



Försök med subjektiva metoder för datainsamling och analys av hur fel i data påverkar åtgärdsförslagen

Test of subjective methods for data collection and analysis of data errors influence on management suggestions

Per-Anders Östberg

Arbetsrapport 109 2003

SVERIGESLANTBRUKSUNIVERSITET
Institutionen för skoglig resurshushållning
och geomatik
S-901 83 UMEÅ
Tfn: 090-786 58 25 Fax: 090-77 81 16

ISSN 1401-1204
ISRN SLU-SRG--AR--109--SE



Försök med subjektiva metoder för datainsamling och analys av hur fel i data påverkar åtgärdsförslagen

Test of subjective methods for data collection and analysis of data errors influence on management suggestions

Per-Anders Östberg

Arbetsrapport 109 2003

Examensarbete i ämnet skogshushållning

Handledare: Erik Wilhelmsson

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET
Institutionen för skoglig resurshushållning
och geomatik
S-901 83 UMEÅ
Tfn: 090-786 58 25 Fax: 090-77 81 16

ISSN 1401-1204
ISRN SLU-SRG--AR--109--SE

Förord

Detta examensarbete omfattar 20 poäng på D-nivå och ingår som ett obligatoriskt delmoment i skogsvetarprogrammet, SLU i Umeå. Examensarbetet har gjorts på uppdrag av skogsägarföreningen Norrskog och är utformat i samarbete med institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik, SLU i Umeå.

Jag vill framför allt tacka mina handledare Erik Wilhelmsson på institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik och Christer Olofsson på Norrskog för god handledning under arbetets gång.

Övriga personer jag vill tacka och som bidragit med goda råd och viktig information är:

Hans Kallur, ÖKA Skogsplan, som har hjälpt till med imputeringen av provytedata.

Sören Holm, institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik, som bidragit med statistisk kunskap.

Torgny Lind, institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik, som hjälpt till med körningen av Indelningspaketet (IP).

Umeå, maj 2003

Per-Anders Östberg

Sammanfattning

Vid skogsbruksplanläggning är det viktigt att kunna samla in data med så hög kvalitet som möjligt om skogstillståndet samtidigt som kostnaderna för inventeringen hålls på en rimlig nivå. Det är också viktigt att kunna ange ett ekonomiskt optimalt åtgärdsförslag för att markägaren ska få ut högsta möjliga avkastning från sitt skogsinnehav, förutsatt att det är målet. I dagsläget använder sig Norrskog m.fl. av en subjektiv inventeringsmetod där de med hjälp av olika stödmätningar uppskattar skogstillståndet och utifrån en bedömning föreslår åtgärder.

I detta arbete har två olika planläggningsmetoder studerats med avseende på kvalitet och tidsåtgång där resultatet har jämförts mot en objektiv cirkelyteinventering. Vidare har de subjektiva åtgärdsförslagen jämförts mot de åtgärdsförslag som genererats utifrån analyser med Indelningspaketet av skogstillståndet utifrån data från både de subjektiva och den objektiva inventeringen.

Studien är gjord på tolv gallrings- och slutavverkningsavdelningar på två privatägda fastigheter belägna i Jämtlands län. Den subjektiva inventeringen är utförd av fyra planläggare anlitade av Norrskog för mångbruksplanläggning, medan den objektiva inventeringen är gjord av författaren. De två olika subjektiva inventeringsmetoder som testats är:

Metod A - Subjektiv bedömning med stödmätning och

Metod B - Klavning av tre subjektivt utlagda cirkelprovytor.

Variansanalysen visar att det endast är för variablerna stamantal och tidsåtgång som det inte går att utesluta en viss signifikant skillnad mellan de båda subjektiva inventeringsmetoderna. Däremot visar resultatet av plottningen av olika beståndsvariabler att det finns en tendens till underskattning av framförallt volym och grundyta för bestånd med höga volymer, som i detta fall består av gammal granskog. För variablerna medeldiameter, medelhöjd och ålder går det utifrån resultatet inte att se någon skillnad mellan de olika metoderna. Den genomsnittliga medeldifferensen gentemot den objektiva inventeringen blev något lägre med metod B för alla beståndsvariabler utom för ålder och medelhöjd.

Resultaten visar att det i vissa fall kan tillåtas stora avvikelser i beståndsdata, framförallt volymen, utan att det påverkar åtgärdsförslagen vid en analys med IP medan det i andra fall räcker med en över- eller underskattning på knappt 5% för att det ska leda till ett avvikande åtgärdsförslag och därmed en inoptimalförlust. Antalet avvikande åtgärdsförslag blev betydligt fler vid den subjektiva bedömningen än vad en analys med IP utifrån subjektiva data gav. De flesta av de avvikande åtgärdsförslagen kommer från medelålders och talldominerande bestånd där det i många avdelningar var aktuellt med gallring.

Att enbart utifrån denna studie avgöra vilken inventeringsmetod som är den mest kostnadseffektiva och samtidigt ger den bästa tillståndsbeskrivningen är inte lätt. Studien visar däremot att det är betydligt viktigare att minimera totalkostnaden för beslutsförlusten än att enbart minimera inventeringskostnaden. Det gäller bara att markägaren är medveten om hur stor förlusten kan bli p.g.a. avvikande åtgärdsförslag. Det finns således ett stort ekonomiskt utrymme för att i framtiden utveckla alternativa inventerings- och analysmetoder.

Summary

When making forest management plans it is very important to have high quality data about the forest stand, and the costs for the inventory should be reasonable. It is also important to give the forest owner economically optimal management proposals (if that is the owners objective). Today surveyors in Norrskog are estimating forest stand data and giving management suggestions by using traditional subjective inventory methods.

In this study the quality of stand data and the time used have been studied for two different subjective inventory methods, and compared with an objective circular sample plot method. The management alternatives generated from the Forest Management Planning Package (FMPP), based on analysis for both the subjective and objective inventory, have been compared with the surveyors' management proposals.

Twelve thinning and final felling stands situated on two private forest holdings in the county of Jämtland have been studied. The subjective inventory was made by four surveyors working for Norrskog, while the objective inventory was made by the author. The methods studied are Method A, a subjective estimation including measuring on subjectively chosen places, and Method B, calipering of all trees on three circular plots on subjectively chosen places.

The results show that some stand characteristics were measured with higher precision than others. The variables Mean height, Mean diameter and Stand age were procured with high precision. For Basal area and Volume there was a tendency to underestimate with Method A in old spruce stands with high stand volume. The analysis of variance showed a significant difference between the two subjective methods for the variables Number of stems and Time used, but not for other variables. According to the mean difference, Method B was better for all of the stand variables except for Stand age and Mean height.

The analysis with FMPP showed that in some cases large divergences in Stand volume had no effect on the management proposals, while in other cases an underestimation of less than 5 % could give a different proposal and an economic loss. The subjective inventory gave a larger number of diverting proposals than analysis with FMPP using data from the subjective inventory method. Most of the diverting proposals came from middle age pine stands, which might be thinned.

It is important that an evaluation of forest inventory methods is based on cost-plus-loss analyses. The total cost of a method is calculated as the sum of inventory cost and expected losses due to inoptimal decisions. It is also important that the forest owners are conscious about the sizes of these losses. For that reason there is a large economical motivation for testing alternatives in inventory- and analysis methods.

Innehållsförteckning

1. INLEDNING	5
1.1 BAKGRUND	5
1.2 MÅL	6
2. MATERIAL OCH METOD	7
2.1 VAL AV FASTIGHETER OCH BESTÅND	7
2.2 DATAINSAMLINGSMETODER.....	7
2.2.1 Förtolkning.....	8
2.2.2 Subjektiv bedömning med stödmätning (hoftning) - Metod A.....	8
2.2.3 Klavning av tre subjektivt utlagda cirkelprovtytor - Metod B.....	9
2.2.4 Objektiv cirkelyteinventering	9
2.3 DESIGN AV INVENTERINGSFÖRSÖKET	10
2.4 ÅTGÄRDSFÖRSLAG	10
2.5 INDELNINGSPAKETET (IP)	11
2.5.1 Imputering av provytedata.....	11
2.5.2 Förutsättningar för analys och beräkningar med IP	12
2.5.3 Kalkyl- och marginalräntans betydelse.....	14
2.6 ANALYSER	14
2.6.1 Variansanalys.....	14
2.6.2 Plottning av tillstånd och tidsåtgång.....	14
2.6.3 Analyser med IP.....	15
2.6.4 Jämförelse av åtgärdsförslag och inoptimalförluster	15
3. RESULTAT	16
3.1 SKOGSTILLSTÅND.....	16
3.1.1 Variansanalys.....	16
3.1.2 Plottning av tillstånd	17
3.1.3 Tidsåtgång.....	23
3.1.4 Produktivitet.....	24
3.2 ÅTGÄRDSFÖRSLAG	25
3.2.1 Samband mellan beståndsdata och inoptimalförlust.....	25
3.2.2 Jämförelse av olika planeringsmetoder.....	27
3.2.3 Kostnadsanalys	30
4. DISKUSSION.....	32
LITTERATURFÖRTECKNING.....	35
BILAGA 1.....	36
BILAGA 2.....	37

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund

Skogsägarföreningen Norrskog utför bl.a. planläggning och upprättande av skogsbruksplaner på skogsfastigheter ägda av familjeskogsbrukare. Den moderna typen av plan kallas mångbruksplan och är mycket uppskattad av föreningens medlemmar. Det är stor efterfrågan på dessa planer och bara under året 2001 planlades drygt 40 000 ha produktiv skogsmark i föreningens regi. En anledning till att denna typ av skogsbruksplan är så populär kan vara att den redovisar fastighetens skogliga värden på ett överskådligt och lättförstående sätt. Överblicken över fastigheten via datorn tilltalar också många. Mångbruksplanen är till för att förutom höja virkesproduktionen också skapa goda förutsättningar för natur- och kulturhänsyn (Olofsson 2001).

Innehållet i en mångbruksplan är bl.a. skogskarta över fastigheten med alla avdelningar inklusive avdelningsregister med data, samt sammanställningar över skogstillståndet i form av: virkesförråd, avverkningsförslag, bonitet, tillväxt samt avsatt areal för naturvård (NS, NO).

Själva planläggningen börjar redan under vintersäsongen då flygbilder förtolkas på rummet m h a avancerade tolkningsinstrument. Under barmarkssäsongen utförs fältinventeringen på fastigheterna. Planläggarna gör en subjektiv inventering på beståndsnivå med stödmätningar som dessa finner lämpliga. Därefter korrigeras de förtolkade värdena med de inventerade variabelerna, vilka inkluderar bl.a. virkesvolym, grundyta, beståndsmedelhöjd, stamantal, ålder och medeldiameter. Avslutningsvis utförs en objektiv kontrolltaxering på ett litet stickprov av avdelningar där varje planläggare följs upp, för att han/hon ska kunna kalibrera sig själv.

Ett avvägningsproblem vid planläggningen är att säkerställa kvaliteten samtidigt som kostnaden för arbetet ska vara så låg som möjligt. Den bästa inventerings- och planeringsmetoden är den som leder till störst måluppfyllelse för skogsbruket och där kostnaden för metoden måste ställas i relation till vinsten (Ståhl 1992).

Indelningspaketet, IP, som är ett kombinerat system för taxering och avverkningsberäkning av skog har används av storskogsbruket sedan början av 1980-talet. Nu har SkogForsk och SLU utvecklat en ny version av indelningspaketet. Den kan köras på en vanlig PC och utifrån data från en skogsbruksplan räkna fram en ekonomiskt optimal skogsskötsel även för mindre fastigheter. IP ger ägarna en bra bild av skogens utveckling och genererar skötselprogram med högt nuvärde. Det är därför en bra vidareutveckling av en vanlig skogsbruksplan. Det nya IP är testat på en småländsk fastighet på ca 400 ha med en nyupprättad skogsbruksplan. Det visade sig att en analys med IP gav ett mycket högre avverkningsförslag den första 10 års perioden än i den subjektivt upprättade skogsbruksplanen. I detta fall innebär det att det kommer att finnas mer lågproducerande gammal skog längre fram i tiden om man avverkar enligt skogsbruksplanen, vilket också innebär att tillväxten kommer ligga betydligt under IP:s förslag (Carlsson m fl, 2001). Det viktigaste är dock att måluppfyllelsen blir betydligt högre om man följer åtgärdsförslagen enligt analys med IP.

1.2 Mål

Målet med detta examensarbete är att jämföra kvalitetsaspekter och tidsåtgång för olika planläggningsmetoder samt att med hjälp av det nya IP för familjeskogsbrukare analysera vad konsekvenserna blir av olika fel i indata och om och hur detta påverkar valet av skötselalternativ. Inoptimalförlusterna, d.v.s. vad markägaren förlorar p.g.a. ej optimalt handlande och kostnaden för eventuell överhållning av vissa bestånd, t.ex. en femårsperiod, kommer att belysas. Ett annat mål är att undersöka vilken av metoderna som är bäst lämpad för skogsbruksplanläggningen och eventuell utveckling och förbättring av dessa för att därigenom höja kvaliteten på skogsbruksbruksplanen.

De planläggningsmetoder som studeras är dels traditionell subjektiv inventering, dels inklavning av tre subjektivt utlagda provtytor per avdelning. Dessutom kommer flygbildstolkade värden att utvärderas.

Studien görs för ett begränsat antal gallrings- och slutavverkningsbestånd inom Norrskogs verksamhetsområde. Syftet är att ge Norrskog underlag för val av en planläggningsmetod som är kostnadseffektiv och samtidigt ger familjeskogsbrukarna en mångbruksplanen av hög kvalitet.

2. MATERIAL OCH METOD

2.1 Val av fastigheter och bestånd

Studien består av att olika planläggningsmetoder och till viss del förtydning (se nedan) testats på två olika fastigheter belägna i Jämtlands län. Skälet till att använda två olika fastigheter var att få ett större urval av beståndstyper. En fastighet som ligger i Västerberg (västra Jämtland) bestod till största delen av gammal granskog som var mogen för slutavverkning, medan den andra fastigheten i Skyttmon (nordöstra Jämtland) till stor del bestod av medelålders gallringsskog.

På dessa två fastigheter valdes totalt 12 bestånd ut, 6 på vardera fastighet. Bestånden valdes ut framför allt med tanke på resp. avdelnings läge och tydliga avgränsning mot närliggande bestånd. Detta gjordes för att underlätta för förrättningsmännen och för att vara säker på att inventeringen utfördes i rätt bestånd. Tanken var också att undvika planterings- och röjnings-skog och istället enbart studera avdelningar där eventuell gallring eller slutavverkning skulle kunna vara aktuell inom planperioden.

Tabell 1. Utgångsläge i resp. avdelning.

Fastighet	Avd Nr	Ålder År	Volym m ³ sk/ha	Stamantal St/ha	Trädslagsblandning			Sl	Areal Ha
					% tall	% gran	% löv		
Skyttmon	1	78	166	1388	99	1	0	T18	2,8
	2	76	164	1280	99	1	0	T18	3,1
	3	143	176	840	88	9	3	T17	5,1
	4	105	177	1108	97	1	2	T17	3,1
	5	77	126	993	99	1	0	T16	3,2
	6	134	225	694	90	9	1	T20	5,2
Västerberg	7	136	248	1031	0	95	5	G20	7,8
	8	120	375	1394	2	88	10	G21	8,1
	9	135	303	579	6	93	1	G21	2,8
	10	128	253	1031	2	97	1	G18	4,6
	11	137	373	885	5	95	0	G21	13,1
	12	127	287	719	0	95	5	G20	15,2

2.2 Datainsamlingsmetoder

De olika datainsamlingsmetoder som undersökts i denna studie är:

- Enbart förtydning
- Subjektiv inventering (hoftning m h a stödmätningar)
- Subjektiv inventering (mätning av subjektivt utlagda cirkelprovytor)
- Objektiv inventering

Fyra av Norrskogs planläggare har utfört de två olika subjektiva inventeringarna medan den objektiva inventeringen, vars resultat används som facit, har gjorts av författare.

För varje avdelning har, med de olika inventeringsmetoderna, följande beståndsvariabler inventerats:

- Virkesvolym m^3 /sk/ha
- Grundyta m^2 /ha (trädslagsvis)
- Beståndsmedelhöjd (trädslagsvis)
- Stamantal (trädslagsvis)
- Medeldiameter (trädslagsvis)
- Ålder

2.2.1 Förtolkning

Norrskog anlitar en förtolkare i Östersund som m h a flygbilder (diapositiv tagna på 4600 m) och ett avancerat mätinstrument som heter Topocat analyt gör mätningar och beståndsavgränsningar. Det är endast trädhöjden som mäts m h a instrumentet. De andra variablerna; grundyta, trädslagsfördelning och slutenhet skattas av förtolkaren genom subjektiv bedömning.

Beståndets volym räknas ut genom följande formel:

$$V = g \cdot h \cdot f$$

Där g = grundyta (m^2 /ha), h = beståndsmedelhöjd (meter) och f = formhöjd (ett fast omräkningstal används).

2.2.2 Subjektiv bedömning med stödmätning (hoftning) - Metod A

Hoftning, som är en subjektiv inventeringsmetod, innebär att planläggaren gör en okulär uppskattning av beståndet, men han/hon kan också göra de stödmätningar med relaskop, höjdmätare etc, som han/hon finner motiverande (Karlsson 1997).

Norrskogs planläggare har utifrån det förtolkade materialet med beståndsavgränsningar och vissa beståndsuppgifter gjort en subjektiv inventering (hoftning) av varje bestånd. Borrning och höjdmätning har gjorts på subjektivt valda medelhöjdsträd. Diameter och stamantal har uppskattats och ett subjektivt skötsel förslag har angivits för varje avdelning. Tidsåtgången har också noterats för varje inventerad avdelning.

Vid uppskattning av virkesförrådet användes en formhöjdstabell där medelhöjd och grundyta är ingående variabler. Formklassen (0,65) används för både tall och gran. För skog som har dålig form används den lägre klassen (0,60) (Wilhelmsson & Holmström 1999).

Denna inventeringsmetod är Norrskogs nuvarande planläggningsmetod och var således redan bekant för planläggarna, vilket gjorde att inventeringen skedde enkelt och smidigt utan några problem.

2.2.3 Klavning av tre subjektivt utlagda cirkelprovytor - Metod B

Denna metod innebar att planläggarna i varje bestånd subjektivt lade ut 3 st provytor med 7 meters radie. (3-4 ytor förväntas ge en lämplig avvägning mellan tidsåtgång och precision samtidigt som inventeringen är subjektiv). Alla träd över 5 cm i brösthöjd, även torra träd som i framtiden bedömdes ge gagnvirke klavades. Klavningen på varje yta skedde på samma vis och med samma klave som vid den objektiva inventeringen. Den enda skillnaden var att planläggaren i det här fallet själv subjektivt valde ut ett "uppskattat" medelhöjdsträd (på varje yta) varpå höjdmätning och borring skedde.

Även här mättes tidsåtgången för varje inventerad avdelning och ett subjektivt skötsel förslag angavs. Alla planläggare fick också möjlighet att bekanta sig med dataklaven innan inventeringen utfördes. Detta för att inte tidsåtgången skulle påverkas så mycket av ovana att hantera klaven.

När alla bestånd var inventerade fördes data över från klaven till en dator för vidare bearbetning och analys.

Planläggarna hade även vid denna inventering tillgång till det förtolkade materialet med beståndsavgränsningar och vissa beståndsuppgifter. För att vara helt säker på att mätningarna skedde i rätt bestånd och på ett korrekt sätt så var författaren själv närvarande vid alla inventeringstillfällena.

2.2.4 Objektiv cirkelyteinventering

Totalklavning av ett större antal bestånd var för dyrt för denna studie, men tillräckligt noggranna data kunde fås vid en betydligt billigare systematisk provyteutläggning inom bestånden. Inventeringen har i stort sett följt indelningspaketets basmetod med systematisk provyteutläggning. En förutsättning för att provyteutläggningen ska bli systematisk är att provytornas läge på förhand slumpas ut och läggs in på kartan (Jonsson & Kallur 1995). Vid systematisk inventering räcker det att lotta fram läget för den första ytan eftersom läget för alla andra provytor kommer att definieras av provytemönstret, som normalt läggs ut i nord-sydlig riktning (Wilhelmsson & Holmström 1999).

Provyteförbandet beräknades med följande formel:

$$F = (A/n)^{0.5}$$

Där F = förbandet (i meter), A = avdelningens areal (m²), n = antal provytor.

Antal provytor som inventerats har varit 12 eller 13 st per avdelning. Antal ytor kan varieras, men av erfarenhet vet man att ca 10 ytor i regel ger en lämplig avvägning mellan tidsåtgång och precision (Jonsson & Kallur 1995).

På varje provyta med 7 meters radie klavades alla träd över 5 cm i brösthöjd, även torra träd som vid en framtida avverkning bedömdes ge gagnvirke. Klavningen utfördes med en dataklave (Mantax) som registrerade trädslag, diameter och antal stammar. Innan klavningen började angavs en provträdsfrekvens, som i normala fall bör ligga mellan 5-15%. Provträds-

urvalet beräknas utifrån på förhand subjektivt uppskattad grundtyevägd medeldiameter. Sannolikheten att ett provträd väljs som provträd ökar med ökande diameter. Höjdmätning gjordes på de utvalda provträden som också borrades för att kunna skatta medelåldern. Höjden och åldern på det mätta trädet lades därefter in i dataklaven för att användas vid volymlräkningar. Variablerna; grundyta, medelhöjd, stamantal och medeldiameter beräknas trädslagsvis i klaven. Virkesförrådet räknas ut i klaven m h a Brandel's mindre volymfunktioner som bygger på diameter och medelhöjd från de klavade träden.

2.3 Design av inventeringsförsöket

För att kunna göra en korrekt variansanalys så måste alla planläggare använda sig av båda metoderna samt att varje planläggare slumpmässigt omväxlande använder metod A och B för att undvika ett systematiskt fel. Det var heller inte lämpligt att låta förrättningspersonerna tillämpa både metod A och metod B i samma avdelning (Sören Holm muntlig kommentar).

En av anledningarna till att använda 12 avdelningar (6 avdelningar/fastighet) var att man med de fyra tillgängliga planläggarna kan bilda 6 kombinationer med 2 st A och 2 st B. För att det skulle bli statistisk korrekt så har, utifrån följande schema, avdelningarna lottats ut till varje kolumn och planläggare lottats till varje rad.

Tabell 2. Schema över planläggare, avd. och metod.

Planläggare	Avd.											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	A	A	A	B	B	B	A	A	A	B	B	B
2	A	B	B	A	A	B	A	B	B	A	A	B
3	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A
4	B	B	A	B	A	A	B	B	A	B	A	A

2.4 Åtgärdsförslag

För varje avdelning som inventerats med de olika subjektiva inventeringsmetoderna har planläggarna utifrån uppskattat beståndsdata angivet ett åtgärdsförslag. Indelnings paketet (IP) har sedan används för att göra en analys av tillståndet enligt den subjektiva inventeringen för att därefter, utifrån det aktuella skogstillståndet för samtliga avdelningar, kunna generera ett optimalt åtgärdsförslag. För att se hur skogstillståndet påverkar åtgärdsförslagen som genereras i IP har även en analys av den objektiva inventeringen gjorts för att få fram åtgärdsförslag utifrån objektivt skattad data. Totalt sett blir det 3 åtgärdsförslag/avdelning som kommer att kunna jämföras och analyseras.

2.5 Indelningspaketet (IP)

Indelningspaketet bygger på en ekonomisk grundsyn vilket innebär att man utifrån biologiska grunder söker det skötselprogram som ger bästa ekonomiska resultat. Programmet bygger på mätningar av, och prognoser för enskilda träd vilket ger upphov till en detaljerad information om hela skogsinnehavet (Jacobsson & Larsson, 1987).

Olika skötselprogram för inventerade avdelningar genereras i datorn. För de utvalda avdelningarna görs tillväxt- och långsiktiga avverkningsberäkningar. För varje aktuellt skötselprogram beräknas därefter det ekonomiska utfallet i form av intäkter och kostnader för varje utförd åtgärd. Dessa intäkter och kostnader beräknas m h a olika funktioner och inställningar i IP.

2.5.1 Imputering av provytedata

Eftersom indelningspaketet kräver att varje avdelning beskrivs med uppgifter om enskilda träd, inventerad på provytenivå, måste för varje avdelning provytedata imputeras. Detta gäller även för den objektiva inventeringen eftersom den inventeringsmetod som använts i denna studie inte till fullo följer indelningspaketets basmetod. Imputeringen har skett m h a Hans Kallur som har hämtat provytedata från olika befintliga provytebanker över det aktuella området där de aktuella fastigheterna är belägna. Provytedata kommer från några av de stora skogsbolagen som använt sig av IP. Alla ytorna har sammanställts till en provytebank som täcker in större delen av Sverige.

Den metod som använts vid imputeringen kallas kNN-metoden, "the 5 nearest neighbour" Imputeringen bygger på att man utifrån de inventerade beståndsmedelvärdena söker närhet till motsvarande variabler på ytnivå i provytebanken. För att imputeringen ska fungera så måste de inventerade avdelningarna redovisas på vanliga textfiler i ASCII-format enligt en speciell mall. Därför har för varje planläggare, inklusive av författare gjord objektiva inventering, avdelningsvariablerna redigerats till detta format. Varje avdelning redovisades på en separat rad och med avdelningsvariablerna på förutbestämda positioner. De variabler som användes vid imputeringen av provytorna var: virkesförråd, totalålder, SI, trädslagsblandning (%), medeldiameter, grundtyevägd medelhöjd, grundtyevägd medeldiameter, grundyta och stamantal/ha. För att få bästa urval av provytor ur banken angavs också uppgifter om breddgrad, genomsnittlig höjd över havet samt region enl. Söderbergs tillväxtfunktioner (Söderberg 1986).

Tillståndsbeskrivningen efter imputeringen beror till stor del av tillgången på provytor över det aktuella området. Ju fler provytor det finns att välja på desto närmare kommer man de inventerade beståndsvariablerna. I detta arbete har en kNN-metod som kallas "gaffling" används vid imputeringen. Den innebär att målvärdena för imputeringsvariablerna ändras beroende på redan imputerande ytor, d.v.s. om första provytan ger en lägre volym än beståndsmedelvärdet så siktar man högre i volym vid imputeringen av nästa yta osv. Detta för att få en styrning mot överensstämmande medelvärde som stämmer så bra överens med de eftersträlvande värdena. Medelvärdet av de 5 närmaste provytorna har används i analyserna med IP. Alla provytor i imputeringen har haft samma vikt vid beräkandet av beståndsmedel-

värdet. Däremot har variabeln volym för de inventerade avdelningarna haft större vikt än de övriga variablerna vid valet av provytor (Holmström 2001).

Närheten till variablerna på ytnivå i provbanken definieras som det Euklidiska avståndet, d , mellan målvärdet, t , och referensprovytan, r .

$$d_{tr} = \sqrt{\sum_{i=1}^5 w_i [(w_{ti} - v_{ri}) / SD_i]^2}$$

där:

v = variabelvärde

w = variabelvikt

SD = standardavvikelse för en variabel

Följande variabelvikter har använts vid imputeringen:

Tabell 3. Variabler och vikter använda i ovanstående formel.

Variabel index i	Variabel v_i	Vikt w_i
1	Virkesförråd (m ³ sk/ha)	1.32
2	Ålder (år)	1.03
3	SI, H100 (m)	0.59
4	Tallandel (%)	1.18
5	Granandel (%)	0.88
6	Grundyta (m ² /ha)	0.59
7	Medeldiameter (cm)	0.59
8	Grundytevägd medelhöjd (m)	0.59
9	Stamantal/ha	0.59

2.5.2 Förutsättningar för analys och beräkningar med IP

För att realistiska beräkningar ska kunna göras i IP så måste vissa inställningar göras i de olika programdelarna. Dessa programdelar är; tillstånd, priser, prognos och optimering.

Tillstånd

Tillståndskörningen sammanställer taxeringsresultatet till en nulägesbeskrivning av de inventerade avdelningarna. Vid inställningarna i tillstånd tar man hänsyn till om och hur ståndortsindex ska kalibreras, och hur minimidiametern ska vara. I detta arbete har ingen kalibrering av SI skett, och minimidiametern har satts till "Fast" med ett mått på 50 mm.

Prisberäkning

Prisberäkningen i IP sker genom att ett antal typträd apteras och prissätts. Klavträden på ytorna får därefter värde från prissatta typträd med motsvarande trädslag, volym och kvalitet.

Den information som finns i IP är rotstockens kvalitet. Utifrån redan inlagda tabeller i IP så sker en kvalitetsfördelning. Kvalitet 5 används dock inte i dagsläget i IP utan den prissätts istället som massaved. Vid prisberäkningen i detta arbete har Norrskogs timmer- prislista D23 2 02 gällande fr o m 2002-06-01 används.

Prognoskörning

Vid prognoskörningen genereras en mängd olika skötselalternativ för de olika avdelningarna. De resultatfiler som skapas är i första hand avsedda för att läsas av efterföljande program. I detta steg anges också gallringsform och gallringsstyrka av användaren. Det finns 4 kombinationer av gallringsformer och styrka att välja mellan. Valbara gallringsformer är; låggallring, genomgallring, höggallring och specialgallring, och de olika gallringsstyrkorna som går att välja mellan är; svag, normal, stark och special. Det går för användaren att själv definiera vad de olika formerna/styrkorna ska innebära, men i detta arbete har de förinställda värdena använts, vilka ska spegla för området vanligen förekommande gallring.

Optimering

I optimeringen räknas det bästa handlingssättet för de inventerade avdelningarna fram. Vid analyser i IP av en hel fastighet behöver inte det skötselalternativ som programmet väljer för en enskild behandlingsenhet vara det som ger det högsta nuvärdet. Det beror på vad användaren har satt för restriktioner vid optimeringen. I detta arbete har dock inga restriktioner satts vilket medför att varje avdelning behandlas för sig och det skötselalternativ som programmet föreslår är det som ger det högsta nuvärdet utifrån givet krav på ränta. Exempel på restriktioner som användaren skulle kunna sätta vid en optimeringskörning på fastighetsnivå är att ange högsta eller lägsta slutavverkningsålder, samt krav på ett viss uttag varje 5-års period.

I optimeringen anges också vilka kostnader som ska gälla, d.v.s. kostnadsfunktioner för slutavverkning och gallring, samt minsta kostnad vid avverkning och kostnader för röjning och hjälpplantering i den redan etablerade skogen. Dessa kostnadsfunktioner byggs upp av tidsåtgångsfunktioner för skotare och skördare. I detta arbete har befintliga funktioner som tillhandahållits från SkogForsk använts. Föryngringskostnader anges bonitetsklassvis och det går även att styra fördelningen mellan plantering och självföryngring. I detta arbete har enbart plantering använts som föryngringsmetod och skogsvårdskostnaderna (markberedning & plantering) angivits till 5000 kr/ha. Alternativet med gödsling har inte använts eftersom det inte förekommer i någon större omfattning ännu inom Norrskogs verksamhetsområde.

Vid styrning av optimeringen anges fasta kostnader för de åtta första perioderna, d.v.s. kostnader för skogsförvaltning och drift. Dessa kostnader har i detta arbete satts till 1000 kr/år för hela fastigheten, men det bedöms ha liten inverkan vilket värde som används eftersom det påverkar alla avdelningarna lika mycket.

2.5.3 Kalkyl- och marginalräntans betydelse

Optimeringsparametrar som har stor påverkan för beräkningar av nuvärdet och valet av optimal skötselåtgärd är kalkylräntan och marginalräntan (målfunktionens ränta).

Kalkylräntan används för att diskontera värdet av framtida inkomster d.v.s. beräkning av fastighetens nuvärde. (Den påverkar dock inte valet av skötselåtgärd för de olika avdelningarna).

Marginalräntan styr däremot valet av olika skötselåtgärder, och den tillåts att variera över tiden. Den kan jämföras med det förräntningskrav som användaren ställer på skogen, d.v.s. om förräntningen på aktuell avdelning sjunker under angiven marginalränta så föreslår normalt IP en åtgärd i form av slutavverkning eller gallring. Ett exempel på detta kan var en avdelning som består av gammal granskog. När tillväxten på skogen i den aktuella avdelningen sjunker under, av användaren, givet krav på förräntning så föreslås en avverkning av avdelningen. I detta arbete har marginalräntan varierats mellan olika analyser (se analyser med IP), men den har dock inte tillåtits variera över tiden eftersom ingen krav på jämnhet ställts. Detta innebär att programmet plockat fram det alternativ för varje avdelning som gav det högsta nuvärde.

2.6 Analyser

2.6.1 Variansanalys

För att kunna göra en statistisk korrekt jämförelse av de olika inventeringsmetoderna och dess tidsåtgång bör en variansanalys utföras på aktuella metoder och beståndsuppgifter. Vid en variansanalys är huvudmålet att studera skillnader mellan uppmätta systematiska avvikelser och dess skillnaders eventuella signifikans (Ståhl 1992).

Variansanalys har gjorts för alla uppmätta beståndsvariablerna; volym, grundytvägd medelhöjd, grundytvägd medeldiameter, grundyta, tid, ålder och stamantal/ha gentemot metod, planläggare och avd nr. Beräkningarna gjordes i programmet General Linear Model i Minitab.

2.6.2 Plottning av tillstånd och tidsåtgång

Utifrån det uppskattade skogstillståndet, med de olika inventeringsmetoderna, har för varje avdelning de inventerade beståndsvariablerna plottats mot varandra. Tillståndet för den objektiva inventeringen har för varje variabel plottats mot tillståndsbeskrivningen för de olika subjektiva metoderna (A och B). För varje inventeringsmetod och beståndsvariabel presenteras också standardavvikelse och medeldifferens gentemot den objektiva inventeringen.

Tidsåtgången för de olika inventeringsmetoderna har också jämförts mot varandra för de inventerade bestånden. Den aktuella tidsåtgången har även plottats mot avdelningens areal.

2.6.3 Analyser med IP

För att studera effekterna av hur skillnader i olika beståndsvariabler påverkar optimeringsresultatet så har analyser med IP gjorts för varje planläggare. (För aktuella inställningar i IP se bilaga 1). Totalt har fyra analyser/planläggare gjorts där marginalräntan varierats från 2-5%, medan kalkylräntan hölls konstant på 3%. Detta för att se hur valet av förräntningskravet på skogen påverkar valet av skötselåtgärder för varje avdelning.

2.6.4 Jämförelse av åtgärdsförslag och inoptimalförluster

En jämförelse har gjorts mellan de olika planläggarnas subjektiva sköselförslag och de förslag som IP genererade för de fyra olika analyserna. Vid optimeringen så beräknades även en inoptimalförlust fram för varje avdelning, vilket är ett mått på den förlust som uppkommer av ett icke optimalt handlande. Denna förlust är ett nuvärde som anges i kr/ha. Ett exempel på icke optimalt handlande kan vara att låta en slutavverkningsmogen skog stå orörd fastän tillväxten på skogen sjunkit under det angivna förräntningskravet (marginalräntan). En framtida avverkning ger ett lägre nuvärde än en avverkning i dagsläget. Det kan även gälla det omvända förhållandet, att en förtidig avverkning ger ett lägre nuvärde.

För en definition av nuvärde och inoptimalförlust se bilaga 1.

3. RESULTAT

3.1 Skogstillstånd

3.1.1 Variansanalys

Nedan följer resultatet av variansanalysen där följande modell har används:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + b_j + c_k + (\alpha b)_{ij} + e_{ijk}$$

där:

α_i är metodeffekterna (fixa)

b_j är avdelningseffekterna (random)

c_k är effekterna för planläggarna (random)

$(\alpha b)_{ij}$ är samspelseffekterna för metod*avdelning

e_{ijk} är tillfälliga avvikelser (error)

Tabell 4. P-värden för de olika effekterna.

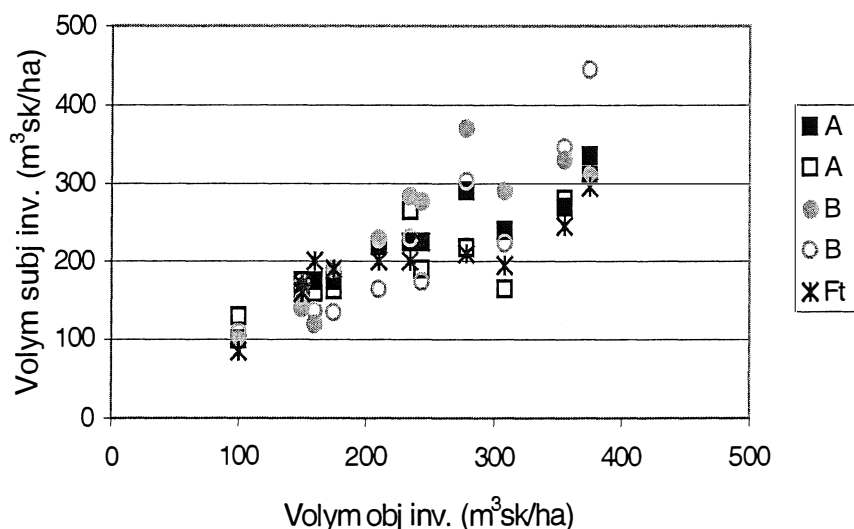
Effekt	Virkesförråd	G-yta	Hgv	Dgv	Stamantal	Ålder	Tidsåtgång
Metod	0.315	0.159	0.298	0.238	0.012	0.579	0.000
Planläggare	0.222	0.227	0.605	0.048	0.266	0.396	0.223
Avdelning	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.140
Met*avd.	0.266	0.093	0.212	0.677	0.270	0.096	0.024

P-värden högst lika med 0.05 visar på statistiskt säkerställda skillnader (på 5%-nivån) mellan de olika nivåerna (metod A och B) inom respektive effekt. Exempelvis visar tabellen på en säkerställd skillnad mellan metoderna vad gäller stamantal ($p = 0.012 < 0.05$) och tidsåtgång. När det gäller de andra beståndsvariablerna går det inte att på ett statistiskt sätt påvisa någon skillnad mellan de båda metoderna. Det går heller inte att påvisa någon skillnad mellan planläggarna, d.v.s. att någon planläggare skulle ligga bättre i mätresultat med någon av de båda metoderna för de olika variablerna.

3.1.2 Plottning av tillstånd

Nedan följer några diagram och tabeller som visar skillnader i beståndsvariabler mellan de olika inventeringsmetoderna. Även differens med standardavvikelse gentemot den objektiva inventeringen för de olika variablerna presenteras.

Volym



Figur 1. Volym för respektive avdelning enligt de olika planläggningsmetoderna och upprepningar plottad mot volym enligt den objektiva inventeringen. 5 inventeringar/avdelning (2 st med metod A, 2 st med metod B samt flygbildstolkning Ft).

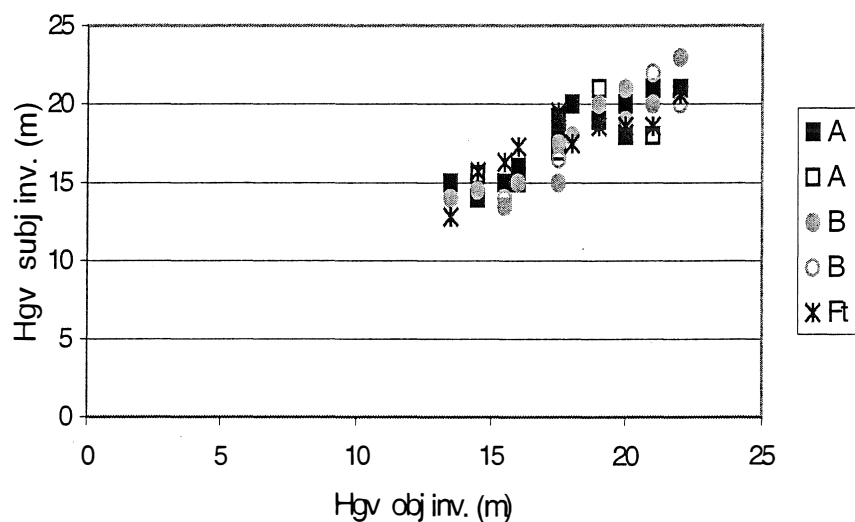
Diagrammet visar en liten tendens till en underskattning av volymen med metod A och flygbildstolkning i volymrika bestånd. De flesta avdelningarna med över 250 m³sk/ha består av gammal slutavverkningsmogen granskog.

Tabell 5. Genomsnittlig medelvolum samt differens med standardavvikelse (Std) för de olika inventeringsmetoderna.

Inventeringsmetod	Medelvolum (m ³ sk/ha)	Differens (%)	Std. (%)	Största överskattning (m ³ sk/ha)	Största underskattning (m ³ sk/ha)
Objektiv inv.	228				
Metod A	211	-7,5	20,0	31	143
Metod B	224	-2,0	18,6	92	85
Förtolkning	198	-13,3	22,0	40	113

För alla avdelningar ger metod B en bättre medelvolum/avd. Differensen är endast 2% gentemot 7,5% för metod A. Anledningen till att standardavvikelsen blir så stor beror på att det är relativt få observationer (12 st) och att en stor under/överskattning för en enskild avdelning påverkar resultaten väldigt mycket. Största underskattningen står metod A för med en underskattning på hela 143 m³sk/ha medan metod B har den största överskattningen på 92 m³sk/ha.

Medelhöjd



Figur 2. Beståndsmedelhöjd (Hgv) för varje avdelning med de olika planläggningsmetoderna och upprepningar plottad mot beståndsmedelhöjd enligt den objektiva inventeringen. 5 inventeringar/avdelning (2 st med metod A, 2 st med metod B samt flygbildstolkning Ft).

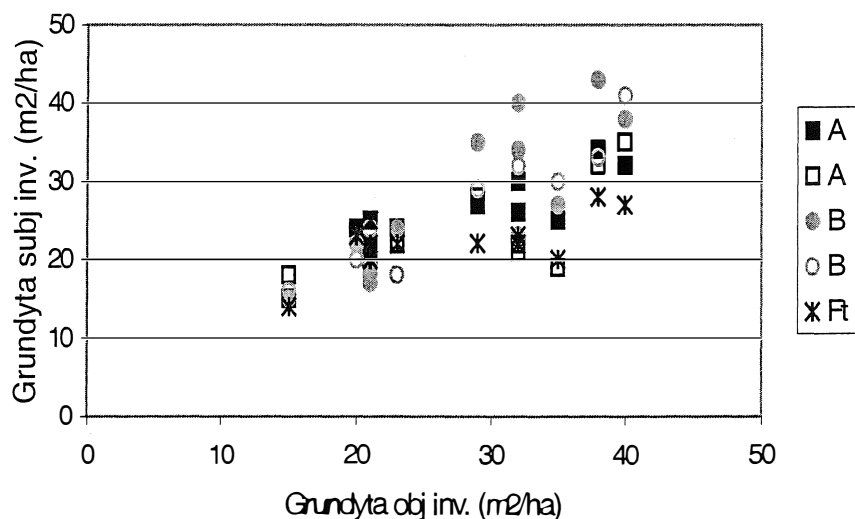
Medelhöjden för de inventerade avdelningarna följer nästan helt och hållet den objektiva inventeringens höjd. Det är endast små variationer för varje observation.

Tabell 6. Genomsnittlig medelhöjd samt differens med standardavvikelse (Std) för olika inventeringsmetoder.

Inventeringsmetod	Medelhöjd (meter)	Differens (%)	Std. (%)	Största överskattning (meter)	Största underskattning (meter)
Objektiv inv.	17,9				
Metod A	17,9	0,0	7,6	2	3
Metod B	17,6	-1,6	6,1	1	3
Förtolkning	17,7	-0,8	8,2	2	2

Medelhöjden visade sig vara den beståndsvariabel som var lättast uppskatta med de båda subjektiva inventeringsmetoderna A och B. Den genomsnittliga medelhöjden blev praktiskt taget densamma för alla inventeringarna.

Grundyta



Figur 3. Grundyta för varje avdelning med de olika planläggningsmetoderna och upprepningar plottad mot grundyta enligt den objektiva inventeringen. 5 inventeringar/avdelning (2 st med metod A, 2 st med metod B samt flygbildstolkning Ft).

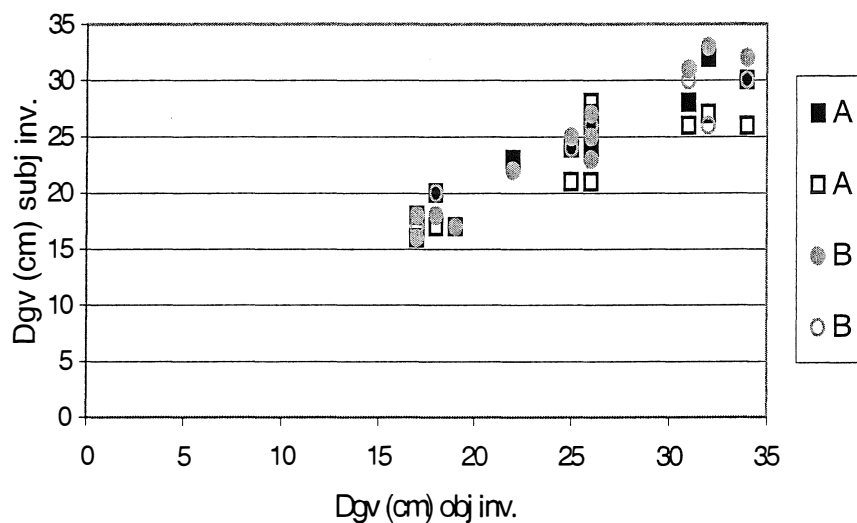
Det går att se en tydlig tendens till underskattning av grundytan med metod A ju högre grundytan är. Detta är också förklaringen till varför det blir en underskattning av volymen i de volymrika bestånden, inventerade med metod A. Anledningen till att det sker en underskattning av grundytan kan vara att planläggarna i volymrika granbestånd med delvis tät underväxt inte ser alla träd vid relaskopmätningen.

Tabell 7. Genomsnittlig grundyta samt differens med standardavvikelse (Std) för olika inventeringsmetoder.

Inventeringsmetod	Grundyta M ² /ha	Differens (%)	Std. (%)	Största överskattning m ² /ha	Största underskattning m ² /ha
Objektiv inv.	27,3				
Metod A	24,6	-9,8	19,6	4	16
Metod B	26,7	-2,0	15,4	8	9
Förtolkning	22,3	-18	23,3	4	15

Inventering med metod B ger den genomsnittligt bästa grundytan och har en avvikelse på endast 2%. Metod A ger en avvikelse på nästan 10 % och det beror framför allt på stora underskattningar i vissa bestånd, där största underskattningen är hela 16 m²/ha.

Medeldiameter



Figur 4. Medeldiameter för varje avdelning med de olika planläggningsmetoderna och upprepningar plottad mot medeldiametern enligt den objektiva inventeringen. 4 inventeringar/avdelning (2 st med metod A, 2 st med metod B).

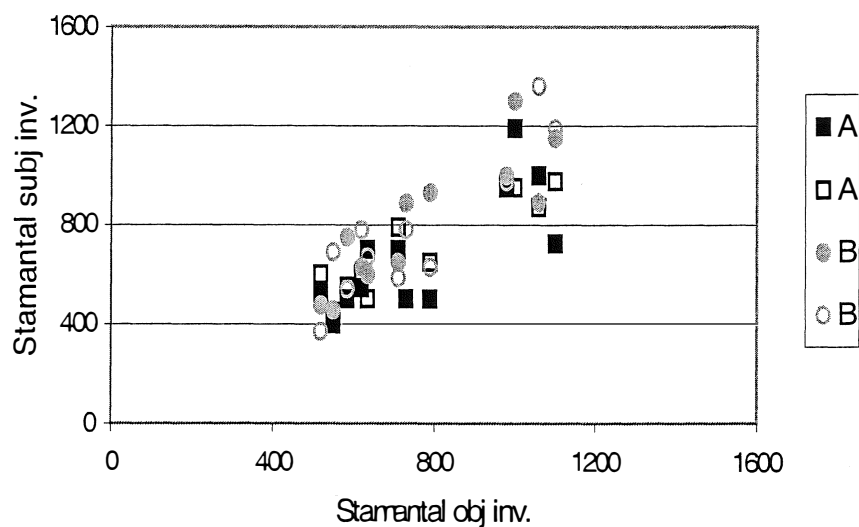
Medeldiametern för de inventerade avdelningarna följer i stort sett den objektiva inventeringens medeldiameter. Det är endast små variationer för varje observation.

Tabell 8. Genomsnittlig medeldiameter samt differens med standardavvikelse (Std) för olika inventeringsmetoder.

Inventeringsmetod	Medeldiameter (cm)	Differens (%)	Std. (%)	Största överskattning (cm)	Största underskattning (cm)
Objektiv inv.	24,4				
Metod A	23,0	-5,6	10,9	2	8
Metod B	23,6	-3,4	7,1	2	6
Förtolkning	-	-	-	-	-

Medeldiametern visade sig också vara en beståndsvariabel som var någorlunda lätta att uppskatta för de båda inventeringsmetoderna. Den genomsnittliga medeldiametern blev praktiskt taget densamma för alla inventeringarna. Metod B var den metod som gav den lägsta standardavvikelsen (7,1%) och med en underskattning av medeldiametern endast med ca 3 %.

Stamantal



Figur 5. Stamantal för varje avdelning med de olika planläggningsmetoderna och upprepningar plottad mot stamantal enligt den objektiva inventeringen. 4 inventeringar/avdelning (2 st med metod A, 2 st med metod B).

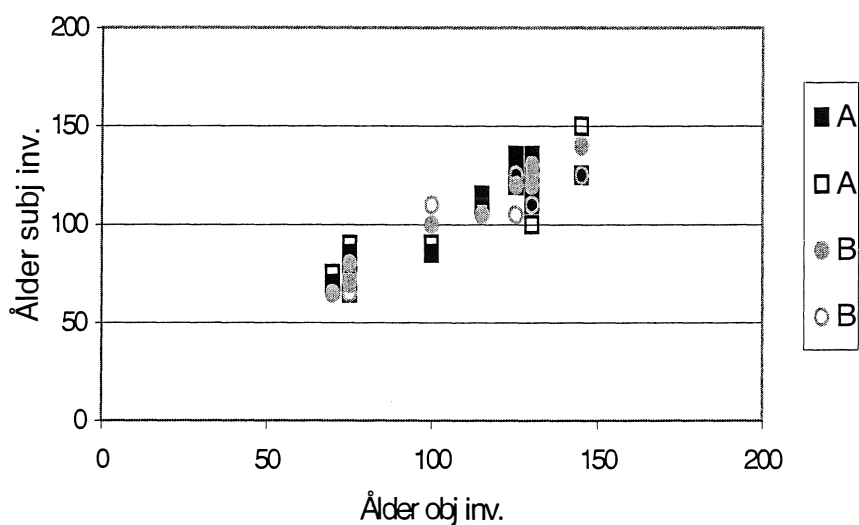
Det går att se en svag tendens till en underskattning av stamantalet med metod A. I nästan alla observationer ligger metod B något högre i stamantal än metod A.

Tabell 9. Genomsnittligt stamantal/ha samt differens med standardavvikelse (Std) för olika inventeringsmetoder.

Inventeringsmetod	Stamantal	Differens (%)	Std. (%)	Största överskattning	Största underskattning
Objektiv inv.	773				
Metod A	693	-10,4	16,5	190	375
Metod B	816	5,5	18,5	300	170
Förtolkning	-	-	-	-	-

Tabellen visar att metod A medför en underskattning av stamantalet med ca 10 % medan metod B leder till en överskattning på ca 5%. Metod A ger dock en något lägre standardavvikelse.

Ålder

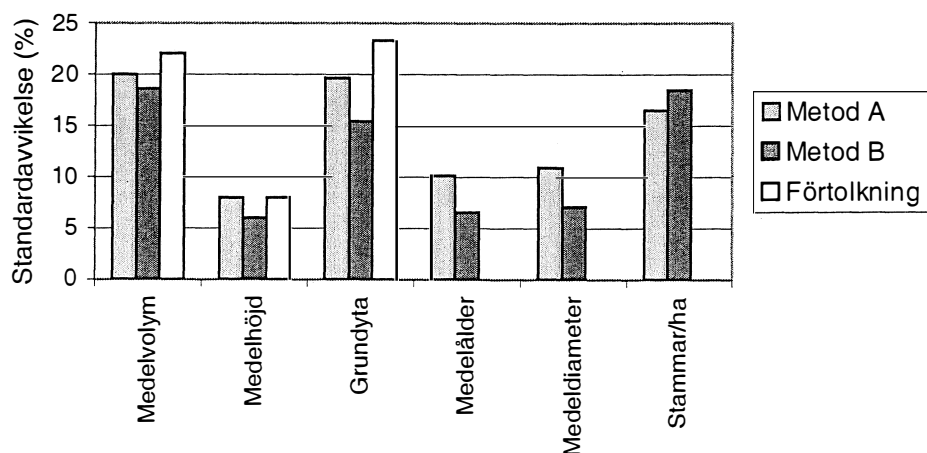


Figur 6. Ålder för varje avdelning med de olika planläggningsmetoderna och upprepningar plottad mot ålder enligt den objektiva inventeringen. 4 inventeringår/avdelning (2 st med metod A, 2 st med metod B).

Tabell 10. Genomsnittlig medelålder samt differens med standardavvikelse (Std) för olika inventeringsmetoder.

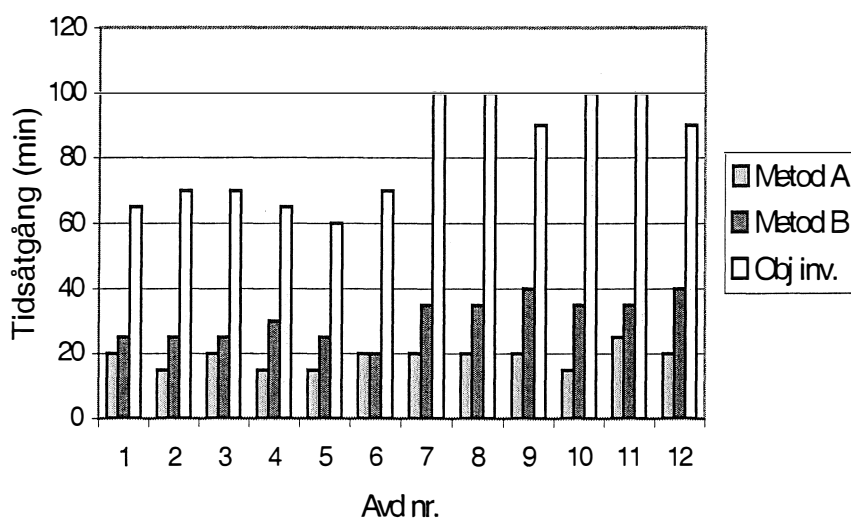
Inventeringsmetod	Medelålder (år)	Differens (%)	Std. (%)	Största överskattning (år)	Största underskattning (år)
Objektiv inv.	113				
Metod A	109	-3,5	10,1	15	30
Metod B	107	-5,2	6,6	10	20
Förtolkning					

Medelåldern uppskattades mycket bra med de båda inventeringsmetoderna. Endast en differens på mellan 3-5% och en standardavvikelse på under 10% får anses vara väldigt bra.



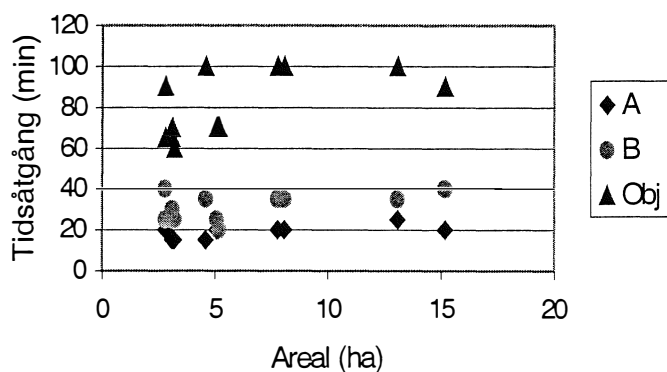
Figur 7. Genomsnittlig standardavvikelse för samtliga inventerade beståndsvariabler.

3.1.3 Tidsåtgång



Figur 8. Tidsåtgång för de olika inventeringsmetoderna i varje avdelning.

I figur 8 består avdelningarna 1-6 till största delen av talldominerad gallringsskog medan avdelningarna 7-12 består av slutavverkningsmogen granskog. Tidsåtgången är betydligt större för den objektiva inventeringen i de grandominerande bestånden. Även för metod B är det en viss skillnad i tidsåtgång mellan de olika beståndstyperna, medan det för metod A inte är någon större skillnad. Medeltidsåtgången för varje avdelning är ca 20 min för metod A, ca 30 min för metod B och ca 80 min för den objektiva inventeringen.



Figur 9. Tidsåtgång för varje metod och avdelning plottad mot avdelningens areal.

Enligt figur 9 går det inte att se någon markant ökning i tidsåtgång ju större avdelningens areal är. Anledningen till att tidsåtgången ökade i bestånd 7-12 (figur 8) bör därmed till stor del bero på trädslagsblandningen (granskog) och den högre volymen i dessa bestånd.

3.1.4 Produktivitet

I följande räkneexempel har, utifrån vissa antaganden, produktiviteten/säsong för planläggning med de två olika subjektiva inventeringsmetoderna A och B räknats ut.

Metod A:

En planläggare antas hinna 48 ha/dag och en avdelning antas ligga på 3 ha i genomsnitt. Detta gör att en planläggare hinner 16 avdelningar/dag. Eftersom 2/3 av privatskogen i Jämtlands län är över 30 år (Anon. 2002.) medför det att en planläggare gör 10 slutavverknings- och gallringsavdelningar och 6 övriga avdelningar (kalmarek och röjningsavdelningar) per dag.

Vidare antas en planläggare göra ca 17 arbetsdagar i fält varje månad. Övriga dagar går åt till kartredigering och sammanställning av planen. En planläggare jobbar i genomsnitt 5 mån/säsong och Norrskog har 6 planläggare anställda varje säsong. Detta ger en produktivitet per säsong på:

$48 \text{ ha/dag} * 17 \text{ dag/mån} * 5 \text{ mån} = 4\ 080 \text{ ha/planläggare.}$

6 planläggare ger därmed en produktivitet på: $4080 * 6 = 24\ 480 \text{ ha/säsong.}$

Metod B:

Med metod B tar det ca 10 min längre tid i slutavverknings- och gallringsbestånden vilket gör att en planläggare med den metoden hinner med 7 slutavverknings- och gallringsavdelningar och 5 övriga avdelningar. Med samma storlek på medelavdelningen hinner en planläggare $12*3 = 36 \text{ ha/dag.}$ Med samma antaganden som för metod A ger detta en produktivitet per säsong på:

$36 \text{ ha/dag} * 17 \text{ dag/mån} * 5 \text{ mån} = 3060 \text{ ha/planläggare.}$

6 planläggare ger därmed en produktivitet på: $3060 * 6 = 18360 \text{ ha/säsong.}$

Skillnaden mellan producerad areal per säsong för de olika metoderna är $24480 - 18360 = 6120 \text{ ha.}$ Detta gör att det behövs 2 st extra planläggare med metod B ($6120 / 2 = 3060$) för att producera lika många ha/säsong som planläggare med metod A.

Om man med metod B skulle lägga ut en extra provyta beräknas det ta ca 7 min längre tid/avd vilket medför att en planläggare då skulle hinna göra ca 6 slutavverknings- och gallringsbestånd samt 4 övriga per dag. Detta skulle medföra en produktivitet på ca 30 ha/dag, eller en produktivitet på:

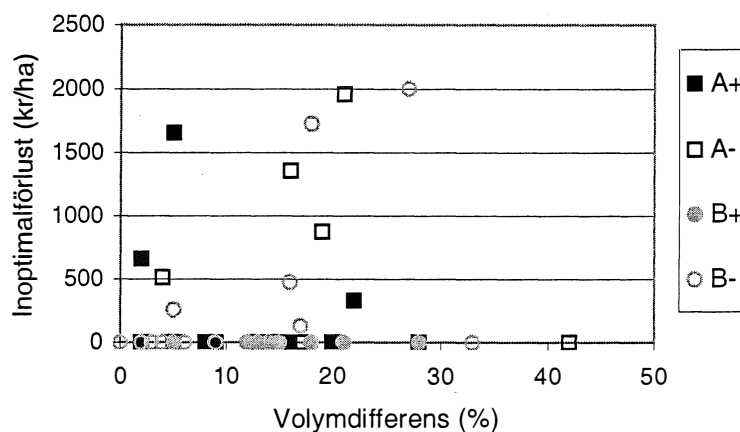
$30 * 17 * 5 = 2550 \text{ ha/planläggare.}$

6 planläggare ger därmed en produktivitet på: $2550 * 6 = 15300 \text{ ha/säsong.}$

För att få samma produktivitet som med metod A skulle det behövas 9,6 planläggare ($9,6 * 2550 = 24480$) per säsong, vilket egentligen innebär att det måste anställas en extra planläggare för hela säsongen och en som jobbar ca 3 mån.

3.2 Åtgärdsförslag

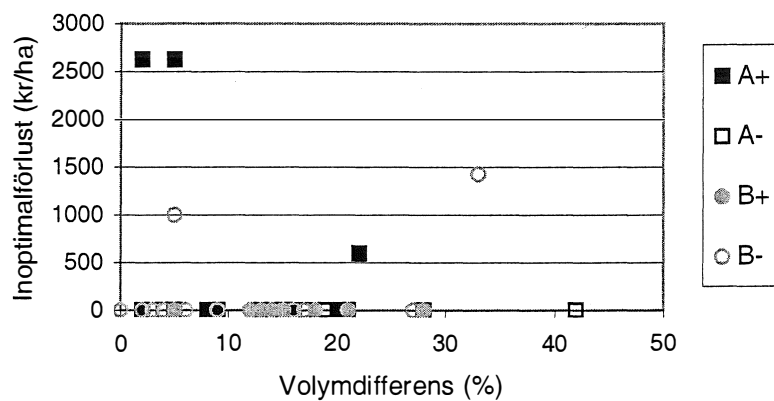
3.2.1 Samband mellan beståndsdata och inoptimalförlust



Figur 9. Inoptimalförlusten vid 2 % marginalränta plottad mot över- och underskattningar av beståndsvolymen. A+ innebär en överskattning av volymen inventerad med metod A medan A- innebär en underskattning av volymen inventerad med metod A. Detsamma gäller även för inventering med metod B.

I ovanstående diagram bygger inoptimalförlusten på de avvikande åtgärdsförslag som genererats i IP utifrån planläggarnas skattade beståndsvärden i jämförelse med de åtgärder som en analys baserat på tillståndet enligt den objektiva inventeringen ger. I detta fall bygger analysen på en marginalränta på 2%.

Enligt diagrammet leder en underskattning av volymen oftare till ett avvikande åtgärdsförslag och därmed också en inoptimalförlust. 9 underskattningar leder till ett avvikande åtgärdsförslag medan endast 3 överskattningar leder till en avvikelse. Det visar sig också att stora över- eller underskattningar inte behöver leda till någon inoptimalförlust samtidigt som en liten överskattning kan leda till en förlust på drygt 1500 kr/ha.



Figur 10. Inoptimalförlusten vid 5 % marginalränta plottad mot över- och underskattningar av beståndsvolymer.

Vid en ökning av marginalräntan från 2 till 5% minskade antalet avvikande åtgärdsförslag och inoptimalförluster. Endast 5 avvikande åtgärdsförslag genererades gentemot 12 st som var fallet vid 2%. Detta kan bero på att med högre marginalränta ökar antalet avdelningar där slutavverkning är bästa åtgärd. Här ger i vissa fall en liten överskattning större inoptimalförlust än en stor underskattning av beståndsvolymer.

Det är dock inte enbart volymen som påverkar valet av skötselåtgärder utan oftast är det en kombination av flera beståndsvariabler som har betydelse. I gallringsskog t.ex. är stamantal och ålder viktiga variabler. Det är därför svårt att säga hur kvaliteten i beståndsdata påverkar åtgärdsförslagen.

3.2.2 Jämförelse av olika planeringsmetoder

Tabell 5. Åtgärdsförslag och inoptimalförluster i talldominerande bestånd.

Avd	Ränta	Plan- läggare	Invent.- metod	Åtgärdsförslag enl. IP	Inoptimalförlust (Kr/ha)	Åtgärdsförslag enl. subj. bedömning	Inoptimalförlust (Kr/ha)
1	2%	Obj. inv.		Gallr p1	0	-	-
1	2%	PI1	A	Gallr p1	0	Gallr p1	0
1	2%	PI3	A	Gallr p1	0	Gallr p1	0
1	2%	PI2	B	Gallr p1	0	Gallr p2	78
1	2%	PI4	B	Gallr p1	0	Gallr p2	78
1	5%	Obj. inv.		Gallr p1	0	-	-
1	5%	PI1	A	Gallr p1	0	Gallr p1	0
1	5%	PI3	A	Gallr p1	0	Gallr p1	0
1	5%	PI2	B	Gallr p1	0	Gallr p2	56
1	5%	PI4	B	Gallr p1	0	Gallr p2	56
2	2%	Obj. inv.		Gallr p1	0	-	-
2	2%	PI3	A	Gallr p1	0	Gallr p1	0
2	2%	PI4	A	Gallr p1	0	Gallr p2	58
2	2%	PI1	B	Ingen åtg.	260	Gallr p2	58
2	2%	PI2	B	Gallr p1	0	Ingen åtg.	260
2	5%	Obj. inv.		Gallr p1	0	-	-
2	5%	PI3	A	Gallr p1	0	Gallr p1	0
2	5%	PI4	A	Gallr p1	0	Gallr p2	160
2	5%	PI1	B	Ingen åtg.	1000	Gallr p2	160
2	5%	PI2	B	Gallr p1	0	Ingen åtg.	1000
3	2%	Obj. inv.		Slutavv p2	0	-	-
3	2%	PI2	A	Slutavv p2	0	Slutavv p2	0
3	2%	PI3	A	Slutavv p1	513	Ingen åtg.	129
3	2%	PI1	B	Ingen åtg.	129	Ingen åtg.	129
3	2%	PI4	B	Slutavv p2	0	Slutavv p2	0
3	5%	Obj. inv.		Slutavv.1	0	-	-
3	5%	PI2	A	Slutavv p1	0	Slutavv p2	3254
3	5%	PI3	A	Slutavv p1	0	Ingen åtg.	6200
3	5%	PI1	B	Slutavv p1	0	Ingen åtg.	6200
3	5%	PI4	B	Slutavv p1	0	Slutavv p2	3254
4	2%	Obj. inv.		Gallr p1	0	-	-
4	2%	PI1	A	Gallr p1	0	Gallr p1	0
4	2%	PI4	A	Gallr p1	0	Gallr p1	0
4	2%	PI2	B	Gallr p1	0	Ingen åtg.	475
4	2%	PI3	B	Ingen åtg.	475	Gallr p1	0
4	5%	Obj. inv.		Slutavv p1	0	-	-
4	5%	PI1	A	Gallr p1	2621	Gallr p1	2621
4	5%	PI4	A	Gallr p1	2621	Gallr p1	2621
4	5%	PI2	B	Slutavv p2	1429	Ingen åtg.	3400
4	5%	PI3	B	Slutavv p1	0	Gallr p1	2621

Forts. Tabell 5. Åtgärdsförslag och inoptimalförluster i talldominerande bestånd.

Avd	Ränta	Plan- läggare	Invent. metod	Åtgärdsförslag enl. IP	Inoptimalförlust (Kr/ha)	Åtgärdsförslag enl. subj. bedömning	Inoptimalförlust (Kr/ha)
5	2%	Obj. inv.		Ingen åtg.	0	-	-
5	2%	PI2	A	Ingen åtg.	0	Ingen åtg.	0
5	2%	PI4	A	Gallr p1	333	Ingen åtg.	0
5	2%	PI1	B	Ingen åtg.	0	Ingen åtg.	0
5	2%	PI3	B	Ingen åtg.	0	Ingen åtg.	0
5	5%	Obj. inv.		Ingen åtg	0	-	-
5	5%	PI2	A	Ingen åtg.	0	Ingen åtg.	0
5	5%	PI4	A	Gallr p1	594	Ingen åtg.	0
5	5%	PI1	B	Ingen åtg.	0	Ingen åtg.	0
5	5%	PI3	B	Ingen åtg.	0	Ingen åtg.	0
6	2%	Obj. inv.		Slutavv p1	0	-	-
6	2%	PI1	A	Ingen åtg.	1650	Ingen åtg.	1650
6	2%	PI2	A	Slutavv p2	661	Ingen åtg.	1650
6	2%	PI3	B	Slutavv p1	0	Ingen åtg.	1650
6	2%	PI4	B	Gallring.1	1724	Slutavv p2	661
6	5%	Obj. inv.		Slutavv p1	0	-	-
6	5%	PI1	A	Slutavv p1	0	Ingen åtg.	12000
6	5%	PI2	A	Slutavv p1	0	Ingen åtg.	12000
6	5%	PI3	B	Slutavv p1	0	Ingen åtg.	12000
6	5%	PI4	B	Slutavv p1	0	Slutavv p2	6261

Tabell 6. Åtgärdsförslag och inoptimalförluster i grandominerande bestånd.

Avd	Ränta	Plan- läggare	Invent.- metod	Åtgärdsförslag enl. IP	Inoptimalförlust (Kr/ha)	Åtgärdsförslag enl subj. bedömning	Inoptimalförlust (Kr/ha)
7	2%	Obj. inv.		Slutavv p1	0	-	-
7	2%	PI1	A	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
7	2%	PI2	A	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
7	2%	PI3	B	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
7	2%	PI4	B	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
7	5%	Obj. inv.		Slutavv p1	0	-	-
7	5%	PI1	A	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
7	5%	PI2	A	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
7	5%	PI3	B	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
7	5%	PI4	B	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
8	2%	Obj. inv.		Slutavv p1	0	-	-
8	2%	PI1	A	Slutavv p1	0	Ingen åtg.	4500
8	2%	PI3	A	Slutavv p2	1958	Slutavv p1	0
8	2%	PI2	B	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
8	2%	PI4	B	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
8	5%	Obj. inv.		Slutavv p1	0	-	-
8	5%	PI1	A	Slutavv p1	0	Ingen åtg.	15000
8	5%	PI3	A	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
8	5%	PI2	B	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
8	5%	PI4	B	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0

Forts. Tabell 6. Åtgärdsförslag och inoptimalförluster i grandominerande bestånd.

Avd	Ränta	Plan- läggare	Invent.- metod	Åtgärdsförslag enl. IP	Inoptimalförlust (Kr/ha)	Åtgärdsförslag enl. subj. bedömning	Inoptimalförlust (Kr/ha)
9	2%	Obj. inv.		Slutavv p1	0	-	-
9	2%	PI3	A	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
9	2%	PI4	A	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
9	2%	PI1	B	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
9	2%	PI2	B	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
9	5%	Obj. inv.		Slutavv p1	0	-	-
9	5%	PI3	A	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
9	5%	PI4	A	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
9	5%	PI1	B	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
9	5%	PI2	B	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
10	2%	Obj. inv.		Slutavv p1	0	-	-
10	2%	PI2	A	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
10	2%	PI4	A	Slutavv p2	870	Slutavv p1	0
10	2%	PI1	B	Slutavv p1	0	Ingen åtg.	2000
10	2%	PI3	B	Ingen åtg.	2000	Slutavv p1	0
10	5%	Obj. inv.		Slutavv p1	0	-	-
10	5%	PI2	A	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
10	5%	PI4	A	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
10	5%	PI1	B	Slutavv p1	0	Ingen åtg.	9100
10	5%	PI3	B	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
11	2%	Obj. inv.		Slutavv p1	0	-	-
11	2%	PI2	A	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
11	2%	PI3	A	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
11	2%	PI1	B	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
11	2%	PI4	B	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
11	5%	Obj. inv.		Slutavv p1	0	-	-
11	5%	PI2	A	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
11	5%	PI3	A	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
11	5%	PI1	B	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
11	5%	PI4	B	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
12	2%	Obj. inv.		Slutavv p1	0	-	-
12	2%	PI1	A	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
12	2%	PI4	A	Slutavv p2	1351	Slutavv p1	0
12	2%	PI2	B	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
12	2%	PI3	B	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
12	5%	Obj. inv.		Slutavv p1	0	-	-
12	5%	PI1	A	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
12	5%	PI4	A	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
12	5%	PI2	B	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0
12	5%	PI3	B	Slutavv p1	0	Slutavv p1	0

Tabellerna 5 och 6 visar vad kostnaden (i nuvärde) blir av ett avvikande åtgärdsförslag. För att se hur valet av marginalränta påverkar åtgärdsförslagen har analysen gjorts med 2 och 5% marginalränta. Åtgärdsförslagen som IP genererar bygger på planläggarnas beståndsmedelvärden. Antalet avvikande åtgärdsförslag är betydligt större i de talldominerande bestånden (tabell 5) än i de grandominerande bestånden (tabell 6).

Tabell 7. Antal avvikande åtgärdsförslag vid subj. bedömning och analys med IP jämf. mot åtg. förslag enl. analys av den obj. inv. med 2 rep. 5% marginalränta, av tot. 24 observationer per metod.

Inventeringsmetod	Åtg. förslag enl. analys med IP (2%)	Åtg.förslag enl. subj. bedömning (2%)	Åtg. förslag enl. analys med IP (5%)	Åtg.förslag enl. subj. bedömning (5%)
A	7	5	3	8
B	5	9	2	11
Tot A+B	12	14	5	19

Tabell 7 visar en sammanställning över antalet avvikande åtgärdsförslag för de olika inventeringsmetoderna och med olika räntekrav. Eftersom det är 2 planläggare för varje inventeringsmetod och totalt 12 inventerade avdelningar blir det totalt 24 observationer per analys d.v.s. totalt 48 åtgärdsförslag.

Med IP 2 och 5% menas att planläggarnas beståndsmedelvärden analyseras i IP som därefter genererar ett åtgärdsförslag. Detta åtgärdsförslag har sedan jämförts mot det åtgärdsförslag som generats utifrån den objektiva inventeringen med samma räntekrav. Det subjektiva åtgärdsförslaget av planläggarna har också jämförts mot den objektiva inventeringen.

Resultatet visar att det endast blev 5 avvikande åtgärdsförslag som IP med 5% räntekrav genererade, medan en jämförelse av planläggarnas åtgärdsförslag avvek i hela 19 fall av totalt 48 (vid 5% marginalränta). De flesta av de avvikande åtgärdsförslagen kommer från avdelningarna 1-6 d.v.s. de talldominerande gallringsavdelningarna, medan åtgärdsförslagen i den slutavverkningsmogna granskogen (7-12) stämmer bra överens med åtgärdsförslagen enligt den objektiva inventeringen.

Tabell 8. Medelvärde av inoptimalförluster (kr/ha) vid avvikande åtgärdsförslag.

Inventeringsmetod	Åtg. förslag enl. Analys med IP (2%)	Åtg.förslag enl. subj. bedömning (2%)	Åtg. förslag enl. analys med IP (5%)	Åtg.förslag enl. subj. Bedömning (5%)
A	1048	1597	1945	6732
B	918	599	1214	4010
Medel A+B	993	955	1653	5156

Tabell 8 visar en jämförelse av medelvärdet av inoptimalförlusterna för de båda inventeringsmetoderna. Resultatet visar att ett lägre räntekrav på skogen ger en mindre inoptimalförlust och att inventering med metod B ger en mindre inoptimalförlust än inventering med metod A.

3.2.3 Kostnadsanalys

Utifrån uppgifterna i tabell 7 och 8 har inoptimalförlusten för vad planläggarna teoretiskt sett skulle kunna orsaka under en säsong p.g.a. att de föreslår inoptimala åtgärdsförslag räknats ut. Samma antagande som i kap 3.1.4 har gjorts, d.v.s. att planläggare med metod A hinner 16 avd/dag varav 10 slutavverknings- och gallringsbestånd, medan planläggare med metod B hinner 12 avdelningar varav 7 slutavverknings- och gallringsbestånd. Det är räknat med att en planläggare gör 17 dagar/månad i fält och att en medelavdelning är 3 ha.

Tabell 9. Orsakad inoptimalförlust (kr) per planläggare och säsong vid avvikande åtgärdsförslag.

Inventerings- metod	Åtg. förslag enl. Analys med IP (2%)	Åtg.förslag enl. subj. bedömning (2%)	Åtg. förslag enl. analys med IP (5%)	Åtg.förslag enl. subj. bedömning (5%)
A	787 000	836 000	612 000	5 756 000
B	248 000	278 000	128 000	2 347 000

Tabell 9 visar en jämförelse över hur stor inoptimalförlust varje planläggare teoretiskt sett orsakar varje säsong p.g.a. avvikande åtgärdsförslag. Jämförelsen är gjord mellan de båda metoderna och mellan de subjektiva åtgärdsförslagen och de åtgärdsförslag som IP genererade utifrån planläggarnas beståndsmedelvärden.

Tabell 10. Orsakad inoptimalförlust/säsong (Kr) vid avvikande åtgärdsförslag.

Inventerings- metod	Åtg. förslag enl. Analys med IP (2%)	Åtg.förslag enl. subj. bedömning (2%)	Åtg. förslag enl. analys med IP (5%)	Åtg.förslag enl. subj. Bedömning (5%)
A	4 720 000	5 020 100	3 680 000	34 500 000
B	1 980 000	2 230 000	1 030 000	18 800 000

Tabell 10 visar en jämförelse över hur stor inoptimalförlust samtliga anställda planläggare teoretiskt sett orsakar varje säsong p.g.a. avvikande åtgärdsförslag.

Det är räknat på 6 st anställda planläggare med metod A och 8 st planläggare med metod B.

Teoretisk sett skulle de 6 anställda planläggarna under en säsong orsaka en inoptimalförlust (vid ett förräntningskrav på 2%) på ca 5 Mkr p.g.a. att de anger ett felaktigt åtgärdsförslag.

Enligt tabellen orsakar planläggare med metod A en betydligt större förlust än planläggare med metod B. Skillnaden blir ca 2800000 kr (vid subj. 2%). Enligt uppgifter från Norrskog kostar det ca 30000 kr/mån att ha en planläggare anställd. Detta skulle göra att man under en säsong skulle ha råd att anställa ca 18 planläggare ($2800000/(30000*5)$) extra för den skillnad som blir i inoptimalförlust mellan de båda metoderna.

För ett detaljerat räkneexempel hur inoptimalförlusterna tabell 9 och 10 räknats ut se bilaga 2.

4. Diskussion

Att enbart utifrån denna studie fastslå vilken datainsamlingsmetod som är den bästa är inte så lätt. Det är inte heller säkert att det enbart är en metod som ska användas. Det kanske kan vara lämpligt att variera metod beroende på vilken typ av bestånd som inventeras.

Variansanalysen visar att det i stort sett inte går att påvisa någon större skillnad mellan de båda subjektiva inventeringsmetoderna. Det är endast tidsåtgången och stamantal som uppvisar en signifikant skillnad.

Det går inte att se någon större ökning i tidsåtgång med ökad avdelningsareal. Däremot ökar tidsåtgången något i de grandominerande bestånden med högre volym. Det är därför rimligt att utifrån resultaten anta att bl.a. trädslagsblandning och volym har stor påverkan på tidsåtgången. I täta granbestånd kan det vara svårare att hitta lämpliga platser för stödmätningar och utläggning av cirkelytor, vilket påverkar gångtiden mellan ytorna.

Resultatet av plottningen visar vissa tendenser som kan vara intressanta. Vid inventering, av framförallt grundyta och volym, med metod A verkar det som om planläggarna tenderar till en dragning mot mitten d.v.s. de gör en överskattning i bestånd med liten volym och en underskattning av volymrika bestånd (granbestånden). Anledningen till den stora underskattningen kan vara att vid en relaskopmätning i dessa bestånd är det betydligt svårare att få med alla träd p.g.a. att underväxt och kvistiga grova granar skymmer sikten.

Förtolkningen visar också tendens till en kraftig underskattning av volymen och grundytan i volymrika bestånd. Anledningen till att grundytan underskattas kan bero på att den inte mäts utan enbart skattas genom subjektiv bedömning, det är enbart höjden som mäts. Om grundytan underskattas påverkar det även volymen som räknas med en formel där bl.a. grundytan är en ingående variabel. Även kvaliteten och åldern på flygbilderna borde ha stor betydelse. I dagsläget används inte förtolkningen som någon direkt inventeringsmetod. Planläggarna har det förtolkade och beståndsindelade materialet som ett hjälpunderlag för sina mätningar i fält. Risken är dock stor att planläggarna blir styrda av det förtolkade materialet vilket kan vara orsaken till de stora underskattningarna i vissa bestånd. Genom information till planläggarna om vilka variabler som kan innehålla stora fel i förtolkningsmaterialet minskas troligtvis antalet felskattningar.

Att enbart använda sig av flygbildstolkning är nog inte en realistisk inventeringsmetod vid dagens skogsbruksplanläggning. Detta beror på att vissa data, som t.ex. medelålder och medeldiameter, är mycket svåra att skatta med godtagbar noggrannhet och flygbilderna kan vara några år gamla, d.v.s. förändringar kan därför ha inträffat i skogen sedan bilderna togs (Ståhl 1992).

Produktivitetsberäkningen för de olika metoderna får tas med en nypa salt. Den bygger på en hel del antaganden men den ger dock en viss uppfattning om relationerna mellan de olika metoderna. När det gäller tidsåtgången för metod B, där inventeringen skedde m h a dataklaven, kommer den nog att sjunka en aning när planläggarna fått lite erfarenhet och rutin av inventeringsmetoden. Vid inventeringstillfället var det bara två av planläggarna som hade tidigare erfarenhet av dataklaven. Detta gör att produktiviteten för metod B troligtvis kommer att öka en aning. Kanske skulle det gå att få samma produktivitet då, fast med en provyta extra. Vinsten i kvalitet av ytterligare en provyta är svår att bedöma, men troligtvis skulle

standardavvikelsen för varje variabel bli något lägre, däremot är det inte säkert att medel-differensen påverkas så mycket.

Att föreslå fel åtgärdsförslag vid skogsbruksplanläggning visar sig ha en stor ekonomisk betydelse. En planläggare skulle under en säsong teoretiskt sett kunna orsaka en inoptimal-förlust på drygt 800000 kr genom att föreslå ej optimalt åtgärdsförslag. Räknat på 6 anställda planläggare under en säsong blir det ca 5 Mkr. Det bör dock poängteras att inoptimalförlusten per planläggare och säsong knappast är unik vare sig för Norrskog eller för de anställda planläggarna utan den beror troligtvis på metoden. Kostnaden för analyser med IP är inte medräknade och skulle minska inoptimalförlusten något. Dessutom måste man vid praktiskt skogsbruk ta hänsyn till bl.a. SVL och olika naturvårdskrav (avsättning till NO, NS) när man sätter åtgärdsförslag.

Att stora underskattningar av volymen i vissa bestånd, i vissa fall över 40%, inte ger något avvikande skötsel förslag kan låta konstigt. Det beror troligtvis på att det är bestånd med höga volymer och gammal granskog där förräntningen på skogen är så låg att en avverkning är optimal ändå. Däremot faller det sig naturligt att det skiljer mer i åtgärdsförslag i gallrings-skogar än i rena slutavverkningsbestånd. I gallringsskogen kan små över- eller underskattningar leda till avvikande åtgärdsförslag och därmed en inoptimalförlust.

Valet av marginalränta har enligt resultaten också stor betydelse. Att det blev fler avvikande åtgärdsförslag för den subjektiva bedömningen, mot en marginalränta på 5%, kan bero på att planläggarna är kalibrerade mot en betydligt lägre ränta. Vid en högre ränta föreslår IP en tidigare avverkning av vissa bestånd där planläggarna har föreslagit ingen åtgärd, vilket kanske är optimalt med ett lägre förräntningskrav.

Ett räntekrav på 2% låter nog för många markägare som ett lågt krav när det gäller placering av pengar men det är troligen många som har skogsfastigheter med avdelningar med en betydligt lägre värdetillväxt, som de ej är medvetna om. Lika omedvetna är de nog om hur mycket de kan förlora på att ej låta utföra rätt skötselåtgärder vid rätt tidpunkt. Därför borde nog flera skogsägare börja fundera på vad de vill ha för förräntning på sitt skogsinnehav och försöka sköta det därefter.

Eftersom denna undersökning enbart är gjord på några utvalda avdelningar från två skogsfastigheter så har ingen hänsyn tagits till SVL:s ransoneringskrav på max 50% av skogen under 20 år. Detta innebär att IP:s åtgärdsförslag enbart bygger på max nuvärde och aktuell ränta. Det innebär också att ingen hänsyn har tagits till markägarens mål och till fastighetens tillstånd i övrigt. Information till planläggarna har visserligen gått ut om att de ska försöka ange ett subjektivt optimalt åtgärdsförslag för varje avdelning och inte bry sig om hur fastigheten ser ut i övrigt. Det kan kanske ändå ha en viss påverkan på planläggarna att de omedvetet tänker på att det finns andra bestånd på fastigheten som är mer optimala att avverka, eller att det tror att markägaren ändå inte kommer att avverka avdelningen p.g.a. höga naturvärden etc. Därför bör de föreslagna åtgärderna och därmed också den uträknade inoptimalförlusten ses med ett visst överseende. Resultatet för de 12 avdelningarna är att skogstillståndet utifrån subjektiv bedömning analyserat med IP ger något färre avvikande åtgärdsförslag än planläggarnas subjektiva förslag. Intressant är också att metod A ger flera avvikande åtgärdsförslag än metod B vid analys i IP. Däremot ger metod A färre avvikande subjektiva åtgärdsförslag. Vad det beror på är svårt att säga eftersom det är så få observationer. Det kan vara en ren tillfällighet eller att någon planläggare är bättre kalibrerad för åtgärdsförslag. En annan orsak till varför metod B ger ett sämre subjektivt åtgärdsförslag kan

vara att planläggarna blir lite konfunderande och osäker med den för dem relativt nya metoden. Det kan göra att de blir osäkra i valet av åtgärdsförslag när t.ex. volymen eller grundytan inte blir enligt deras subjektiva uppfattning i det aktuella beståndet.

Ur ekonomisk synvinkel är det viktigare att få fram rätt åtgärdsförslag än rätt tillståndsbeskrivning. Tillståndsbeskrivningen är i och för sig också viktig för att få trovärdighet i mångbruksplanen. Rätt tillstånd är också viktigt om det i framtiden ska göras analyser, med eventuellt IP, för att få fram det bästa åtgärdsförslaget. Vid eventuell gallring och slutavverkning vill även markägarna få ut den volym som planen beskriver.

Vilken inventeringsmetod är då den bästa? Vad bör effektiviseras eller förbättras med den nuvarande metoden? När det gäller kvaliteten i tillståndsbeskrivningen får Metod B (klavning av tre subjektivt utlagda cirkelprovytor) anses som något bättre även om det inte är någon stor skillnad. Möjligen kan metoden förbättras ytterligare något med ökad erfarenhet hos planläggarna. Å andra sidan kostar den metoden mera eftersom den kräver flera planläggare för samma produktivitet. Det kanske skulle vara mera ekonomiskt att utnyttja den extra tiden och kostnad som metod B medför till att förbättra åtgärdsförslagen för metod A. Ett annat alternativ är att kombinera de båda metoderna och använda metod B i volymrika granbestånd där volymen underskattas mycket med metod A, samt använda metod A i homogena tallskogar.

Viktigt är nog också att även i fortsättningen utföra en kontinuerlig kontrolltaxering för att eventuellt upptäcka och korrigera stora avvikelser i beståndsdata och det är också bra för planläggarna att kunna kalibrera sig då och då. Det kan också vara nyttigt för planläggarna att redan innan planläggningen drar i gång få möjlighet till att kalibrera sig, framförallt då åtgärdsförslagen. Det bästa alternativet för att få så bra åtgärdsförslag som möjligt skulle nog vara att ha en person anställd som med t.ex. IP analyserar planläggarnas data för att därmed få fram det optimala åtgärdsförslaget.

För att lösa problemet med bättre kvalitet och bättre åtgärdsförslag vid mångbruksplanläggningen måste resursinsatsen ökas väsentlig. Därför bör vidare studier utföras där undersökningar görs bland markägare hur mycket utrymme det finns att höja plankostnaden för att få bättre plankvalitet. Som underlag kan då kanske detta arbete användas för att påvisa vikten av att rätt åtgärdsförslag finns i planen och att den sedan följs.

Litteraturförteckning

Anon. 2002. Skogsdata 2002. Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från riksskogstaxeringen. Tema: ungskogar. SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik, 108s. Umeå.

Carlsson, T., Holmström, H. & Kallur, H. 2001. Indelningspaketet - nu ett kraftfullt analysverktyg även för mindre fastigheter. SkogForsk Resultat nr. 18, 4s.

Holmström, H. 2001. Data acquisition for forestry planning by remote sensing-based sample plot imputation. SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik, Silvestria 2001. Umeå.

Holmström, H. & Wilhelmsson, E. 1999. Instruktion för övning i skogsbruksplanläggning. SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik, 26s. Umeå.

Jacobsson, J. & Larsson, M. 1987. Så här fungerar indelningspaketet. SKOGEN nr.10. s. 28-30. Vimmerby.

Jonsson, B. & Kallur, H. 1995. Fältinstruktion för indelningspaketets basmetod. SLU, Institutionen för biometri och skogsindelning, 37s. Umeå.

Karlsson, A. 1997. En studie av tre inventeringsmetoder i slutavverkningsbestånd. SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik. Arbetsrapport 27, 38s. Umeå.

Olofsson, C. 2001. Norrskogs mångbruksplan är mycket populär. Vi skogsägare nr. 6. Nytt i Norrskog, s. 12-13. Bilaga för skogsägarföreningen Norrskog.

Ståhl, G. 1992. En studie av kvalitet i skogliga avdelningsdata som insamlats med subjektiva inventeringsmetoder. Institutionen för biometri och skogsindelning, Avdelningen för skogsuppskattning och skogsindelning, 128s. Rapport 24. SLU. Umeå.

Söderberg, U. 1986. Funktioner för skogliga produktionsprognoser. Tillväxt och formhöjd för enskilda träd av inhemska trädslag i Sverige. SLU, Institutionen för biometri och skogsindelning, 251s. Rapport 14. Umeå.

Muntliga källor:

Holm, S. 2003. Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik. SLU. Umeå.

Bilaga 1

Indelningspaketet

Så fungerar IP

I stort sett kan man säga att IP består av fyra delar; Inventering, tillväxtprognoser, målformulering och optimering. Inventeringen utgår i stort sett från det aktuella skogsinnehavets beståndsregister, som oftast är subjektivt inventerat. För att kunna göra noggranna tillväxtberäkningar och långsiktiga avverkningsberäkningar krävs objektiva data. Ett stickprov av avdelningar ur beståndsregistret lottas ut. I dessa avdelningar görs en noggrann objektiv inventering genom att ca 10 cirkelprovytor läggs ut systematiskt (i ett rutnät). Alla träd på resp. provyta klavas vilket leder till att uppgifter om volyms- och diametrfördelning inom varje bestånd erhålls. Utifrån mätningar på de enskilda träden kan värden skattas för avdelningarna och för hela skogen.

Optimeringen innebär att det bästa skötselprogrammet för hela skogsinnehavet väljs. I princip utifrån ägarens egen målformulering. Optimeringen bygger också på vilken period, som i IP är indelat i 5-årsperioder, aktuella åtgärder ska utföras för att ge det högsta nettot från skogen. Grundidén bakom optimeringen i IP är att beslutsfattaren själv avgör hur nettointäkterna ska beräknas, d.v.s. vilka prislistor och kostnadsfunktioner som ska användas. Beslutsfattaren styr hur intäkterna ska fördelas över tiden, där valet av ränta och jämnhetskrav spelar en viktig roll. Det sista steget i optimeringen är att hitta den kombination som ger den högsta nivån på netto intäkterna utifrån specificerade krav från beslutsfattaren.

Nuvärde och inoptimalförlust

Nuvärdet för en avdelning beräknas som nettointäkterna (intäkter minus kostnader) av virkesproduktionen i all framtid, diskonterat till år 0.

$$PV = \sum_{t=0}^{\infty} e^{-rt} * N_t = \sum_{t=0}^T e^{-rt} * N_t + e^{-rt} * B$$

där:

PV = Nuvärdet

t = tiden

T = Slutavverknings tidpunkt

e^{-rt} = diskonteringsfaktor

N_t = nettointäkt av utfallet vid tidpunkten t

B = kalmarksvärde

Inoptimalförlusten beräknas enligt följande formel:

$$IL = PV_{\max} - PV$$

där:

IL = inoptimalförlust

PV_{\max} = maximalt nuvärde

PV = nuvärde för aktuellt skötselprogram

Bilaga 2

Nedan följer 2 räkneexempel över orsakade inoptimalförluster.

Metod A:

10 slutavv- och gallringsavd /dag * 17 dag/mån = 170 avd/mån

Vid jämförelse av det subj. åtgärdsförslaget mot det obj. med 2% ränta (tabell 7) anger planläggare med metod A fel åtgärdsförslag i 5/24 avdelningar.

Detta ger: $170 * (5/24) = 35$ avd/mån med fel åtgärd.

Planläggare med metod A orsakar därmed en förlust på:

$35 * 1597$ kr/ha (tabell 8) * 3 ha = 168000 kr/mån i slutavv- och gallringsbestånd.

Detta ger en förlust/mån på: $168000 / 816$ ha/mån (se 3.1.3) = 205 kr /ha.

Förlusten/planläggare och säsong blir därmed: $205 * 4080$ ha = 836000 kr.

Teoretiskt sett skulle alltså 6 planläggare under en säsong kunna orsaka en förlust på: $6 * 836000 = \mathbf{5016000}$ kr p.g.a. att de ej föreslagit optimala åtgärdsförslag.

Metod B:

7 slutavv- och gallringsavd /dag * 17 dag/mån = 85 avd/mån

Vid jämförelse av det subj. åtgärdsförslag mot det obj. med 2% ränta (tabell 7) anger planläggare med metod B fel åtgärdsförslag i 9/24 avdelningar.

Detta ger: $85 * (9/24) = 31$ avd/mån med fel åtgärd.

Planläggare med metod B orsakar därmed en förlust på:

$31 * 599$ kr/ha (tabell 8) * 3ha = 55700 kr/mån i slutavv- och gallringsbestånd.

Detta ger en förlust/mån på: $55700 / 612$ ha/mån (se 3.1.3) = 91 kr /ha.

Förlusten/planläggare och säsong blir därmed: $91 * 3060$ ha = 278000 kr.

För att producera lika stor areal med metod B behövdes 2 planläggare extra.

Teoretiskt sett skulle alltså 8 planläggare med metod B under en säsong kunna orsaka en förlust på: $8 * 278000 = \mathbf{2224000}$ kr p.g.a. att de ej föreslagit optimala åtgärdsförslag.

Serien Arbetsrapporter utges i första hand för institutionens eget behov av viss dokumentation. Rapporterna är indelade i följande grupper: Riksskogstaxeringen, Planering och inventering, Biometri, Fjärranalys, Kompendier och undervisningsmaterial, Examensarbeten samt internationellt. Författarna svarar själva för rapporternas vetenskapliga innehåll.

Riksskogstaxeringen:

- 1995 1 Kempe, G. Hjälpmedel för bestämning av slutenhet i plant- och ungskog. ISRN SLU-SRG-AR--1--SE
- 2 Riksskogstaxeringen och Ståndortskarteringen vid regional miljöövervakning. - metoder för att förbättra upplösningen vid inventering i skogliga avrinningsområden. ISRN SLU-SRG-AR--2--SE.
- 1997 23 Lundström, A., Nilsson, P. & Ståhl, G. Certifieringens konsekvenser för möjliga uttag av industri- och energived. - En pilotstudie. ISRN SLU-SRG-AR--23--SE.
- 24 Fridman, J. & Walheim, M. Död ved i Sverige. - Statistik från Riksskogstaxeringen. ISRN SLU-SRG-AR--24--SE.
- 1998 30 Fridman, J. & Kihlblom, D. & Söderberg, U. Förslag till miljöindexsystem för naturtypen skog. ISRN SLU-SRG-AR--30--SE.
- 34 Löfgren, P. Skogsmark, samt träd- och buskmark inom fjällområdet. En skattning av arealer enligt internationella ägoslagsdefinitioner. ISRN SLU-SRG-AR--34--SE.
- 37 Odell, G. & Ståhl, G. Vegetationsförändringar i svensk skogsmark mellan 1980- och 90-talet. -En studie grundad på Ståndortskarteringen. ISRN SLU-SRG-AR--37--SE.
- 38 Lind, T. Quantifying the area of edge zones in Swedish forest to assess the impact of nature conservation on timber yields. ISRN SLU-SRG-AR--38--SE.
- 1999 50 Ståhl, G., Walheim, M. & Löfgren, P. Fjällinventering. - En utredning av innehåll och design. ISRN SLU-SRG--AR--50--SE.
- 52 Riksskogstaxeringen inför 2000-talet. - Utredningar avseende innehåll och omfattning i en framtida Riksskogstaxering. Redaktörer: Jonas Fridman & Göran Ståhl. ISRN SLU-SRG-AR--52--SE.
- 54 Fridman, J. m.fl. Sveriges skogsmarksarealer enligt internationella ägoslagsdefinitioner. ISRN SLU-SRG-AR--54--SE.
- 56 Nilsson, P. & Gustafsson, K. Skogsskötseln vid 90-talets mitt - läge och trender. ISRN SLU-SRG-AR--56--SE.
- 57 Nilsson, P. & Söderberg, U. Trender i svensk skogsskötsel - en intervjuundersökning. ISRN SLU-SRG-AR--57--SE.

- 1999 61 Broman, N & Christoffersson, J. Mätfel i provträdsvariabler och dess inverkan på precision och noggrannhet i volym-skattningar. ISRN SLU-SRG-AR--61--SE.
- 2000 65 Hallsby, G m.fl. Metodik för skattning av lokala skogsbränsleresurser. ISRN SLU-SRG-AR--65--SE.
- 75 von Segebaden, G. Komplement till "RIKSTAXEN 75 ÅR". ISRN SLU-SRG-AR--75--SE.
- 2001 86 Kolinnehåll i skog och mark i Sverige -Baserat på Riksskogstaxeringens data. ISRN SLU-SRG-AR--86--SE.

Planering och inventering:

- 1995 3 Holmgren, P. & Thuresson, T. Skoglig planering på amerikanska västkusten - intryck från en studieresa till Oregon, Washington och British Columbia 1-14 augusti 1995. ISRN SLU-SRG-AR--3--SE.
- 4 Ståhl, G. The Transect Relascope - An Instrument for the Quantification of Coarse Woody Debris. ISRN SLU-SRG-AR--4--SE
- 1996 15 van Kerkvoorde, M. A sequential approach in mathematical programming to include spatial aspects of biodiversity in long range forest management planning. ISRN SLU-SRG-AR--15--SE.
- 1997 18 Christoffersson, P. & Jonsson, P. Avdelningsfri inventering - tillvägagångssätt och tidsåtgång. ISRN SLU-SRG-AR--18--SE.
- 19 Ståhl, G., Ringvall, A. & Lämås, T. Guided transect sampling - An outline of the principle. ISRN SLU-SRGL-AR--19--SE.
- 25 Lämås, T. & Ståhl, G. Skattning av tillstånd och förändringar genom inventerings-simulering - En handledning till programpaketet "NVSIM". ISRN SLU-SRG-AR--25--SE.
- 26 Lämås, T. & Ståhl, G. Om dektering av förändringar av populationer i begränsade områden. ISRN SLU-SRG-AR--26--SE.
- 1999 59 Petersson, H. Biomassafunktioner för trädfraktioner av tall, gran och björk i Sverige. ISRN SLU-SRG-AR--59--SE.
- 63 Fridman, J., Löfstrand, R. & Roos, S. Stickprovvis landskapsövervakning - En förstudie. ISRN SLU-SRG-AR--63--SE.
- 2000 68 Nyström, K. Funktioner för att skatta höjdtillväxten i ungskog. ISRN SLU-SRG-AR--68--SE.
- 70 Walheim, M. & Löfgren, P. Metodutveckling för vegetationsövervakning i fjällen. ISRN SLU-SRG-AR--70--SE.

- 73 Holm, S. & Lundström, A. Åtgärdsprioriteter. ISRN SLU-SRG-AR--73--SE.
- 76 Fridman, J. & Ståhl, G. Funktioner för naturlig avgång i svensk skog. ISRN SLU-SRG-AR--76--SE.
- 2001 82 Holmström, H. Averaging Absolute GPS Positionings Made Underneath Different Forest Canopies - A Splendid Example of Bad Timing in Research. ISRN-SRG-AR--82--SE.
- 2002 91 Wilhelmsson, E. Forest use and its economic value for inhabitants of Skräven and Hakkas in Norrbotten. ISRN SLU-SRG-AR--91--SE.
- 94 Eriksson, O. m fl. Wood Supply From Swedish Forests Managed According to the FSC-standard. ISRN SLU-SRG-AR--94--SE.

Biometri:

- 1997 22 Ali, Abdul Aziz. Describing Tree Size Diversity. ISRN SLU-SRG-AR--22--SE.
- 1999 64 Berhe, L. Spatial continuity in tree diameter distribution. ISRN SLU-SRG-AR--64--SE
- 2001 88 Ekström, M. Nonparametric Estimation of the Variance of Sample Means Based on Nonstationary Spatial Data. ISRN SLU-SRG-AR--88--SE.
- 89 Ekström, M. Belyaev, Y. On the Estimation of the Distribution of Sample Means Based on Non-Stationary Spatial Data. ISRN SLU-SRG-AR--89--SE.
- 90 Ekström, M. & Sjöstedt-de Luna, S. Estimation of the Variance of Sample Means Based on Nonstationary Spatial Data with Varying Expected Values. ISRN SLU-SRG-AR--90--SE.
- 2002 96 Norström, F. Forest inventory estimation using remotely sensed data as a stratification tool - a simulation study. ISRN SLU-SRG-AR--96--SE.

Fjärranalys:

- 1997 28 Hagner, O. Satellitfjärranalys för skogsföretag. ISRN SLU-SRG-AR--28--SE.
- 29 Hagner, O. Textur till flygbilder för skattning av beståndsegenskaper. ISRN SLU-SRG-AR--29--SE.
- 1998 32 Dahlberg, U., Bergstedt, J. & Pettersson, A. Fältinstruktion för och erfarenheter från vegetationsinventering i Abisko, sommaren 1997. ISRN SLU-SRG-AR--32--SE.
- 43 Wallerman, J. Brattåkerinventeringen. ISRN SLU-SRG-AR--28--SE.
- 1999 51 Holmgren, J., Wallerman, J. & Olsson, H. Plot - Level Stem Volume Estimation and Tree Species Discrimination with Casi Remote Sensing. ISRN SLU-SRG-AR--51--SE.

- 53 Reese, H. & Nilsson, M. Using Landsat TM and NFI data to estimate wood volume, tree biomass and stand age in Dalarna. ISRN SLU-SRG-AR--53--SE.
- 2000 66 Ljöfstrand, R., Reese, H. & Olsson, H. Remote Sensing aided Monitoring of Non-Timber Forest Resources - A literature survey. ISRN SLU-SRG-AR--66--SE.
- 69 Tingelöf, U & Nilsson, M. Kartering av hyggeskanter i pankromatiska SPOT-bilder. ISRN SLU-SRG-AR--69--SE.
- 79 Reese, H & Nilsson, M. Wood volume estimation for Älvsbyn Kommun using spot satellite data and NFI plots. ISRN SLU-SRG-AR--79--SE.
- 2003 106 Olofsson, K. TreeD version 0.8. An Image Processing Application for Single Tree Detection. ISRN SLU-SRG-AR--106--SE.

Kompendier och undervisningsmaterial:

- 1996 14 Holm, S. & Thuresson, T. samt jägm.studenter kurs 92/96. En analys av skogsstillståndet samt några alternativa avverkningsberäkningar för en del av Östads säteri. ISRN SLU-SRG-AR--14--SE.
- 21 Holm, S. & Thuresson, T. samt jägm.studenter kurs 93/97. En analys av skogsstillståndet samt några alternativa avverkningsberäkningar för en stor del av Östads säteri. ISRN SLU-SRG-AR--21--SE.
- 1998 42 Holm, S. & Lämås, T. samt jägm.studenter kurs 93/97. An analysis of the state of the forest and of some management alternatives for the Östad estate. ISRN SLU-SRG-AR--42--SE.
- 1999 58 Holm, S. samt studenter vid Sveriges lantbruksuniversitet i samband med kurs i strategisk och taktisk skoglig planering år 1998. En analys av skogsstillståndet samt några alternativa avverkningsberäkningar för Östads säteri. ISRN SLU-SRG-AR--58--SE.
- 2001 87 Eriksson, O (Ed.) Strategier för Östads säteri: Redovisning av planer framtagna under kursen Skoglig planering ur ett företagsperspektiv HT2000, SLU Umeå. ISRN SLU-SRG-AR--87--SE.
- 2002 93 Lind, T (Ed.). Strategier för Östads säteri: Redovisning av planer framtagna under kursen Skoglig planering ur ett företagsperspektiv HT2001, SLU Umeå. ISRN SLU-SRG-AR--93--SE.

Examensarbeten:

- 1995 5 Törnquist, K. Ekologisk landskapsplanering i svenskt skogsbruk - hur började det?. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--5--SE.

- 1996 6 Persson, S. & Segner, U. Aspekter kring datakvaliténs betydelse för den kortsiktiga planeringen. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--6--SE.
- 7 Henriksson, L. The thinning quotient - a relevant description of a thinning? Gallringskvot - en tillförlitlig beskrivning av en gallring? Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--7--SE
- 8 Ranvald, C. Sortimentsinriktad avverkning. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--8--SE.
- 9 Olofsson, C. Mångbruk i ett landskapsperspektiv - En fallstudie på MoDo Skog AB, Örnsköldsviks förvaltning. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--9--SE.
- 10 Andersson, H. Taper curve functions and quality estimation for Common Oak (*Quercus Robur L.*) in Sweden. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--10--SE.
- 11 Djurberg, H. Den skogliga informationens roll i ett kundanpassat virkesflöde. - En bakgrundsstudie samt simulering av inventeringsmetoders inverkan på noggrannhet i leveransprognoser till sågverk. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--11--SE.
- 12 Bredberg, J. Skattning av ålder och andra beståndsvariabler- en fallstudie baserad på MoDo:s indelningsrutiner. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--12--SE.
- 13 Gunnarsson, F. On the potential of Kriging for forestmanagement planning. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--13--SE.
- 16 Tormalm, K. Implementering av FSC-certifiering av mindre enskilda markägares skogsbruk. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--16--SE.
- 1997 17 Engberg, M. Naturvärden i skog lämnad vid slutavverkning. - En inventering av upp till 35 år gamla föryngringsytor på Sundsvalls arbetsomsåde, SCA. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN-SLU-SRG-AR--17--SE.
- 20 Cedervind, J. GPS under krontak i skog. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--20--SE.
- 27 Karlsson, A. En studie av tre inventeringsmetoder i slutavverkningsbestånd. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--27--SE.
- 1998 31 Bendz, J. SÖDRAs gröna skogsbruksplaner. En uppföljning relaterad till SÖDRAs miljömål, FSC's kriterier och svensk skogspolitik. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--31--SE.
- 33 Jonsson, Ö. Trädskikt och ståndortsförhållanden i strandskog. - En studie av tre bäckar i Västerbotten. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--33--SE.

- 35 Claesson, S. Thinning response functions for single trees of Common oak (*Quercus Robur* L.) Examens arbete. ISRN SLU-SRG-AR--35--SE.
- 36 Lindskog, M. New legal minimum ages for final felling. Consequences and forest owner attitudes in the county of Västerbotten. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--36--SE.
- 40 Persson, M. Skogsmarksindelningen i gröna och blå kartan - en utvärdering med hjälp av riksskogstaxeringens provtytor. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--40--SE.
- 41 Eriksson, F. Markbaserade sensorer för insamling av skogliga data - en förstudie. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--41--SE.
- 45 Gessler, C. Impedimentens potentiella betydelse för biologisk mångfald. - En studie av myr- och bergimpediment i ett skogslandskap i Västerbotten. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--45--SE.
- 46 Gustafsson, K. Långsiktplanering med geografiska hänsyn - en studie på Bräcke arbetsområde, SCA Forest and Timber. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--46--SE.
- 47 Holmgren, J. Estimating Wood Volume and Basal Area in Forest Compartments by Combining Satellite Image Data with Field Data. Examensarbete i ämnet Fjärranalys. ISRN SLU-SRG-AR--47--SE.
- 49 Härdelin, S. Framtida förekomst och rumslig fördelning av gammal skog. - En fallstudie på ett landskap i Bräcke arbetsområde. Examensarbete SCA. ISRN SLU-SRG-AR--49--SE.
- 1999 55 Imamovic, D. Simuleringsstudie av produktionskonsekvenser med olika miljömål. Examensarbete för Skogsstyrelsen. ISRN SLU-SRG-AR--55--SE
- 62 Fridh, L. Utbytesprognoser av rotstående skog. Examensarbete i skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--62--SE.
- 2000 67 Jonsson, T. Differentiell GPS-mätning av punkter i skog. Point-accuracy for differential GPS under a forest canopy. ISRN SLU-SRG-AR--67--SE.
- 71 Lundberg, N. Kalibrering av den multivariata variabeln trädslagsfördelning. Examensarbete i biometri. ISRN SLU-SRG-AR--71--SE.
- 72 Skoog, E. Leveransprecision och ledtid - två nyckeltal för styrning av virkesflödet. Examensarbete i skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--72--SE.
- 74 Johansson, L. Rotröta i Sverige enligt Riksskogstaxeringen. Examens arbete i ämnet skogsindelning och skogsuppskattning. ISRN SLU-SRG-AR--74--SE.
- 77 Nordh, M. Modellstudie av potentialen för renbete anpassat till kommande slutavverkningar. Examensarbete på jägmästarprogrammet i ämnet skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--77--SE.

- 78 Eriksson, D. Spatial Modeling of Nature Conservation Variables useful in Forestry Planning. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--78--SE.
- 81 Fredberg, K. Landskapsanalys med GIS och ett skogligt planeringssystem. Examensarbete på skogsvetarprogrammet i ämnet skogshushållning. ISRN SLU-SRG-AR--81--SE.
- 83 Lindroos, O. Underlag för skogligt länsprogram Gotland. Examensarbete i ämnet skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--83--SE
- 84 Dahl, M. Satellitbildsbaserade skattningar av skogsområden med röjningsbehov. Examensarbete på skogsvetarprogrammet i ämnet skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--84--SE.
- 85 Staland, J. Styrning av kundanpassade timmerflöden - Inverkan av traktbankens storlek och utbytesprognosens tillförlitlighet. Examensarbete i ämnet skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--85--SE.
- 2002 92 Bodenhem, J. Tillämpning av olika fjärranalysmetoder för urvalsförfarandet av ungskogsbestånd inom den enkla älgbetesinventeringen (ÄBIN). Examensarbete på skogsvetarprogrammet i ämnet fjärranalys. ISRN SLU-SRG-AR--9--SE.
- 95 Sundquist, S. Utveckling av ett mått på produktionsslutenhet för Riksskogstaxeringen. Examensarbete på skogliga magisterprogrammet i ämnet skoglig resursanalys. ISRN SLU-SRG-AR--95--SE.
- 98 Söderholm, J. De svenska skogsbolagens system för skoglig planering. *The planning system of Swedish forest companies*. Examensarbete på skogsvetarprogrammet i ämnet skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--98--SE.
- 99 Nordin, D. Fastighetsgränser. Del 1. Fallstudie av fastighetsgränserns lägesnoggrannhet på fastighetskartan. Examensarbete på skogliga magisterprogrammet i ämnet skogshushållning med inriktning skoglig planering. ISRN SLU-SRG--AR--99--SE.
- 100 Nordin, D. Fastighetsgränser. Del 2. Instruktion för gränsvård. Examensarbete på skogliga magisterprogrammet i ämnet skogshushållning med inriktning skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--100--SE.
- 101 Nordbrandt, A. Analyser med Indelningspaketet av privata skogsfastigheter inom Norra Skogsägarnas verksamhetsområde. Examensarbete på skogsvetarprogrammet i ämnet skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--101--SE.
- 2003 102 Wallin, M. Satellitbildsanalys av gremmeniellaskador med skogsvårdsorganisationens system. Examensarbete på skogsvetarprogrammet i ämnet fjärranalys. ISRN SLU-SRG-AR--102--SE.
- 103 Hamilton, A. Effektivare samråd mellan rennäring och skogsbruk - förbättrad dialog via ett utvecklat samrådsförfarande. Examensarbete på skogsvetarprogrammet i ämnet skogshushållning. ISRN SLU-SRG-AR--103--SE.

- 104 Hajek, F. Mapping of Intact Forest Landscapes in Sweden according to Global Forest Watch methodology. MSc Thesis in forest Resource management, specialization in remote sensing. ISRN SLU-SRG-AR--104--SE.
- 105 Anerud, E. Kalibrering av ståndortsindex i beståndsregister - en studie åt Holmen Skog AB. Examensarbete på skogsvetarprogrammet i ämnet skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--105--SE.
- 107 Pettersson, L. Skördarnavigering kring skyddsvärda objekt med PPS-stöd. Examensarbete på skogsingenjörprogrammet i ämnet skogshushållning. ISRN SLU-SRG--AR--107--SE.
- 108 Paz von Friesen, C. Inverkan på provytans storlek på regionala skattningar av skogstyper. En studie av konsekvenser för uppföljning av miljömålen. Examensarbete i ämnet skogs hushållning. ISRN SLU-SRG-AR--108--SE.
- 109 Östberg, P-A. Försök med subjektiva metoder för datainsamling och analys av hur fel i data påverkar åtgärdsförslagen. Examensarbete i ämnet skogshushållning. ISRN SLU-SRG-AR--109--SE.

Internationellt:

- 1998 39 Sandewall, Ohlsson, B & Sandewall, R.K. People's options on forest land use - a research study of land use dynamics and socio-economic conditions in a historical perspective in the Upper Nam Nan Water Catchment Area, Lao PDR. ISRN SLU-SRG-AR--39--SE.
- 44 Sandewall, M., Ohlsson, B., Sandewall, R.K., Vo Chi Chung, Tran Thi Binh & Pham Quoc Hung. People's options on forest land use. Government plans and farmers intentions - a strategic dilemma. ISRN SLU-SRG-AR--44--SE.
- 48 Sengthong, B. Estimating Growing Stock and Allowable Cut in Lao PDR using Data from Land Use Maps and the National Forest Inventory (NFI). Master thesis. ISRN SLU-SRG-AR--48--SE.
- 1999 60 Inter-active and dynamic approaches on forest and land-use planning - proceedings from a training workshop in Vietnam and Lao PDR, April 12-30, 1999. Edited by Mats Sandewall ISRN SLU-SRG-AR--60--SE.
- 2000 80 Sawathvong, S. Forest Land Use Planning in Nam Pui National Biodiversity Conservation Area, Lao P.D.R. ISRN SLU-SRG-AR--80--SE.
- 2002 97 Inter-active and dynamic approaches on forest and land-use planning in Southern Africa. -proceedings from a training workshop in Botswana, December 3-17, 2001. Edited by Mats Sandewall. ISRN SLU-SRG-AR--97--SE.