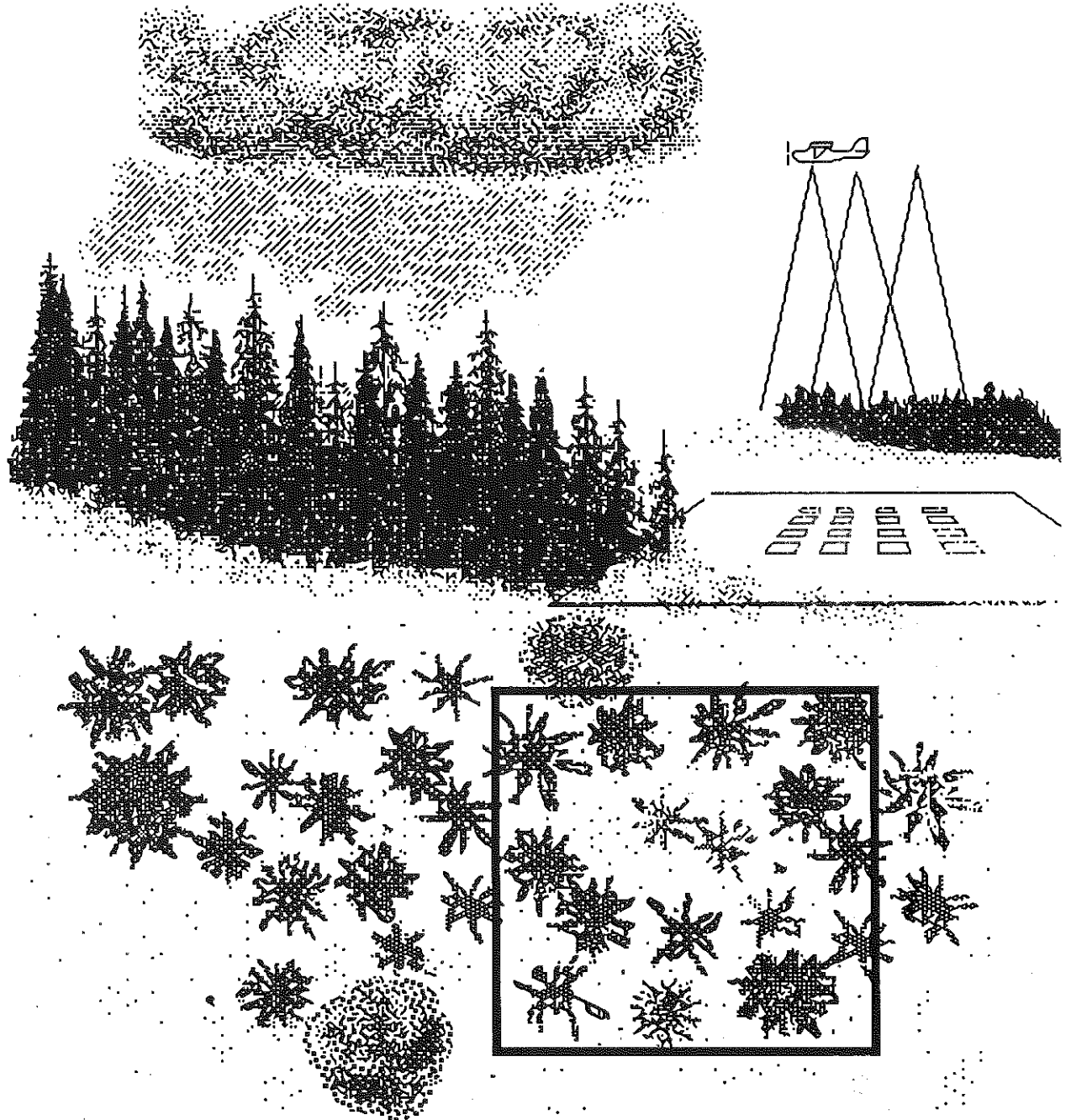




FLYGBILDSBASERAD INVENTERING
AV SKOGSSKADOR PÅ GRAN OCH
TALL I SKÅNE 1986
RAPPORT 4/87



SKÅNELÄNENS SAMRÅDSGRUPP MOT SKOGSSKADOR

Länsstyrelserna
Lunds Universitet
Skånes Skogsägare

Skogsvårdsstyrelserna
Domänverket
Skogssällskapet

Omslag: Peter Schlyter

Tryck: Länsstyrelsen

Tryckort: Kristianstad

Upplaga: 200 ex

År: 1988

FLYGBILDSBASERAD INVENTERING
AV SKOGSSKADOR PÅ GRAN OCH
TALL I SKÅNE 1986

Peter Schlyter

Naturgeografiska institutionen
Lunds Universitet
Sölvegatan 13
S-223 62 LUND

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	SAMMANFATTNING	1
	SUMMARY	1
1	BAKGRUND	2
2	UPPLÄGGNING OCH METODIK	2
2.1	Uppläggnig	3
2.2	Material och metoder	3
3	RESULTAT	5
3.1	Tolkningssäkerhet	5
3.2	Inventeringsresultat	8
3.2.1	Skadebilden på landskapsnivå	8
3.2.2	Inomregional skadebild	9
4	DISKUSSION OCH SLUTSATSER	13
4.1	Skadebilden i relation till andra skogsskadestudier	13
4.2	Den inomregionala skadebilden	17
5	NOTER OCH REFERENSER	18

FLYGBILDSBASERAD INVENTERING AV SKOGSSKADOR PÅ GRAN OCH TALL I SKÅNE 1986.

SAMMANFATTNING

Omfattningen av skogsskador på gran (*Picea abies* (L.) Karst) och tall (*Pinus silvestris* L.) har inventerats i Skåne 1986 med flygbildsteknik. Inventeringen baseras på bildtolkning av storskaliga (1:2 000) infraröda färgbilder. Totalt stereo-fotograferades 222 provpunkter under augusti/september. Bilderna utgör ett areellt systematiskt stickprov av skogsmarken. För varje provpunkt skadebedöms de enskilda träden i 20% barrförlustklasser inom 16 delytor om en sammanlagd yta av ett hektar. Bildtolkningen genomfördes av inom projektet utbildad personal från Skogsvårdsstyrelsen.

Andelen skador, definierade som barrförluster över 20%, är 16% för gran och 14% för tall för träd äldre än 40 år. För medelålder skog, 16-40 år, är skadeandelen för gran 2% och för tall 11%. Skadeandelen av ungskogen är för gran 0.5% och 6% för tall. Några regionala skillnader i skadebilden för äldre gran och tall har inte kunnat påvisas mellan landskapets NW, NE eller SE delar. Skogsskadorna på äldre gran i landskapets NE del har ungefärligen halverats sedan 1985. Detta betingats sannolikt av gynnsamt väder under sommarna 1985 och 1986.

AN AERIAL SURVEY OF FOREST DAMAGE ON SPRUCE AND PINE IN SCANIA, S SWEDEN, 1986.

SUMMARY

A forest damage survey has been carried out for spruce (*Picea abies* (L.) Karst) and pine (*Pinus silvestris* L.) in the province of Scania, SW Sweden, based photo interpretation of large-scale (1:2 000) colour infra-red aerial photographs from 1986. A total number of 222 sample points were stereo photographed during August/September. The damage assessment was made for individual trees within 16 sub-sample areas, with a total area of 1 hectare. The assessment was made in 20% needle-loss classes. The photo interpretation was carried out by personel from the Regional Forestry Commission, trained within the project.

The proportion of damaged trees, i. e. trees with a needle-loss above 20%, is greatest for trees older than 40 years, 16% for spruce and 14% for pine. For trees of medium age, 16-40 years, the proportions are 2% and 11%, respectively. For young spruce and pine the damage is 0.5% and 6%. No regional differences in damage between the NW, NE or SE parts of the province was observed. The damage on old spruce has halved from 1985-1986 in the NE part of Scania. The reduction in damage is probably due to the ameliorating weather conditions of the cool and moist summers 1985 and 1986.

1 BAKGRUND

Under senare år har förekomsten av såkallade "nya skogsskador" uppmärksamats i Sverige. De sydliga och sydvästliga landsdelarna, framför allt norra Halland och Blekinge, utpekades som speciellt drabbade. Riksskogstaxeringen har från och med 1984 på nationell basis utfört systematiska observationer av skogsskador på gran och tall. En rikstäckande skadeinventering har emellertid en begränsad rumslig och temporal upplösning. Taxeringens material medger en analys av skillnader i skadegrad på storregional nivå, t ex skillnader mellan Syd- och Mellansverige eller grupper av län, däremot inte av skillnader i skadegrad inom enskilda län eller landskap.

För att erhålla en differentierad bild av skadornas omfattning på landskaps- eller länsnivå behövs ett större stickprov. Detta var ett av motiven till att Skånelänens samrådsgrupp mot skogsskador 1985 initierade en detaljerad fjärranalysbaserad skogsskadeinventering i Skåne¹. Resultaten från inventeringen pekade bl a på att metodiken var lämplig för regionala skogsskadeinventeringar.

Då inventeringen 1985 av bl a väderskäl inte kom att omfatta hela landskapet utan enbart N och NÖ Skåne, samt då skadeandelen på äldre gran var relativt hög jämfört med riksskogstaxeringens resultat för taxeringsregion fem, gjordes en framställan från samrådsgruppen till Skogsstyrelsen om medel för en komplett inventering under 1986. Projektet har finansierats av Nämnden för skogsskadeinventeringar vid Skogsstyrelsen .

2 UPPLÄGGNING OCH METODIK

Flera faktorer medverkar till att göra flygbildsteknik lämplig som metod för skogsskadeinventeringar. Dels medger tekniken en relativt konsistent skadebedömning av enskilda träd, dels lämpar den sig för insamling av mycket stora datamaterial inom större områden samtidigt som fältarbetsbehovet kraftigt kan reduceras jämfört med en konventionell inventering från marken.

Flygbildsbaserad fjärranalysteknik har sedan länge utnyttjats i så väl Europa som Nordamerika för studier av skogsskador orsakade av olika luftföroreningar så som ozon, svaveldioxid, fluorid ensamma eller i blandning ^{2,3,4,5,6,7}. Metodiken bygger på att skador eller kraftig stress ofta ger upphov till förändringar i vegetationens reflektionsegenskaper och morfologi. Spektrala förändringar framträder tydligare på infraröd färgfilm (IRF) än på konventionellt filmmaterial.

Vid bildtolkning av skogsskador i IRF-material utnyttjas, förutom den spektrala informationen, förändringar i trädkronornas form, täthet och struktur ett förhållande som ställer krav på bildmaterialets detaljupplösning, dvs skala och skärpa.

2.1 Uppläggning

Inventeringen har varit upplagd analogt med inventeringen 1985 i Skåne, det vill säga som ett samarbetsprojekt mellan Skogsvårdsstyrelserna i Malmöhus och Kristianstad län (nu Skogsvårdsstyrelsen i Skåne) samt Naturgeografiska institutionen vid Lunds universitet. Naturgeografiska institutionen har svarat för planering, utbildning av flygbildstolkare samt för utvärdering och avrapportering. Skogsvårdsstyrelsen har svarat för kartunderlag samt tolkningspersonal. Bildtolkningen har utförts av Stig Björk och Per-Ewe Jönsson. Fältkontrollerna har utförts av Max Sambergs, Institutionen för skogstaxering vid Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå.

En av slutsatserna av inventeringen 1985¹ var behovet av att, förutom att säkerställa en konsistent kronutglesningsbedömning mellan inventerarna, även säkerställa en konsistent nivå för gränserna mellan de olika skadeklasserna gentemot den normerade bedömning som görs inom bl a riksskogstaxeringen. Träningen i flygbildstolkning föregicks därför av en "kalibreringsövning" på i förhand utvalda övningsträd, gemensam med bildtolkare från Skogsvårdsstyrelsen i Hallands län, i trakten av Markaryd. Kalibreringsnormen utgjordes av en sammanvägd kronutglesningsbedömning utförd av Hans Liedholm, Skogsstyrelsen, Svante Lindroth och Max Sambergs, institutionen för skogstaxering, SLU, Umeå⁸. Kalibreringen omfattade både gran och tall. Träningen i bildtolkning skedde sedan i direkt anslutning efter kalibreringsövningen och på det för inventeringen aktuella bildmaterialet.

2.2 Material och metoder

Inventeringen bygger på ett areellt systematiskt stickprov av skogsmarken. Urvalet av provpunkter gjordes genom att ett kvadratisk rutnät med sidan 4 km x 4 km projicerades på den topografiska 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. Med dessa kriterier utvaldes 222 provpunkter för fotografering. På grund av

sekretesskäl och dåligt väder i samband med fotograferingen utgick 16 punkter. Totalt fotograferades 206 punkter.

Bildmaterialet fotograferades i skalan 1:2 000⁹. Fotograferingen utfördes Avena Aero AB, Stockholm, under augusti och första veckan i september 1986. Bilderna togs från en Hughes 500 C helikopter med en Williamson F-49 Mk 3 kamera utrustad med ett 30,5 cm objektiv¹⁰ försedd med ett Wratten 12 filter på Kodak 2443 Aerochrome Infrared film i 23 x 23 cm format. Filmen positivframkallades vid Precision Laboratories Inc., Ohio, U.S.A. Färgton och skärpa i bildmaterialet var god. Däremot var övertäckningen generellt något liten, ca 60%, och enstaka bilder tagna vid alltför liten solvinkel.

Bildtolkningen utfördes på underbelysta diapositiv. För tolkningsarbetet utnyttjades ett kvalificerat bildtolkningsinstrument, Zeiss Jena Interpretoskop, vilket medger en steglös förstoring, från 2 till 16 gånger. Skadebedömningen utfördes inom 16 stycken avgränsade cirkulära delytor¹¹ om vardera 1/16 hektar. Dessa var markerade på en polett av genomsiktig film. Genom passmärken på poletten kan delytorna lokaliseras för framtida kontroll. Delytorna var förskjutna på poletten relativt bildcentrum hos den bild på vilken den monterades så att ytorna kom att centreras inom stereomodellen.

Jämfört med inventeringen 1985 föreligger en väsentlig metodisk skillnad i 1986 års inventering. Behärska och undertryckta träd har, analogt med bedömningsgrunderna inom riksskogstaxeringen, ej bedömts. Härigenom har uppnåtts en större metodisk likhet mellan de bägge inventeringarna.

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 bedömdes i tre klasser, 0–15, 16–40 och > 40 år.

Det viktigaste kriteriet för skadebedömningen är barrförlusten eller kronutglesningen uttryckt i procent. Det är värt att understryka att barrförluster inte enbart är ett skadesymptom knutet till luftföroreningar utan att onormala barrförluster kan orsakas av insekts- och röt- och andra svampangrepp, torka, för högt grundvatten, hanblomning hos tall m m. Skadeklassbedömning gjordes i 20 % barrförlustklasser. Skadeklasserna betecknas fortsättningsvis T för tall eller G för gran. Skadeklassen G1 motsvarar en barrförlust för gran på upp till 20%,

klassen G2 upp till 40%, G3 upp till 60%, G4 upp till 80% och G5 upp till 100%. Träd med barrförluster större än 20% betraktas som "skadade". Färgförändringar och uttalade lamettasyndrom har noteras separat från barrförlustbedömningen i protokollen. De inventerade beståndets, eller mera strikt delytomnas, läge i terrängen, aspekt, belägenhet inom beståndet noterades även.

I situationer där skadeklasstillhörigheten för ett enskilt träd bedömdes som ett gränsfall hänfördes detta systematiskt till den lägre skadeklassen.

3 RESULTAT

Säkerheten i inventeringen är beroende av stickprovets storlek samt av tolknings-säkerheten. Antalet bedömda träd är stort, totalt har ca 46 000 granar och 9 000 tallar skadebedömts, fördelningen på åldersklasser framgår av tabell 1.

Tabell 1. Antal bedömda granar och tallar inom respektive åldersklass.

ÅLDER	Gran (n)	Tall (n)
Ungskog, ≤15 år	11 863	2 063
Medelålders skog, 16–40 år	25 307	4 051
Äldre skog, > 40 år	8 606	3 262
Summa	45 776	9 376

3.1 Tolkningssäkerhet

Inventeringsmetoden förutsätter att gran och tall kan särskiljas från varandra vid flygbildstolkningen samt att skadeklasserna, för respektive trädslag, likaledes kan särskiljas med god noggrannhet. Det är därför viktigt att utföra någon form av kontroll av tolkningens säkerhet.

För att få en uppfattning av säkerheten i bildtolkningen, 1986, utslumpades 21 provpunkter för fältkontroll. Inom dessa punkter utvaldes 31 delytor som vid en visuell kontroll på ljusbord föreföll att innehålla något eller några skadade träd för fältkontrollen¹². Den ringa andelen skador i kontrollmaterialet medför att den utnyttjade tekniken, regressionsanalys på delytsnivå, för utvärdering av tolkningssäkerheten inte är tillämplig för skadeklasserna G3–G5 eller tallskadeklasserna. Tekniken kan, med reservation för att tolkningssäkerheten för tolkare B:s fall kan ha underskattats på grund av en liten skadespridning i det analyserade materialet, utnyttjas för klasserna G1 och G2, se tabell 2. Av tabellen framgår att tolkningen av skadeklasserna G1 och G2 är mycket god för tolkare A liksom för tolkare B i fråga om klassen G1 medan B:s tolkning för klassen G2 är

mindre säker men får betraktas som acceptabel. Säkerheten i tolkningen av klassen T1 indikerer att det inte föreligger några problem att skilja tall från gran för någondera bildtolkare.

Tabell 2. Parametrar för utvärdering av tolkningssäkerhet, Skåne 1986. Riktningsskoefficienten (k), dess medelfel (k_s), intercept (y) samt korrelationskoefficient (r), G =gran, T =tall, 1=0-20% barrförlust, 2=21-40% barrförlust, A resp B anger tolkare.

KLASS	k	k_s	y	r	signifikans
G1A	1.268	0.061	-1.138	0.983	***
G1B	1.260	0.047	-0.488	0.991	***
G2A	0.834	0.055	-0.011	0.971	***
G2B	0.990	0.224	0.272	0.775	**
T1A	1.212	0.035	-0.348	0.994	***
T1B	1.154	0.061	-0.142	0.982	***

Vidare så ger 1985 års bildtolkning i Skåne ledning för en bedömning av säkerheten i bildtolkningen av flera skadeklasser på gran samt för särskiljandet av gran och tall. Säkerheten i tolkningen bestämdes för skadeklasserna genom att antalet fältbedömda träd analyserades som en funktion av antalet tolkade träd i en regressionsmodell. Riktningsskoefficienterna, riktningsskoefficientens medelfel samt signifikansen redovisas i tabell 3. Klassen G5 saknades i utvärderingsmaterialet materialet men risken för feltolkning av denna klass är minimal. Säkerheten i inventeringen får betraktas som mycket god

Tabell 3. Parametrar för utvärdering av tolkningssäkerhet, Skåne 1985¹³. Riktningsskoefficienten (k), dess medelfel (k_s), intercept (y) samt korrelationskoefficienten (r), G =gran, 1=0-20% barrförlust, 2=21-40% barrförlust, 3=41-60% barrförlust, 4=61-80% barrförlust, 5=81-100%, T_{tot} = totala antalet tallar.

KLASS	k	k_s	y	r	signifikans
G1	1.154	0.147	0.661	0.927	***
G2	0.942	0.097	0.672	0.995	***
G3	1.000	0.273	0.000	0.756	**
G4	1.004	0.035	-0.086	0.994	***
G5	—	—	—	—	—
T_{tot}	0.992	0.051	0.317	0.987	***

Ytterligare en möjlighet att utvärdera säkerheten, mot ett större material, ges om man bedömer tolkningsresultaten mot data från ett parallellt projekt¹⁴. Projektet, syftande till en jämförelse mellan resultaten av en skadebedömning utförd av riksskogstaxeringens taxeringslag och flygbildstolkarna i Skåne- och Hallandsinventeringarna. Bildtolkningen avsåg här träd vilka valts ut i fält och därefter markerats i bilderna för efterföljande tolkning¹⁵. Försöksmaterialet

omfattar gran och tall. Kontrollmaterialet omfattar huvudsakligen friska och lätt skadade granar och är för litet för en bedömning av de allvarligare granskadeklasserna eller för en bedömning av tallens skadeklasser. Träffsäkerheten i bildtolkningen redovisas i tabell 4.

Tabell 4. *Tolkningsresultat i % av fältbedömd skadeandel (ej inkluderande behärskade och undertryckta träd) samt antalet fältbedömda träd i respektive klass. G1=gran, 0-20% barrförlust, G2=gran, 21-40% barrförlust, T_{tot}= totala antalet tallar, n=antalet fältbedömda träd*

KLASS	BILDTOLKARE A % av fältbedömd andel	BILDTOLKARE B % av fältbedömd andel	n
G1	82	122	67
G2	105	71	38
T _{tot}	94	96	49

De bägge utvärderingsmetoderna är inte direkt jämförbara men medger ett antal slutsatser. Säkerheten i särskiljandet av gran och tall är i bägge fallen mycket god och ligger i samma storleksordning. Säkerheten i tolkningen av klassen G1 liksom klassen G2 är helt acceptabel i 1986 års inventering. Klasserna G3 – G5 kan inte utvärderas för 1986 års inventering men kan på sannolika grunder anses som acceptabla i säkerhet.

Säkerheten i skadebedömningen för tall kan ej beräknas. En indikation på tillförlitligheten i tolkningen kan erhållas genom en jämförelse mellan andelen skadad gran och tall i NW delen av Skåne respektive S delen av Halland ¹⁶, se tabell 5. Skadebilden är, både för gran och tall, likartad i de intilliggande områdena trots att bildtolkningen har utförts av olika tolkare. Mot ett grundantagande¹⁷ av att andelen skadad tall förhåller sig på ett likartat sätt mot andelen skadad gran i de bägge områdena, går det att konstatera att de olika bildtolkarnas skadebedömningen är i hög grad likartad för både gran och tall. Det bedöms som troligare att denna konsistens snarare är ett resultat av den gemensamma utbildningen, än av att det skulle vara frågan om en tillfällig slump. Slutbedömningen blir därför att säkerheten i tolkningen av tallskador sannolikt är godtagbar och i stort sett korrekt.

Tabell 5. Skadeklassfördelningen i procent för äldre gran och tall i S Halland och NW Skåne.

SKADE- KLASS	S HALLAND Gran	NW SKÅNE Gran	S HALLAND Tall	NW SKÅNE Tall
1	89.6	87.3	83.6	85.1
2	9.4	10.6	14.4	12.8
3	1.1	1.7	1.1	1.4
4	0.0	0.1	0.5	0.2
5	0.0	0.0	0.4	0.5
Σ 2-5	10.4	12.7	16.4	14.9

3.2 Inventeringsresultat

3.2.1 Skadebilden på länsnivå

Skadefördelningen på olika skadeklasser redovisas för gran och tall som procent av antalet inventerade träd. Redovisningen för landskapet totalt sett samt uppdelat på delområden. För den länsvisa redovisningen är materialet uppdelat på åldersklasser: ungskog, ≤15 år; medelålders skog, 15–40 år; äldre skog, > 40 år. Skadefördelning på provpunktsnivå redovisas dessutom för gran.

Vid beräkningen av andelen skadad skog har korrektioner gjorts för skillnader mellan tolkning och fältbedömning för gran. Korrektionen innebär att över/underkartering av klasserna G1 eller G2, se tabell 2, justeras för respektive bildtolkare¹⁸. Någon korrektion har ej gjorts på de övriga granskadeklasser liksom inte heller på tallskadeklasserna. Skillnaderna, betraktat på landskaps- eller delområdesnivå, i tolkning mellan de olika tolkarna tenderar att jämna ut varandrar i primärmaterialet varför den utförda korrektionen endast kom att påverkat slutresultatet resultatet marginellt.

Skadornas fördelning i de olika åldersklasserna redovisas för gran och tall i tabell 6 respektive 7. Det framgår tydligt för bägge trädslagen att skadorna ökar med

Tabell 6. Granens procentuella fördelning i Skåne 1986 på skadeklasserna G1–G5 för åldersklasserna ≤15 år, 16–40 år och > 40 år.

ÅLDER	G1	G2	G3	G4	G5	G2-5
≤15 år	99.5	0.4	0.1	0.0	0.1	0.5
16–40 år	98.4	1.1	0.2	0.1	0.3	1.6
>40 år	84.0	13.3	2.3	0.2	0.2	16.0

Tabell 7. Tallens procentuella fördelning i Skåne 1986 på skadeklasserna T1–T5 för åldersklasserna ≤15 år, 16–40 år och > 40 år.

ÅLDER	T1	T2	T3	T4	T5	T2–5
≤15 år	94.4	4.8	0.5	0.2	0.0	5.6
16–40 år	89.2	9.1	1.4	0.1	0.3	10.8
>40 år	86.2	12.0	1.2	0.2	0.4	13.8

ökande ålder. Procentandelen skador, definierade som barrförluster större än 20 procent, är för granungskog 0.5 procent och för tallungskog ca 6 procent. Av den medelålders granen är ca 2 procent skadad. För medelålders tall är skadorna mera omfattande och uppgår skadorna till 11 procent. Barrförlusterna på tallen betingas sannolikt *inte enbart* av effekter direkt knutna till luftföroreningar utan även av hanblomning, svamp- och insektsangrepp. I vad mån svamp- och insektsskador bör betraktas som orsakade av luftföroreningar kan diskuteras då det är känt att dessa typer av skador ökar i föroreningsbelastade miljöer. Huvuddelen av skadorna på den äldre skogen ligger i det lägre barrförlustintervallet, dvs 21–40 procent.

De undersökta beståndsfaktorena, se 2.2, som delytans placering i bestånd eller bryn, aspekt (E och V slutningar jämfördes) och exponering (E och V slutningar jämförda med planmark) visar inga korrelationer med skadebilden för äldre gran och tall.

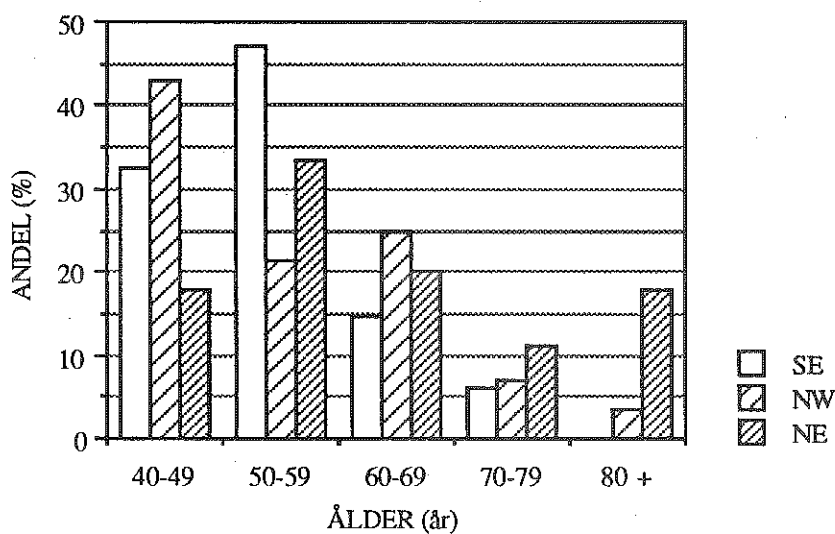
3.2.2 Inomregional skadebild

För att studera eventuella skillnader i skadornas areella fördelning har den äldre granens fördelning på olika skadeklasser beräknats för fyra delområden. Indelningsgrunden var att dela landskapet i fyra ungefär likstora kvadranter, se figur 1. Inom det SW delområdet är emellertid antalet träd, 125 granar och 56 tallar, alltför litet för att ligga till grund för några jämförelser. Andelen skador på äldre gran och tall inom de resterande tre delområdena redovisas i tabell 8 och 9.



Figur 1. Delområdesindelning.

Kronutglesningen hos äldre gran är vid en jämförelse mellan delområdena påfallande homogen både vad avser fördelningen på enskilda skadeklasser samt för den totala andelen skadade träd, se tabell 8. Det finns ingen tendens till regionala skillnader mellan de analyserade delområdena. Den större skadeandelen i det NE området förklaras snarast av en genomsnittligt högre ålder för träden i åldersklassen, se figur 2, och betraktas därför inte som signifikant i sammanhanget.



Figur 2. Åldersfördelning för äldre gran i tre delområden av Skåne.¹⁹

Tabell 8. Procentandelen skadad äldre gran i Skåne 1986 fördelad på delområden.

Område	G1	G2	G3	G3	G5	ΣG2-5	n
NW Skåne	87.3	10.9	1.7	0.1	0.0	12.7	2249
NE Skåne	82.9	13.5	3.0	0.2	0.4	17.1	4452
SE Skåne	84.9	14.0	0.1	0.2	0.1	15.1	1780

För tallen gäller motsvarande förhållande för de NW och NE områdena, se tabell 9. Den lägre skadeandelen i SE avviker dock från mönstret. Antalet tallar som ligger till grund för skadeuppskattningen är emellertid relativt litet varför skillnaden bör betraktas med viss försiktighet.

Tabell 9. Procentandelen skadad äldre tall i Skåne 1986 fördelad på delområden.

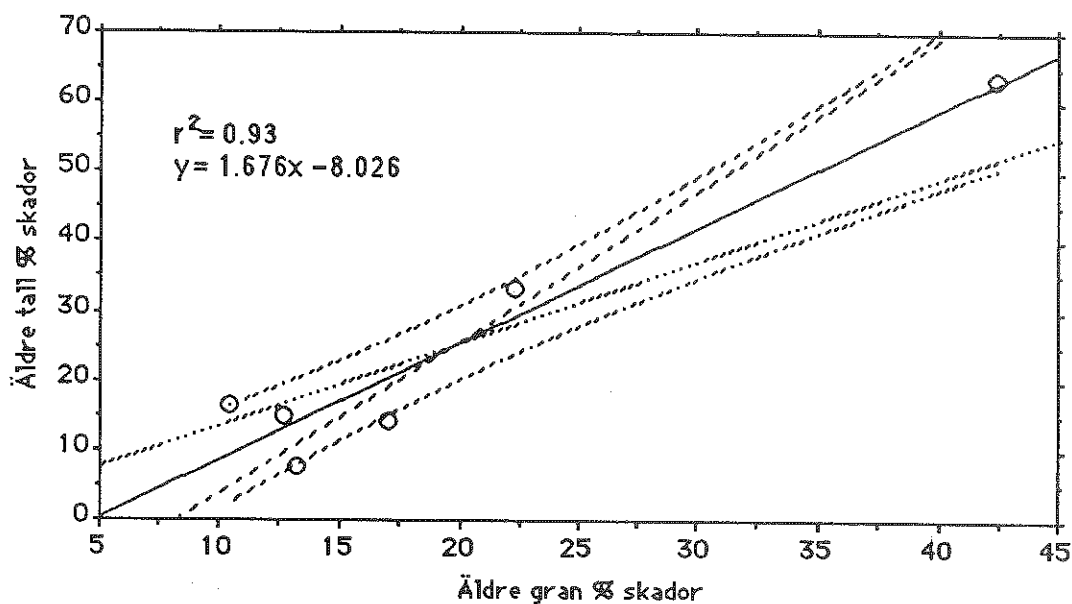
Område	T1	T2	T3	T3	T5	ΣT2-5	n
NW Skåne	85.1	12.8	1.4	0.2	0.5	14.9	1416
NE Skåne	85.8	12.4	1.0	0.2	0.5	14.2	1374
SE Skåne	92.3	7.7	0.0	0.0	0.0	7.7	430

För att få en mera detaljerad bild av skadornas fördelning i rummet redovisas skadefördelningen på provpunktsnivå för äldre gran i figur 3. Provpunkter med färre än sammanlagt 6 träd har ej inkluderats. Vid analysen av skadebilden bör inte skadefördelningen i en enskild provpunkt tillmätas alltför stor betydelse utan betraktas i relation till omgivande och näraliggande punkter. Av figur 3 framgår det tidigare observerade förhållandet att skadorna fördelar sig relativt homogent inom landskapet.

Förhållandet mellan gran och tallskador har undersökts för det samlade materialet från 1986 års inventeringer i Skåne och Hallands län. Detta har gjorts genom att procentandelen äldre tall med en kronutglesning över 20 % har analyserats som funktion av procentandelen äldre gran med samma kronutglesning i en linjär regressionsmodell baserat på delområdes data²⁰, se figur 4. Andelen skadad tall är väl korrelerad till andelen skadad gran, $r = 0.97$, $r^2 = 0.93$, $p < 0.002$.



Figur 3. Skadefördelning på provpunktsnivå för gran äldre än 40 år. Full cirkel utgör 100% av observationerna. Omarkerad cirkelsektor = skadeklass G1, grå cirkelsektor = skadeklass G2, svart cirkelsektor = skadeklasserna G3–G5, fylld punkt = fotograferad provpunkt dock ej äldre gran, ofylld punkt = icke fotograferad provpunkt.



Figur 4. Regression andelen skadad äldre tall som funktion av andelen skadad äldre gran med 90% konfidensintervall för regressionslinjens lutning och uppskattningen.

4 DISKUSSION OCH SLUTSATSER

4.1 Skadebilden i relation till andra skogsskadestudier

Omfattningen av skogsskador i Skåne har även inventerats inom riksskogstaxeringen, näraliggande områden har dessutom inventerats med hjälp av olika fjärranalysbaserade metoder.

Resultaten av den här redovisade inventeringen visar skador, både för gran och tall, som är i samma storleksordning som de riksskogstaxeringen redovisar för perioden 1984-86 jämför tabell 5 – 6 med tabell 9 – 10. Dessa skillnader blir något mera uttalade om man jämför med data för år 1986, se tabell 11 och 12.

Tabell 9. Granens procentuella fördelning i Skåne på skadeklasserna G1-G5 för gran i åldersklasserna ≤ 15 år, 15-40 år och > 40 år för perioden 1984-86 enligt riksskogstaxeringen²¹.

ÅLDER	G1	G2	G3	G4	G5	G2-5	n
≤ 15 år	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1607
16-40 år	99.9	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	11664
> 40 år	85.2	13.6	1.0	0.2	0.0	14.8	7462

Tabell 10. Tallens procentuella fördelning i Skåne på skadeklasserna T1-T5 för gran i åldersklasserna ≤ 15 år, 15-40 år och > 40 år för perioden 1984-86 enligt riksskogstaxeringen²³.

ÅLDER	T1	T2	T3	T4	T5	T2-5	n
≤15 år	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	93
16-40 år	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1419
>40 år	82.8	15.6	1.5	0.0	0.0	17.1	4148

Tabell 11. Granens procentuella fördelning i Skåne 1986 på skadeklasserna G1-G5 för gran i åldersklasserna ≤ 15 år, 15-40 år och > 40 år enligt riksskogstaxeringen²³.

ÅLDER	G1	G2	G3	G4	G5	G2-5	n
≤15 år	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	375
16-40 år	99.6	0.3	0.1	0.0	0.0	0.4	4348
>40 år	78.9	20.4	0.6	0.1	0.0	21.1	2788

Tabell 12. Tallens procentuella fördelning i Skåne 1986 på skadeklasserna T1-T5 för gran i åldersklasserna ≤ 15 år, 15-40 år och > 40 år enligt riksskogstaxeringen²³.

ÅLDER	T1	T2	T3	T4	T5	T2-5	n
≤15 år	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	93
16-40 år	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	389
>40 år	93.7	6.3	0.0	0.0	0.0	6.3	1422

Skillnaderna mellan de båda inventeringsmetoderna är avsevärt större i Hallands län²². Detta konstaterande är intressant i beaktande av likheterna i resultat för S Halland respektive NW Skåne i de bägge flygbildsbaserade inventeringarna, se figur 4. Inventeringarna ger konsistenta skadeuppskattningar för dessa intilliggande områden.

Det finns ingen uppenbar förklaring till skillnaderna, framför allt i Hallands län, mellan inventeringen och riksskogstaxeringen då bedömningsgrunderna för skadeklasserna i de bägge studierna i stort överensstämmer.

Det finns emellertid ett antal väsentliga metodskillnader mellan dessa inventeringar:

- Riksskogstaxeringen beaktar inte barrmissfärgningar, apparant barrförlust kopplad till hanblommning hos tall samt vad som betraktas som förklarliga "konventionella" skador som mörkborreangrepp, piskningseffekter och Peridermiumtoppar. Detta inte är möjligt i en fjärranalysbaserad inventering²³.

- Metodernas olika betraktningsspektiv, snett från marken respektive vertikalt i bilderna kan leda till skilda bedömningar, speciellt i bestånd där fri sidobetraktning av olika skäl är svår. Det är sannolikt att en fältobservatör tenderar att undervärdera kronutglesningen hos det träd vars krona är skyddad eller föga framträdande mot himmeln medan flygbildstolkaren i mycket täta bestånd möjligen övervärderar kronutglesningen för enskilda träd, genom att enbart en mindre del av kronan kan betraktas vid tolkning av täta bestånd.
- Andra faktorer som kan påverka resultaten är den eventuella betydelsen av att inventeringarna utförts vid olika tidpunkter, samt fenologins inverkan på den faktiska kronutglesningen och bedömningarna av denna. Vidare kan missfärgningar av barrbiomassan tänkas att i någon mån ha påverkat skadebedömningen vid flygbildstolkningen även om missfärgningar skulle bedömas separat från barrförluster. Slutligen kan det föreligga inkonsistenser i bedömningen av läget för olika kronutglesningsklassers gränslägen.

Förklaringen till skillnader i resultat mellan metoderna bör sökas i en kombination av faktorer. De viktigaste enskilda faktorerna är sannolikt att riksskogstaxeringen enbart avser skador som inte kan hänföras till kända skadeorsaker som Peridermium- och mörghorreangrepp samt att apparant barrförlust hos tall oraskad av hanblomning kan exkluderas från barrförlustbedömningen. Detta förfaringsätt leder till konservativa skadeuppskattningar då sekundära skadegörareangrepp inte inkluderas i skaderedovisningen. En konservativ skadeuppskattning har flera fördelar, men en exklusion av skadegörareangrepp, så väl primära som sekundära, kan också ifrågasättas, då det är känt att svamp och insekter selektivt kan angripa stressade eller skadade träd²⁴

En jämförelse av skogsskadesituationen 1985 och 1986 är av intresse. En sådan jämförelse är möjlig för det NE delområdet²⁵. Generellt sett har andelen skador, definierade som barrförluster större än 20 procent, minskat, se tabell 13.

Tabell 13. Absolut och relativ förändring av skadeklassfördelningen hos äldre gran i NE Skåne från år 1985 till 1986.

ÅLDER	G1	G2	G3	G4	G5	G2-5
1985	69.6	22.8	6.4	0.9	0.4	30.4
1986	82.9	13.5	3.0	0.2	0.4	17.1
Förändring	+ 13.3	- 9.3	- 3.4	- 0.7	± 0.0	- 13.3
Förändring (%)	+ 19.1	- 40.7	- 53.1	- 77.8	± 0.0	- 43.8

Av tabellen framgår att den äldre skogens andel av skadeklasserna G2-5 minskat från 1985 till 1986. Till mindre del kan förändringen betingas av de förändringar i

metodik som finns mellan de olika åren, utan förändringen speglar snarare en reell förbättring när det gäller den äldre granens barrbiomassa. I stort har barrförlusterna halverats. Förbättringen speglar sannolikt den gynnsamma inverkan det fuktiga och svala sommarvädret 1985 och 1986 haft på skogen. Förändringen i skadebild speglar i vart fall ingen förbättring i den regionala luftföroreningssituationen. Förutsättningarna för skogsskadorna kvarstår. *Det är troligt att skadorna framöver kommer att öka, jämfört med situationen 1986, de år skogen utsätts för ytterligare stress, t ex i samband med torrsomrar eller om luftföroreningsbelastningen ökar.*

En direkt jämförelse mellan 1986 års Skåneinventering och skogsskadeinventering i Hallands län är möjlig då den senare är utförd med motsvarande uppläggning och material. Hallandsmaterialet omfattar totalt 31 714 granar och 7 702 tallar²⁶. Resultatet av Hallandsinventeringen redovisas i tabell 14 och 15²⁷.

Tabell 14. Granens procentuella fördelning i Hallandslän på skadeklasserna G1 –G5 för åldersklasserna ≤15 år, 16-50 år och > 50 år.

ÅLDER	G1	G2	G3	G4	G5	G2-5
≤15 år	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
16-50 år	93.9	4.5	1.3	0.1	0.2	6.1
>50 år	73.8	19.6	5.7	0.6	0.3	26.2

Tabell. 15. Tallens procentuella fördelning i Hallands län på skadeklasserna T1 – T5 för åldersklasserna ≤15 år, 16-50 år och > 50 år.

ÅLDER	T1	T2	T3	T4	T5	T2-5
≤15 år	97.3	1.3	1.0	0.4	0.1	2.7
16-50 år	62.1	27.4	9.8	0.6	0.1	37.9
>50 år	56.6	31.1	10.2	1.5	0.6	43.4

Jämfört med Hallands län är barrförlusterna genomgående lägre för Skåne, se tabell 6 och 7. Omkring dubbelt så stor andel av den äldre granen, och drygt tre gånger så stor andel av den äldre tallen, är skadad i Hallands län. Jämfört med Skåne finns i Halland påfallande många träd i barrförlustintervallet 41-60 procent. Skadorna på medelålders gran och tall är omkring tre gånger så omfattande i Hallands län. Materialets storlek medger inte jämförelser mellan enskilda skadeklasser för ungskogen utan jämförelsen får göras för hela åldersklassen. En sådan jämförelse visar att skadorna på ungskogen är påtagligt större i Skåne både för gran och tall. Resultaten från inventeringen i Halland avviker dessutom från de

skånska resultaten genom att det finns en kraftigt uttalad nord-sydlig skadegradient för samtliga åldersklasser av gran samt för äldre tall²⁸.

I Göteborgs och Bohus samt Älvsborgs län har en gradientstudie av granskador utförts av B. Wastenson och L. Wastenson vid Naturgeografiska institutionen, Stockholms universitet²⁹. Studien pekar på förekomsten av omfattande barrförluster, vilka minskade inåt land, hos äldre gran i Göteborgs- och Stenungsunds- och Uddevalla områdena. Närmare jämförelser ställer sig svåra på grund av flera väsentliga skillnader i metodik. Studierna skiljer sig åt bl a i fråga om metoder för datainsamling och redovisning samt skadeklassgränser, materialets representativitet, tidpunkt och år för fotografering.

4.2 Den inomregionala skadebilden

Som tidigare konstaterats, se tabellerna 6 och 7 samt figur 3, föreligger inte någon regional skadedifferentiering i Skåne. Det förhållande att inga skadegradienter identifierats innebär inte att förekomsten av sådana kan uteslutas. Dels är täckningen av provpunkter med äldre gran långtifrån jämn i landskapet, dels så finns det endast förutsättningar att urskilja rumsligt relativt stora gradienter. Den homogena skadebilden skiljer sig markant mot situationen i Hallands län. Skadebilden i södra Hallands län överensstämmer emellertid väl med skadebilden för den angränsande delen av Skåne.

Det är slutligen av intresse att notera förekomsten av en storskalig skadegradient i Halland, inte minst motbakgrund av diskussioner om inverkan av inhemska lokala/regionala föroreningskällor. Den uttalade gradienten gör det knappast troligt att skador, utöver skadenivån för S Halland och Skåne, *enbart* skulle betingas av lokala emissioner inom länet i kombination med den sydsvenska, delvis importerade, basnivån. Det är troligare att den höga kronutglesningen i mellersta och framför allt norra Halland representerar en skadeförhöjning orsakad av nedtransport av luftföroreningar från verksamheter och trafik inom Göteborgs-området³⁰.

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 Hildebrandt, G. & Kenneweg, H. 1968. Falchfarbenbilder zur Erkennung von Waldschäden. *Umschau* 11.
- 3 Heller, R., C. 1969. Large-scale photo assesment of smog-damaged pines. *New horizons in color aerial photography*. Joint publication of The American Society for Photogrammetry, Falls Church and The Society for Photographic Scientists and Engineers, Washington D.C., s.85-98.
- 4 Carlson, C., E. 1978. The use of aerial photography in determining fluoride damage to forest ecosystems near an aluminium plant in northwestern Montana, U.S.A. *Fluoride* 11 (3), s 135-142.
- 5 Murtha, P., A. 1972. A guide to air photo interpretation of forest damage in Canada. *Canadian Forest Service Publication No 1292*. Environment Canada.
- 6 Murtha, P., A. 1980. *International Society for Photogrammetry 14:th Congress, Hamburg, West Germany, July 13-25. Pres. Papers Vol. 23, Part B8, Comm. 7*, s 667-679.
- 7 Masumy, S., A. 1984. Interpretationsschlüssel zur Auswertung von Infrarot-Farbbildern für die Waldschädeninventur. *Allgemeine Forst Zeitschrift* 27, s 687-689.
- 8 Vid den aktuella tidpunkten fungerade Hans Liedholm och Svante Lindroth som rikslikare och Max Sambergs som likare för riksskogstaxeringens taxeringslag.
- 9 Ursprungligen avsågs att utföra fotograferingen i bildskalan 1:3 500 men sedan vädret förhindrat fotografering och de meteorologiska prognoserna för en framgångsrik fotografering på den aktuella höjden, p g a för låg molnbas, bedömts som dåliga under resterande del av sommaren beslöts det att sänka flyghöjden och fotograferingen genomfördes i skalan 1:2 000.
- 10 För att minimera problemet med radiell förskjutning i bildmaterialets, som ökar med ökande bildskala, kanter och därtill kopplad försämrad stereoeffekt och inblickbarhet i bestånden.
- 11 I den tidigare Skåneinventeringen, 1985, utnyttjades kvadratiska ytor. Cirkulära ytor utnyttjades i denna inventering därför att dessa antogs vara lättare att lokalisera vid fältkontroll, sedan ytans centrum väl lokaliserats. En nackdel med cirkulära ytor 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 prövat provytor av bägge formerna kan man konstatera att fördelarna med kvadratiska provytor överväger nackdelarna.

- 12 Detta för att minska antalet behövliga kontrolltytor. Utan en sådan selektion skulle ett stort antal kontroller komma att ske på ytor vilka helt saknat skador. För en utförligare beskrivning av fältkontroller hänvisas till referens 1.
- 13 Se även avsnitt 3.1 i 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.
- 14 Bengtsson, G. & Schlyter, P., Institutionen för skogstaxering, SLU, Umeå respektive Naturgeografiska institutionen, Lunds universitet. Opublicerat material.
- 15 Urvalet och bedömningen gjordes av samma personer som svarade för kalibreringsövningen, se not 8.
- 16 Delområdesindelningen av Hallands län har skett genom att landskapet indelats i tre ungefär likstora områden, södra, mellersta och norra Hallands län. För ytterligare information se Schlyter, P. 1987. *Flygbildsbaserad inventering av skogsskador på gran och tall i Hallands län 1986*. Länsstyrelsen/Skogsvårdsstyrelsen i Hallands län
- 17 Ett rimligt antagande mot bakgrund av att skadebilden i Skåne är homogen.
- 18 Korrektionsfaktorena är: $G1_A=1.22$, $G2_A=0.95$, $G1_B=0.82$, $G2_B=1.41$.
- 19 Baserat på data från ÖSI material, Skogsstyrelsen.
- 20 Se not 16.
- 21 Data från Sören Wolf, Institutionen för skogstaxering, SLU, Umeå.
- 22 Skillnader mellan uppskattning av procentandelen äldre granar, respektive äldre tallar, i skadeklasserna 2-5 i flygbildsbaserade Halland/Skåne inventeringarna 1986 och riksskogstaxeringens resultat för perioden 1984-86 och år 1986.

	HALLAND	SKÅNE
Gran, 1984-86	11.9	1.2
Gran, 1986	19.9	- 5.1
Tall, 1984-86	20.9	- 3.3
Tall, 1986	29.7	7.5

- 23 Med undantag för barkborreangrepp på grupper av träd i ung och medelålders skog.
- 24 Se t ex Smith, W., H. 1981, *Air pollution and forests - interactions between air contaminants and forest ecosystems*. Springer Verlag, New York.
- 25 De jämförda områdena är inte helt identiska till sin omfattning, jämför figur 1 och figur 2-4 i referens 1. Skillnaden är i praktiken betydelselös.

26 Dessa fördelar sig på åldersklasser enligt följande:

ÅLDER	Gran (n)	Tall (n)
Ungskog, <15 år	18 843	1 972
Medelålders skog, 16–40 år	6 700	1 241
Äldre skog, > 40 år	6 171	4 489
Summa	31 714	7 702

27 Tabell 5 och 6 i referens 16.

28 Inventeringsmaterialets storlek inte medgav motsvarande analys för ung och medelålders tall.

29 Wastenson, B. och Wastenson, L. 1987. *Skogsskador i regionen - flygbildsfotografering av skogsskador* i Fritzell, B., Wenblad, A., Wentzel, R., Grauers, O. (red) *Luftföroreningar och naturmiljö i Göteborgs och Bohus län, Älvsborgs län*, s 43-46, Länsstyrelserna.

30 Se referens 16 för mera detaljerad redovisning av skador och emissioner.