rosén, K. Effekter av luftföroreningar på framtida skogstillväxt. Underlagsmaterial till skogspolitiska utredningen.
- 29 Söderberg, U. The relationship between increment and defoliation for Scots Pine and Norway Spruce in Sweden. Manus, Institutionen för skogstaxering, SLU Umeå.

Skadefunktionerna har beräknats empiriskt med hjälp av data från riksskogstaxeringens tillväxtanalyser och barrförlustsbedömningar. Beräkningarna baseras på 16 725 granar respektive 15 600 tallar. Skadefunktionen för gran har följande utseende och korrelationskoefficient:

$$TR_{\text{gran}} = 98,8622 + (-0,5767 \cdot BF) + (-0,0036 \cdot BF^2) \quad (r=0,9875)$$

där TR = tillväxtreduktionen (%) och BF = barrförlusten (%)

Motsvarande skadefunktion för tall har följande utseende och korrelationskoefficient:

$$TR_{\text{tall}} = 98,7630 + (-0,2523 \cdot BF) + (-0,0063 \cdot BF^2) \quad (r=0,9259)$$