



# Utvärdering av flygbildstolkning för uppskattning av beståndsvariabler och åtgärdsförslag i ungskogar

- *en studie på Korsnäs Skog och Bergvik Skog AB i  
västra Dalarna*

Lars Andersson

**Arbetsrapport 210 2008**  
**Examensarbete 30hp D**

**Handledare:**  
**Tomas Lämås**

Sveriges lantbruksuniversitet  
Institutionen för skoglig resurshushållning  
S-901 83 UMEÅ  
www.srh.slu.se  
Tfn: 018-671000



ISSN 1401-1204  
ISRN SLU-SRG-AR-210-SE



# Utvärdering av flygbildstolkning för uppskattning av beståndsvariabler och åtgärdsförslag i ungskogar

- *en studie på Korsnäs Skog och Bergvik Skog AB i  
västra Dalarna*

Lars Andersson

## **Förord**

Detta examensarbete omfattar 30 högskolepoäng (hp) på D-nivå och ingår som en avslutande del i min utbildning på jägmästarprogrammet vid SLU i Umeå. Examensarbetet har genomförts vid Institutionen för skoglig resurshushållning, avdelningen för skoglig planering och teknologi. Uppdragsgivare för arbetet har varit Bergvik Skog AB och Korsnäs Skog.

Jag vill framför allt tacka mina handledare Tomas Lämås på Institutionen för skoglig resurshushållning vid SLU, Jan Olof Larsson på Korsnäs Skog region Dalarna samt Ingemar Gillgren på Bergvik Skog AB, för god hjälp under arbetets gång. Stort tack också till:

Sören Holm, Institutionen för skoglig resurshushållning vid SLU, som bidragit med stor hjälp vid det statistiska arbetet.

Helen Knutsson, Korsnäs Skog avdelning Virkesförsörjning, fältstaben, som bidragit med hjälp vid framtagande av kartmaterial till fältarbetet.

Ola Lindgren, OL Skogsinventering AB, som med stor hjälpsamhet bidragit med provytedata.

Thomas Brethvad, Prevista AS, som vid ett studiebesök klargjorde de metoder som använts vid flygbildstolkningsarbetet.

Umeå, februari 2008

Lars Andersson

## **Sammanfattning**

På Korsnäs distrikt Dala Väst fanns problem med att deras ungskogar var indelade i stora, heterogena avdelningar med ofta inaktuella uppgifter. År 2006 flygbildstolkades därför ungskogen i digitala IR-färgbilder. Informationsbehovet utifrån flygbildstolkningen var åtgärdsförslag, nyindelning samt beskrivande data om bestånden. Föreliggande examensarbete utvärderar kvaliteten på samt användbarheten av de data som har tillhandahållits efter flygbildstolkningen.

För att utvärdera flygbildstolkningen gjordes en objektiv kontrollinventering med klavning respektive stamräkning i 60 avdelningar. Höjd, stamantal, trädslagsfördelning samt vid klavning även medeldiameter och virkesförråd registrerades. Kontrollinventerade värden jämfördes med flygbildstolkade eller utifrån tolkade parametrar beräknade värden på samma variabler och differenser dem emellan bildades. Differensens medelvärde, spridningsmått samt samband med oberoende variabler undersöktes.

Höjden är genomsnittligen vältolkad, med avvikelser i nivå med tidigare studier. Stamantalet är generellt underskattat och har större avvikelser i denna studie än i övriga, vilka dock sällan är inriktade på ungskog. Tallandelen är, liksom i flera tidigare studier, överskattad. Virkesförrådet, beräknat i beståndsregistret, är underskattat i vissa delområden och överskattat i andra. Medeldiametern, beräknad i beståndsregistret, är genomsnittligen underskattad.

Utvärderingen av åtgärdsförslag baserades på Bergvik Skogs skötselriktlinjer, och flygbildstolkade åtgärdsförslag jämfördes med åtgärder enligt dessa riktlinjer. Antal år till gallring beräknades genom framskrivning av beståndets övre höjd till önskad gallringstidpunkt.

Mellan 60 och 80 % av alla föreslagna åtgärder är korrekta, beroende på åtgärdstyp och jämförelsemetod. Flygbildstolkad gallringstidpunkt är ofta något år för sen. Fel i åtgärderna är ofta korrelerade med fel i flygbildstolkade data.

Resultaten av flygbildstolkningen är sammanfattningsvis i linje med vad som kunde förväntas utifrån tidigare studier.

Nyckelord: beståndsdata, flygbildstolkning, gallring, inventering, röjning, åtgärdsförslag.

## Summary

In Korsnäs district Dala Väst there were problems with information concerning their younger forests, mainly those in pre-thinning stage. They were divided into large, heterogeneous stands with often poor stand data quality. In 2006 an aerial photo interpretation of the young forests was conducted to fix these problems. Necessary information to get from the interpretation were silvicultural management suggestions, new stand delineation and new stand data. This thesis is supposed to evaluate the quality and usability of the interpreted data.

To evaluate the interpretation an objective control inventory was conducted in 60 stands, either through callipering or counting stems. Height, number of stems and tree species composition, and in callipered stands also mean diameter and standing volume, were registered. These control measured values were then compared to the interpreted, or from interpreted values calculated, values of the same variables and differences between them were formed. The mean and variation of the difference, and its correlations with other variables, were then investigated.

The height is on average well interpreted, with deviations of the same size as previous studies. The deviations for number of stems are bigger in this study than others, and number of stems is generally underestimated. Other studies are however rarely focused on younger forests. The tree species composition shows, similar to other studies, an overestimation of pine percentage. Standing volume according to the stand register, based on interpreted values, is underestimated in some areas and overestimated in others. Mean diameter, also calculated in the stand register, is averagely underestimated.

The evaluation of silvicultural management suggestions were based on the management guidelines of Bergvik Skog. Interpreted management suggestions were compared to management suggestions according to those guidelines. Number of years to thinning was calculated using upper height development functions.

Between 60 and 80 % of all silvicultural management suggestions are correct, depending on management action type and method of comparison. Proposed, interpreted number of years to thinning is often some years too late. Faulty management suggestions are often correlated with faulty interpretation of stand data.

The results of the aerial photo interpretation are generally what could be expected concerning previous studies.

Key words: inventory, pre-commercial thinning, silvicultural management suggestions, stand data, thinning.

# Innehållsförteckning

<b>1 BAKGRUND</b> .....	<b>7</b>
1.1 ALLMÄNT KRING EXAMENSARBETET .....	7
1.2 SYFTE .....	7
1.3 NÅGRA BEGREPP.....	8
1.4 PREVISTAS METOD VID FLYGBILDSTOLKNING.....	9
1.4.1 Instruktioner för indelning och inventering .....	9
1.4.2 Arbetssätt vid flygbildstolkning.....	10
<b>2 METOD</b> .....	<b>12</b>
2.1 UTVÄRDERING AV BESKRIVANDE DATA.....	12
2.1.1 Allmänt.....	12
2.1.2 Fakta kring denna utvärdering .....	12
2.1.3 Metod för datainsamling.....	13
2.1.4 Urval av beskrivningsenheter som inventerades.....	15
2.1.5 Efterbehandling och analys av insamlade data .....	18
2.1.5.1 Höjd.....	18
2.1.5.2 Stamantal.....	20
2.1.5.3 Övriga variabler.....	20
2.1.5.4 Utförande av analyserna.....	21
2.1.6 Användande av provytedata från 2006 års företagstaxering.....	22
2.2 UTVÄRDERING AV GIVNA ÅTGÄRDSFÖRSLAG .....	22
2.2.1 Allmänt.....	22
2.2.2 Röjning.....	24
2.2.3 Gallring.....	24
<b>3 RESULTAT</b> .....	<b>26</b>
3.1 BESKRIVANDE DATA.....	26
3.1.1 Medelhöjd .....	26
3.1.2 Stamantal .....	28
3.1.3 Virkesförråd i Fagus.....	30
3.1.4 Medeldiameter i Fagus .....	32
3.1.5 Medeldiameter – utvärdering av bakomliggande funktion .....	34
3.1.6 Trädslagsfördelning.....	35
3.2 ÅTGÄRDSFÖRSLAG .....	37
3.2.1 Metod 1 jämfört med metod 2 .....	37
3.2.1.1 Åtgärdstyp .....	37
3.2.1.2 Åtgärdstidpunkt för gallring.....	38
3.2.2 Metod 1 jämfört med metod 3 .....	38
3.2.2.1 Åtgärdstyp.....	38
3.2.2.2 Åtgärdstidpunkt.....	39
3.2.3 Metod 1 jämfört med metod 4 .....	40
3.2.3.1 Åtgärdstyp.....	40
3.2.3.2 Åtgärdstidpunkt.....	41
3.2.4 Metod 2 jämfört med metod 4 .....	43
3.3 ÖVRIGA VARIABLER .....	44
3.3.1 Luckighet.....	44
3.3.2 Småimpediment .....	44
3.3.3 Överståndare .....	44
3.3.4 Gremeniellaskador.....	44
3.4 NYINDELNING.....	45
<b>4 DISKUSSION</b> .....	<b>46</b>
4.1 BESKRIVANDE DATA.....	46
4.1.1 Höjd .....	46
4.1.2 Stamantal .....	47
4.1.3 Virkesförråd.....	49
4.1.4 Medeldiametrar.....	49

4.1.5 Trädslagsfördelning.....	50
4.1.6 Data från företagstaxeringen.....	51
4.2 ÅTGÄRDSFÖRSLAG .....	51
4.2.1 Åtgärdstyp.....	51
4.2.2 Åtgärdstidpunkt.....	53
4.2.3 Fel i beskrivande datas påverkan på åtgärdsförslagen .....	53
4.3 ÖVRIGA VARIABLER .....	54
4.4 NYINDELNING.....	54
4.5 SLUTSATSER .....	55
<b>KÄLLOR.....</b>	<b>56</b>
TRYCKTA PUBLIKATIONER .....	56
MUNTliga REFERENSER.....	57
<b>BILAGA 1 – REGRESSIONSFUNKTIONER FÖR FÖRKLARANDE AV HÖJDDIFFERENSEN... 58</b>	
<b>BILAGA 2 – BERÄKNING AV HÖJDTOLKNINGSFELENS PÅVERKAN PÅ GALLRINGSTIDPUNKTEN .....</b>	<b>60</b>
<b>BILAGA 3 – HÖJDFUNKTION H25.....</b>	<b>61</b>



# 1 Bakgrund

## 1.1 Allmänt kring examensarbetet

Bakgrunden till examensarbetet är att det inom Korsnäs distrikt Dala Väst gjordes en ny skogsindelning under åren 1997 till 1999. Skog under 25 år i de södra delarna och 30 år i de norra delarna undantogs dock från indelningen. Nyindelningen av de undantagna ungskogarna sköts istället på framtiden.

De aktuella ungskogarna var indelade i stora, heterogena avdelningar med arealer på upp till 150 ha. Tidigare utförda åtgärder, som t.ex. gallring och röjning, hade planerats utifrån lokalkännedom och ofta utförts inom delar av bestånd utan registrering i karta. När sedan gammal personal bytts ut mot ny har information om vad som har åtgärdats och när det har gjorts gått förlorat. Röjningsinventeringar efter utförda åtgärder har varit sporadiska och ofullständigt dokumenterade. Liknande situationer, med stora ungskogsavdelningar och information förlorat genom personalomsättning, förekommer på flera andra håll inom skogsbruket. Mot bakgrund av denna problematik har en nyindelning och inventering av ungskog genomförts på distriktet under år 2006 genom flygbildstolkning. Tolkningen gjordes som ett konsultuppdrag av norska Prevista AS, och skedde i digitala IR-färgbilder med en pixelstorlek om 25\*25 cm. För framtagandet av flygbilderna svarade Prevista.

Det primära syftet med denna flygbildstolkning var att hitta de gallringsvolymerna som under kommande år förväntas avverkas. Historiskt har det tidigare distriktet Dala Väst, vilket idag ingår i region Dalarna, haft en hög slutavverkningsandel. Denna förväntas dock minska framöver, vilket än mer aktualiserar behovet av bra data om ungskogarna. Resultatet av inventeringen i form av beskrivande data och åtgärdsbehov kommer att användas såväl av markägarna Bergvik Skog i deras beståndsregister och långsiktiga planering som av Korsnäs, som utövar skogsbruk på Bergvik Skogs marker, i deras planeringsprocess.

Det omedelbara informationsbehovet för beställarna av flygbildstolkningen, Bergvik Skog och Korsnäs, var att få en bra beståndsindelning grundad på åtgärdsbehov och skogens utvecklingsstadium, samt korrekta åtgärdsförslag för samtliga bestånd. Dessutom fanns intresse av beskrivande data som medelhöjd, stamantal och trädslagsfördelning. Utifrån sådana beskrivande data har sedan virkesförråd och medeldiameter räknats fram.

Det flygbildstolkade området är uppdelat på tre delområden (Nord, Mellan och Syd) och ligger utspridd över ett geografiskt område från Idre - Särna - Lofsdalen till Yttermalung - Äppelbo. I nord-sydlig riktning sträcker sig området således över 15-20 mil.

## 1.2 Syfte

Efter att flygbildstolkningen genomförts initierades detta examensarbete. Syftet med examensarbetet är att utvärdera resultatet av flygbildstolkningen, såväl vad gäller åtgärdsförslag som beskrivande data och nyindelning. Resultatet av examensarbetet ska utvärdera kvaliteten på samt användbarheten av de data som har tillhandahållits efter flygbildstolkningen.

Enligt Larsson (1994) innebär planering ”formulering av mål och val av handlingar för att nå målen”. Larsson identifierar vidare några olika nivåer i den skogliga planeringsprocessen, t.ex. strategisk och operativ planering. För att uppnå bästa måluppfyllelse krävs tillgång till de rätta verktygen, t.ex. ändamålsenlig information om

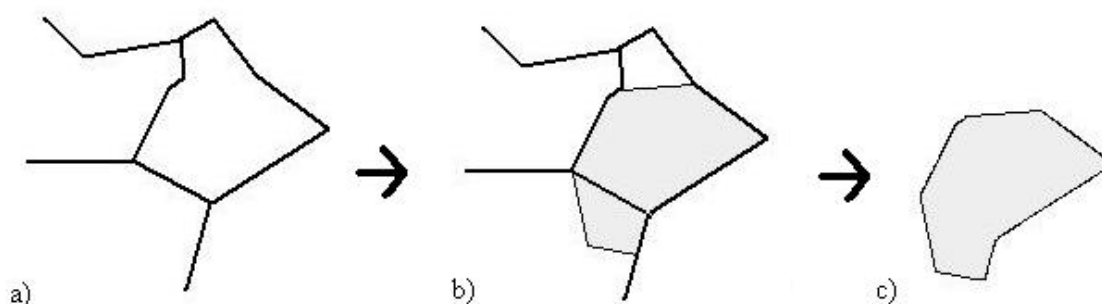
skogsinnehavet. Uppdragsgivaren till detta examensarbete har en fastslagen planeringsprocess som säger vad som maximerar måluppfyllelsen. Uppdragsgivaren söker genom detta examensarbete utvärdera ett av verktygen, alltså flygbildstolkning av ungskogar, för att nå detta mål. Resultatet av examensarbetet ska således svara på hur väl verktyget passar in i uppdragsgivarens planeringsprocess. Utvärderingen kommer inte att gå in på ekonomiska aspekter kring verktyget.

Visar examensarbetet att den utförda inventeringen givit tillfredsställande resultat såväl vad gäller nyindelning som beskrivande data och åtgärdsförslag ökar möjligheten att liknande metoder kommer att användas för att hantera problemet med stora, heterogena ungskogsavdelningar även på andra håll inom värdorganisationen. Eventuella samband mellan olika avvikelser i flygbildstolkade variabler ska undersökas, liksom sådana samband gentemot givna åtgärdsförslag.

### 1.3 Några begrepp

De delområden som omtalas i avsnitt 1.1 benämns framöver endast Nord, Mellan och Syd. Det beståndsregister som används på Bergvik Skog Östs marker (f.d. Korsnäs) heter Fagus Skog, och omnämns längre fram endast som Fagus.

Vid Korsnäs särskiljs beskrivande data för ett skogsområde från åtgärdsbehovet för detsamma. Två parallella begrepp, beskrivningsenhet och åtgärdsobjekt, används. Beskrivningsenheten innehåller avdelningsvisa medelvärden för beskrivande data, medan åtgärdsobjektet innehåller uppgifter om utförda och kommande åtgärder för ett visst område. I de fall en avdelning är homogen och kringliggande skog skiljer sig markant från denna avdelning så sammanfaller åtgärdsobjektets och beskrivningsenhetens areella utbredning. Så är dock inte alltid fallet. Vid t.ex. ojämna bestånd och lämnade hänsynsytor så sker inte samma åtgärd på hela beståndsarealen, och då återspeglas detta i form av uppdelning på flera åtgärdsobjekt. Omvänt så kan ett åtgärdsobjekt bestå av flera närliggande beskrivningsenheter där samma åtgärd ska ske vid samma tidpunkt. I figur 1.1 nedan visas gränserna för några beskrivningsenheter i del a). Emellertid behöver en åtgärd, t.ex. röjning, utföras i det skuggade området i b). Området med åtgärdsbehov utgör då ett åtgärdsobjekt c), vilket hanteras i ett eget skikt i Fagus.



**Figur 1.1** Exempel på den geografiska utbredningen av de olika begreppen beskrivningsenhet (a), åtgärdsbehov (b) samt åtgärdsobjekt (c).

*Figure 1.1* Examples of the geographic extent of the different terms description unit (a), necessary treatment (b) and treatment object (c).

I texten i detta examensarbete används oftast ordet bestånd, som här förutsätts bestå av just ett åtgärdsobjekt och en beskrivningsenhet med samma areella utbredning. Användande av detta begrepp sker eftersom den flygbildstolkade produkten har levererats utformad på

detta sätt, och uppdelning på beskrivningsenhet och åtgärdsobjekt har alltså inte skett vid tolkningen (dock har åtgärd inom delar av bestånd registrerats).

I Korsnäs planeringsprocess föreslås alltid en nästa åtgärd (typ och tidpunkt) för alla bestånd som åtgärdas på ett eller annat sätt. Denna åtgärd föregås alltid av en inventering, som kallas t.ex. röjnings- eller gallringsinventering. Dessa inventeringar går ut på att i fält uppsöka beskrivningsenheterna, rimlighetsbedöma föreslagen åtgärd samt värden på beskrivande data och eventuellt justera dessa.

Ordet nyindelning används ofta i detta examensarbete och avser här endast en ny geografisk avgränsning av bestånd. Den datainsamling som har skett i samband med nyindelningen, vilken ibland anses ingå i själva begreppet, behandlas alltid separat i denna rapport.

## ***1.4 Previstas metod vid flygbildstolkning***

### **1.4.1 Instruktioner för indelning och inventering**

Nedanstående instruktioner i punktform är tagna från den bakgrund till arbetet som Prevista försågs med innan tolkningen startade.

- Koordinatsystem: RT 90 2,5 gon V.
- Beståndsavgränsande yttre faktorer: Endast breda vattendrag.
- Områdesavgränsning: Utbredningen av det område som skulle inventeras definierades i en shapefil. Yttergränser för inventerade bestånd fick vid behov ändras så att områdesavgränsningen överskreds. Däremot skulle inte eventuellt upptäckta friliggande andra ungskogsbestånd utanför det definierade området inventeras.
- Ett bestånd kunde bestå av flera delytor, men sådana s.k. ihopbockningar begränsades av att kartbilden inte fick bli tvetydig.
- Medelstorleken på de nyindelade bestånden skulle bli ca 5 ha.
- Vid "glidande övergångar" (t ex i sluttningar p.g.a. bonitetskillnader) var minsta beståndsstorlek 2-3 ha.
- Vid "skarpa övergångar" (t ex stora skillnader i ålder eller trädslagssammansättning) var minsta beståndsstorlek 0,5-1 ha.
- Minsta storlek för avgränsade impediment var 0,2-0,5 ha.
- Tidpunkt för första gallring bestämdes i huvudsak av beståndets täthet och gruppställdhet samt av höjden. Gallringsmallar baserade på både stamantal och grundyta fanns till förfogande vid arbetet.
- Röjningsbehov definierades med hjälp av Bergvik Skogs röjningsriktlinjer

Resultatet av flygbildstolkningen är beståndsvisa data enligt tabell 1.1 nedan. För i flygbildstolkningen ej uppmätta variabler beräknades antingen värden i efterhand eller användes tidigare uppgifter.

**Tabell 1.1** Flygbildstolkade beståndsparametrar  
**Table 1.1** Aerial photo interpreted stand parameters

Uppmätta vid flygbildstolkningen		Ej uppmätta, beräknade i efterhand eller hämtade från gamla beståndsregistret	
Variabel	Enhet	Variabel	Enhet
Stamantal	st/ha	Volym	m <sup>3</sup> sk/ha
Tallandel	% av stamantal	Grundtevägd medeldiameter, D <sub>gv</sub>	cm
Granandel	% av stamantal	Trädslagsfördelning	andel av volym
Lövandel	% av stamantal	Markvegetation	
Contortaandel	% av stamantal	Markfuktighet	
Nästa åtgärd	typ, år, andel av bestånd	Ålder	år
Medelhöjd	dm, barr och löv	SI	trädslag, meter
Småimpediment	typ, andel av areal	Utförda åtgärder	typ, tidpunkt
Överståndare	st/ha, trädslag	Bonitet	m <sup>3</sup> sk/ha,år
Luckighet	tre klasser (0,1,2)		
Gremeniellaskador	ja/nej		

#### 1.4.2 Arbetssätt vid flygbildstolkning

Tolkningen har gjorts av två förrättningsmän, en startade norrifrån i det för inventeringen aktuella området och en startade söderifrån. Detta innebär att de tre delområdena Nord, Mellan och Syd har tolkats av delvis olika förrättningsmän.

Tre mindre delområden tolkades inledningsvis, varefter en kalibrerande fältinventering och fältbesök med båda parter närvarande genomfördes. Denna gav feedback inför det fortsatta tolkningsarbetet. Exempel på feedback var att inom det södra delområdet underskattades höjden med 1,5-2 m, att den först föreslagna nyindelningen var något för grovhuggen samt att andelen contorta inte gick att utläsa ur flygbilderna. Contortan gick helt enkelt inte att urskilja som ett eget trädslag (oftast förväxlades den med vanlig tall). Detta är i linje med tidigare erfarenheter (Nilsson & Sylvander 1995). Dessa erfarenheter beaktades vid det vidare tolkningsarbetet.

Vid tolkningen hade tolkaren tillgång till den gamla beståndsindelningen och registervärdena för de gamla beskrivningsenheterna. Det första steget i arbetet var därför att rimlighetsbedöma de gamla värdena; stämde de någorlunda med vad tolkaren tyckte sig se vid en första anblick? Beskrev registervärdena vad som verkar vara en homogen enhet eller behöver en nyindelning göras? Med dessa frågor i bakhuvudet skapade tolkaren nya beskrivningsenheter (ibland geografiskt sammanfallande med de gamla).

Vid indelningen hade tolkaren förutom kriterierna ovan även kommande åtgärder i åtanke. Grundprincipen var att en beskrivningsenhet ska motsvara ett åtgärdsobjekt, men i de fall den närmast föreslagna åtgärden endast ska ske inom en del av beskrivningsenheten, och därpå följande åtgärd kan ske inom hela beskrivningsenheten, så har åtgärder inom delar av beskrivningsenheten varit möjliga även för större bestånd än de minimiarealer som anges ovan.

När en beskrivningsenhet väl avgränsats uppmättes sedan beståndsmedelhöjd i flygbilderna. Detta skedde genom att tolkaren på ett antal punkter, minst 2-4 stycken inom beståndet, mätte trädhöjd för ett lämpligt, väl synligt träd. Till de uppmätta höjderna adderades sedan korrektionsfaktorer som var individuella för tolkarna. Detta görs alltid, eftersom en viss del av trädets topp alltid missas vid höjdmätning i flygbilder. Den

flygbildstolkade höjden ska efter denna procedur ungefär motsvara grundytavägd medelhöjd. Stamantal registrerades vid mycket tydliga fall utifrån hofkning, men i många fall lade tolkaren subjektivt ut några cirkelytor i bilden och räknade in de synliga stammarna inom ytorna för att därefter beräkna ett beståndsmedelvärde. Övriga variabler enligt tabell 1.1 har också tolkats/rimlighetsbedömts och registrerats för de nya beskrivningsenheterna.

Några påverkande/försvårande faktorer vid tolkning av beståndshöjd är enligt en av förrättningsmännen, Anders Wåla (2007 muntl.), t.ex. tidpunkt på året för fotografering, vilket påverkar höjdmätning främst på lövträd. Hela denna fotografering har dock gjorts vid ungefär samma tillfälle, på sommaren (dvs. efter lövsprickningen), så fotograferingstidpunkt ska inte påverka höjdmätningen inom denna utvärdering. Täthet i beståndet och luckighet påverkar möjligheten att hitta bra punkter att se marken och därmed mäta höjder. Markens lutning kring höjdmätningsträdet kan leda till både över- och underskattningar av höjden. Bestånd i utkanten av en flygbild försämrar mätningens träffsäkerhet på grund av sned betraktningssvinkel (vinkel mellan en punkt på marken och kamerans lodlinje) liksom skiktade bestånd där höjdmätning ofta sker på de högsta träden i beståndet.

Vid tolkning av stamantal påverkar lövandelen då det är svårt att veta om det är ett eller flera träd som tolkaren tycker sig se då träden står tätt ihop. Skiktade bestånd med främst gran under löv är också svåra, det går helt enkelt inte att se träden som är under det övre skiktet.

De givna åtgärdsförslagen baseras till stor del på beståndets höjd, stamantal samt en subjektivt bedömd slutenhet och luckighet. För åtgärdsförslaget röjning har stamantalet spelat en stor roll, men vid gallring en något mindre roll. Vid åsättning av åtgärdsförslag har ingen prioritering mellan bestånd gjorts, dvs. ett bestånd har tillskrivits en åtgärd när den har ansetts som mest lämplig, oavsett hur många andra bestånd som bedömts till åtgärd vid samma tidpunkt. En prioritering hade krävt beaktande av både stamantal och höjd mellan flera bestånd, vilket hade blivit en för komplicerad procedur för denna typ av tolkning.

Tolkade värden och åtgärdsförslag har sedan lagrats i ett GIS-skikt i form av ett punktlager. Beståndsgränserna har lagrats som ett linjelager, och beståndspolygoner med tillhörande attributdata har sedan konstruerats utifrån dessa delkomponenter.

## 2 Metod

### 2.1 Utvärdering av beskrivande data

#### 2.1.1 Allmänt

Att utvärdera en genomförd inventering är inte det enklaste, vilket konstateras av Ståhl (1992). Ett subjektivt uppskattat värde är behäftat med såväl ett systematiskt som ett slumpmässigt fel. Det systematiska felet har inte väntevärdet 0, medan det slumpmässiga felet har det. Har olika förrättningsmän och metoder varit inblandade i inventeringen medför detta fler komponenter som ökar osäkerheten i skattningen.

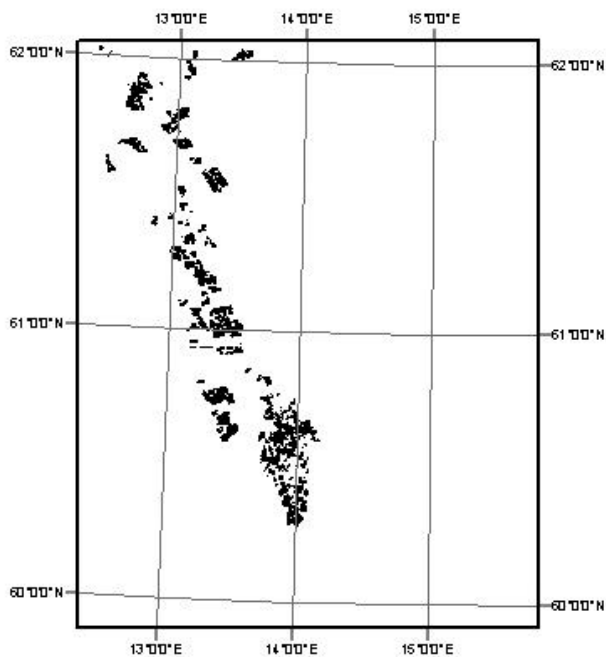
Även ett skattat värde från en objektiv inventering är behäftat med ett slumpmässigt fel. Väntevärdet för detta slumpmässiga fel är oftast 0. Skillnaden mellan det subjektivt skattade och objektivt skattade värdet utgörs av en differens, som består av det systematiska felet hos den subjektiva inventeringen, samt de två slumpmässiga felen för respektive inventeringsmetod. För en enskild avdelning är det inte säkert (eller troligt) att det systematiska felet utgörs av differensen mellan subjektivt och objektivt skattat värde. Beaktas många avdelningars differenser samtidigt så blir dock väntevärdet för differensen lika med väntevärdet för det systematiska felet, eftersom de två slumpmässiga felen har väntevärde 0. Ett systematiskt fel kan antingen vara fixt (utan trend) eller varierande (med trend). Ett fixt fel är oberoende av förändringar på storleken av det uppskattade värdet, medan ett varierande fel ändrar storlek beroende på storleken på det uppskattade värdet.

#### 2.1.2 Fakta kring denna utvärdering

För att kunna säga något om hur bra tolkade data är måste de alltså jämföras med objektiva data. En välbeprövad metod för att få in sådana data om skogsbestånd är objektiv cirkelyteinventering med provytorna utlagda i ett systematiskt kvadratförband med slumpad startpunkt (Wilhelmsson 2005). Denna metod har också använts i föreliggande utvärdering, och den objektiva inventeringen har utförts av författaren. Resultat från denna inventering benämns kontrollinventerade värden i det följande arbetet.

Av de data som har uppmätts vid tolkningen är det framför allt uppmätt medelhöjd, stamantal och trädslagsfördelning som är av intresse att utvärdera. Dock har önskemål framförts från uppdragsgivaren om att traddiametrar ska registreras, detta för att kontrollera hur väl uppdragsgivarens funktioner för uppskattning av medeldiameter och volym utifrån stamantal och höjd stämmer.

De bestånd som har flygbildstolkats är belägna i västra Dalarna och Härjedalen, se figur 2.1 nedan. Bestånden är 8 003 till antalet, och är i genomsnitt 4,29 ha stora. Detta ger en total areal om drygt 34 300 ha. Områdets infrastruktur är relativt väl utbyggd, inga direkta hinder för åtkomst av bestånden finns. Skogens karaktär skiftar mellan relativt sett produktiva marker i den södra delen, med ståndortsindex upp till G28, ner till några bestånd med T11 i de norra delarna av försöksområdet. I 65 % av bestånden som är med i denna undersökning är tall det vanligaste trädslaget. 61 % av det totala tolkade stamantalet utgörs av tall och contortatall. För Dalarnas län som helhet utgör tall 51 % av virkesförrådet (Anon. 2006), och i de västra delarna är denna andel troligen ännu högre. Försöksområdet är således representativt i det avseendet.



**Figur 2.1** De flygbildstolkade beståndens belägenhet.  
**Figure 2.1** Location of the aerial photo interpreted stands.

Resultaten av utvärderingen redovisas längre fram i form av figurer, tabeller, numeriska värden och förklarande text.

### 2.1.3 Metod för datainsamling

Ståhl (1992) använder i sin utvärdering av subjektiva data Indelningspaketets basrutin för insamling av data. Östberg (2003) använder ett liknande förfarande för datainsamling i sin utvärdering av hur subjektiva data påverkar åtgärdsförslag. Larsson (1994) använder också Indelningspaketets metodik. Dessa studier använder dock även Indelningspaketet för att föreslå optimala åtgärder. Detta kräver betydligt mer indata än denna studie, där åtgärder (ej med säkerhet ekonomiskt optimala) har föreslagits utifrån uppdragsgivarens röjningsriktlinjer och gallringsmall. Övre höjd (även medelhöjd), stamantal och ståndortsindex är då de enda parametrar som påverkar åtgärds tidpunkt, varför endast dessa variabler behöver registreras på provytorna.

Vid kontrollinventering i äldre skog, definierad i avsnitt 2.1.4, uppmättes därför diameter i brösthöjd (mm) och trädslag för alla träd inom provytan, samt höjd för ett antal provträd (dm).

Vid en inventering i yngre skog registrerades bara antal stammar per trädslag och höjd. Stammar som registrerades utgjordes av alla stammar som bedömdes följa med i höjdtutvecklingen fram till första gallring (Granqvist & Pettersson 2007). Detta har av Korsnäs uttolkats som träd som är högre än halva beståndsmedelhöjden (Larsson 2007 muntl.), då det gäller tallar och lövträd. Granar under halva medelhöjden men över två meters höjd räknades i alla fall, om de inte var extremt undertryckta. Att avgöra om ett träd var räkningsbart eller inte var alltså i vissa fall en ytterst subjektiv bedömning. Ofta används fixa eller glidande diametergränser för att bestämma klavningsbara stammar, eller

någon befintlig definition om utvecklingspotential eller kvarstående träd efter en tänkt röjning för att bestämma räkningsbara stammar vid stamräkning (Nilsson 1983, Wilhelmsson 2005, Holm 1998, Lindgren 2007 muntl.). En gräns för räkningsbara stammar liknande den i kontrollinventeringen har dock använts av Nilsson (1983), där träd i ungskog räknades med i stamantalet om de var minst 1/3 av produktionsbeståndets medelhöjd. I praktiken fanns dock en diametergräns vid klavning även vid kontrollinventeringen, eftersom datainsamlaren inte registrerade diametrar under 20 mm. Denna gräns upplevdes dock inte som besvärande.

Ovanstående regel tillämpades dock inte in absurdum. Vid ojämna bestånd med höjdskillnader mellan olika delar av beståndet så bedömdes snarare huruvida träden på ytan var högre än halva medelhöjden för provytan samt provytans omedelbara närhet. Detta eftersom de flesta träd som då bedömdes som räkningsbara med största sannolikhet kommer att hänga med i höjdutvecklingen trots att de inte hade gjort det om de hade växt på en annan plats i samma bestånd.

Utöver detta rimlighetsbedömdes de övriga registrerade variablerna enligt tabell 1.1 inom de kontrollinventerade bestånden. Detta gjordes både under datainsamlingen och vid granskning av ortofotokarta över varje bestånd. Uppenbara avvikelser noterades.

Erfarenhetsmässigt (t.ex. Holm 1998) är ca 10 st provytor, något fler i stora avdelningar och något färre i små avdelningar, ett bra antal vid objektiv cirkelyteinventering. En provyteradie om 5 m i yngre skogar och ända ner till 3 m i unga röjningsskogar är vanliga provytestorlekar. Vid kontrollinventeringen användes en ytradie mellan 3 m och 7 m, subjektivt vald innan inventeringens början och i steg om hela m. Den mindre radien användes i riktigt täta röjningsskogar och den större i glesa eller gallrade bestånd. Så länge alla ytor inom en avdelning har samma storlek så påverkar inte detta möjligheten till statistisk analys av materialet, trots att olika avdelningar har skilda provyteradier.

Beräkning av förband mellan provytorna skedde enligt formel (1) nedan

$$(1) f = \sqrt{A/n}$$

där

$f$	= kvadratförband, avstånd mellan provytorna (m)
$A$	= avdelningens areal (m <sup>2</sup> )
$n$	= önskat antal provytor i avdelningen (vanligen 10 st, se ovan)

Trädhöjd mättes på ett antal provträd. Lämpligt antal bedömdes vara 2 per provyta, dvs. totalt ungefär 20 träd per avdelning. De provträd för vilka höjden mättes valdes ut olika beroende på om det var yngre skog (som ej klavades) eller äldre skog (som klavades). I yngre skog valdes två typträd per provyta ut subjektivt. Typträden bedömdes motsvara grundytamedelträdet. I äldre skog användes en slumpfunktion för val av provträd. Denna funktion ingår som en del av mjukvaran i den dataklave som användes, Haglöfs mjukvara Estimate DP 1.8 (Anon.). Funktionen väljer träd utifrån deras diameter i förhållande till avdelningens förmodade medeldiameter samt önskad andel provträd. Större diameter innebär större sannolikhet att ett träd blir ett provträd (alltså en variant av PPS). Som förmodad medeldiameter användes den av Fagus beräknade, om den verkade någorlunda rimlig. I annat fall uppskattades den subjektivt.



Mjukvaran i den använda klaven var modifierad vilket möjliggjorde registrering av diametrar från 2 cm, istället för 6 cm som är standardgränsvärdet. Estimate beräknar stamantal och medeldiametrar direkt utifrån de klavade träden. Beståndsmedelvärde på höjd erhålls genom att samtliga klavträd tilldelas en höjd enligt en utjämnad höjdfunktion kallad H25 (Anon.), som har kalibrerats efter provträdens höjder och diametrar. Denna funktion finns närmare beskriven i bilaga 3.

Estimate beräknar beståndsvolymer per ha både i  $m^3_{fub}$  och  $m^3_{sk}$  utifrån Brandels mindre funktioner (Brandel 1990). Den volym som har använts som resultat av kontrollinventeringen i analyserna består av volymen för alla barrträd grövre än 2 cm, samt alla lövträd grövre än 6 cm. Detta p.g.a. skillnader i funktionernas utseende som omöjliggjorde beräkning av lövvolym för så låga diametrar som 2 cm. Denna beräknade volym, liksom medeldiametern, användes som indata för att undersöka differenser mellan av Fagus beräknade medeldiametrar och volymer och vid kontrollinventeringen beräknade medeldiametrar och volymer.

För insamlande av data i yngre skog användes pappersblanketter där stamantal av respektive trädslag och provträdshöjder noterades. Tillgängliga resurser för kontrollinventeringen var ca 240 timmars fältarbete. Utrustning tillhandahölls av SLU (handdator med GPS, dataklave) samt Korsnäs (höjd- och avståndsmätare).

Förfarandet vid inventering av en avdelning var följande: Avdelningens utseende och gränser granskades på ortofotokarta på papper samt i handdatorn, där aktuell position i förhållande till beståndets gränser visades. En lämplig startpunkt valdes ut på kartan utifrån närhet till bil och möjlighet att återfinna den i verkligheten. Denna punkt uppsöktes därefter i fält, och punktens XY-koordinater noterades. Läget för den första provytan bestämdes genom att multiplicera två slumpantal mellan 0 och 1 med förbandet, beräknat enligt formel (1). Två avstånd, mellan 0 och  $f$  för den aktuella avdelningen, erhöles då. Från startpunkten mättes först det ena och sedan det andra avståndet ut, i nordlig respektive östlig riktning, och på så vis uppsöktes det första provytecentrat. Mätning av avstånd mellan startpunkt och alla provytecentra skedde genom stegning fram till 15 meter innan provytecentra, varefter de sista 15 metrarna fram till ytcentrum mättes med Rickleåband.

På plats på den första provytan ritades samtliga provpunkter ut i handdatorn. Detta för att möjliggöra kontroll av att provytorna inventerades ungefär där det var tänkt. I de fall ytcentrum hamnade inom provyteradiens avstånd från avdelningsgränsen, inom avdelningen, speglades provytan. Därefter vidtog själva inventeringen med klavning/stamräkning samt höjdmätning av provträd. Samtliga klavade/räknade träd inom provytan färgmärktes, och provträden fick en särskild märkning.

Datinsamlingen enligt ovan genomfördes under delar av augusti och september månad år 2007. Övriga beståndsdata erhöles antingen genom Previstas tolkningsresultat eller Fagus.

#### **2.1.4 Urval av beskrivningsenheter som inventerades**

Efter granskning av rådatamaterialet, dvs. resultatet från flygbildstolkningen i form av data för varje bestånd, visade det sig att ett antal bestånd hade misstänkt låga stamantal. Troligen rör det sig i många fall om felregistreringar. Sådana uppenbart felaktiga värden har kunnat korrigeras manuellt vid införandet av datat i Fagus. I de fall då det faktiskt ser ut att stå väldigt få stammar i ett bestånd torde de vara lätta att räkna med hyfsad noggrannhet. Om det befintliga beståndet är så ungt att det inte går att räkna stammarna (kalmark, plantskog) så kan den typen av bestånd inte inventeras med denna metodik.

Därför sattes en undre gräns på tolkat antal stammar/ha för de bestånd som skulle inventeras, och denna sattes till 500 st/ha. Vidare konstaterades andra typer av felregistreringar, t.ex. bestånd som har ett angivet stamantal men ingen höjdgivelse. Dessa utslöts också från materialet (tabell 2.1).

Från och med tidpunkten för fotografering och fram till inventeringens början så hade ett antal av beskrivningsenheterna hunnit åtgärdas i någon form, dvs. gallrats eller röjts. Kontrollinventering i sådana bestånd hade givit en helt felaktig bild av flygbildstolkningens noggrannhet. Bestånd som registrerats som åtgärdade från denna tidpunkt och fram till augusti 2007 utslöts därför ur urvalet, och inga av de kontrollinventerade bestånden visade sig heller vara åtgärdade inom denna tidsram vid fältbesöken.

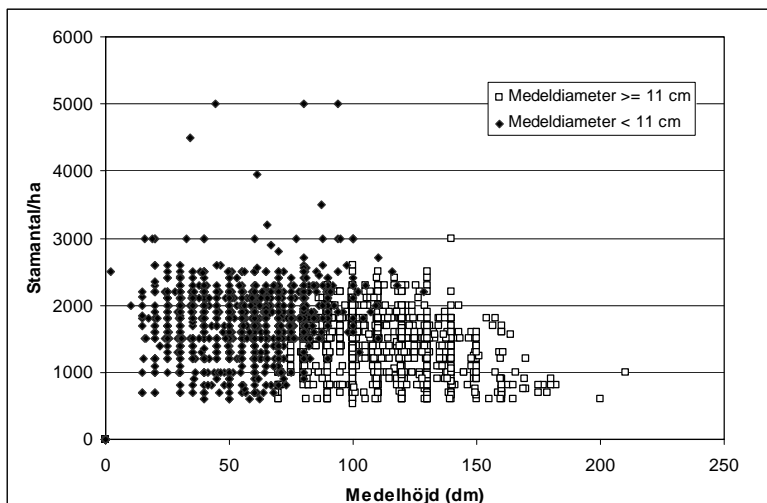
**Tabell 2.1** Antal beskrivningsenheter möjliga för inventering, med hänsyn till olika fel i de flygbildstolkade variablerna

*Table 2.1 Number of stands available for control inventory, considering different errors in the aerial photo interpreted variables*

Delområde	Totalt antal beskrivningsenheter	< 500 st/ha	Saknar vissa värden	Potentiella för kontrollinventering
Nord	1 862	496	18	1 348
Mellan	2 721	634	34	2 053
Syd	3 420	502	32	2 886
Totalt	8 003	1 632	84	6 287

Uppdragsgivaren uttryckte vissa önskemål kring utformningen av urvalet. Det ansågs lämpligt att behålla den ursprungliga uppdelningen på delområden, dvs. Nord, Mellan och Syd. Om det i efterhand visade sig att denna uppdelning var onödig (att ingen skillnad mellan differenser mellan delområden förelåg) gick det att bortse från denna uppdelning. Dock bidrog den i urvalsskedet till att få ett urval av bestånd till kontrollinventering med en jämn geografisk spridning. Av de tre delområdena ansågs Nord vara av mindre intressant att utvärdera än de två övriga. Likaså var yngre skog av något mindre intresse än äldre. Därför föreslog uppdragsgivaren att yngre skog, som är aktuell för röjning, inte skulle inventeras i Nord.

En uppdelning mellan skog som skulle klavas (äldre skog) för utvärdering av volyms- och medeldiameterfunktioner samt yngre skog där bara noggrannheten vid tolkningen av höjd och stamantal var intressant gjordes. Gränsen däremellan fick gå vid en aritmetisk medeldiameter om 10 cm, vilket ungefär motsvarar en grundytvägd medeldiameter om 11 cm och en medelhöjd om 8 m. Diametern beror till viss del på stamantalet per ha, så tillvida att en glesare skog har en högre medeldiameter vid en given höjd. Elfving (1982) funktioner för medelhöjdens tillväxt i ungskog användes därför för att mycket grovt avgöra vid vilken tolkad höjd och stamantal en beskrivningsenhet var aktuell för klavning, givet trädslagsfördelning och SI från *Fagus*. Exempel på resultatet i form av uppdelning i delpopulationer visas i figur 2.2 samt tabell 2.2 nedan. En viss överlappning mellan delpopulationerna förekom eftersom framförallt skog med hög lövandel har en lägre medeldiameter vid en given höjd och ett givet stamantal. Ett talldominerat bestånd med 8 m höjd och knappt 2 000 st/ha kom precis med i den delpopulation som skulle klavas, för att ta ett exempel. Utifrån antal potentiella inventeringsbestånd samt uppdragsgivarens önskemål gjordes sedan en fördelning av antal beskrivningsenheter som skulle inventeras.



**Figur 2.2** Exempel på uppdelning av bestånd för urval utifrån medeldiameter, delområde Mellan.  
**Figure 2.2** Example of division of stands considering average diameter, subpopulation Middle.

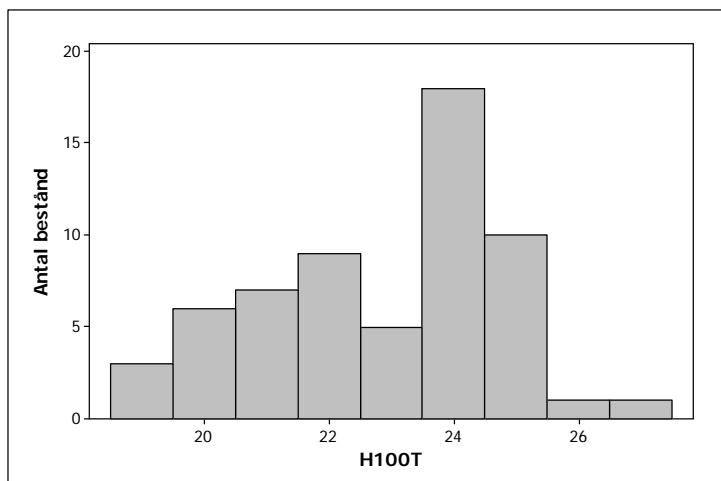
Inventering av en beskrivningsenhet väntades ta 3 – 4 arbetstimmar inklusive transporter till och från objekten, självklart beroende på beståndsstorlek men också inventeringsmetodik. Inom ramen för tillgänglig tid bedömdes så 60 avdelningar hinna kontrollinventeras. Så många bestånd lottades därför fram slumpmässigt (med OSU) bland de bestånd som bedömts lämpliga för inventering, se tabell 2.2. Objekt som åtgärdats efter fotograferingstillfället och kom med i samplet togs bort varefter nya lottades fram istället för dessa.

**Tabell 2.2** Inventeringsbara och inventerade beskrivningsenheter med avseende på medeldiameter och delområde, antal samt andel av respektive totalt antal bestånd

**Table 2.2** Stands available for and stands with executed control inventory considering average diameter and subpopulation, number and share of respective total number of stands

	Delområde	Stamräkning ( $D_{gv} < 11 \text{ cm}$ )		Klavning ( $D_{gv} \geq 11 \text{ cm}$ )	
		Antal	%	Antal	%
Inventeringsbara avdelningar	Nord	966	15	383	6
	Mellan	1 096	17	960	15
	Syd	1 661	26	1 226	20
	Totalt	3 723	59	2 569	41
Inventerade avdelningar	Nord	0	0	8	13
	Mellan	10	17	12	20
	Syd	14	23	16	27
	Totalt	24	40	36	60

Uppskattningen av tidsåtgång till kontrollinventering stämde hyfsat väl, och 60 bestånd inventerades. Dessa hade en genomsnittlig areal om 4,25 ha, vilket stämmer mycket väl överens med det genomsnittliga beståndets areal för hela populationen. Fördelningen över kalibrerat H100T, beskrivet längre fram i rapporten, syns i figur 2.3 nedan.



**Figur 2.3** De kontrollinventerade beståndens kalibrerade H100T.  
*Figure 2.3* Calibrated H100T of the control inventory stands.

### 2.1.5 Efterbehandling och analys av insamlade data

Efter att kontrollinventeringen genomförts ägde ett antal beräkningar rum. De var dock av relativt enkel karaktär, eftersom de flesta uträkningar av uppmätta, kontrollinventerade värden redan hade ägt rum i datainsamlaren.

De tolkade eller utifrån tolkade parametrar beräknade värdena kunde i de flesta fallen användas utan vidare transformationer. Dock har den tolkade höjden angivits både för barr och för löv (tabell 1). Dessa två höjder lades ihop till ett höjdbegrepp, ett trädslagsvägt medelvärde enligt formel (2) nedan ( $H_{Prev}$  = sammanvägd flygbildstolkad medelhöjd (dm), *barr* och *löv* innebär andel av totalt antal stammar för respektive trädslagsgrupp).

$$(2) \quad H_{Prev} = H_{tolkbarr} * Barr + H_{tolklöv} * Löv$$

För att erhålla differensen mellan tolkat (eller beräknat) värde och kontrollvärde subtraherades kontrollvärdet från det tolkade värdet. De tolkade variablerna fanns redan tillgängliga i ett antal kalkylblad, som attributdata till de beståndspolygoner som Prevista skapat vid produktionen av materialet. Dessa kalkylblad utökades med kontrollinventerade värden och differenser för de kontrollinventerade avdelningarna.

Den beståndsmedelhöjd som erhållits som resultat av kontrollinventeringen korrigerades för den höjdtillväxt som skett sedan fotograferingstillfället, detta med hjälp av Elfving's funktioner för medelhöjdens tillväxt (Elfving 1982). Utifrån dominerande trädslag i beståndet valdes vilken funktion som skulle användas, och höjdtutvecklingen för det dominerande trädslaget fick då spegla hela beståndets höjdtutveckling. Detta kan tyckas grovhugget och förenklat. I praktiken handlar dock korrektionen för ett års höjdtillväxt om ett avdrag på mellan 2 och 4 dm från beståndshöjden, och för detta ändamål duger funktionerna gott. Efter denna korrektion ska den flygbildstolkade höjden och den kontrollinventerade höjden vara ett mått på samma sak, dvs. grundtyevägd medelhöjd på beståndsnivå för år 2006.

#### 2.1.5.1 Höjd

Beräkningar av jämförelsetal samt av statistiska mått genomfördes. Differensen mellan tolkat värde och kontrollinventerat värde (3) användes för att leta efter skillnader mellan olika delpopulationer. Standardavvikelsen för differensen mellan tolkad och

kontrollinventerad höjd erhölls genom att beräkna kvadratsumman av de enskilda differenserna mellan tolkad och uppmätt höjd subtraherat med den genomsnittliga differensen, dividera denna summa med  $n - 1$  där  $n$  är antalet observationer, och sedan ta kvadratroten ur denna erhållna varians (4). Den relativa standardavvikelsen erhöles sedan som kvoten mellan standardavvikelsen och ett medelvärde av samplets tolkade höjd (5).

$$(3) H_{Diff_i,j} = H_{Prev_i,j} - H_{Kontroll_i,j}$$

$$(4) s_{H_{Diff_j}} = \sqrt{1/(n_j - 1) * \sum_{i=1}^{n_j} (H_{diff_i,j} - \overline{H_{diff_j}})^2}$$

$$(5) srel_{H_{Diff_j}} = s_{H_{Diff_j}} / (\overline{H_{Prev_j}})$$

där

$H_{Diff_i,j}$  = skillnad i medelhöjd mellan tolkat och kontrollinventerat värde för beskrivningsenhet  $i$  i delpopulation  $j$ , dm

$\overline{H_{diff_j}}$  = medeldifferens mellan tolkad och kontrollinventerad höjd för delpopulation  $j$

$H_{Prev_i,j}$  = flygbildstolkad höjd för beskrivningsenhet  $i$  i delpopulation  $j$ , dm

$H_{Kontroll_i,j}$  = kontrollinventerad höjd, korrigerad för ett års höjtillväxt, för beskrivningsenhet  $i$  i delpopulation  $j$ , dm

$s_{H_{Diff_j}}$  = standardavvikelse för höjdskillnad i delpopulation  $j$ , dm

$srel_{H_{Diff_j}}$  = relativ standardavvikelse för höjdskillnad i delpopulation  $j$

$n_j$  = antal observationer i delpopulation  $j$

$i$  = 1, 2, ...,  $n_j$

$j$  = delpopulation utifrån t.ex. delområde eller dominerande trädslag

Efter beräkning av höjddifferenserna enligt ovan genomfördes korrelationstest och regressionsanalys på differenserna. Syftet var att försöka hitta förklarande faktorer antingen bland tolkade data eller bland ståndortsfaktorer för det systematiska fel som uppstår vid flygbildstolkningen. Vid regressionsanalysen användes även resultatet från 2006 års företagstaxering i form av avdelningsvisa medelhöjder för 29 avdelningar, vilka inte ingick i det kontrollinventerade samplet. En av de kontrollinventerade avdelningarna hade stor påverkan på regressionsanalysen då den var betydligt äldre än materialet i övrigt, kring 80-90 år (enligt Prevista 100 år, vid kontrollinventeringen korrigerat till 80 år).

### 2.1.5.2 Stamantal

Det totala flygbildstolkade stamantalet per ha utvärderades gentemot det totala kontrollinventerade stamantalet. Att utvärdera antal stammar per trädslag hade i praktiken inneburit en upprepning av utvärderingen av trädslagsfördelningen, åtminstone för den stamräknade delpopulationen. Detta eftersom trädslagsfördelningen vid tolkningen är angiven som andelar av totalt stamantal för de olika trädslagen. Någon trädslagsvis utvärdering av stamantalet genomfördes därför inte. Det kontrollinventerade värdet på stamantal/ha speglar stamantalet efter tillväxtsåsongen år 2007, medan det flygbildstolkade värdet speglar stamantalet i slutet av tillväxtsåsongen år 2006. Trots detta har ingen framskrivning/sänkning av stamantalet ägt rum. Avgången i ungskogar är sällan omfattande, en total årlig avgång om 0,32 % av antalet stammar redovisas av Elfving (1982).

Det kontrollinventerade stamantalet jämfördes med det flygbildstolkade stamantalet på avdelningsnivå. Beräkningar av jämförelsetal samt av statistiska skedde med samma formler som i fallet med höjd ovan (3 - 5). Istället för höjder användes dock kontrollinventerat och flygbildstolkat stamantal i formlerna.

### 2.1.5.3 Övriga variabler

För utvärdering av tolkad trädslagsfördelning användes utöver ovanstående statistiska mått beräknade för varje trädslag även ett poängsystem (Naesset 1992). För varje trädslag i varje bestånd beräknades en poängsumma utifrån den minsta av tolkad respektive kontrollinventerad andel. Hade tallandelen tolkats till 20 % och kontrollinventerats till 31 % blev alltså poängen för tall 20. Dessa poäng summerades sedan över alla trädslag på beståndsnivå till en poängsumma, som beskriver hur korrekt trädslagsfördelningen har tolkats. Ett bestånd med 100 poäng har alltså en helt korrekt tolkad trädslagsfördelning. Detta poängsystem användes för att ge en enkel och lättfattlig bild av den flygbildstolkade trädslagsfördelningens korrekthet. Trädslagsfördelning som variabel är nämligen en inte helt okomplicerad variabel, vilket konstateras av Lundberg (2000).

För att utvärdera användbarheten av data från flygbildstolkningen i den operativa verksamheten vidtogs en jämförelse enligt samma principer och formler som för medelhöjd, stamantal och trädslagsfördelning ovan även för virkesförråd och grundtyevägd medeldiameter på beståndsnivå. Dessa variabler är inte flygbildstolkade i sig själva, utan beräknade av Bergvik Skog med flygbildstolkade data som underlag.

Volymer och diametrar från kontrollinventeringen speglar tillståndet efter tillväxtsåsongen 2007. Volymer och diametrar hämtade från Fagus är beräknade på de värden som tolkades under tillväxtsåsongen 2006. Ingen framskrivning av värdena har skett sedan inmatningen i Fagus. Eftersom denna del av utvärderingen är inriktad på datakvalitets påverkan på den operativa verksamheten behöver dock inte data från kontrollinventeringen korrigeras för ett års volym- eller diametertillväxt; värdena i Fagus är ju de värden som planeraren ser när han ska fatta beslut om åtgärder.

Volymen i Fagus har beräknats med Brandels (1990) mindre funktioner utifrån flygbildstolkade värden på höjd och stamantal samt beräknad grundtyevägd medeldiameter. Grundtyevägd medeldiameter för de flygbildstolkade bestånden har beräknats i Fagus med hjälp av en enkel funktion, med samma värden på parametrarna för samtliga trädslag. Funktionen ger grundtyevägd medeldiameter som en funktion av grundtyevägd medelhöjd och stamantal/ha. Kontrollinventerad medeldiameter har jämförts mot två varianter på medeldiametrar beräknade utifrån denna funktion:

1. Medeldiameter beräknad utifrån flygbildstolkade värden på höjd och stamantal
2. Medeldiameter beräknad utifrån kontrollinventerade värden på höjd och stamantal

Den första jämförelsen ger en bild av hur väl medeldiametrarna i Fagus stämmer överens med verkligheten. Den andra jämförelsen ger en bild av huruvida funktionen i sig själv är riktig och bör användas i framtiden i liknande situationer.

#### 2.1.5.4 Utförande av analyserna

I avsnitt 2.1.1 omtalas trender, systematiska och slumpmässiga fel. Förekomst av sådana för de olika variabler som utvärderas har i denna utvärdering undersökts med hypotesprövning, korrelationstest och regressionsanalys. Differenser mellan tolkat och sant värde har alltså undersökts efter möjliga samband med andra variabler.

Statistisk signifikans och säkerställdhet mäts genom hypotesprövning där man undersöker huruvida skillnad mellan två populationer eller värden föreligger eller ej. En sannolikhet kallad p-värde anger sannolikheten att de två värdena eller populationerna egentligen är lika varandra trots att det inte ser så ut för ögat. Detta p-värde redovisas i tabellerna i resultatdelen med ett till tre \*-tecken beroende på grad av säkerhet:

***	- p-värde <0,01
**	- p-värde 0,01 – 0,050
*	- p-värde 0,051 – 0,10

En differens i en tabell med ”\*\*\*” efter sig är alltså skild från 0 i mellan 95 – 99 % av fallen. Ovanstående statistiska operationer har genomförts i programvaran Minitab.

Den korrelation som har använts som begrepp är Pearsons korrelationskoefficient, som antar ett värde mellan – 1 och + 1, vilket visar på negativt eller positivt samband mellan de två variabler som testet genomförs för. Denna korrelation testas också efter statistisk signifikans.

Regressionsanalys har använts både för att undersöka om trender (se ovan) förekommer samt i vissa fall för att undersöka vilka variabler som påverkar en viss egenskap. För att undersöka om en trend förelåg konstruerades enkla regressionsfunktioner där värdet på  $a$  och  $b$  skattades, enligt formel (6) nedan.

$$(6) \quad H_{Prev_i,j} = a_j + b_j * H_{Kontroll_i,j}$$

$b$ -värdet i dessa regressionsfunktioner hypotesprövades för att se om det var lika med 1. Om så inte var fallet, med statistisk säkerhet, ansågs en trend föreligga.

I de fall då ett värde för stamantal eller virkesförråd för ett trädslag i ett visst bestånd förekommer i det kontrollinventerade materialet men inte i det flygbildstolkade, eller tvärt om, har det saknade värdet satts till 0. Om det istället har varit medeldiameter eller medelhöjd som inte observerats i det enskilda beståndet i antingen tolkningen eller kontrollinventeringen har det aktuella beståndet uteslutits ur just den analysen. Sådana uteslutna bestånd har undersökts, för att se om de avviker från de övriga bestånden med avseende på den aktuella variabeln. Då ett bestånd har saknat såväl tolkat som kontrollinventerat värde har det givetvis uteslutits ur analysen.

### **2.1.6 Användande av provytedata från 2006 års företagstaxering**

År 2006 genomfördes en företagstaxering på Bergvik Skog AB:s marker. Inventeringen gjordes enligt Indelningspaketets metodik för datainsamling (Holm 1998). 181 av de provytor som inventerades vid företagstaxeringen ligger inom området för denna studie. Dessa ytor har sorterats ut i ett GIS och ytvisa data har räknats om till beståndsmedelvärden.

Urvalet till den utförda företagstaxeringen grundade sig på den gamla beståndsindelningen av försöksområdet, vilket innebär att en del av de nya avdelningarna endast har en eller två provytor inom sig. I de fall en avdelning hade två eller flera provytor inom sig beräknades ett beståndsmedelvärde som används som kontrollinventerat värde, på samma sätt som i beskrivningen av kontrollinventeringen ovan. Sammanlagt har data från 31 avdelningar kunnat användas på ett eller annat sätt i denna utvärdering.

P.g.a. den varierande kvalitén på dessa värden utifrån antal provytor, okänd stratifiering osv. utfördes analyser med värden från företagstaxeringen i vissa fall parallellt med värden från kontrollinventeringen. I de fall analyser utifrån de två olika materialen pekade på samma resultat så var det bra, visade de på olika saker så var kontrollinventeringen den mer pålitliga och den som betraktades som närmast sanningen.

SI för de kontrollinventerade bestånden bestämdes inte vid kontrollinventeringen, istället kalibrerades befintligt SI enligt Fagus. Vid kalibrering av SI för de kontrollinventerade bestånden användes SI från företagstaxeringen som material att ”kalibrera mot”. Resultatet av företagstaxeringen bestod av bästa SI på ytnivå, dvs. i vissa fall SI skattat med övrehöjds- eller interceptmetoden och i andra fall skattat utifrån ståndortsfaktorer, men kalibrerat mot dubbelboniterade ytor. Avdelningsvisa medelvärden av H100T beräknades efter eventuell omvandling av SI (Hägglund & Lundmark 1981), i de fall ett annat trädslag var bonitetsvisande. Den korrekta metoden att beräkna genomsnittligt SI är ju att beräkna en medelbonitet för beståndet och sedan omvandla denna till ståndortsindex, men detta förfarande hade blivit betydligt mer komplicerat.

Materialet från företagstaxeringen redovisar en grundtyevägd medelhöjd på ytnivå. Utifrån denna har sedan ett beståndsmedelvärde räknats fram genom att ta ett medelvärde för ytorna. Detta höjdbegrepp säger ungefär det samma som resultatet från kontrollinventeringen, därför kunde de båda resultaten användas i samma regressionsanalys.

Vad det gäller stamantal skiljer sig definitionen av de stammar som har räknats i kontrollinventeringen från de definitioner som har använts vid klavning respektive stamräkning i företagstaxeringen. Detta innebär att värden från företagstaxeringen egentligen inte säger samma sak som värden från kontrollinventeringen. Värden från företagstaxeringen har därför använts med försiktighet i analyserna.

## **2.2 Utvärdering av givna åtgärdsförslag**

### **2.2.1 Allmänt**

De bestånd som kom med i urvalet för utvärderingen av de tolkade beståndsvariablerna utgör också de bestånd som har utvärderats med avseende på givna åtgärdsförslag.

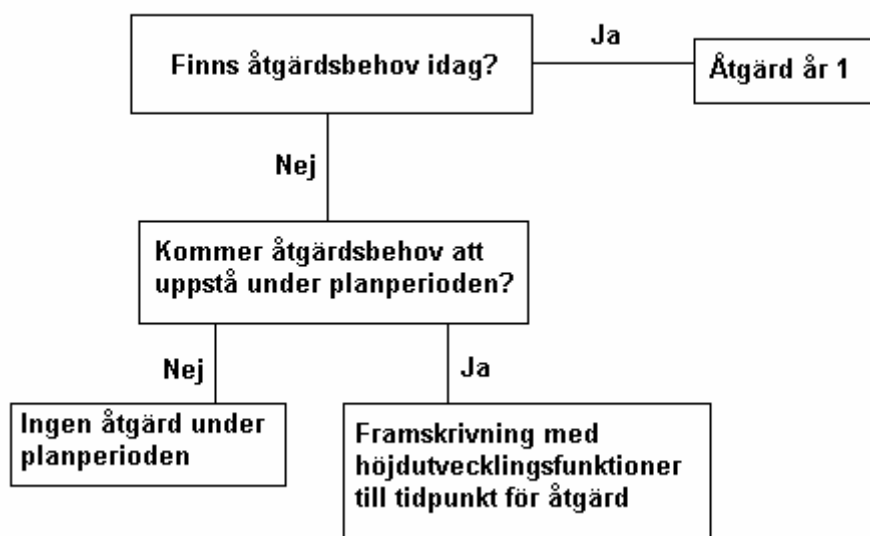
Jämförelser och bedömning av korrekthet har skett gentemot Bergvik Skogs röjningsriktlinjer, prioriteringsstöd för eftersatta bestånd respektive gallringsmall (t.ex.



Granqvist & Pettersson 2007). Dessa skötselriktlinjer betonar det enskilda trädets utvecklingsmöjligheter och att hänsyn ska tas till luckighet och ojämnhet i beståndet. Detta har gjorts genom ett påslag på flygbildstolkat och kontrollinventerat stamantal om 10 respektive 25 % då ett bestånd har bedömts tillhöra klass 1 eller 2 i luckighet. För varje bestånd har fyra olika åtgärdsförslag identifierats, enligt de fyra olika metoderna nedan:

- Metod 1.** Det vid tolkningen angivna åtgärdsförslaget
- Metod 2.** Det utifrån tolkade beståndsmedelvärden (enligt ovanstående riktlinjer) korrekta åtgärdsförslaget
- Metod 3.** Det utifrån kontrollinventerade beståndsmedelvärden (enligt ovanstående riktlinjer) korrekta åtgärdsförslaget
- Metod 4.** Det utifrån både flygbildstolkade och kontrollinventerade värden, och med stöd av observationer i fält och ortofoto, av författaren givna åtgärdsförslaget

Arbetsgången för åsättande av åtgärdsförslag visas i figur 2.4 nedan. Vid de båda frågeställningarna har gallringsmallen, röjningsriktlinjerna och prioriteringsstödet för eftersatta bestånd använts som beslutsstöd.



**Figur 2.4** Schematisk bild över hur åtgärdsförslag gavs i studien. Arbetsgången var likadan vid åsättande av åtgärdsförslag enligt samtliga fyra metoder.

*Figure 2.4 Schematic illustration of assessment of silvicultural management suggestions in the study. A similar workflow was used for all four methods for suggesting silvicultural management actions.*

Åtgärdstidpunkten enligt metod 1 ovan är angiven i klasser om åtgärd om 1, 5, 10 eller 15 år respektive ingen åtgärd inom planeringsperioden. För att kunna jämföra åtgärd enligt metod 1 med de andra metoderna har även åtgärdstidpunkt enligt metod 2 – 4 satts i samma klasser. Antalet år till åtgärd enligt klassbeteckningarna utgör då egentligen ett slags klassmitt. Den första åtgärdstidpunktsklassen, ”år 1”, omfattar alltså åtgärder som ska genomföras från och med år 0 till år 2,49, den andra klassen år 2,5 till år 7,49 osv.

De enligt metod 1 angivna åtgärdsförslagen gäller i en del fall hela beståndsarealen och i andra fall delar av den. Enligt riktlinjerna för nyindelning skulle beskrivningsenheter skapas med en minsta areal och ett åtgärdsförslag normalt gällande hela beskrivningsenheten (avsnitt 1.4.1), så att åtgärdsobjektet geografiskt sammanfaller med beskrivningsenheten. Under arbetet med flygbildstolkningen lättades denna regel upp så att åtgärder fick genomföras i delar av beskrivningsenheter även större än den undre arealgränsen vid nyindelning, om nästa efterföljande åtgärd kom att gälla hela beståndet.

Åtgärdsförslag på delar av beskrivningsenhetsarealen förekommer därför i ett antal fall bland de 60 kontrollinventerade bestånden, se avsnitt 3.4. Behovet av åtgärder på delar av beståndsarealen speglas inte alltid av de beståndsvisa medelvärden för t.ex. stamantal och höjd som ligger till grund för åtgärdsförslagen enligt metod 2 och 3. I de fall åtgärder har satts enligt dessa metoder gäller de därför hela beståndsarealen, och jämförelser mellan metod 1 och dessa två metoder blir alltså inte alltid helt rättvisande.

Varje bestånd har bedömts förutsättningslöst i metoderna 2 – 4, alltså åsättande av åtgärdsförslag har startat från första steget i figur 2.4 för varje ny metod.

Bestånd för bestånd har sedan skillnader mellan de olika förslagen jämförts, både vad gäller åtgärdstyp och åtgärdstidpunkt för åtgärdstypen gallring. De fall där åtgärder enligt metod 1 avviker från någon av de jämförande metoderna har undersökts efter avvikelser och korrelationer i skillnaden mellan flygbildstolkade och kontrollinventerade värden, samt efter utmärkande beståndsdrag (t.ex. dominerande trädslag). Resultatet av jämförelsen presenteras längre fram i rapporten i form av löptext, tabeller och stapeldiagram.

### **2.2.2 Røjning**

Av de 60 bestånd som kontrollinventerades hade endast ett av dem en flygbildstolkad höjd under 2 m. Detta bestånd saknade dessutom røjningsbehov, då det var glest och luckigt. Något fall där höjd för ordinarie ungsogrøjning behövde inväntas fanns alltså inte med bland de 60 bestånden. De røjningar som har föreslagits enligt de olika metoderna handlar i stället om eftersatta sådana, och för dessa är åtgärdstidpunkten i de allra flesta fall omedelbart. Utvärdering av någon senare tidpunkt för røjning har därför inte skett.

### **2.2.3 Gallring**

Bergvik Skogs gallringsmall (bilaga 4) bygger på övre höjd och stamantal. Endast ett diagram för samtliga ståndortsindex och trädslag behövs, vilket ger en lättare hantering av åtgärdsförslag för olika bestånd. Ett bestånd som har røjts enligt riktlinjerna blir aktuellt för gallring när det passerar eller befinner sig ovanför en linje i diagrammet. Att föreslå en tidpunkt för gallring handlar således om att skriva fram den övre höjdens utveckling till den höjd då gallringsbehov uppstår, vilket beror på stamantalet. Vid en övre höjd om 15 m ska dock första gallring ha ägt rum i alla bestånd med minst 1000 stammar/ha.

I bestånd där gallring varit aktuell enligt någon av metoderna 2 eller 3 har den övre höjden beräknats genom ett schablonmässigt påslag på, enligt respektive metod uppmätt, grundtevägd medelhöjd om 10 %.

Funktioner för den övre höjdens utveckling (Elfving & Kiviste 1997, Elfving 2003, Eriksson 1997) har använts för att skriva fram höjdutvecklingen från dagens övre höjd till den övre höjd då åtgärdsbehovet inträder. Metoden bygger på antagandet att kalibrerat SI för varje bestånd är korrekt och att beståndets övre höjd följer den övre höjdens utveckling för detta SI. Avvikelser från dessa antaganden finns givetvis, men detta är åtminstone en

konsekvent metod utan subjektiva moment. Arbetsgången för att ange tidpunkt för gallring, givet att gallringsbehovet redan har observerats (antingen genom observation i gallringsmallen eller vid kontrollinventeringstillfället), har då varit följande:

1. Utläsning av övre höjd då gallringsbehov inträder enligt diagrammet i gallringsmallen, utifrån stamantal enligt respektive metod
2. Beräkning av beståndets totala ålder då övre höjden för åtgärdsbehov enligt steg 1 ovan inträder, utifrån kalibrerat SI för beståndet samt dominerande trädslag
3. Beräkning av beståndets totala ålder idag enligt kontrollinventerad övre höjd, kalibrerat SI för beståndet samt dominerande trädslag
4. Beräkning av antal år till gallringsbehov genom att subtrahera resultatet av punkt 2 ovan från resultatet av punkt 3 ovan.

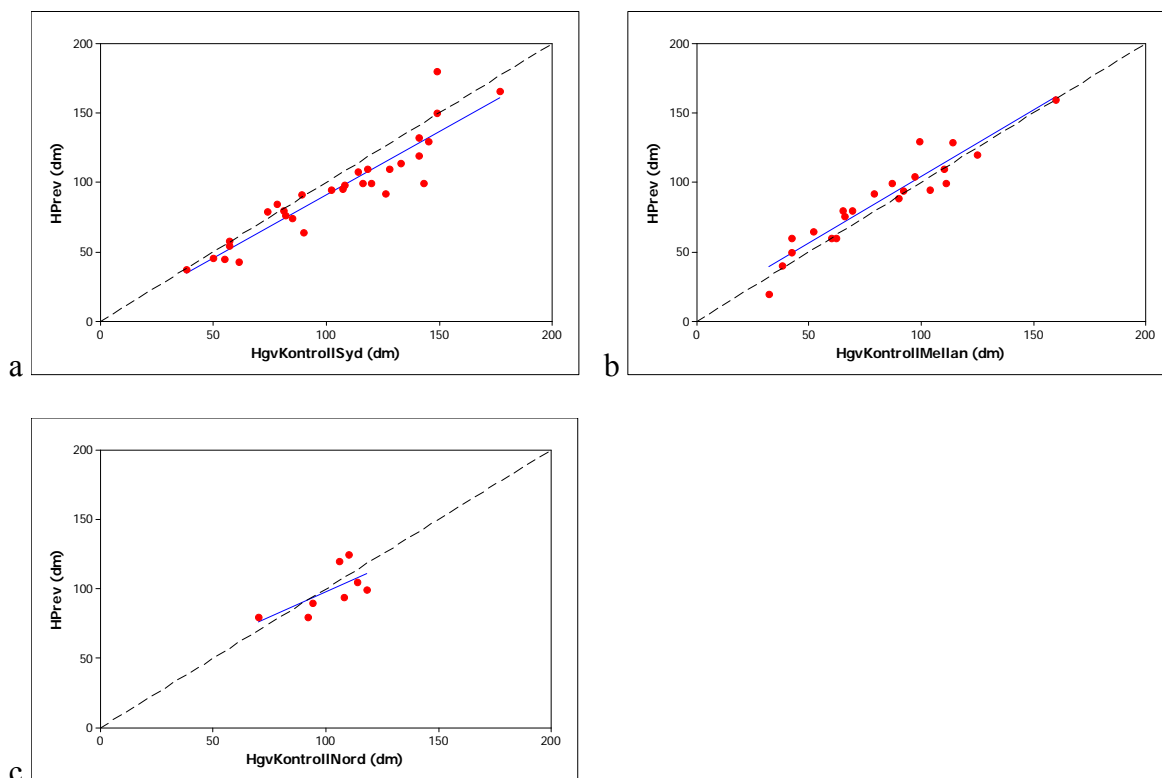
Vid bestämning av dominerande (egentligen vanligast förekommande) trädslag har genomgående den kontrollinventerade trädslagsfördelningen använts. De två förekommande fallen av contortaandelar har hanterats genom att de har slagits ihop med tallandelen i respektive bestånd. Detta har gjorts dels eftersom contortan inte gick att urskilja med säkerhet vid flygbildstolkningen, och en tolkad förekomst av contorta inte alltid har återfunnits i bestånden. Dels då contortan i endast ett bestånd var det vanligaste trädslaget, och där befanns åtgärdsbehovet enligt metod 1 överensstämma med det enligt såväl metod 2 som 4 när funktionen för tallens ÖH-utveckling användes.

## 3 Resultat

### 3.1 Beskrivande data

#### 3.1.1 Medelhöjd

Figur 3.1 visar resultatet av kontrollinventeringen jämfört med flygbildstolkningen för samtliga 60 kontrollinventerade bestånd, uppdelat på delområden. I tabell 3.1 nedan visas resultatet av beräkningar enligt formel (3), (4) och (5), som finns beskrivna i metoddelen.



**Figur 3.1** Tolkad höjd ( $H_{Prev_i,j}$ ) gentemot kontrollinventerad höjd ( $H_{Kontroll_i,j}$ ) för Syd (a,  $n = 30$ ), Mellan (b,  $n = 22$ ) och Nord (c,  $n = 8$ ). Trendlinje (heldragen) och  $H_{Prev_i,j} = H_{Kontroll_i,j}$  (streckad).

**Figure 3.1** Interpreted ( $H_{Prev_i,j}$ ) and control measured height ( $H_{Kontroll_i,j}$ ) for South (a,  $n = 30$ ), Middle (b,  $n = 22$ ) and North (c,  $n = 8$ ). Trendline (whole) and  $H_{Prev_i,j} = H_{Kontroll_i,j}$  (dashed).

Jämförelse mellan de olika delområdena visade att höjddifferenserna i Syd och Mellan var statistiskt säkerställt olika. Nords differens inte gick att särskilja från varken Syd eller Mellan med statistisk säkerhet, men eftersom dessa två områden ändå behandlades åtskilda från varandra fick även Nord utgöra en egen delpopulation vid vidare analys.  $b$ -koefficienterna för trendlinjerna i figur 3.1 ovan kan inte i någon av delfigurerna skiljas från 1 med statistisk säkerhet, dvs. ingen trend är statistiskt säkerställd.

Materialet med höjddifferenser för alla trädslag (beståndsmedelhöjd) delades in efter flygbildstolkat dominerande trädslag och endast där gran var dominerande kunde en differens som var säkert skild från 0 påvisas, i detta fall en underskattning av höjden. Detta skiljer sig från observationen om en genomsnittligen överskattad granhöjd för alla bestånd i tabell 3.1 nedan.

**Tabell 3.1** Tolkad och kontrollinventerad medelhöjd, differensen dem emellan samt dess standardavvikelse för olika och alla trädslag inom bestånd, uppdelat på delpopulationer

*Table 3.1 Interpreted and control measured mean height, the differences between them and its standard deviation, considering different and all tree species (stand mean height), divided into subpopulations*

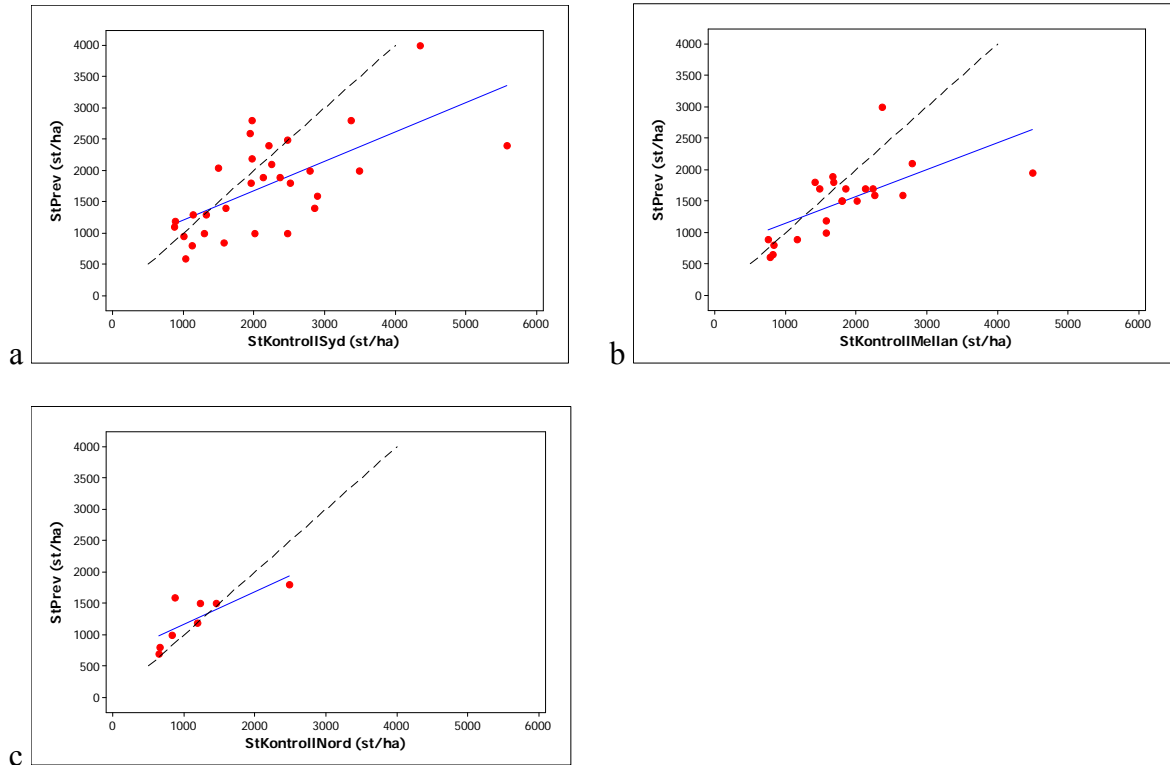
(Del-)population		$n$	$\overline{H}_{Prev_j}$ (dm)	$\overline{H}_{Kontroll_j}$ (dm)	$\overline{H}_{diff_j}$ (dm)	$s_{H_{Diff_j}}$ (dm)	$srel_{H_{Diff_j}}$
Alla trädslag	Syd	30	94	104	-9,4***	13,6	14,4%
	Mellan	22	87	82	5,4**	10,5	12,1%
	Nord	8	99	102	-2,3	13,3	13,4%
	Klavat	36	111	116	-4,5*	15,9	14,3%
	Stamräknat	24	64	65	-0,8	10,7	16,7%
	Alla delområden	60	92	95	-3,0	14,1	15,3%
Tall	Syd	29	95	107	-11,9***	14,0	14,7 %
	Mellan	20	86	87	-0,6	12,3	14,3 %
	Nord	8	99	105	-6,0	14,5	14,6 %
	Alla delområden	57	93	99	-6,9**	14,1	15,2 %
Gran <sup>1</sup>	Syd	18	93	99	-6,2	24,4	26,2 %
	Mellan	15	100	86	12,5**	21,6	21,6 %
	Nord	2	85	99	-13,5	51,6	60,7 %
	Alla delområden	35	96	94	1,5	25,5	26,6 %
Löv	Syd	22	84	99	-14,7**	24,3	28,9 %
	Mellan	19	89	75	14,2**	16,4	18,4 %
	Nord	5	90	84	7,3	15,5	17,2 %
	Alla delområden	46	87	87	-0,6	24,4	28,0 %

<sup>1</sup>16 kontrollinventerade granhöjder har strukits ur materialet för jämförelsen i tabellen här ovan, då ingen tolkad granhöjd har funnits att jämföra med för de aktuella bestånden. Den genomsnittliga kontrollinventerade höjden i dessa strukna bestånd är statistiskt säkerställt lägre än den för de kvarvarande 35 granhöjderna. Medelvärdet av kontrollinventerad medelhöjd i tabellen är alltså högre än den verkliga genomsnittliga kontrollinventerade granhöjden.

Resultaten från de utförda regressionsanalyserna syns i bilaga 1 i form av regressionsfunktioner och residualplottar från Minitab. Kortfattat tycks i Syd inversen på stamantalet ha påverkat såtillvida att vid högre stamantal har tolkad höjd legat närmare kontrollinventerad höjd, dvs. höjden har underskattats mer vid lägre stamantal. Ökande H100T innebar även det ökande underskattning, medan ökande ålder medför minskande underskattning av höjden. I Mellan har antalet flygbildstolkade tallstammar (*PrevTall*) en påverkan på höjddifferensen, och i Nord likaså stamantalet (*Tetthet*). Koefficienterna för dessa variabler är alla signifikanta på 5%-nivån.

### 3.1.2 Stamantal

Figur 3.2 nedan visar det kontrollinventerade respektive flygbildstolkade stamantalet i samtliga 60 bestånd, fördelat på delområden. Trendlinjerna som ses är i samtliga fall statistiskt säkerställda.



**Figur 3.2** Tolkat stamantal ( $N_{Prev_i,j}$ ) gentemot kontrollinventerat stamantal ( $N_{Kontroll_i,j}$ ) för Syd (a,  $n = 30$ ), Mellan (b,  $n = 22$ ) och Nord (c,  $n = 8$ ). Trendlinje (heldragen) och  $N_{Prev_i,j} = N_{Kontroll_i,j}$  (streckad).

**Figure 3.2** Interpreted ( $N_{Prev_i,j}$ ) and control measured number of stems ( $N_{Kontroll_i,j}$ ) for South (a,  $n = 30$ ), Middle (b,  $n = 22$ ) and North (c,  $n = 8$ ). Trendline (whole) and  $N_{Prev_i,j} = N_{Kontroll_i,j}$  (dashed).

I tabell 3.2 presenteras resultaten av beräkningarna enligt formlerna (3 – 5). Vid regressionsanalys för att förklara differenserna nedan valdes att behandla bara två delpopulationer, en bestående av Syd och Mellan samt en egen delpopulation för Nord.

**Tabell 3.2** Tolkat och kontrollinventerat stamantal, differensen dem emellan samt dess standardavvikelse, för olika delområden och inventeringsmetoder

*Table 3.2 Interpreted and control measured number of stems, the difference between them and its standard deviation, considering different subpopulations*

Population	$n$	$\overline{N}_{Prev_j}$ (st/ha)	$\overline{N}_{Kontroll_j}$ (st/ha)	$\overline{N}_{Diff_j}$ (st/ha)	$s_{N_{Diff_j}}$ (st/ha)	$srel_{N_{Diff_j}}$
Syd	30	1758	2162	-404**	809	46.0%
Mellan	22	1505	1822	-317**	638	42.4%
Nord	8	1263	1169	94	391	31.0%
Klavat	36	1284	1536	-252***	501	39.1%
Räknat	24	2073	2459	-386*	958	46.2%
Alla	60	1599	1905	-306***	715	44.7%

För delpopulationen bestående av Mellan och Syd var det svårt att hitta andra förklarande variabler än H100T, som tycktes ha en positiv inverkan på differensen. Med ökande H100T minskar alltså underskattningen av stamantalet.

Verklig, kontrollinventerad lövandel har någonting att säga om stamantalsdifferensen, såtillvida att en ökande kontrollinventerad lövandel ger en ökande underskattning av stamantalet. Tolkad lövandel är dock inte förklarande av stamantalsdifferensen.

I Nord finns ingen annan förklarande variabel till stamantalsdifferensen än kontrollinventerad tall- och lövandel. Samma problematik som ovan, att den sanna trädslagsfördelningen inte är känd, gäller även denna differens.

Stamantalsdifferensens skillnad från 0 kunde ej statistiskt säkerställas i gran- och contortadominerade bestånd (baserat på flygbildstolkad trädslagsfördelning).

### 3.1.3 Virkesförråd i Fagus

Virkesförrådet i Fagus överensstämmer genomsnittligen mycket väl med verkligheten, se tabell 3.3. Underskattningar av virkesförrådet förekommer framför allt i Syd, och överskattningar förekommer framför allt i Mellan och Nord (figur 3.3, a – c).

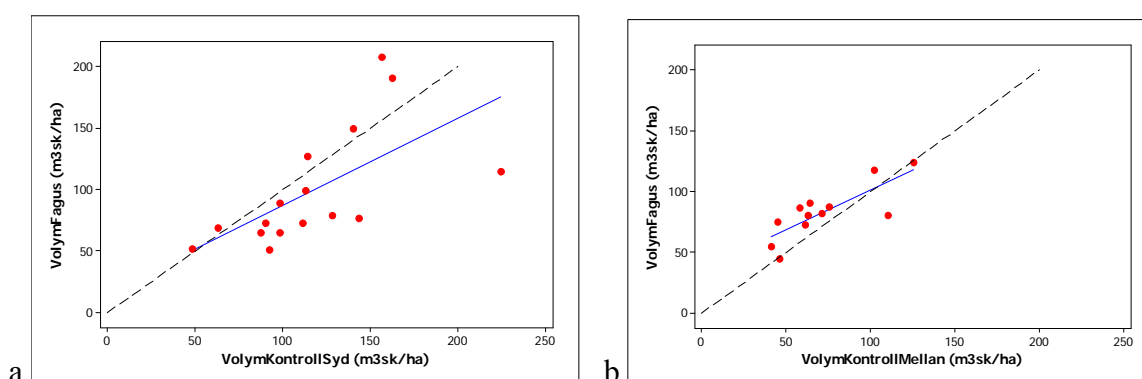
**Tabell 3.3** Virkesförråd i Fagus, kontrollinventerat virkesförråd, differensen dem emellan samt dess standardavvikelse

**Table 3.3** Volume in Fagus, control measured volume, the difference between them and its standard deviation

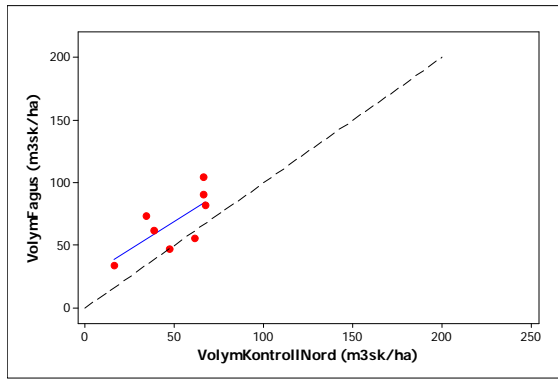
		<i>n</i>	$\overline{Vol}_{Fagus_j}$ (m <sup>3</sup> sk/ha)	$\overline{Vol}_{Kontroll_j}$ (m <sup>3</sup> sk/ha)	$\overline{Vol}_{Diff_j}$ (m <sup>3</sup> sk/ha)	$s_{Vol_{Diff_j}}$ (m <sup>3</sup> sk/ha)	$srel_{Vol_{Diff_j}}$
Totalt virkesförråd, delområde	Syd	16	98,90	116,7	-17,75*	38,92	39,4 %
	Mellan	12	83,33	71,75	11,58**	16,26	19,5 %
	Nord	8	68,88	49,38	19,50**	16,27	23,6 %
	Alla	36	87,05	86,75	0,30	32,59	37,4 %
Virkesförråd per trädslag (vid förekomst)	Tall	36	62,5	52,9	9,58**	27,8	44,5 %
	Gran	31	18,4	25,4	-6,94**	17,1	92,9 %
	Löv	35	7,6	11,9	-4,34**	11,4	150 %

Volymdifferensen i Syd uppvisar en stark korrelation (korrelationskoefficientens värde är 0,62 och dess p-värde 0,011) med höjddifferensen, se figur 3.4 nedan för ett exempel på hur en sådan korrelation ser ut. Motsvarande korrelation gentemot stamantalsdifferensen går inte att påvisa. Volymdifferensen för Syd uppvisar därutöver endast en korrelation med beståndsålder, hämtad från Fagus. Volymdifferensen i Mellan uppvisar ingen korrelation med stamantals- eller höjddifferens, eller någon annan variabel.

Volymdifferensen i Nord uppvisar starka korrelationer mot höjddifferensen och beståndsåldern, samt även tall- och lövandel. På grund av det relativt lilla materialet om 8 bestånd är dock dessa samband osäkra.





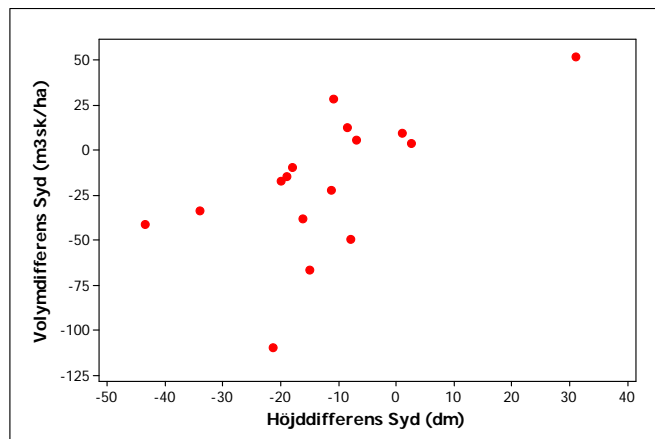


C

**Figur 3.3** Beräknad volym ( $Vol_{Fagus_{i,j}}$ ) gentemot kontrollinventerad volym ( $Vol_{Kontroll_{i,j}}$ ) för Syd (a,  $n = 16$ ), Mellan (b,  $n = 12$ ) och Nord (c,  $n = 8$ ). Trendlinje (heldragen) och  $Vol_{Fagus_{i,j}} = Vol_{Kontroll_{i,j}}$  (streckad).

**Figure 3.3** Calculated ( $Vol_{Fagus_{i,j}}$ ) and control measured volume ( $Vol_{Kontroll_{i,j}}$ ) for South (a,  $n = 16$ ), Middle (b,  $n = 12$ ) and North (c,  $n = 8$ ). Trendline (whole) and  $Vol_{Fagus_{i,j}} = Vol_{Kontroll_{i,j}}$  (dashed).

Ingen av trendlinjerna i figur 3.3a-c är med statistisk säkerhet skild från 1, dvs. inga trender kan ses.



**Figur 3.4** Volymdifferenser ( $Vol_{Diff_{i,j}} = Vol_{Prev_{i,j}} - Vol_{Kontroll_{i,j}}$ ) gentemot höjddifferenser ( $H_{Diff_{i,j}} = H_{Prev_{i,j}} - H_{Kontroll_{i,j}}$ ) i Syd ( $n = 16$ ).

**Figure 3.4** Difference in volume ( $Vol_{Diff_{i,j}} = Vol_{Prev_{i,j}} - Vol_{Kontroll_{i,j}}$ ) compared with difference in height ( $H_{Diff_{i,j}} = H_{Prev_{i,j}} - H_{Kontroll_{i,j}}$ ) for South ( $n = 16$ ).

### 3.1.4 Medeldiameter i Fagus

Genomsnittliga medeldiametrar samt differenser för de klavade bestånden visas i tabell 3.4 nedan.

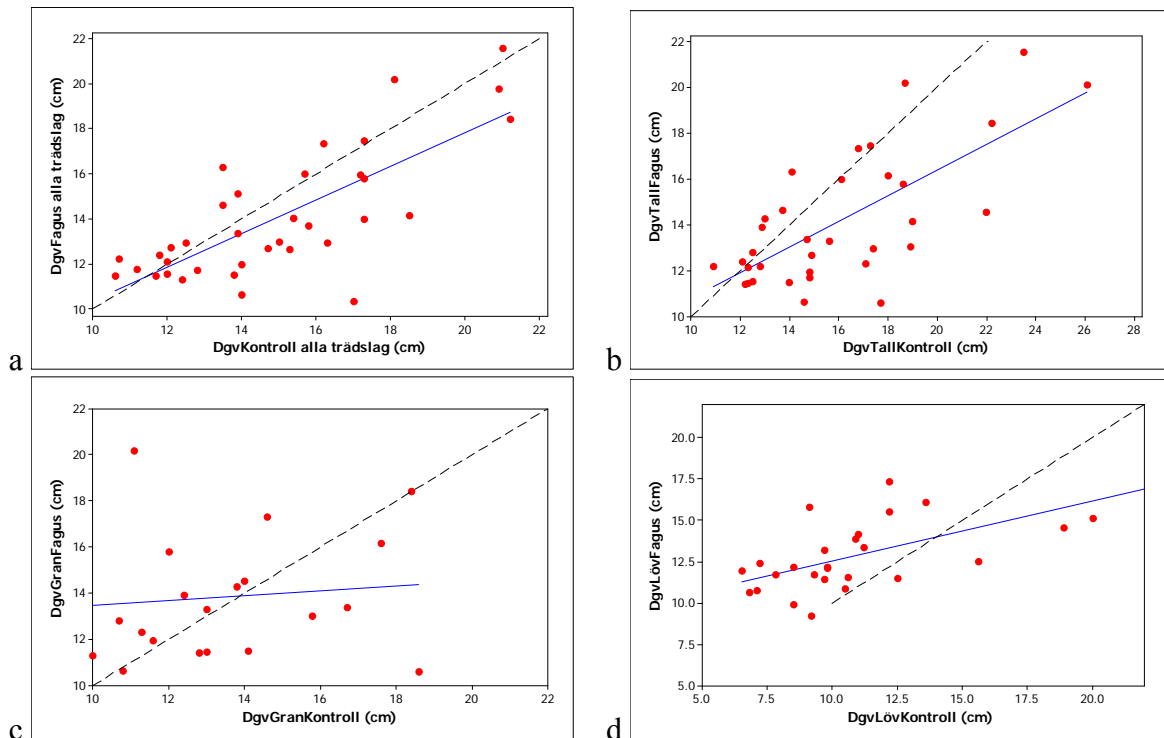
**Tabell 3.4** Grundtyevägd medeldiameter (över trädslag och delområden) i Fagus, kontrollinventeringen samt differensen dem emellan och dess standardavvikelse

*Table 3.4 Basal area weighted mean diameter (considering tree species and subpopulations) in Fagus, the control measurement, the difference between them and its standard deviation*

Trädslag	Delområde	<i>n</i>	$\overline{Dgv}_{Fagus_j}$ (cm)	$\overline{Dgv}_{Kontroll_j}$ (cm)	$\overline{Dgv}_{Diff_j}$ (cm)	$s_{Dgv_{Diff_j}}$ (cm)	$srel_{Dgv_{Diff_j}}$
Alla trädslag	Syd	16	14,6	16,2	-1,54**	2,12	14,5 %
	Mellan	12	14,0	14,0	-0,07	1,57	11,2 %
	Nord	8	13,0	13,7	-0,73	1,99	15,3 %
	Alla	36	14,0	14,9	-0,87**	1,98	14,1 %
Tall	Syd	16	14,72	17,41	-2,68***	2,93	19,9 %
	Mellan	10	14,22	14,94	-0,72	1,82	12,8 %
	Nord	8	12,95	14,53	-1,57	2,37	18,3 %
	Alla	34	14,16	16,00	-1,85***	2,59	18,3 %
Gran <sup>1</sup>	Syd	11	14,07	13,62	0,45	4,83	34,6 %
	Mellan	11	13,97	12,53	1,44	3,31	23,7 %
	Nord	2	11,10	9,85	1,25	1,99	17,9 %
	Alla	24	13,78	12,80	0,97	3,92	28,4 %
Löv	Syd	11	12,66	12,33	0,34	3,10	24,5 %
	Mellan	11	13,78	11,11	2,68**	3,22	23,4 %
	Nord	5	11,91	8,72	3,19**	1,60	13,4 %
	Alla	27	12,98	11,16	1,82***	3,11	24,0 %

<sup>1</sup> Vid beräkning av grandiameterdifferensen ovan ströks kontrollinventerade observationer i 8 bestånd, p.g.a avsaknad av grandiametrar i Fagus. Dessa 8 bestånd hade en statistiskt säkerställd lägre kontrollinventerad grandiameter än de övriga 24 bestånden, varför den genomsnittliga grandiameter enligt kontrollinventeringen i tabellen ovan är högre än den verkliga genomsnittliga grandiameter enligt kontrollinventeringen. Differenserna för de enskilda bestånden är dock opåverkade.

Grundtyevägd medeldiameter för alla trädslag samt de olika trädslagen undersöks efter trender gentemot beräknad diameter i figur 3.5 nedan.



**Figur 3.5** Beräknad grundtyevägd medeldiameter ( $D_{gv\ Fagus_{i,j}}$ ) gentemot kontrollinventerad medeldiameter ( $D_{gv\ Kontroll_{i,j}}$ ) för alla trädslag (a,  $n = 36$ ), tall (b,  $n = 34$ ), gran (c,  $n = 24$ ) och löv (d,  $n = 27$ ). Trendlinje (heldragen) och  $D_{gv\ Fagus_{i,j}} = D_{gv\ Kontroll_{i,j}}$  (streckad).

**Figure 3.5** Calculated ( $D_{gv\ Fagus_{i,j}}$ ) and control measured basal weighted mean diameter ( $D_{gv\ Kontroll_{i,j}}$ ) for all tree species (a,  $n = 36$ ), pine (b,  $n = 34$ ), spruce (c,  $n = 24$ ) and deciduous (d,  $n = 27$ ). Trendline (whole) and  $D_{gv\ Fagus_{i,j}} = D_{gv\ Kontroll_{i,j}}$  (dashed).

Diameterdifferensen för alla trädslag är statistiskt säkerställt korrelerad mot flygbildstolkat stamantal, stamantalsdifferens och höjddifferens. Högre tolkat stamantal ger en ökad underskattning av medeldiametern för alla trädslag. Korrelationen mot höjddifferens är densamma som för trädslagen i styckena nedan, att en underskattad höjd ger en underskattad medeldiameter.

Differensen för talldiameter är statistiskt säkerställt korrelerad mot flygbildstolkat stamantal, så att ett högre stamantal ger en ökad underskattning av talldiametern. Ökad höjddifferens, alltså alltmer överskattade höjder vid tolkningen, leder till minskad talldiameterdifferens.

Grandiameterdifferensen är med statistisk säkerhet korrelerad mot ålder samt höjd och stamantal från flygbildstolkningen. Ökad ålder och ökad höjd ger ökad överskattning av grandiametern, medan ökat stamantal ger en minskad överskattning av grandiametern.

Lövdiameterdifferensen är statistiskt säkerställt korrelerad mot SI och höjddifferens. Ökande SI ger minskande överskattning av lövdiametern, och ökande höjddifferens ger ökande överskattning av lövdiametern.

Samtliga trendlinjer som ses i figur 3.5 ovan är statistiskt säkerställda, dvs. deras  $b$ -värden är skilda från 1. Samtliga trender pekar också på en allt större underskattning av medeldiametern i Fagus med större kontrollinventerad medeldiameter

En liten analys av material från företagstaxeringen gjordes som jämförelse. För 22 bestånd där kontrollinventerad diameter fanns till hands gjordes samma undersökning som i detta avsnitt ovan, dock utan uppdelning på delområden. Denna lilla undersökning visade på statistiskt säkerställd underskattning av talldiameter och medeldiameter för alla trädslag, samt överskattning av lövdiametern. Grandiameterdifferensen är ej statistiskt säkerställt skild från 0. Detta överensstämmer i stort med resultaten i tabell 3.4.

### 3.1.5 Medeldiameter – utvärdering av bakomliggande funktion

Utöver jämförelsen i föregående avsnitt har också en utvärdering av själva funktionen för beräkning av medeldiameter utifrån medelhöjd och stamantal gjorts, se avsnitt 2.1.5.3.

**Tabell 3.5** Grundtytevägd medeldiameter enligt den enkla funktionen, med kontrollinventerade värden på stamantal och medelhöjd som oberoende variabler i funktionen, samt kontrollinventerad medeldiameter. Därefter differensen dem emellan och dess standardavvikelse

*Table 3.5 Basal area weighted mean diameter according to the simple function, with control measured number of stems and mean height as independent variables in the function, and control measured mean diameter. Thereafter the difference between them and its standard deviation*

	$n$	$D_{gv\_Funktion\_j}$ (cm)	$D_{gv\_Kontroll\_j}$ (cm)	$D_{gv\_Diff\_j}$ (cm)	$s_{D_{gv\_Diff\_j}}$ (cm)	$srel_{D_{gv\_Diff\_j}}$
Alla trädslag	36	13,9	14,9	-1,05***	1,27	9,1 %
Tall	35	14,1	16,2	-2,06***	2,35	16,7 %
Gran	30	13,0	12,2	0,42	2,07	15,9 %
Löv	35	12,8	11,3	1,56***	2,41	18,8 %

Antalet observationer för de olika trädslagen i tabell 3.5 skiljer sig från detsamma i tabell 3.4 eftersom värdena i tabell 3.5 endast bygger på kontrollinventerade värden, medan alla observationer i tabell 3.4 förutsätter förekomst av ett trädslag i såväl flygbildstolkningen som kontrollinventeringen.

Diameterdifferensen för alla trädslag är statistiskt säkerställt korrelerad med H100T samt antalet granstammar och det totala stamantalet. I alla tre fallen ger en ökning av den oberoende variabeln en ökande underskattning av diametern i Fagus. En möjlig trend till minskad underskattning med ökande medeldiameter kan skönjas, denna är dock inte statistiskt säkerställd.

Talldiameterdifferensen uppvisar säkerställda korrelationer med ålder och H100T. Detta är förmodligen bara sekundära effekter av dessa variablers korrelationer med stamantal och höjd. Stamantalet och höjden är båda negativt korrelerade med talldiameterdifferensen, så att ökningarna i stamantal respektive höjd ger en ökad underskattning av talldiametern. Dessa korrelationer har dock lite för höga  $p$ -värden för att vara alldeles säkerställda (0,151 resp. 0,139). Någon trend till ökad underskattning av diametern med ökande diameter syns inte.

Grandiameterdifferensen är korrelerad mot stamantalet, tallandelen och granandelen. Ökat stamantal ger minskande överskattning av grandiametern med den enkla funktionen. Ökande granandel ger tillika en minskande överskattning av grandiametern, medan ökande tallandel ger en ökande överskattning av grandiametern.

Överskattningen av lövdiametern är korrelerad med H100T samt tall- och lövandel. Dessa oberoende variabler har också en inbördes korrelation mellan sig. Överskattningen av lövdiametern minskar med både ökande H100T och ökande lövandel i avdelningen.

### 3.1.6 Trädslagsfördelning

Det kontrollinventerade värdet på trädslagsfördelningen har olika bakgrund beroende på inventeringsmetod. För den klavade delpopulationen är det andel av volym som utgör trädslagsfördelning, men för den stamräknade delpopulationen baseras den på andel av stamantal. De kontrollinventerade värdena har jämförts med de flygbildstolkade. I tabell 3.6 och figur 3.6 redovisas några fakta kring detta.

**Tabell 3.6** Feltolkad förekomst av trädslag (flygbildstolkning jämfört med kontrollinventering), genomsnittlig differens (enligt formel (3)) trädslagens andelar emellan samt standardavvikelse för differensen

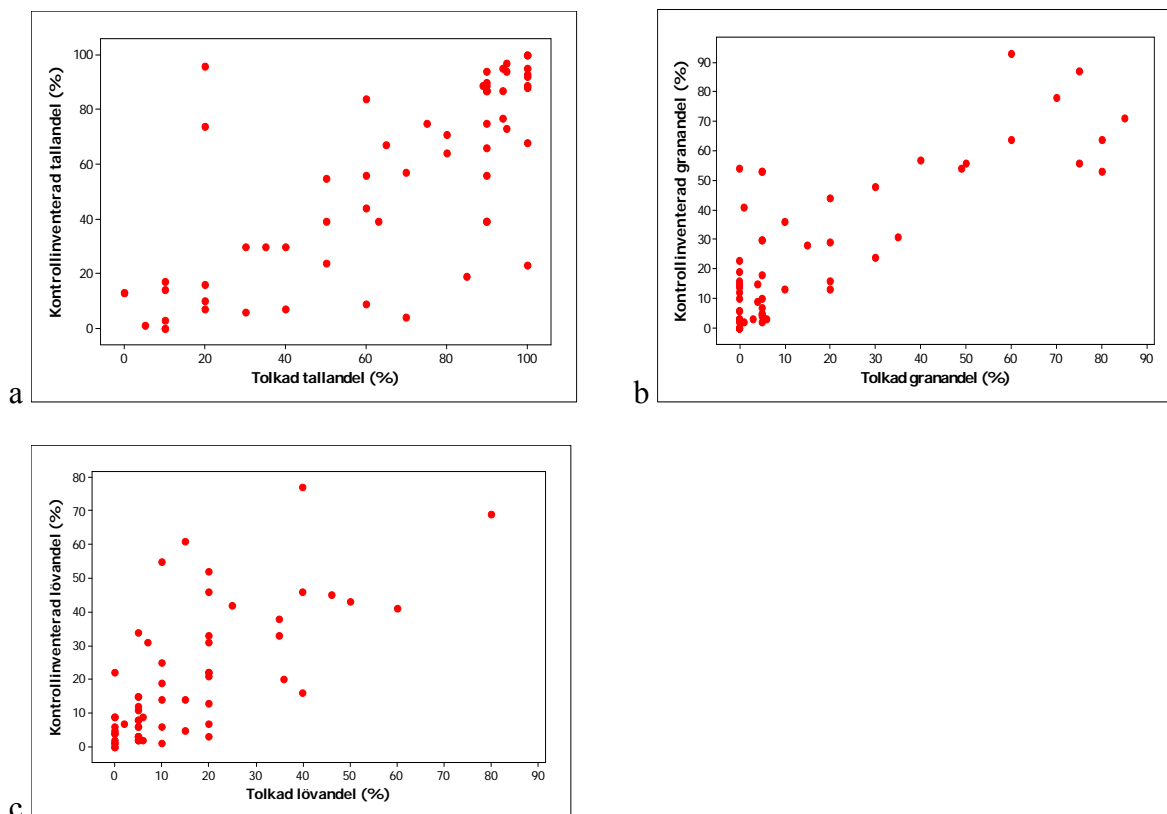
*Table 3.6 Faulty interpretation of occurrence of tree species (aerial photo interpretation compared to control measurement), mean difference between the tree species' shares (according to formula (3)) and standard deviation for the difference*

Trädslag	Ej tolkat trots förekomst, antal	Tolkat trots ingen förekomst, antal	Genomsnittlig differens, procentenheter	Standardavvikelse differens, procentenheter
Tall	2	2	10,2	24,2
Gran	14	0	-8,1	15,4
Löv	10	0	-4,6	14,0
Contorta	0	3	-	-

I hela 26 fall (i 60 bestånd) har tolkaren ej angivit ett trädslag som faktiskt finns i beståndet. I fyra av dessa fall är förekomsten under 2,5 % av faktisk trädslagsfördelningen, varav tre är löv. Små andelar av löv skulle dock alltid registreras enligt riktlinjerna för inventeringen, varför dessa fel ej är ursäktade. Det sista fallet, en ej registrerad granförekomst som i verkligheten var under 2,5%, kan dock vara ursäktad med hänvisning till riktlinjerna för inventeringen (avsnitt 1.4.1).

I fem fall har tolkaren angivit ett trädslag som ej har återfunnits i beståndet vid den objektiva inventeringen. Tre av dessa fall är contortatall, vilken tidigare har konstaterats vara svår att urskilja i flygbilderna. Dessa fall är därför ursäktade. De två fallen med tall som har registrerats felaktigt handlar båda om 10 % tallförekomst. Det är inte omöjligt att tall har funnits i bestånden men inte registrerats i den objektiva inventeringen.

Beräkning av genomsnittlig poäng enligt det system som omnämns i avsnitt 2.1.5.3 har genomförts. Denna blev, efter sammanslagning av tall och contorta, 82 poäng. Poängen är statistiskt säkerställt positivt korrelerad med tolkad höjd samt kontrollinventerad tallandel, och negativt korrelerad med tolkat stamantal samt kontrollinventerad gran- och lövandel.



**Figur 3.6** Flygbildstolkad och kontrollinventerad andel av förekomst av olika trädslag för alla bestånd ( $n = 60$ ) för tall (a), gran (b) och löv (c).  
**Figure 3.6** Interpreted and control measured occurrence percentage for all stands ( $n = 60$ ) for pine (a), spruce (b) and deciduous trees (c).

Tallandelen är statistiskt säkerställt överskattad. Överskattningen ökar med ökande tolkad tallandel. Skillnad mellan inventeringsmetoderna är mycket nära statistiskt säkerställt, med ett p-värde om 0,057. Medelvärdet för skillnaden mellan tolkad och kontrollinventerad trädslagsfördelning är lägre för den klavade delpopulationen än för den stamräknade. Ingen skillnad mellan olika delområden var statistiskt säkerställt.

Granandelen är statistiskt säkerställt underskattad. Enligt flygbildstolkningen är gran det vanligaste trädslaget i 9 bestånd, men enligt kontrollinventeringen rör det sig om hela 14 bestånd. En minskande underskattning med ökande tolkad granandel är statistiskt säkerställt, likaså med tolkad höjd. Skillnad mellan inventeringsmetoderna är statistiskt signifikant på 5%-nivån. I de stamräknade bestånden har granandelen underskattas i högre grad vid flygbildstolkningen. Nord avviker med säkerhet från Mellan och Syd, då differensen mellan tolkad och faktiskt granandel där inte ens med säkerhet är skild från 0.

Lövandelen är statistiskt säkerställt underskattad vid flygbildstolkningen för samtliga bestånd. Trenden med minskande underskattning med ökande tolkad lövandel är mycket nära statistiskt signifikant, med ett p-värde om 0,065. Ingen säker skillnad mellan delområdena kan påvisas. Inte ens en skillnad mellan inventeringsmetoderna är statistiskt säkerställt. Underskattningen av lövandelen minskar med ökande stamantalsdifferens, och minskar med ökande kontrollinventerat stamantal.

## 3.2 Åtgärdsförslag

### 3.2.1 Metod 1 jämfört med metod 2

Denna utvärdering säger hur väl man vid flygbildstolkningens åsättande av åtgärdsförslag (metod 1) har följt sina egna flygbildstolkade beståndsmedelvärden på höjd och stamantal, och tillämpat tillgängliga skötselriktlinjer på ett riktigt sätt (metod 2).

#### 3.2.1.1 Åtgärdstyp

Resultaten av jämförelserna sammanställs i tabell 3.7 nedan. Av de 20 bestånd som rekommenderas till röjning enligt metod 1 återfinns bara sex bestånd som röjningar enligt metod 2. De röjningar som rekommenderats som gallring respektive ingen åtgärd enligt metod 2 är ofta bestånd som ska röjas enligt såväl metod 1 som metod 4 (bästa möjliga åtgärdsförslaget). I sådana bestånd förmår dock inte beskrivande data återspegla röjningsbehovet så att det kan återfinnas med hjälp av röjningsriktlinjerna.

Av de 26 bestånd som rekommenderas till gallring enligt metod 1 återfinns alltså 18 som gallringar även enligt metod 2. Två bestånd rekommenderas till röjning enligt metod 2. Där har man tolkat såväl stamantal som höjd korrekt, och alltså snarare feltillämpat skötselriktlinjerna. Sex bestånd rekommenderas till ingen åtgärd. Där har man vid tolkningen inte förmått uttrycka åtgärdsbehovet i beskrivande data, antingen p.g.a. feltolkningar av beståndsparametrar eller feltillämpningar av skötselriktlinjerna.

Av de 13 bestånd som rekommenderas till ingen åtgärd enligt metod 1 återfinns 12 av dem som ingen åtgärd enligt metod 2. Det trettonde beståndet är en slutavverkning av ett idag ca 80-årigt bestånd. Omvänt har man registrerat en slutavverkning enligt metod 1 av ett gremeniellaskadat bestånd som bör få stå kvar.

**Tabell 3.7** Åtgärdsförslag enligt flygbildstolkningen (metod 1) och flygbildstolkade beståndsmedelvärden samt skötselriktlinjer (metod 2) fördelade på åtgärdstyp

*Table 3.7 Silvicultural management suggestions according to the interpretation (method 1) and interpreted stand values and management guidelines (method 2) considering management type*

Åtgärd enligt metod 2	Åtgärd enligt metod 1				Summa
	Röjning	Gallring	Slutavverkning	Ingen åtgärd	
Röjning	6	2	0	0	8
Gallring	7	18	0	0	25
Slutavverkning	0	0	0	1	1
Ingen åtgärd	7	6	1	12	26
Summa	20	26	1	13	60

Ingen av de grupper med bestånd som har avvikande åtgärder i tabell 3.7 (utanför de grå fälten) ovan har som grupp betraktat någon statistiskt säkerställd korrelation mot feltolkningar av stamantal, höjd, eller trädslagsfördelning, ej heller gentemot trädslagsfördelningen som sådan.

I 36 av 60 bestånd är åtgärderna helt korrekt satta enligt metod 1 jämfört med metod 2. Hela 16 av de 24 felaktiga åtgärderna rör dock åtgärder på delar av beståndsarealen, varför endast 8 bestånd eller 13 % av åtgärderna enligt metod 1 kan klassas som helt felaktiga.

### 3.2.1.2 Åtgärdstidpunkt för gallring

En jämförelse har gjorts för de arton bestånd som enligt de båda metoderna 1 och 2 har rekommenderats till gallring någon gång de närmaste 17,5 åren, enligt tabell 3.7 ovan. I sex av dessa bestånd är åtgärdstidpunkten identisk, men i tolv fall skiljer den sig åt mellan bestånden. Fem av bestånden ska gallras tidigare enligt metod 1 än enligt metod 2, och sju av bestånden ska gallras senare enligt metod 1 än enligt metod 2. Dessa sju bestånd har en korrelation mot tolkad höjd och beståndsålder, såtillvida att det främst är i höga, äldre bestånd som åtgärden föreslagits för sent enligt metod 1. Denna korrelation är statistiskt säkerställd. Fördelningen mellan olika åtgärdsperioder syns i tabell 3.8 nedan.

**Tabell 3.8** Antal år till gallring enligt flygbildstolkningen (metod 1) och flygbildstolkade beståndsmedelvärden samt skötselriktlinjer (metod 2), för de 18 bestånd där åtgärdstypen är gallring enligt såväl metod 1 som metod 2

*Table 3.8* Number of years to thinning according to the interpretation (method 1) and interpreted stand values and management guidelines (method 2), for the 18 stands where the treatment type is thinning both according to method 1 and method 2

Gallringstidpunkt enligt metod 2, antal år bort	Gallringstidpunkt enligt metod 1, antal år bort				
	1	5	10	15	Summa
1	1	1	1	0	3
5	1	0	2	1	4
10	0	4	3	2	9
15	0	0	0	2	2
Summa	2	5	6	5	18

Åtgärderna tycks vara jämnare fördelade över tiden enligt metod 1. Detta styrks även av att fördelningen för hur åtgärderna ej sammanfaller enligt föregående stycke är hyfsat jämn. Inga samband mot höjd- eller stamantalsdifferenser kan ses.

### 3.2.2 Metod 1 jämfört med metod 3

Denna utvärdering jämför hur flygbildstolkningens åtgärdsförslag (metod 1) stämmer överens med åtgärdsförslag utifrån kontrollinventerade beståndsmedelvärden på stamantal och höjd (metod 3). Resultatet säger hur man vid tolkningen har lyckats återspegla de korrekta åtgärdsbehoven enligt skötselriktlinjerna. Metod 3 ger dock bara åtgärdsförslag för hela beståndsarealer.

#### 3.2.2.1 Åtgärdstyp

Resultaten sammanfattas i tabell 3.9 nedan. Av de 20 bestånd som rekommenderas till röjning enligt metod 1 återfinns tio som röjning enligt metod 3. Dessa tio har underskattade stamantal och överskattade tall- och lövandelar, men åtgärden enligt metod 1 är likafullt korrekt. Fyra rekommenderas till röjning trots att inget röjningsbehov föreligger enligt metod 3. I dessa fyra bestånd skiljer sig stamantalsdifferensen från den för övriga 56 bestånd såtillvida att stamantalet är mindre underskattat i de fyra bestånden. I de sex bestånd som rekommenderas till gallring enligt metod 3 finns en korrelation med underskattad höjd, dvs. dessa bestånd har oftare en underskattad höjd än andra bestånd. Alla röjningsförslagen enligt metod 1 i dessa bestånd avser endast delar av bestånden, och i flera fall är efterföljande åtgärd gallring i hela beståndet.



Av de 26 bestånd som rekommenderas till gallring enligt metod 1 återfinns 14 som gallring enligt metod 3. De sex bestånd som rekommenderas till röjning enligt metod 3 har underskattade stamantal och har högre lövandel och lägre tallandel än andra bestånd. De sex bestånd som rekommenderas till ingen åtgärd enligt metod 3 har överskattade stamantal jämfört med övriga 56 bestånd, och har i genomsnitt lägre H100T än andra bestånd. Dessa skillnader är statistiskt säkerställda.

Av de 13 bestånd som rekommenderas till ingen åtgärd enligt metod 1 återfinns 10 som ingen åtgärd enligt metod 3. I de tre bestånd där gallring ska ske enligt metod 3 har stamantalet underskattats vid tolkningen, med följd att dessa bestånd inte har bedömts ha gallringsbehov.

Samma gremeniellaskadade bestånd som föreslagits för slutavverkning tidigare dyker upp även här, och ingen åtgärd är aktuell med kontrollinventerade värden heller.

**Tabell 3.9** Åtgärdsförslag enligt flygbildstolkningen (metod 1) och kontrollinventerade beståndsmedelvärden samt skötselriktlinjer (metod 3) fördelade på åtgärdstyp

*Table 3.9 Silvicultural management suggestions according to the interpretation (method 1) and control measured stand values and management guidelines (method 3) considering management type*

Åtgärd enligt metod 3	Åtgärd enligt metod 1				Summa
	Röjning	Gallring	Slutavverkning	Ingen åtgärd	
Röjning	10	6	0	0	16
Gallring	6	14	0	3	23
Slutavverkning	0	0	0	0	0
Ingen åtgärd	4	6	1	10	21
Summa	20	26	1	13	60

I endast 34 av 60 bestånd överensstämmer åtgärdstypen mellan metod 1 och 3. I 8 av de 26 bestånden med felaktiga åtgärdsförslag är dock åtgärd enligt metod 1 satt på delar av arealen, något som inte är möjligt enligt metod 3. Dessa ”fel” bör därför accepteras, och 42 av 60 bestånd kan sägas vara korrekta. Av alla åtgärder enligt metod 1 är alltså 30 % felaktiga jämfört med metod 3.

### 3.2.2.2 Åtgärdstidpunkt

En jämförelse har gjorts mellan tidpunkt för gallring för de fjorton bestånd som enligt de båda metoderna 1 och 3 har rekommenderats till gallring någon gång de närmaste 17,5 åren, enligt tabell 3.9 ovan. I sju av dessa bestånd är åtgärdstidpunkten identisk, och i sju fall skiljer den sig åt mellan bestånden. Två av bestånden ska gallras tidigare enligt metod 1 än enligt metod 3. Ett av dessa två bestånd visade sig ha ett flygbildstolkat contortainnehåll, och utifrån det underlaget är möjligen åtgärden korrekt satt enligt metod 1 utifrån det underlag flygbildstolkaren hade att fatta beslut på. Tyvärr visade sig detta bestånd inte innehålla contorta i verkligheten, så denna åtgärd är likafullt felaktig.

Fem av bestånden ska gallras senare enligt metod 1 än enligt metod 3. Dessa fem bestånd uppvisar samma mönster som vid jämförelsen mellan metod 1 och 2, att det framförallt är i höga, äldre bestånd som åtgärden infaller för sent enligt metod 1. Fördelningen mellan olika åtgärdsperioder syns i tabell 3.10 nedan.

**Tabell 3.10** Antal år till gallring enligt flygbildstolkningen (metod 1) och kontrollinventerade beståndsmedelvärden samt skötselriktlinjer (metod 3), för de 14 bestånd där åtgärdstypen är gallring enligt såväl metod 1 som metod 3

*Table 3.10* Number of years to thinning according to the interpretation (method 1) and control measured stand values and management guidelines (method 3), for the 14 stands where the treatment type is thinning both according to method 1 and method 3

Gallringstidpunkt enligt metod 3, antal år bort	Gallringstidpunkt enligt metod 1, antal år bort				
	1	5	10	15	Summa
1	2	2	2	0	6
5	1	2	1	0	4
10	0	1	1	0	2
15	0	0	0	2	2
Summa	3	5	4	2	14

Gallringstidpunkten tycks infalla tidigare med metod 3 än metod 1. Detta styrks även av fördelningen för åtgärder vid olika tidpunkter enligt föregående stycke.

I de sju bestånd där åtgärden infaller samtidigt tycks höjden underskattad, och förmodligen ännu mer underskattad än höjden för samtliga 60 bestånd. Ingen skillnad är dock statistiskt säkerställd. Stamantalet är i genomsnitt hyfsat tolkat. I de fem bestånd där metod 1 föreslår åtgärd senare än metod 3 är också höjden statistiskt säkerställt underskattad och skild från noll. I dessa fem bestånd är stamantalet också i genomsnitt något mer underskattat vid flygbildstolkningen, vilket även det påverkar åtgärdstidpunkt för vissa stamantal. Denna skillnad är dock inte statistiskt säkerställd.

I de två bestånd där gallring föreslås tidigare med metod 1 än metod 3 är stamantalet mindre underskattat än i övriga 58 bestånd, och höjden är i genomsnitt överskattad. Inga av dessa skillnader är statistiskt säkerställda.

### 3.2.3 Metod 1 jämfört med metod 4

Denna utvärdering jämför flygbildstolkningens åtgärdsförslag (metod 1) med åtgärdsförslag utifrån kontrollinventerade (och flygbildstolkade) beståndsmedelvärden på stamantal och höjd (metod 4). I metod 4 togs också hänsyn till intryck angående åtgärdsbehov som upplevdes vid kontrollinventeringen. All tillgänglig information om bestånden användes helt enkelt för att sätta ett "bästa möjliga" åtgärdsförslag för bestånden. Resultatet säger hur man vid tolkningen har lyckats återspegla de faktiska åtgärdsbehoven enligt skötselriktlinjerna. Metod 4 tillåter, liksom metod 1, åtgärdsförslag på delar av beståndsarealen.

#### 3.2.3.1 Åtgärdstyp

Sammanfattat utifrån föreslagen, "korrekt" åtgärd enligt metod 4 så rekommenderas 26 bestånd till gallring. Av dessa återfinns 19 som gallringar i metod 1, tre som ingen åtgärd och fyra som röjningar. Sex av dessa sju felaktiga åtgärder kan hänföras till fel i tolkningen av stamantalet, underskattningar respektive överskattningar, och det sjunde till avrundningseffekter. De fyra röjningsbestånden har också en större underskattning av höjden än övriga 56 bestånd.

Sammanlagt 16 bestånd rekommenderas till röjning enligt metod 4. Tolv av dessa återfinns som röjningar i metod 1. I dessa bestånd är stamantalet mer underskattat än i andra bestånd, men åtgärdsbehovet har alltså identifierats trots detta. Fyra bestånd återfinns som gallring enligt metod 1. Här har stamantalet med statistisk säkerhet underskattats i tre av bestånden, och i det fjärde har tolkaren avvikit från skötselriktlinjerna. Höjden är även den mer underskattad i dessa bestånd än i övriga. Det rör sig dessutom om fyra lövrika bestånd.

Ingen åtgärd rekommenderas enligt metod 4 i 17 bestånd. Nio av dessa återfinns som ingen åtgärd enligt metod 1. Tre rekommenderas som gallring trots att inget gallringsbehov föreligger, och fyra som röjning trots att inget röjningsbehov föreligger. Vad det gäller gallring har stamantalet överskattats i ett av fallen, men i de andra två rör det sig om rent felyckande i metod 1 vad gäller åtgärdsbehov. En negativ korrelation mot H100T kan ses för dessa bestånd, dvs. de har lägre H100T än genomsnittet. Vad det gäller felaktig röjning så är stamantalet överskattat i dessa fyra bestånd, jämfört med de övriga 56 bestånden.

Avslutningsvis rekommenderas slutavverkning i det gremeniellaskadade beståndet, som kan få stå kvar enligt författaren. Resultaten ovan visas sammanställda i tabell 3.11 nedan.

**Tabell 3.11** Åtgärdsförslag enligt flygbildstolkningen (metod 1) och kontrollinventerade och flygbildstolkade beståndsmedelvärden samt skötselriktlinjer (metod 4) fördelade på åtgärdstyp  
*Table 3.11 Silvicultural management suggestions according to the interpretation (method 1) and control measured and interpreted stand values and management guidelines (method 4) considering management type*

Åtgärd enligt metod 4	Åtgärd enligt metod 1				Summa
	Röjning	Gallring	Slutavverkning	Ingen åtgärd	
Röjning	12	4	0	0	16
Gallring	4	19	0	3	26
Slutavverkning	0	0	0	1	1
Ingen åtgärd	4	3	1	9	17
Summa	20	26	1	13	60

I totalt 40 av 60 bestånd överensstämmer åtgärdsförslagen mellan metod 1 och 4 med avseende på åtgärdstyp. I 14 av 20 bestånd med felaktiga åtgärder kan feltolkat stamantal, såväl under- som överskattat, vara en förklaring till den felaktiga åtgärden. På gruppnivå är endast fem av dessa fall statistiskt säkerställda, och då rör det sig om underskattningar.

33 % av alla åtgärdsförslag enligt metod 1 är alltså felaktiga jämfört med metod 4. En fjärdedel av dessa felaktiga åtgärdsförslag beror med säkerhet på felaktiga stamantalsuppgifter. Andelen korrekt återfunna åtgärder är för röjning 75 % och för gallring 73 %.

### 3.2.3.2 Åtgärdstidpunkt

En jämförelse har gjorts mellan tidpunkt för gallring för de 19 bestånd som enligt de båda metoderna 1 och 4 har rekommenderats till gallring någon gång de närmaste 17,5 åren, enligt tabell 3.11 ovan. I sju av dessa bestånd är åtgärdstidpunkten identisk och i tolv fall skiljer den sig åt mellan bestånden, se tabell 3.12 nedan.

**Tabell 3.12** Antal år till gallring enligt flygbildstolkningen (metod 1) och kontrollinventerade och flygbildstolkade beståndsmedelvärden samt skötselriktlinjer (metod 4), för de 19 bestånd där åtgärdstypen är gallring enligt såväl metod 1 som metod 4

*Table 3.12* Number of years to thinning according to the interpretation (method 1) and control measured and interpreted stand values and management guidelines (method 4), for the 19 stands where the treatment type is thinning both according to method 1 and method 4

Gallringstidpunkt enligt metod 4, antal år bort	Gallringstidpunkt enligt metod 1, antal år bort				Summa
	1	5	10	15	
1	3	2	2	0	7
5	0	2	3	0	5
10	0	1	1	2	4
15	1	0	1	1	3
Summa	4	5	7	3	19

Tre av bestånden ska gallras tidigare enligt metod 1 än enligt metod 4, och nio av bestånden ska gallras senare enligt metod 1 än enligt metod 4. Gallringstidpunkten tycks infalla tidigare med metod 4 än metod 1.

I de sju bestånd där åtgärderna infaller samtidigt är höjden eventuellt underskattad, och förmodligen ännu mer underskattad än höjden för samtliga 60 bestånd. Ingen skillnad är dock statistiskt säkerställd. Stamantalet är i genomsnitt hyfsat tolkat. Tolkningen av trädslagsfördelning i dessa bestånd följer mönstret för alla bestånd.

I de nio bestånd där metod 1 föreslår åtgärd senare än metod 4 är också höjden statistiskt säkerställt underskattad och höjddifferensen skild från noll. Höjddifferensen är dock inte med säkerhet skild från höjddifferensen för de övriga 51 bestånden (p-värde 0,108). Dessa nio bestånd har vidare en genomsnittlig stamantalsdifferens som ligger mycket nära den för samtliga bestånd, och stamantalet tycks inte ha någon påverkan på senareläggning av åtgärder i detta fall. I dessa nio bestånd är inte lövandelsdifferensen med säkerhet skild från noll, till skillnad från i övriga 51 bestånd där lövandelen är underskattad. Tall- och granandelsdifferens för dessa nio bestånd tycks inte skilja sig från den för övriga 51 bestånd. En tendens till för sena åtgärder i enligt flygbildstolkningen talldominerade bestånd kan ses, dock inte när man tittar på talldominans enligt kontrollinventeringen (jämför med tabell 3.6). Sammanfattningsvis tycks åtskillnad på grund av trädslagsfördelning vara svår att påvisa. För dessa nio bestånd finns vidare en statistiskt säkerställd positiv korrelation mot H100T, vilket innebär att åtgärd enligt metod 1 oftare infaller för sent i bestånd med högre SI. Samma positiva samband med tolkad höjd som i metod 2 och 3 ovan förekommer också.

I de tre bestånd där gallring föreslås tidigare med metod 1 än metod 4 har stamantalet i genomsnitt överskattats, åtskillnad från noll eller övriga 57 bestånd är dock ej statistiskt säkerställd, förmodligen p.g.a. det låga antalet observationer. Höjden är i genomsnitt mycket nära underskattningen för övriga 57 bestånd. Två av dessa tre bestånd ligger inom det stamantalsintervall när stamantalet påverkar åtgärdstidpunkt, vilket kan förklara den för tidiga åtgärden i dessa bestånd. Tallandelen har inte med statistisk säkerhet överskattats i dessa tre bestånd, vilket är fallet i de övriga 57. Differenserna är skilda från varandra på 7 % signifikansnivå. Trädslagsfördelningen för dessa tre bestånd är representativ för alla bestånd.

### 3.2.4 Metod 2 jämfört med metod 4

Denna jämförelse har gjorts för att se huruvida det är möjligt att via utsökning på beståndsparametrar i Fagus (i praktiken metod 2) upptäcka potentiella gallringsbestånd där åtgärdsförslag enligt metod 1 inte är gallring.

Den visar att tre bestånd som har rekommenderats till gallring enligt såväl metod 2 som 4 ej är rekommenderade till gallring enligt metod 1. Tre av totalt 26 möjliga gallringar (eller 11,5 %) enligt metod 4 går alltså att återfinna genom utsökning på beståndsparametrar i Fagus. Vad det gäller röjning så återfanns ett bestånd med röjningsbehov vid samma typ av utsökning. Detta motsvarar 6,25 % av alla röjningar enligt metod 4. Läggs dessa båda procentsatser till andelen korrekt återfunna åtgärder i avsnittet 3.2.3.1 ovan så återfinns över 80 % av de båda åtgärdstyperna röjning och gallring korrekt. Dessa bestånd återfinns dock i tabell 3.11 som röjning enligt den ena metoden när de ska gallras enligt den andra, och vice versa.

I tre bestånd, eller 11,5 % av alla möjliga gallringar, rekommenderas ingen åtgärd enligt varken metod 1 eller 2, trots att gallringsbehov finns enligt metod 4. Dessa tre gallringar går alltså inte att återfinna på annat sätt än att de upptäcks i fält.

### **3.3 Övriga variabler**

#### **3.3.1 Luckighet**

I bara tre fall av 60 har luckigheten underskattats så pass mycket vid tolkningen att den vid kontrollinventeringen ansågs tillhöra en annan klass. Det ska sägas att bedömningen av luckighet var ganska snäll, dvs. en tolkad luckighet togs som sann om inte den tolkade luckigheten helt uppenbart var felaktig. Detta både eftersom de två olika flygbildstolkarna tycks ha haft något olika uppfattning om hur luckigt ett bestånd i en viss klass ska vara, samt eftersom luckighet bättre bedöms i flygbilder i tolkningsinstrument än i fält.

Samtliga bestånd där luckigheten har feltolkats är talldominerade. Två av dem är mindre än 1 ha stora, och det tredje är 3,4 ha. Samtliga är alltså mindre än medelbeståndet. Kalibrerat SI ligger mellan T22 och T26, och medelhöjden mellan 8 och 16 m. Stamantalet ligger mellan 1000 och 1500 st/ha för de tre bestånden.

#### **3.3.2 Småimpediment**

I 6 av 60 fall har en andel småimpediment registrerats vid flygbildstolkningen. Samtliga fall stämmer, och utöver dessa fall upptäcktes ingen avdelning vid kontrollinventeringen där småimpediment fanns som inte hade registrerats. Enda anmärkningen mot tolkningen av småimpediment är att i ett av fallen hade andelen av beskrivningsenhetens areal satts till 50 %, när den i verkligheten var mycket lägre, närmare 10 % än 50 %.

#### **3.3.3 Överståndare**

I ett fall har ett glest skikt med tallöverståndare inte registrerats, möjligen har man sett detta som naturvårdsträd?

I två mycket små bestånd har överståndare registrerats trots att de likaväl kan sägas ingå i huvudskiktet i de små och ojämna bestånd de står i, skötseln kommer ändå att bli densamma för hela beståndet.

#### **3.3.4 Gremeniellaskador**

Endast två bestånd i kontrollinventeringen var registrerade som gremeniellaskadade i flygbildstolkningen, och det är också dessa två bestånd som har varit gremeniellaskadade i verkligheten.

### 3.4 Nyindelning

I fyra påträffade fall, av de 60 kontrollinventerade bestånden, hade det varit klart lämpligt att dela in bestånden i två nya (med hänvisning till riktlinjerna för nyindelning i avsnitt 1.4.1). Dessa fyra fall redovisas nedan.

- Ett av de gremeniellaskadade bestånden var 7,58 ha stort, till ungefär 40 % talldominerat och därmed hårt skadat. Övriga delen av beståndet var gran- och lövdominerat och fullt vitalt. Föreslagen nästa åtgärd i beståndet var röjning på 60% av arealen, och det hade alltså varit fullt möjligt att dela upp detta bestånd i två nya.
- Ytterligare ett fall av tveksam indelning, där man eventuellt kunde ha delat beståndet, noterades. Beståndet var 5,88 ha, beläget i en sluttning och hade en gradient i medelhöjd om ca 3 m inom beståndet (ökande höjd längre ner i sluttningen). Denna variation gjorde att både virkesförråd och åtgärdsbehov påverkades.
- Ännu ett bestånd med en höjdgradient om 2-3 m skillnad i beståndshöjd och en areal på 8,28 ha skulle delas, den bättre delen har gallringsbehov idag.
- Ett bestånd om 13,21 ha borde ha delats i två efter höjdgradient, åtgärd och träslag (contorta i ena halvan).

Hade dessa fyra bestånd delats upp i åtta nya hade medelstorleken på bestånden i kontrollinventeringen blivit 3,99 ha istället för 4,25 ha.

Flera bestånd med arealer understigande 5-6 ha har föreslagen åtgärd i delar av beståndet och kunde ha nyindelats, men då minsta beståndsstorlek vid glidande övergångar är 2-3 ha kan sådana objekt inte uppdelas utan att bryta mot instruktionerna. Enligt indelningsinstruktionerna skulle åtgärd i delar av bestånd normalt inte förekomma ovanför denna arealgräns, men längre fram i tolkningsprocessen kom parterna överens om att åtgärd i del av ett bestånd kunde få förekomma om nästa efterföljande åtgärd omfattade hela beståndet.

Första åtgärd har föreslagits för en del av beståndsarealen i 23 % av alla flygbildstokade bestånd (n = 8003) och i 38 % av kontrollinventerade bestånd (n = 60). I 6 respektive 11 % av fallen rör det sig om bestånd större än 5 ha. I 0,9 respektive 3 % av fallen har åtgärd i delar av beståndet föreslagits även för efterföljande åtgärd, och i 0,3 respektive 0 % har efterföljande åtgärd föreslagits i delar av bestånd som är större än 5 ha. Endast i de sistnämnda fallen, efterföljande åtgärd föreslagen i delar av bestånd som är större än 5 ha, har tolkaren begått klockrena fel vid indelning efter åtgärdsförslag.

Det faktum att felprocenten är högre i kontrollinventerade bestånd än i populationen som helhet beror med största säkerhet på att alla bestånd i kontrollinventeringen har korrekta värden, medan populationen som helhet innehåller ungefär 1700 st bestånd med felaktiga värden eller alltför låga stamantal (tabell 2.1), motsvarande 21 % av alla bestånd. Åtgärder i dessa bestånd borde inte vara lika vanliga som åtgärder i ”korrekta” bestånd. Felprocenten för det sistnämnda fallet blir ju lägre i kontrollinventeringen än i populationen, men det får antas bero på slumpen.

## 4 Diskussion

### 4.1 Beskrivande data

#### 4.1.1 Höjd

Som helhet måste tolkningen av höjder sägas vara bra, då den genomsnittliga differensen för alla bestånd ( $n = 60$ ) inte ens är säkert skild från 0. Dock har underskattningen i Syd varit påtaglig, liksom i grandominerade bestånd.

De relativa standardavvikelsena ligger i linje med tidigare utvärderingar av höjdmätning i digitala, scannade, svartvita flygbilder av ungskog om 10 – 17 % (Naeset 2002). Nilsson & Sylvander (1995) utvärderar analog flygbildstolkning av ungskog i IR-färgbilder och redovisar en ”minsta” systematisk avvikelse om -0,2 m respektive ”minsta” standardavvikelse om 0,9 m. I deras undersökning har beståndsmedelhöjden klassificerats i fyra klasser, och vid beräkning av enskilda differenser har antingen klassbotten eller klasstopp, det som har legat närmast det kontrollinventerade värdet i det enskilda beståndet, valts som tolkat värde. De verkliga avvikelsena är därför troligen större.

De trädslagsvisa höjddifferenserna för tall och gran som ses i tabell 3.1 tyder på en underskattning av tallhöjden och en överskattning av granhöjden. Skillnad mellan tall- och granhöjdsdifferenserna är ganska trolig ( $p$ -värde 0,079). Denna skillnad kan emellertid bero på att resultatet av höjdmätningen vid flygbildstolkningen levererades som en medelhöjd för alla barrträd (tabell 1.1). Hade gran- och tallhöjd tolkats var för sig hade kanske inte denna skillnad i differens trädslagen emellan funnits. Det faktum att grandominerade bestånd hade en statistiskt säkerställd underskattad höjd, trots att medelvärdet för alla granhöjdsdifferenser (tabell 3.1) inte med säkerhet är skilt från 0, är lite förvånande. Tolkningen av endast barrmedelhöjd istället för gran- respektive tallmedelhöjd är möjligen en förklaring även till detta. Den för alla bestånd genomsnittligen vältolkade lövhöjden (tabell 3.1) är svajig på delområdesnivå.

Resultatet av regressionsanalysen (se bilaga 1) visar på en del logiska samband i Syd. För Mellan är det svårt att hitta andra förklarande variabler än tolkad höjd. Ingen ytterligare variabel uppvisar någon större korrelation med faktisk/kontrollinventerad höjd, möjligen utom det tolkade antalet tallstammar. Mellan ska ju ha tolkats av två olika förrättningsmän, varför skillnader mellan dessa kan förklara svårigheten att hitta samband. Uppdelning av materialet i de två geografiska subområden ”Flater” det levererades i gav dock ingen skillnad i höjddifferenser dessa subområden emellan.

Det samband som kan ses mellan H100T och höjddifferens kan eventuellt bero på att högre H100T innebär att trädens höjdtillväxt är högre vilket ger smalare övre del av trädtoppen, så att den i flygbilden osynliga delen av trädtoppen förmodligen är större vid högre H100T, för en viss ålder. Stamantal uppvisar en viss positiv korrelation med H100T, vilket inte är helt ologiskt. Såväl inversen på stamantalet som H100T har dock ett eget förklaringsvärde på höjddifferensen. Ökande stamantal innebär ett minskat värde på differensen.

Även ålderns samband med höjddifferensen kan bero på formen på trädens toppar; äldre träd har lägre årlig höjdtillväxt vilket ger plattare kronor. Det generella påslag som görs för den osynliga trädtoppen vid höjdmätning i flygbilder kanske då är för stort i äldre skog. Den extrema observationen som omnämns i metoddelen tidigare i denna rapport, med en ålder på 80 år, har stor inverkan på materialet. I denna avdelnings delpopulation (Syd)



visade sig åldern påverka det systematiska felet vid höjdmätningen endast då denna avdelning var med i underlaget för regression. Användande av data från denna avdelning för förklarande av höjddifferensen kan därför eventuellt ifrågasättas. Dock stärker differensen från denna avdelning de resonemang som förs i detta stycke, eftersom höjden överskattats med 30 dm i det aktuella beståndet. Resonemangen kring kronform och höjdmätning återfinns i t.ex. Nilsson & Sylvander (1995).

Regressionsfunktionerna för Mellan och Nord uppvisar större standardavvikelse kring funktionen än själva höjdtolkningens standardavvikelse. Det innebär att precisionen på höjddifferenserna försämras om differensen korrigeras med dessa funktioner. Dock hamnar de i genomsnitt närmare noll, dvs. tolkad höjd hamnar i genomsnitt närmare sann höjd om differensen subtraheras från den tolkade höjden (omskrivning av formel (3)).

I Nord går det att hitta alla möjliga samband, men beroende på det lilla underlaget om 13 bestånd går det inte att pressa dessa för långt. Ökande stamantal visar på ett ökande värde på differensen, vilket är tvärt emot i Syd. Dessa områden har ju dock tolkats av olika förrättningsmän. Stamantalet i sin tur är korrelerat med både ålder och SI, som ju är förklarande variabler i Syd. Samma tendenser tycks gå igen även här.

#### 4.1.2 Stamantal

Den klara tendens till ökad underskattning med ökande kontrollinventerat stamantal som ses i figur 3.2 är intressant. Denna trend kan tänkas bero på att det blir allt svårare att se enskilda stammar ju fler stammar per ytenhet som står i beståndet.

Det faktum att stamantalsdifferensen i grandominerade bestånd inte kan skiljas från 0 kan tyckas besvärande. Granandelen är ju generellt underskattad i trädslagsfördelningen (avsnitt 3.1.6 samt tabell 3.6). För de 14 bestånd som enligt kontrollinventeringen är grandominerade (av vilka många också har tolkats som grandominerade) är däremot stamantalet statistiskt säkerställt underskattat.

Vid tolkningen av stamantalet har några rejäla underskattningar gjorts, på ända upp till ca. 3000 st/ha. Där sådana underskattningar har gjorts har ändå i de flesta fall åtgärdsbehovet (röjning) identifierats för beståndet. En helt korrekt uppskattning av stamantalet i dessa bestånd är kanske därför mindre intressant än en korrekt uppskattning av stamantalet i intervallet 1650 – 2500 st/ha, där stamantalet påverkar åtgärdsförslaget väldigt mycket. Tolkningen av stamantal är dock inte korrekt i det intervallet heller, vilket avspeglar sig på åtgärdsförslagen.

Resultatet av denna studie överensstämmer i stort med det från flera andra studier, se tabell 4.1 nedan. Naessets (1996) studie utvärderar en ”bakväg” till tolkning av stamantal i flygbild där tolkaren registrerar höjd och slutenhet för ett bestånd. Utifrån detta beräknas sedan grundyta, medeldiameter, virkesförråd och medelstamsvolymen. Stamantalet beräknas därefter genom att dividera virkesförrådet med medelstamsvolymen. Denna omväg anses befogad eftersom direkt tolkning av stamantal i flygbilder har dålig träffsäkerhet. Utvärderingen av denna metod, liksom Bergström & von Essens (1992) arbete med direkt tolkning av stamantal i analoga flygbilder, är mer inriktad på äldre skog med lägre stamantal. Dessa resultat redovisas ändå, för att ge en bild av trovärdigheten i resultaten i föreliggande studie.

Nilsson & Sylvander (1995) utvärderar flygbildstolkning av ungskog och redovisar en ”minsta” systematisk avvikelse respektive standardavvikelse, samma som i deras

utvärdering av höjder i föregående avsnitt. Deras verkliga avvikelser är därför förmodligen större än siffrorna i tabell 4.1.

Vid jämförelsen bör läsaren erinra sig att många av de kontrollinventerade bestånden var lägre och stamtätare än något av bestånden i Naeset (1996) respektive Bergström & von Essen (1992).

**Tabell 4.1** Jämförelse av denna och andra studiers systematiska fel och standardavvikelse av tolkning av stamantal/ha i flygbild

*Table 4.1 Comparison of this and other studies on systematic errors and standard deviations in aerial photo interpretation of number of stems per ha*

Studie	Systematiskt fel		Standardavvikelse	
	(st/ha)	(%)	(st/ha)	(%)
Föreliggande (totalt, tabell 3.2)	-306	-19,1	715	44,7
Nilsson & Sylvander 1995	-144	-	460	-
Bergström & von Essen 1992	-215	-15	368	26
Naeset 1996 (unga bestånd)	-	~ -18 resp. 0	-	~ 43 resp. 47

Tendensen till ökad underskattning av stamantalet på lägre H100T kan tyckas märklig. Detta eftersom högre H100T innebär högre tolkat stamantal och högre granandel, och lägre luckighet och lägre tallandel. Alla dessa faktorer är sådana som hade kunnat tänkas påverka tolkningen av stamantalet, men vad det gäller tolkat stamantal, granandel och tallandel i motsatt riktning. Uteslutande av de två extrema observationerna längst ner i figur 3.2a respektive 3.2b medför emellertid att sambandet med H100T försvinner. Inga nya klara samband uppkommer heller som en följd av detta. De två extrema underskattningarna förekommer på relativt sett låga kalibrerade H100T, 20 och 22 (jämför med figur 2.3). Dessa två observationer svarar förmodligen därför för det ”samband” som ses mellan underskattat stamantal och ökande H100T, och detta samband kan alltså ifrågasättas.

Lövandelens påverkan på tolkning av stamantalet är intressant. Erfarenhetsmässigt är det svårt att tolka antalet lövstammar när krontaket är slutet och inga enskilda toppar på lövträden kan ses i flygbilden. Denna erfarenhet styrks av den ökande underskattningen av stamantalet med ökande verklig lövandel som resultaten i detta examensarbete visar på. Tyvärr förklarar inte den tolkade lövandelen lika mycket om stamantalsdifferensen, eftersom tolkad och kontrollinventerad ”verklig” lövandel ju kan skilja sig väldigt mycket ifrån varandra, se t.ex. figur 3.6c.

Troligen har differensen mellan tolkat och kontrollinventerat stamantal inte så många förklarande faktorer annat än slumpen, och det rör sig alltså förmodligen till största delen om en systematisk underskattning, med trend och med stort slumpmässigt fel.

### 4.1.3 Virkesförråd

Uppdragsgivaren har sett tendenser till underskattade volymer i Fagus för den typ av bestånd som denna utvärdering gäller. Resultaten i figur 3.3 samt tabell 3.6 tycks peka på att så är fallet främst är i Syd.

Åldern och höjddifferensen i Syd är starkt korrelerade, och vid regressionsanalys av volymsdifferensen visar sig åldern inte ha något att tillföra som förklarande variabel då höjddifferensen redan finns med i regressionen. Sambandet mellan volymsdifferens och ålder i Syd är alltså sekundärt.

### 4.1.4 Medeldiametrar

Den enkla diameterfunktion som använts för att beräkna grundytvägd medeldiameter utifrån den flygbildstolkade värdena på stamantal och höjd har givit upphov till underskattade talldiametrar och beståndsmedeldiametrar samt överskattade löv- och grandiametrar. Anledningen till att man vanligtvis har trädslagsvisa funktioner för dessa samband är just att det finns skillnader mellan trädslagen med avseende på vilken medeldiameter trädslagen har för en given kombination av stamantal och höjd. Figur 3.5 visar att en del över- respektive underskattningar, framförallt vad det gäller grandiametern, har stor enskild påverkan på de trender som kan ses. De genomgående tendenserna är dock desamma för alla typer av medeldiametrar.

Den enkla funktionen skulle förhoppningsvis i genomsnitt ”träffa rätt” åtminstone vad det gäller beståndsmedeldiameter. Denna har dock underskattats, eventuellt som en följd av trädslagsfördelningen i det område som undersökningen gäller (se avsnitt 2.1.2) men med all säkerhet också på grund av underskattning av höjd. Den generella underskattning av stamantal som gjorts i Syd och Mellan påverkar diameterdifferensen i motsatt riktning, och hade stamantalet tolkats mer korrekt hade diametern underskattats ännu mer i Fagus.

Korrelationerna med höjd- och stamantalsdifferens samt tolkat stamantal är självklara med tanke på utseendet på funktionen som ligger bakom diametrarna i Fagus. Värdet av grandiameterdifferensens korrelation med ålder är mer tveksamt, då åldern i sig är korrelerad med både stamantalet och höjden, och förmodligen säger åldern i sig inte så mycket om överskattningen av grandiametern.

Utvärderingen av själva diameterfunktionen visar ännu tydligare att medeldiametern för alla trädslag underskattas i det aktuella området. Frågan huruvida detta beror på trädslagsfördelningen i det aktuella området jämfört med landet i övrigt kvarstår även efter denna undersökning. Att grandiameter enligt funktionen underskattas mindre med ökande granandel kan bero på att då granen får en mer dominerande roll i beståndet så återfinns den också i de för beståndet grövsta diameterklasserna. Är granandelen liten är förmodligen de granar som finns ofta undertryckta och har en låg diameter. Ett liknande resonemang skulle kunna föras om lövdiametern.

Den genomsnittliga differensen för alla bestånd är större då funktionen använder sig av kontrollinventerade ingångsdata än flygbildstolkade ingångsdata (tabell 3.4). En möjlig orsak till detta kan vara att den i flygbildstolkningen underskattade höjden ger en mindre påverkan på medeldiameter än det underskattade stamantalet. Två fel ger alltså i praktiken ett rätt i detta fall.

#### 4.1.5 Trädslagsfördelning

Rent generellt kan antas att tall utgör en större andel av volymen än antalet stammar i de flesta bestånd, med härledning av t.ex. resultaten i tabell 3.5. Detta förklarar den skillnad som kan ses mellan inventeringsmetoderna. Tallandelen tycktes ju mindre överskattad i de klavade bestånden.

Vad gäller granandel så kan resonemanget från föregående avsnitt användas även här, dvs. är granförekomsten liten så finns granarna ofta i de nedre kronskikten, och då syns de sämre i flygbilden. Att Nord avviker från Mellan och Syd vad gäller granandelsdifferens beror förmodligen på att kontrollinventeringen i delområde Nord endast har skett som klavning, och detta är alltså förmodligen en effekt av olika inventeringsmetoder. Samma sak gäller trenden till minskad underskattning med ökad höjd, eftersom bestånd med lägre höjd har stamräknats och därmed utgör kontrollinventerad granandel andelen granstammar i dessa bestånd.

Den trend som kan ses vad gäller lövandelen är att när tolkningen av stamantalet är bättre blir är tolkningen av lövandelen också bättre. Tyvärr är det ju svårt att förutsäga när tolkningen av stamantalet är bra respektive mindre bra...

Differenserna och avvikelserna i tabell 3.6 ligger på samma nivå som i en studie av Naesset (1992). Där befanns en differens på mellan -11 och +14 procentenheter, och en standardavvikelse på 10 till 22 procentenheter, föreligga. Intressant är också jämförelsen med hans resultat av utvärderingen med poängmetoden, där den i genomsnitt för alla bestånd och filmtyper (IR-färgfilm kontra pankromatisk film befanns inte medföra någon skillnad i hans undersökning) blev motsvarande 85 poäng. Träffsäkerheten i tolkning av trädslagsfördelning i denna undersökning (82 poäng) tycks alltså ligga ungefär på samma nivå. De trender som beskrivs i styckena ovan återfinns också i poängens korrelationer med övriga variabler. Tolkningen av trädslagsfördelning är bättre i bestånd som i verkligheten är talldominerade, men sådana bestånd går alltså inte alltid att återfinna genom att titta på tolkad trädslagsfördelning.

Att gran är det vanligaste missade trädslaget är inte så anmärkningsvärt, då denna ofta kan finnas främst i de lägre kronskikten och vara svår för tolkaren att urskilja. Poängens positiva korrelation med tallandel och negativa korrelation med granandel stärker detta resonemang. Poängens negativa korrelation med lövandel står i strid mot föregående mening, eftersom bestånd med höga lövandelar skulle kunna gömma undertryckta granar. Lövandels negativa påverkan på tolkning beror nog snarare på svårigheten att urskilja enskilda lövstammar, vilket har försvårat tolkningen.

Lundberg (2000) utvärderar olika metoder att mäta och kalibrera fel i befintliga trädslagsfördelningar. Med sex olika material i form av registerdata och kontrollinventerade data från små och större markägare konstaterar Lundberg att tallandelen generellt är överskattad i registren, vilket stämmer överens med föreliggande resultat. Lundberg anför några möjliga anledningar till detta, som t.ex. bristande ajourhållning och önsketänkande vid subjektiv inventering. Dessa förklaringar låter som mindre troliga när det gäller föreliggande utvärdering. Ett av Lundbergs material utgörs dock av flygbildstolkade registervärden och objektiva data insamlade vid samma tidpunkt, och även där är tallandelen överskattad.

#### 4.1.6 Data från företagstaxeringen

Data från företagstaxeringen har använts vid vissa jämförelser av höjder och diametrar. Detta innebär ett antagande om att höjder och medeldiametrar från företagstaxeringen säger samma sak som de kontrollinventerade höjderna och medeldiametrarna. I metoddelen klargjordes att definitionen av klavningsbara stammar skiljer sig åt mellan de båda inventeringarna, vilket kan ha givit olika stamantalsbegrepp. Egentligen innebär detta också att medelhöjder och medeldiametrar enligt företagstaxeringen inte säger riktigt samma sak som de kontrollinventerade begreppen, men eftersom dessa variabler är grundtyvägda så skiljer sig förmodligen värdena på dessa variabler mindre åt än vad det gäller stamantal. Detta eftersom de träd som skulle ha klavats enligt den ena inventeringsmetoden men inte enligt den andra är små träd med små grundtytor som påverkar det vägda medelvärdet ganska lite.

## 4.2 Åtgärdsförslag

### 4.2.1 Åtgärdstyp

Den litteratur som finns kring utvärdering av åtgärdsförslag behandlar ofta hur åtgärdsförslag uppstår som en följd av värden på vissa beståndsparametrar, t.ex. grundtyta eller stamantal samt höjd. Åtgärdsförslag enligt en gallringsmall (se t.ex. Bergström & von Essen 1992) är exempel på sådana åtgärdsförslag. Utvärderingar av dessa handlar i praktiken alltså om hur väl beståndsparametrarna stämmer. Jämförs åtgärdsförslag enligt Indelningspaketet med någon annan metodik för åsättande av åtgärdsförslag används ofta ekonomiska termer (t.ex. Larsson 1994) för att beskriva skillnaden mellan metoderna, vilket inte har gjorts i denna undersökning.

Åtgärdsförslag enligt metod 1 och 4 i denna rapport är endast understödda av beståndsparametrarna men också bygger på ett subjektivt moment av tyckande. Utvärderingar av sådana är ovanligt förekommande i litteraturen. Ett exempel på utvärdering av åtgärdsförslag givna med subjektiva inslag är dock Nilsson & Bünsow (1994). Där bedöms gallringsbehov subjektivt vid en flygbildstolkning i analoga IR-färgbilder, med stöd av gallringsmallar, befintlig skogsbruksplan samt med hänsyn till gruppställdhet och eventuell lövinblandning. I deras undersökning bedömdes 60 bestånd ha gallringsbehov de kommande 10 åren, varav hela 92 % av dessa gallringar överensstämde med vad minst en av två fältinventerare från Skogsvårdsstyrelsen tyckte var lämplig åtgärd. I 74 % av fallen var flygbildstolkaren och de båda fältinventerarna överens om att gallringsbehov förelåg. Inga gallringar har missats vid deras flygbildstolkning, däremot rekommenderas några bestånd till gallring vid flygbildstolkningen, som i verkligheten inte bedömdes ha gallringsbehov. Fel åtgärdstyp, t.ex. föreslagen röjning istället för gallring, går inte att utläsa ur deras resultat. I deras undersökning överskattar bildtolkaren gallringsbehovet såtillvida att gallring oftare föreslås för tidigt än för sent.

Bergström & von Essen (1992) gör en kort utvärdering av hur ajourhållning av beståndsregister genom flygbildstolkning påverkar det bedömda gallringsbehovet. De konstaterar att beskrivande data från en flygbildstolkning förmår återspegla gallringsbehovet i en stor andel (75 %) av de bestånd som enligt deras kontrollinventering ska gallras. Denna metod för åsättande av åtgärdsförslag liknar mest metod 2 i föreliggande utvärdering. Deras utvärdering sker också gentemot avdelningsvisa medelvärden, så deras metodik kan sägas motsvara ”metod 2 jämfört med metod 3” enligt försöksupplägget i föreliggande studie. Denna jämförelse har dock inte genomförts. Hursomhelst förekommer både bestånd där flygbildstolkningen pekar på åtgärdsbehov,

men inte deras kontrollinventering, och även det omvända. Så är även fallet i föreliggande undersökning.

Nilsson & Sylvander (1995) utvärderar kvalitén i röjningsförslag utifrån analog tolkning av IR-färgbilder. De fann i sin undersökning att i två delområden återfanns vid flygbildstolkning 86 % respektive 100 % av de avdelningar som hade röjningsbehov. Detta är bättre än resultaten i föreliggande utvärdering (tabell 3.11) om 75 %. Deras undersökning rör dock yngre bestånd där gallring ofta inte är ett alternativ.

Feltolkningar av stamantal kan leda till felaktig åtgärd vid såväl under- som överskattning. Underskattat stamantal har på flera ställen lett till missade röjningsbehov och gallringsbehov. Det omvända förekommer också, dvs. att gallring och röjning har föreslagits i bestånd som en följd av överskattningar av stamantalet. I flera fall har bestånd som inte ska åtgärdas fått en åtgärd enligt metod 1. Sådana fall är dock lätta att upptäcka vid gallrings- eller röjningsinventeringen innan åtgärden ska äga rum. Det samband som kan ses mellan H100T och föreslagen gallring enligt metod 1 trots att inget gallringsbehov föreligger enligt jämförande metoder kan tänkas bero på att man i metod 1 har överskattat höjdtvecklingen för bestånd på låga H100T. Den senareläggning av gallring som noterats på höga H100T i avsnitt 3.2.3.2 tyder på samma sak. En möjlig förklaring till detta är att man i metod 1 har använt sig av en övrehöjdsutveckling som stämmer för det genomsnittliga beståndet, men överskattar höjdtillväxten på låga boniteter och underskattar höjdtillväxten på höga boniteter.

Kring 60-80 % korrekt föreslagen åtgärdstyp, beroende på synsätt, får anses som relativt bra. Jämfört med Nilsson & Bünsow (1994) och Bergström & von Essen (1992) så ligger denna andel korrekta åtgärder på ungefär samma nivå. Nilsson & Sylvander (1995) fann dock en högre noggrannhet vad gäller röjningsförslag. Till detta kommer som tidigare nämnts att röjningar som föreslagits till gallring, och tvärtom, kommer att upptäckas vid gallrings- respektive röjningsinventering. Att fånga upp de bestånd där ingen åtgärd har föreslagits, men som ändå bör åtgärdas, är ett värre problem. Dessa måste ofta upptäckas i samband med fältbesök i intilliggande bestånd.

Det låga antalet föreslagna röjningar enligt metod 2 jämfört med övriga metoder (8 röjningar jämfört med 16 – 20 enligt metod 1, 3 och 4) får antas bero på underskattningen av stamantalet samt att röjningar enligt metod 1 och 4 ofta förekommer på delar av arealen. Att genom en utsökning på höga stamantal i Fagus (metod 2) återfinna röjningar som inte har föreslagits till röjning enligt metod 1 kan förmodligen på grund av detta vara svårt. I ojämna bestånd där åtgärd ska ske på delar av beståndet har såväl stamantal som höjd överskattats i högre grad än i jämna bestånd. Antalet föreslagna röjningar enligt metod 1 som återfinns enligt något annan metod är också störst för metod 4, där åtgärder också kunde sättas på delar av bestånd. Uppdelningen av beståndsarealen för åtgärd är ju som bekant ett sätt att fånga upp åtgärdsbehov som inte nödvändigtvis återspeglas av beskrivande beståndsmedelvärden.

De bestånd med åtgärdsbehov enligt metod 4 men ej enligt metod 1 (helt enkelt missade åtgärder) som går att återfinna med en utsökning på beståndsparametrar i Fagus (metod 2) har ju i samtliga fall en annan, felaktig åtgärd föreslagen enligt metod 1. Dessa bestånd kan därför lika gärna upptäckas vid en röjnings-/gallringsinventering som vid en utsökning på beståndsparametrar.

Jämförelse av metod 1 gentemot metod 2 och 3 blir som tidigare konstaterats inte helt korrekt, eftersom avdelningsvisa medelvärden inte alltid speglar åtgärdsbehov i delar av beståndet. Dock är avdelningsvisa medelvärden vad planeraren ser framför sig när han/hon ska besluta om vilka bestånd som ska planeras för gallring för att uppfylla avverkningsberäkning och leveransplan, eller vad som ska röjas härnäst. Beslut om åtgärd kommer därför förmodligen ibland att ske på dessa avdelningsvisa medelvärden, och då är det också intressant att veta hur de påverkar åtgärderna.

#### **4.2.2 Åtgärdstidpunkt**

Enligt den fördelning av åtgärdstidpunkter som redovisas i tabell 3.12 är de föreslagna åtgärdstidpunkterna skevt fördelade, med en dragning åt för sena åtgärder. Detta är enligt uppdragsgivaren inte önskvärt, eftersom gallring alltid bör ske vid rätt tidpunkt. Är åtgärden föreslagen för tidigt i ett bestånd upptäcks detta vid Korsnäs gallringsinventering, och en ny gallringsinventering föreslås om något/några år. En för sent föreslagen gallring går däremot inte att tidigarelägga när den väl upptäcks vid gallringsinventeringen. Den fördelning som ses i tabell 3.12 är då egentligen mindre önskvärd, det hade varit bättre med det motsatta förhållandet med för tidigt föreslagna gallringar. För att hantera denna problematik kan åtgärdstidpunkten kalibreras på ett eller annat sätt. Resultaten indikerar att underskattade höjder vid flygbildstolkningen har inneburit för sena åtgärder, se även avsnitt 4.2.3 nedan, och hade höjden varit korrekt tolkad innan åtgärdsförslagen sattes hade kanske inte så stor andel gallring blivit för sen.

Att för sena gallringar oftare är belägna på höga SI kan tyda på en ”dragning mot mitten” vad gäller antaganden om höjdtutveckling. Det H100T som användes i denna undersökning har kalibrerats upp med 3-4 m utifrån data från företagstaxeringen, vilket innebär att de föreslagna åtgärderna enligt metod 2-4 bygger på en annan, snabbare höjdtutveckling än den i metod 1. En generell underskattning av höjdtillväxten är alltså också trolig.

Att korrigera för denna för sena gallring hade kunnat göras genom att kalibrera höjden i ett tidigare skede, men nu kvarstår endast möjligheten att söka fram gallringar som enligt beståndsregistret inte ska genomföras ännu på något år, då en hel del sådana gallringar alltså bör kunna gallras tidigare i verkligheten. En sådan utsökning kunde alltså med fördel också inriktas på bestånd med högre SI.

#### **4.2.3 Fel i beskrivande datas påverkan på åtgärdsförslagen**

Forskningen kring fel i datas påverkan på åtgärdsförslagen är inte särskilt omfattande (Duvemo & Lämås 2006) och de ansatser som har gjorts för att belysa frågeställningen använder ofta ekonomiska termer som t.ex. inoptimalförlust (Larsson 1994, Östberg 2003). Till sådana jämförelser finns inte resurser inom ramen för detta examensarbete, därför har endast ett litet räkneexempel rörande hur feltolkning av höjd påverkar fel i gallringstidpunkt gjorts.

Vad gäller höjdtolkningen så påverkar den i denna undersökning främst gallringstidpunkten. De fel vid höjdtolkningen som redovisas i tabell 3.1 för de klavade bestånden, som förmodligen i genomsnitt ligger närmare tidpunkt för gallring än de stamräknade bestånden, kan användas för ett litet räkneexempel, se bilaga 2 för närmare förklaring. Om ett talldominerat bestånd med genomsnittlig tolkad höjd för de klavade bestånden och ett vanligt förekommande H100T (figur 2.3) är behäftat med det genomsnittliga systematiska felet så motsvaras det av 1,5 års försenad gallring. På samma sätt motsvarar det slumpmässiga felet, standardavvikelsen för höjdtolkning i enskilt bestånd, ungefär  $\pm 5,2$  års felaktig gallringstidpunkt.

Givet antagandet att höjddifferenserna är normalfördelade (vilket dock inte är helt säkert) kan man tänka sig att även spridningen kring korrekt tidpunkt för åtgärd är det. Om nu gallringstidpunktsfelet utifrån höjdtolkningen är  $N(1,5, 5,2)$  så innebär det att nästan en sjättedel av alla gallringar kommer att utföras minst sju år för sent, om den flygbildstolkade höjden får styra åtgärdstidpunkt. Omvänt så infaller ungefär 38,6 % av gallringarna för tidigt om den flygbildstolkade höjden får styra gallringstidpunkt. Ett 95 % konfidensintervall för gallringstidpunkt blir med ovanstående värden ( $-8,7 < t < 11,7$ ), vilket innebär att 95 % av alla gallringstidpunkter som sätts med hjälp av tolkad höjd ligger inom detta intervall kring den korrekta gallringstidpunkten. Med hjälp av den ovan beräknade standardavvikelsen kan också konstateras att ungefär 37 % av alla föreslagna gallringar ska infalla under rätt period, vilket stämmer mycket väl överens med resultaten i denna undersökning (tabell 3.12).

Jämfört med resultaten i tabell 3.12 där 3 av 19 gallringar, eller 15,8 %, är för tidigt föreslagna enligt metod 1, så innebär vidare gallringstidpunkt föreslagen utifrån tolkad höjd oftare en för tidig gallring. En liten parentes är att detta innebär också att åsättande av gallringstidpunkt utifrån tolkad höjd trots allt blir ”mer rätt” i genomsnitt än att lita på föreslagen gallringstidpunkt enligt metod 1. Detta styrks även av att motsvarande andel för tidiga gallringar jämfört med metod 2, enligt avsnitt 3.2.1.2, är 27,8 %. Hade man i metod 1 satt åtgärdstidpunkt efter den höjd man faktiskt tolkat hade åtgärdstidpunkten i genomsnitt hamnat bättre.

Flertalet av de felaktigt föreslagna åtgärdstyperna enligt tabell 3.7, 3.9 och 3.11 kan, vilket också framgår i texten kring dessa tabeller, härledas till feltolkat stamantal. I enstaka fall ses också korrelationer mot feltolkade höjder, men åtgärdstypen i sådana bestånd hade förmodligen inte ändrats om höjdtolkningen hade blivit bättre. Detta eftersom höjden sällan styr valet av åtgärdstyp (röjning kontra gallring) i de bestånd denna undersökning gäller. En blick på gallringsmallen med det systematiska felet och standardavvikelsen för stamantalstolkningen i t.ex. de klavade bestånden (tabell 3.2) i minnet får förhoppningsvis läsaren att inse att sådana fel i stamantalet för enskilda bestånd lätt kan leda till felaktiga åtgärdsförslag.

### **4.3 Övriga variabler**

Vad gäller luckighet så är de feltolkade bestånden representativa för samplet med avseende på beståndstyp och tolkningsfel. Några tydliga egenskaper som påverkar feltolkning av luckighet går inte att finna. Småimpediment, överståndade och gremeniellaskador har oftast registrerats helt korrekt.

### **4.4 Nyindelning**

Vid tolkningen har Prevista skapat bestånd som i genomsnitt är 4,29 ha stora ( $n = 8003$ ), vilket är ganska nära den önskade beståndsstorleken om ca 5 ha. Hade de fyra ytterliggare uppdelningar som föreslås i avsnitt 3.4 gjorts hade ju avsteget från instruktionerna i avsnitt 1.4.1 blivit större, men i de enskilda fallen hade dessa uppdelningar varit önskvärda. Lind (2000) redovisar ekonomiska konsekvenser av olika strategier med avseende på önskad areal vid nyindelning, och finner endast några procents högre nuvärde då man går från stora bestånd till små bestånd. Detta gäller dock automatiskt indelning av ett helt skogsområde och inte manuell indelning av heterogena ungskogar, vilket ofta är fallet i föreliggande utvärdering. Den vid nyindelningen önskade arealen tycks hursomhelst ha en begränsad påverkan på ekonomin i skogsbruket.



Den önskade medelarealen kan eventuellt ha styrt tolkarna till att inte dela upp fler bestånd än vad som gjordes. Utan den önskade medelarealen hade kanske indelningen av ungskogarna i denna utvärdering blivit mer ändamålsenlig utifrån övriga kriterier för nyindelning.

#### **4.5 Slutsatser**

Den genomförda flygbildstolkningen motsvarar, vad gäller kvalitén på beskrivande data, ungefär vad som kunde förväntas utifrån tidigare utvärderingar av metoden. Höjd, stamantal och trädslagsfördelning är behäftat med ungefär samma systematiska och slumpmässiga fel som i flera andra undersökningar. Givet att tidigare undersökningar var kända för uppdragsgivaren när flygbildstolkningen beställdes, så kan flygbildstolkade beståndsdata därför anses fylla sin funktion. Det kan alltså användas i alla steg i planeringsprocessen hos Korsnäs och Bergvik Skog.

Föreslagna åtgärder är, med avseende på åtgärdestyp, även de kvalitetsmässigt jämförbara med resultat från andra studier. De åtgärder som har föreslagits felaktigt går i vissa fall att återfinna med utsökningar i *Fagus* eller vid inventering av beståndet inför den felaktigt föreslagna åtgärden. I andra fall går åtgärderna inte att återfinna med mindre än fältbesök av bestånd där ingen åtgärd finns föreslagen. I de fall en åtgärd är felaktigt föreslagen går felet ofta att hänföra till (fel i) tolkningen av beskrivande data, som t.ex. stamantal eller trädslagsfördelning.

Gallringstidpunkten är oftare för sent än för tidigt föreslagen. Denna försening består dels av en underskattning av genomsnittlig beståndshöjd men också av någonting mer, som kan antas vara avvikelse från gallringsmallen. Fördelningen över avvikande gallringstidpunkter m.a.p SI tyder på att förenklingar och vissa felaktiga antaganden kan ha gjorts vid åsättande av gallringstidpunkt. Att korrigera för denna för sent föreslagna gallring låter sig dock göras genom att söka fram de gallringar som enligt metod 1 inte ska utföras än på något år.

## Källor

### *Tryckta publikationer*

Anon. - Haglöf Sweden AB – Användarmanual Estimate DP 1.7

Anon. 2006 – Skogsstatistisk årsbok 2006. Skogsstyrelsens förlag, Jönköping

Bergström, J. & von Essen, I. 1992. Ajourhållning av beståndsregister med hjälp av flygbildsinventering. Examensarbete i fjärranalys, Avdelningen för skoglig fjärranalys, SLU Umeå.

Brandel, G. 1990. Volymfunktioner för enskilda träd. Rapport nr 26, Institutionen för skogsproduktion, SLU Garpenberg

Duvemo, K. & Lämås, T. 2006. The influence of forest data quality on planning processes in forestry. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21, pp. 327-339

Elfving, B. 1982. HUGIN's unskogstaxering 1976-1979, Projekt Hugin rapport nr 27.

Elfving, B., Kiviste, A. 1997. Construction of site index equations for *Pinus sylvestris* L. using permanent plot data in Sweden. *Forest Ecology and Management* 98, pp. 125-134

Elfving, B. 2003. Övre höjdens utveckling i granplanteringar. Arbetsrapporter, SLU Inst. för skogsskötsel, nr. 185

Eriksson, H., Johansson, U., Kiviste, A. 1997: A Site-index Model for Pure and Mixed Stands of *Betula pendula* and *Betula pubescens* in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 12, pp. 149-156

Granqvist, Å. & Pettersson, B. 2007. Bergvik Skogs policy för gallring. Bergvik Skog AB, Falun.

Holm, S. 1998. Details of the Forest Management Planning Package, FMPP. Stencil. Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik, SLU Umeå

Hägglund, B. & Lundmark, J-E. 1981.Handledning i bonitering med Skogshögskolans boniteringssystem. Del 2, Diagram och tabeller. Skogsstyrelsen, Jönköping 1981.

Larsson, M. 1994. Betydelsen av kvaliteten i skogliga avdelningsdata för skattningar av volymtillväxt och inoptimalförluster – en studie av norrländska slutavverkningsavdelningar. Rapport 26, Avdelningen för skogsuppskattning och skogsindelning, SLU Umeå.

Lind, T. 2000. Strategic Forestry Planning: Evaluation of variable spatial aggregations and forest landscapes. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae. Silvestria*, 149.

Lundberg, N. 2000. Kalibrering av den multivariata variabeln trädslagsfördelning. Examensarbete i biometri. Arbetsrapport 71, Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik, SLU Umeå.

Naasset, E. 1992. Tolkning av tresalgsfordelning i infraröde og pankromatiske flybilder. *Meddelelser fra Skogforsk 44.10*, Ås, Norge.

Naasset, E. 1996. Determination of Number of Stems in Coniferous Forest Stands by Means of Aerial Photo-Interpretation. *Scandinavian Journal of Forest Research 11*, pp. 76 – 84

Naasset, E. 2002. Determination of Mean Tree Height of Forest Stands by Digital Photogrammetry. *Scandinavian Journal of Forest Research 17*, pp. 446 – 459

Nilsson, B. 1983. Räkning av stamantal i flygbild. Examensarbete vid Skogsmästarskolan 1982. *NSF-information nr 7*.

Nilsson, B. & Bünsow, R. 1994. Revidering av skogsbruksplan med hjälp av IR-färgbilder. *NSF-information 1994-15*.

Nilsson, B. & Sylvander, R. 1995. Tillståndsbeskrivning av ungskog med stöd av tolkning i storskaliga IR-färgbilder: en metodstudie genomförd vid Korsnäs AB. *NSF-information 1995-17*.

Ståhl, G. 1992. En studie av kvalitet i skogliga avdelningsdata som insamlats med subjektiva inventeringsmetoder. Rapport 24, Avdelningen för skogsuppskattning och skogsindelning, SLU Umeå.

Wilhelmsson, E. 2005. Instruktion objektiv inventering, kompendium. Utdelat på kursen SH4097 Skogsbruksplanering maj 2006. Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik, SLU Umeå.

Östberg, P-A. 2003. Försök med subjektiva metoder för datainsamling och analys av hur fel i data påverkar åtgärdsförslagen. Arbetsrapport 109, Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik, SLU Umeå

### ***Muntliga referenser***

Ingemar Gillgren, uppdragsgivare på Bergvik Skog AB

Sören Holm, lektor på Avdelningen för skoglig resursanalys vid Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU Umeå

Jan Olof Larsson, planerare på Korsnäs Skog region Dalarna

Ola Lindgren, OL Skogsinventering AB

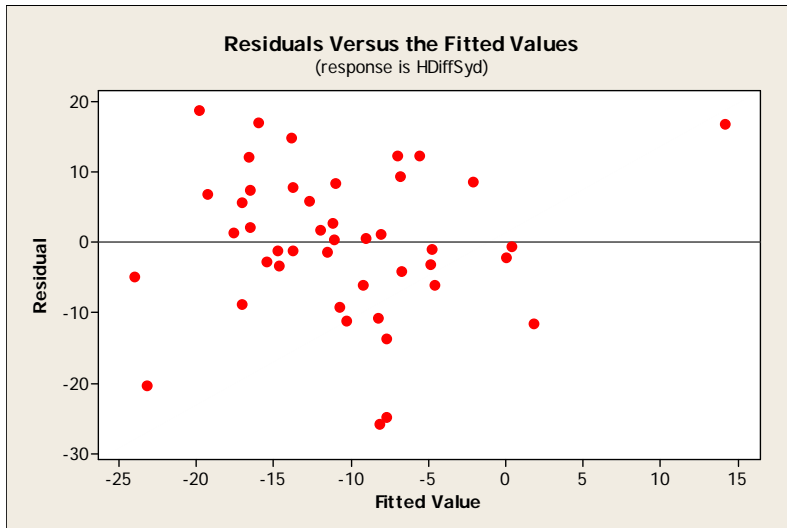
Anders Wåla, f.d. flygbildstolkare, Prevista AS

# Bilaga 1 – Regressionsfunktioner för förklarande av höjddifferensen

## Syd

$$\text{HDiffSyd} = 63.7 + 0.580 \text{ Alder} - 3.42 \text{ H100T} - 16619 \text{ 1/Tetthet}$$

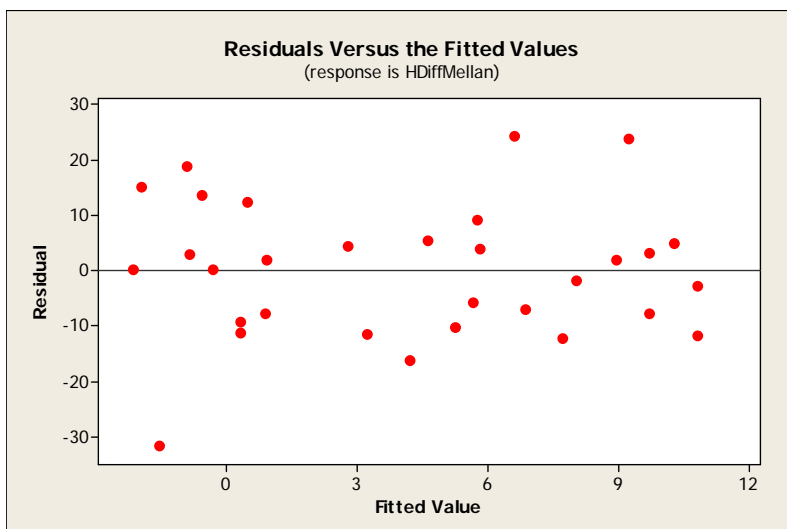
S = 10.7889    R-Sq = 31.6%



## Mellan

$$\text{HDiffMellan} = 10.8 - 0.00686 \text{ PrevTall}$$

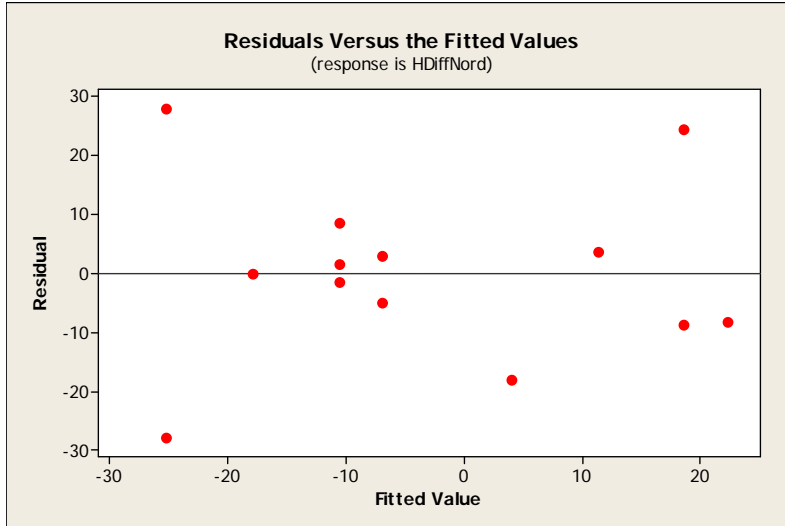
S = 12.4786    R-Sq = 11.0%



## Nord

$$\text{HDiffNord} = 47.8 - 0.0365 \text{ Tetthet}$$

S = 15.7878    R-Sq = 54.1%



## **Bilaga 2 – Beräkning av höjdtolkningsfelens påverkan på gallringstidpunkten**

Samma beräkningsmetoder som vid ordinarie åsättande av åtgärdsförslag (se avsnitt **Metod**) har använts även här.

Genomsnittlig tolkad höjd för klavade bestånd: 111 dm → 122,1 dm ÖH

Genomsnittlig höjddifferens för klavade bestånd: 4,5 dm → 4,95 dm ÖH

Ålder enligt Elfving & Kiviste (1997) vid 122,1 dm ÖH och H100T = 24: 39,03 år

Ålder enligt Elfving & Kiviste (1997) vid 122,1 – 4,95 dm ÖH och H100T = 24: 37,57 år

**Höjddifferensens påverkan på gallringstidpunkt: 39,03 år – 37,57 år ≈ 1,5 år**

Höjdstandardavvikelse för enskilt klavat bestånd: 15,9 dm → 17,5 dm ÖH

Ålder enligt Elfving & Kiviste (1997) vid 122,1 – 17,5 dm ÖH och H100T = 24: 34,03 år

Ålder enligt Elfving & Kiviste (1997) vid 122,1 + 17,5 dm ÖH och H100T = 24: 44,47 år

**Höjdstandardavvikelsens genomsnittliga påverkan på gallringstidpunkt: (abs((34,03 – 39,03) + (44,47 – 39,03)) / 2) år ≈ 5,2 år**

### Bilaga 3 – Höjdfunktion H25

Nedanstående information är hämtad ur (Anon.).

”Funktionen är av två typer, en för gran och en för övriga trädslag. Funktionen använder utjämnad höjdkurva genom diameter i brösthöjd och total höjd. Detta räknas för varje provträd. Sedan räknas ett medelvärde ut för trädslaget.  $H_{25}$  = H25 höjdkurva.  $H_{25}Hojd$  = trädhöjd uträknad från H25-kurvan.

$$H_{25} = \frac{(K_1 + K_2 * \log(Dbh))}{(K_3 * \log(Dbh) - K_4)}$$

$$H_{25}Hojd = (K_1 - K_2 * \log(Dbh) - K_4 * H_{25} + K_3 * H_{25} * \log(Dbh))”$$

$K_{1-4}$  är konstanter.

