



**Betydelsen av felaktig information i
traktbanken
-Inverkan på virkesleveranser samt tidsåtgång
och kostnad vid avverkningar**

Jägmästarstudent Jakob Bjerner

Arbetsrapport 133 2004

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET
Institutionen för skoglig resurshushållning
och geomatik
S-901 83 UMEÅ
Tfn: 090-786 86 34

Fax: 090-77 81 16

ISSN 1401-1204
ISRN SLU-SRG--AR--133--SE

Förord

Denna rapport är ett Examensarbete som omfattar 20 poäng och är utfört vid SLU i Umeå, ansvarig institution var Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik.Handledare vid nämnda institution var docent Tomas Lämås som har bidragit med stor hjälpsamhet och engagemang i denna studie.

Arbetet var utfört på uppdrag av Sveaskog i Västerbotten och handledare var kundansvarige Stellan Johansson, placerad i Malå. Jag har även varit i kontakt med Urban Nordmark på Sveaskog. Jag skulle också vilja rikta ett stort tack till John Arlinger på Skogforsk i Uppsala som har varit till stor hjälp genom tillhandahållning, vägledning och tips till programmet Timan 2.0. Sören Holm hjälpte mig med simuleringen och Professor Ljusk-Ola Eriksson var till stor hjälp med LP-programmeringen båda vid institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik. Jägmästarstuderande Erik Kempainen kurs 00/04 hjälpte mig med skrivande av makron i Excel, vilka underlättade beräkningarna av avverkningskostnaderna.

Sammanfattning

Målet med studien var att undersöka konsekvenserna vid felaktig data i en traktbank med avseende på avverkningsplanering och virkesleveranser. Studien genomfördes med data tillhandahållen av Sveaskog. 25 bestånd användes och med hjälp av data från dessa bestånd simulerades 200 bestånd med liknande egenskaper fram, i form av bestandsvariabler exempelvis volym/ha. Dessa 200 bestånd blev de bestånd som antogs ha sanna data. Dessa data fick senare i studien jämföras med bestånd som fått tilldelat fel. Programmet Timan 2.0 och programmets funktioner Standin och Aptan användes för att simulera avverkning av bestånden (Ogemark och Sondell 1997). Som resultat fick varje bestånd en stocknota för tall (virkesvolym per dimensionsklass). Efter avverkningen optimerades urvalet av avverkningarna mot avverkningskostnaden för tall (avverkningskostnaden/volym tall) med hjälp av LINDO, ett program för linjärprogrammering,. De 30 bestånd som hade de bästa skuggpriserna, dvs. de bestånd som det lönade sig bäst att avverka blev utvalda. Dessa bestånd fick gå igenom samma procedur som tidigare men med den ändringen att de fick fel tilldelat. Olika felnivåer användes som motsvarade felet i olika inventeringsförfaranden. Felet gav upphov till avvikelser för förväntade utfall jämfört med faktiskt utfall (enligt sanna data). Det förväntade utfallet motsvarar det planeraren tror skall avverkas baserat på den information som denne har tillgång till. Det faktiska utfallet motsvarar det som verkligen faller ut vid avverkningen.

Resultaten redovisar skillnaderna mellan väntade utfall och verkliga utfall av volymer, medelstam, tidsåtgång för avverkning och avverkningskostnad.

Volymskillnaderna var i vissa fall ganska stora för de enskilda avverkningarna, beroende på hur felet slumpmässigt hade fallit ut. Det var en klar skillnad mellan hur de olika felnivåerna påverkade precisionen. Det blev en skillnad på cirka 160 m³fub i snitt i alla dimensioner (17 stycken) mellan den bästa och sämsta noggrannhetsnivån vid en avverkning på 15 000 m³fub.

Medelstammen varierade inte lika mycket som volymen men trenden var ändå att de bättre noggrannhetsnivåerna gav ett bättre resultat.

Tidsåtgångens kunde variera en hel del. Skördarens tidsåtgång varierade mellan 2-12,2 timmar/avverkad 1000 m³fub mellan den bästa och sämsta noggrannhetsnivån. För skotaren var samma jämförelse 1,3-17,1 timmar/avverkad 1000 m³fub.

Avverkningskostnaderna varierade en hel del, merkostnaderna varierade mellan 2-16,6 kr/m³fub mellan den bästa och sämsta noggrannhetsnivån.

Eftersom studien bara varierar noggrannheten på ett fåtal bestandsvariabler kan det antas att skillnaderna skulle ha blivit större om andra variablers noggrannhet varierades. Variationen blev som väntat mindre när noggrannheten blev bättre, dock så blev det en del oväntade resultat också som exempelvis medelstammens ”hoppiga” medelvärden. Anledningen att det ibland kan bli avvikelser är att felet var slumpmässiga och att det ibland kan bli stora avvikelser även på bättre noggrannhetsnivåer.

Summary

The aim of this study was to investigate the consequences of erroneous information in stand registers when planning harvest operations and timber deliverables. The data were supplied by Sveaskog. Information from 25 stands was used, and with these data 200 stands were simulated having similar characteristics as the original 25, such as volume/ha. These 200 stands were considered to be stands containing true data. In the study, this data were compared with data that had been assigned errors. For simulation of clear cutting, the program Timan 2.0 and its sub-functions Standin and Aptan were used. Timan calculated log lists of pine timber. These lists contained information on different log dimensions for each stand. After clear cutting of the 200 stands the program LINDO, a soft ware for solving linear programming problems, was used to minimize cutting costs for pine logs (cutting costs/volume of pine logs). As a result, 30 stands were chosen based on the shadow prices, that is, the stands having the lowest costs for cutting. Thereafter, the data for these 30 stands were assigned errors and new log lists were calculated by Timan. The outcomes of planning based on information containing errors (expected outcome) were then compared to the true outcome. The expected outcome corresponds to what the planner of the harvest operation thinks will be harvested based on the information at hand. The true outcome is what really is harvested. The errors assigned to the stands were of different sizes and therefore they had different influence on the variation between the true outcome and the expected outcome. The different error-levels that were used correspond to the accuracy of different inventory methods.

The results show the difference between the expected result and the true result in volume, average tree size, the time taken for the harvest operation, and total clear cutting cost.

The influence of different error levels on the accuracy of the stand data and the subsequent outcome of harvest operations were easily observed. In some stands the volume difference was quite great. The difference between best and worst level was 160 m³fub on average over all 17 dimension classes, given a total cutting volume of 15 000 m³fub.

The variable average tree size didn't vary as much as the volume did, but the trend shows that the better error levels give a better result.

The time taken for harvest operations varied quite a lot. Between the worst and the best level the time taken varied between 2-12.2 hours/harvested 1000 m³fub

The clear cutting cost also varied a lot, the extra cost varied between 2-16.6 kr/m³fub when the worst and the best levels were compared.

If the accuracy for more variables had been varied in the study, the differences between expected and true outcome would have been even greater. In some cases, however, large deviations occurred also in the better error levels due to – although having a low probability – extreme values in the simulated information appeared.

Innehållsförteckning

FÖRORD	2
SAMMANFATTNING	3
SUMMARY	4
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	5
1. INLEDNING	6
1.1 BAKGRUND	6
1.2 SYFTE	7
2. MATERIAL OCH METODER	8
2.1 MATERIAL OCH ANVÄND MJUKVARA.....	8
2.2 PROBLEMETS STRUKTUR.....	8
2.3 ARBETSGÅNG.....	10
2.3.1 <i>Simulering av traktbank och urval av facitbestånd</i>	10
2.3.2 <i>Fel i traktbank, urval och jämförelse</i>	13
3. RESULTAT	16
3.1 VOLYMER	16
3.2 MEDELSTAM	20
3.3 TIDSÅTGÅNG	20
3.4 AVVERKNINGSKOSTNAD.....	22
4. DISKUSSION	24
5 REFERENSLISTA	27

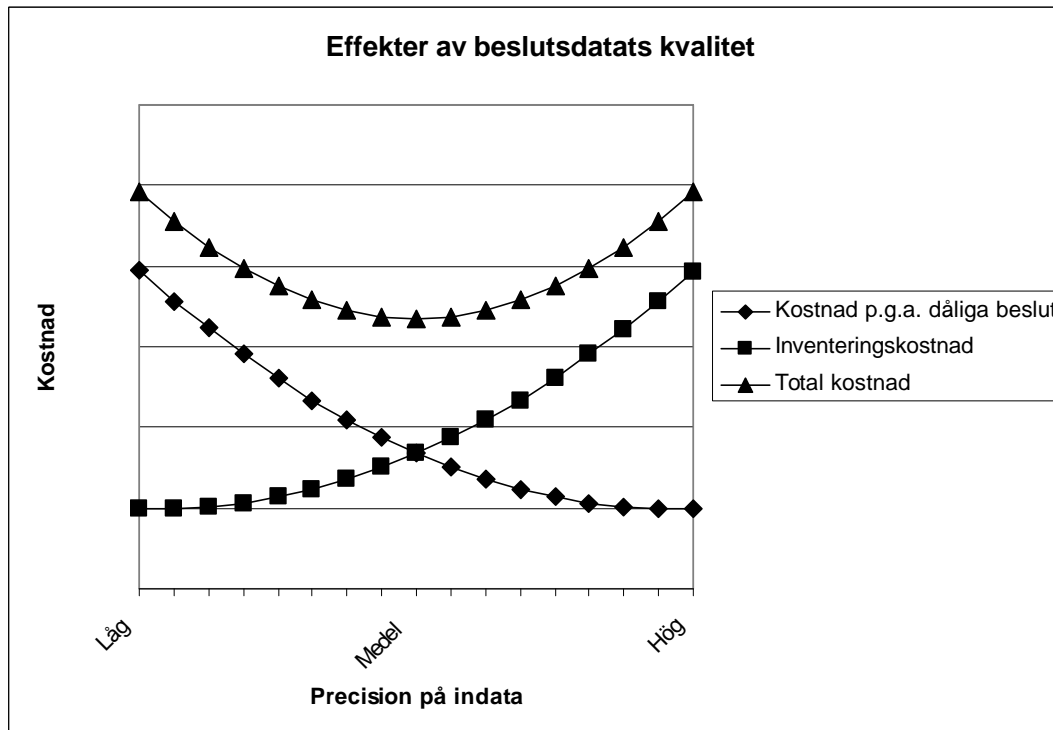
Bilaga 1. Data för 25 cirkelyteinventerade bestånd vid Sveaskog.

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Alla de stora svenska skogsbolagen gör idag stora investeringar i informationen och i arbete när de planerar sina framtida avverkningar. Skogsbolagen delar in planeringen i olika steg som varierar i längd. Planeringsstegens längd är alltifrån mycket långsiktiga i storleksordningen en omloppstid, dvs. 100 år, till mer kortsiktiga i form av veckovis planering. Den här uppsatsen fokuserar på de steg som ligger närmast avverkningen, den s.k. operativa planeringen. I den operativa planeringen görs den mer specifika planeringen av avverkningstrakter på beståndsnivå dvs. för de enskilda bestånden som ska åtgärdas. Tidsmässigt handlar det om månader eller halvår före avverkning. Här bestäms vilka trakter som ska avverkas och vilka behov som kommer att uppstå i samband med avverkningen. Det kan behövas nybrotning, upprustning av väg, plogning av väg osv. (Söderholm 2002).

När ett skogsföretag ska välja vilken kvalitet de vill ha på sina skogliga data (medelstam, volym, bonitet mm.), samt hur mycket det får kosta att få fram informationen, väljer de en nivå som passar dem (se Figur 1). Den nivå som de väljer görs vanligen utan formell analys. Om kvaliteten på skogliga data är hög är det lättare för den som avverkningsplanerar att fatta rätt beslut när denne bestämmer vilka volymer som ska avverkas och skickas till industrin. Det kostar en hel del få fram data med bra noggrannhet. Vinsten med att använda bra data är bl.a. att leveranserna blir bättre, en skogleverantör kan leverera de volymer som denne har åtagit sig (Larsson 1994).



Figur 1. Exempel på ett diagram där man kan se vinsten/förlusten med bra inventering av skogliga data. Om företaget satsar på billig inventering blir kostnaden liten och inventeringsprecisionen dålig. Risken för dåliga beslut ökar vilket ger ekonomiska förluster. Omvända förhållanden ger motsatsen.

I dagens skogsbruk är ett av de stora målen att bli så kostnadseffektiv som möjligt. För att uppnå ett sådant mål finns en rad olika vägar att gå, det finns alltid enstaka operationer som kan göras effektivare. Varje skogsbrukare vill kunna utföra en så kostnads- och resurseffektiv planering av sina avverkningar som möjligt. När ett företag styr sitt virkesflöde mot en leveransplan kommer fel i deras register med inventeringsdata att leda till oförutsedda kostnader. Dessa kostnader kommer företaget att antingen betala med en del av sin vinstmarginal eller också drabbas affärspartnerna genom exv. höjda priser. Händer detta kan det leda till osämja mellan leverantör och kund. Alla tjänar därför på att en leverantör har ett bra planeringsunderlag. När en trakt avverkas och värden i registret är fel kan det komma ut en hel del virke som inte fanns med i beräkningarna. Det kan vara olika sortiment och olika trädslag. Detta virke kan kallas konsekvensprodukter (Johansson, 2004). Virket som då faller ut kan då stå utan en köpare. När virket sedan säljs kan det leda till en dålig affär för skogsägaren eftersom virkesköparen är medveten om att denne sitter i ett bra förhandlingsläge. När avverkade volymer varierar mycket kan man kompensera med att hålla lager, dels ute i skogen, dels vid väg och vid industrin. Lager innebär dock en kostnad både i bundet kapital och i kvalitetsförsämringar på virket. Att hålla lager ute i skogen och vid väg kan under vissa tider inte bara vara dåligt för virket utan också olagligt, se § 29 skogsvårdslagen.

Den avverkningsplanering som genomförs idag är baserad på de data som finns i skogsföretagens traktbank. Dessa värden har införskaffats på diverse olika sätt, alltifrån totalstämpling till rena bedömningar. När traktdata inte är exakt tar avverkningsplaneraren en hel del fel beslut i planeringen av avverkningstrakter. De fel som uppkommer leder till att avverkningarna kan ta längre tid än förväntat och hela leveransplanen kan bli förskjutet. Om registrets volym är överskattad kommer det inte att falla ut nog mycket volym vilket också leder till förseningar och att leveransmål inte kan hållas.

Erfarenhetsmässigt sett är det i normala fall variabeln medelstam för ett bestånd som påverkar avverkningskostnaderna mest (Johansson 2004).

Att ha ett bra register när man planerar avverkningar ger en konkurrensfördel när det gäller att leverera med bra precision, en leverans som är i s.k. "Just In Time". En del kunder, som exempelvis vissa massabruk, kräver en bra kvalitet på virket. Det ska vara färskt och måste därför levereras så fort som möjligt, utan onödiga dröjsmål vid transporter och terminaler s.k. led- och nottider.

De stora skogsbolagen i Sverige jobbar med att förbättra sina informationsflöden så även Sveaskog. De har nyligen investerat i ett nytt informationssystem som heter VALS. VALS möjliggör ett oerhört stort flöde av information som alla delar av företaget kan dra nytta av. För att informationen ska kunna användas på bästa sätt krävs det att den är korrekt, se figur 1 som en konceptuell modell för att jämföra olika nivåer av noggrannhet.

1.2 Syfte

Syftet med studien var att visa hur kostnaderna påverkas när avverkningsplanerare planerar med olika grad av felaktiga data i sitt planeringsunderlag. Det fel som studeras närmare är framförallt för variabeln medelstam. De konsekvenser som fel i en traktbank leder till är bl.a. konsekvensprodukter samt skillnader i avverkningskostnader och tidsåtgång för maskinerna.

2. Material och metoder

2.1 Material och använd mjukvara

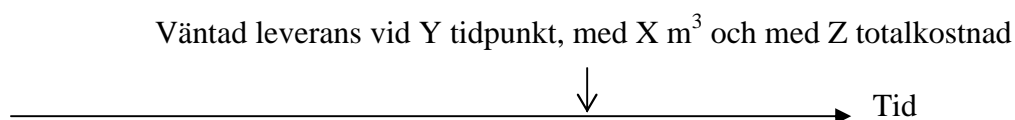
I studien användes 25 stycken objektivt cirkelyteinventerade bestånd vid Sveaskog (bilaga 1). Bestånden representerade skog i Västerbotten och låg till grund för en simulerad traktbank.

För generering av normalfördelade slumpstal användes statistikprogrammet Minitab 14. För att simulera avverkning av de olika trakterna användes programmet Timan 2.0 med verktygen Standin och Aptan (Timan manual 2004, Ogemark och Sondell 1997). Med Standin förbereds beståndet för avverkning, det erhåller en diameterfördelning, samt kvalitet och stamfel. Aptan avverkar beståndet enligt en prislista, och utfallet ger volymer i olika kvalitéter och dimensioner. Optimering av avverkningstrakter dvs. val av de trakter som bäst svarade mot leveranskraven utfördes av LINDO, ett program för linjärprogrammering. Excel användes för vissa beräkningar och sammanställningar. Ett material som undersökt fel för olika inventeringsmetoder användes i studien (Nordmark 2004). Från Sveaskog erhöles prislista och stamfelsfiler som användes i programmet Timan.

2.2 Problemets struktur

Steg 1.

De bestånd som finns i traktbanken användes för att bygga en leveransplan som ska sträcka sig över en viss tid och innehålla en given mängd virke. Tiden beror på hur lång en vanlig planeringstid är och volymen beror dels på tiden och dels på hur stora normala leveranser är.

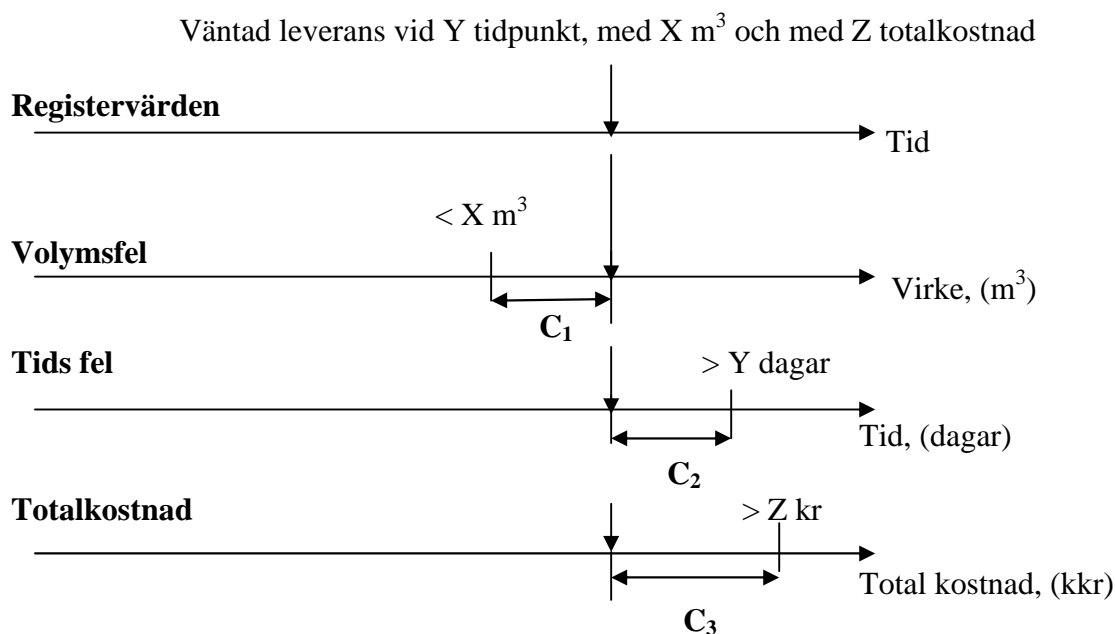


Denna plan tas fram efter de registervärden som Sveaskog har tillgång till när de planerar sina avverkningar. Vid studier av problemområdet kan registervärdena vara verkliga eller simulerade. I studien valdes simulerade värden för att kunna återskapa den felstruktur som uppstår när man inventerar skog på varierande sätt. Virkesmängder, tidsåtgång och kostnader fastställdes efter registervärdena.

Steg 2.

Här användes samma procedur som i steg 1 med samma bestånd i leveransplanen, fast med den skillnaden att nu användes de sanna värdena motsvarade de som mäts av skördaren vid avverkningen. Eftersom registervärdena i steg 1 innehåller fel leder detta till att avverkningarna tar kortare eller längre tid och ger en annan volym. Dessa avvikelser leder till en merkostnad (C) som varierar med storleken på felen.

Exempel:



Exemplet visar att avverkningarna inte gav den volym som motsvarade registret ($< X \text{ m}^3$). Det tog längre tid att avverka ($> Y$ dagar), och då blir den tänkta avverkningskostnaden högre ($> Z$ kr). C_1 visar skillnad mellan väntad volym och utfall. C_2 visar skillnaden i tidsåtgång mellan väntad tid och utfall. C_3 visar skillnaden mellan väntad totalkostnad och utfallets totala kostnad.

För att mäta C_{1-3} krävs ett antal kostnadsuppgifter för de olika extraoperationerna. Extraoperationerna tillkommer när leveransen inte innehåller den kvantitet som förväntades, eller när den inte kan levereras i tid. Hur pass stor insats som krävs för att åtgärda de olika felen är olika beroende på felens storlek. Små fel kräver en mindre insats i form extra åtgärder, medan stora fel kan kräva inhyrning av extra avverkningslag. Dessa iakttagelser är viktiga men lämnades utanför denna studie.

Leveransplanen kan vara uppdelad i olika sortiment, och skall styras så att den stämmer överens med önskade volymer till kunderna.

När en skogsägare avverkar skog kommer det att innebära kostnader oavsett om det finns fel eller inte i traktbanken. Exempel på kostnader som beaktas i den här rapporten är:

- Kostnad för skördare
- Kostnad för skotare
- Kostnad för flytt

Extra kostnader som tillkommer vid fel i register, men som ej beaktades i studien kan exempelvis vara:

- Extra avverkning
- Inhyrning av maskiner
- Extra flyttar
- Planering
- Virkestransport (ploga nya vägar, bygga väg)
- Ofullständig leverans

2.3 Arbetsgång

På basis av data från de 25 objektivt inventerade bestånden simulerades 200 bestånd med liknande egenskaper, i form av beståndsvariabler, exempelvis volym/ha. Dessa 200 bestånd blev de bestånd som antogs ha sanna data. Dessa data fick senare i studien jämföras med bestånd som tilldelats fel. Programmet Timan 2.0 och programmets funktioner Standin och Aptan användes för att avverka bestånden. Som resultat fick varje bestånd en stocknota för alla trädslag. Stocknotan redovisades i form av en lista där data var uppdelat i olika dimensioner. Det är sortimentet tall-timmer som står till grund för studien. Efter avverkningen optimerades urvalet av avverkningarna mot avverkningskostnaden för tall (avverkningskostnaden/volym tall) med hjälp av linjärprogrammeringsprogrammet LINDO. De 30 bestånd som hade de bästa skuggpriserna, dvs. de bestånd som det lönade sig bäst att avverka, blev valda att gå igenom samma procedur som tidigare. Den ändringen som gjordes med bestånden var att de fick tilldelat fel. Felen var olika stora och gjorde olika stort utslag i form av avvikelser jämfört med de sanna värdena. Det är dessa jämförelser som är presenterade i resultaten.

2.3.1 Simulering av traktbank och urval av facitbestånd

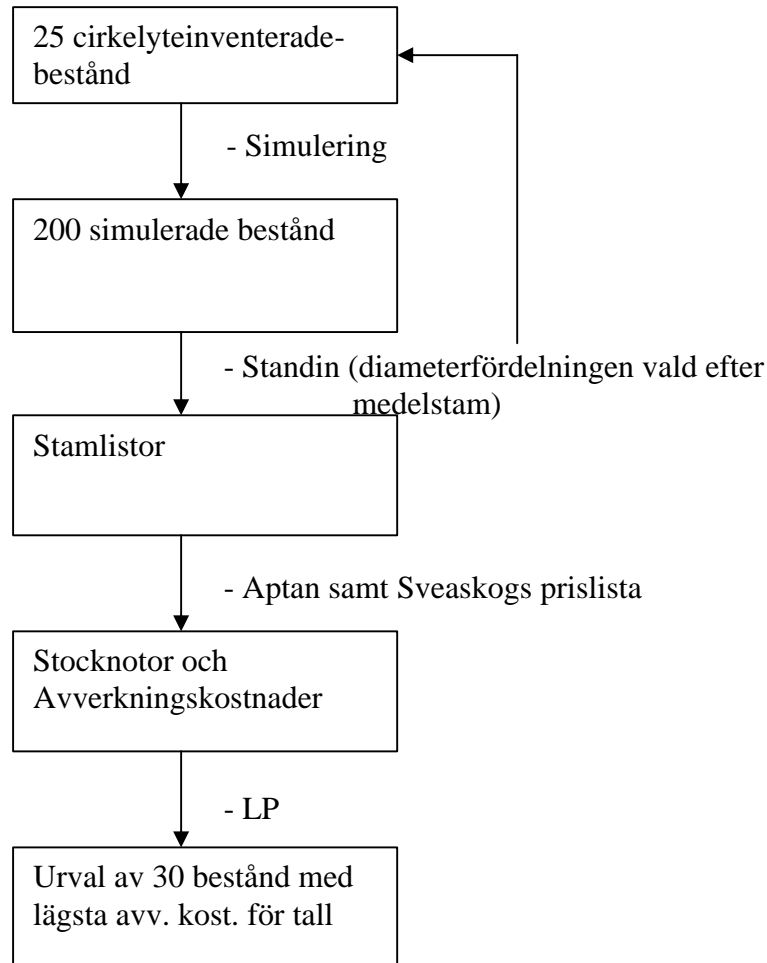
De 200 simulerade bestånden fick representera traktbanken med sanna värden. Traktbankens bestånd beskrevs med variablerna; medelstam, stammar/ha, areal och volym/ha. Eftersom undersökningen av leveransprecisionen baseras på tallvolymerna togs även medelstammen hos tall upp. I studien användes regressionsfunktionen som skapades vid regressionsanalys av medelstam och tallmedelstam i de 25 objektivt inventerade bestånden. Funktionen användes för att ta fram tallmedelstammen i varje bestånd genom att använda beståndets medelstam. Antalet stammar/ha av tall togs fram genom en matris (se tabell 1). Analysens första steg finns beskriven i figur 2. Exempel: Bestånd med volym 220 m³sk och medelstam 0.41 ger $9/10 \cdot \text{stamantal}$. Stamantal erhöles från de simulerade bestånden.

Tabell 1: Matris som användes för att sätta en tallandel (i tiondelar) på de simulerade bestånden. Matrisen är skapad från de 25 inventerade bestånden.

Medelstam	Volym/ha							
	0-50	51-100	101-150	151-200	201-250	251-300	301-350	350-400
0-0.1	2	2	2	3	3			
0.11-0.15	2	2	7	4	4			
0.15-0.2	2	2	5.4.2	4	5	5		
0.2-0.25	3	5	9.1	6	6	6		
0.25-0.3		7	8.7	5.6.7	7	7	7	7
0.3-0.35		6	6	6	7	7	7	7
0.35-0.4		5	5	3	7	8	8	8
0.4-0.45		5	5	5	9	8	8	8
0.45-0.5		6	6	7	8	8	8	8
0.5-0.55		6	7	7	8	8	8	8
0.55-0.6		7	7	7	8	8	8	8
0.6-0.65		8	8	8	8	8	8	8
0.65-0.7			8	8	8	8	8	8
0.7-0.75			8	8	8	8	8	8

Den medelstamsfunktion för tall som användes var följande:

$$\text{Medelstam tall} = 0.123 + (1.22 * \text{Medelstam alla trädslag i beståndet})$$



Figur 2. Arbetsgången som tillämpades för att få fram de 30 facitbestånden.

Simulering av avverkning

Programmet Timan 2.0 användes för att tillverka stamfiler till alla bestånd. Den underfunktion som användes för operationen som tillverkar stamfiler är Standin. För att kunna tillverka stamfiler användes diameterfördelning från de 25 ursprungsbestånden. För att justera tallmedelstammen användes tallmedelstamsfunktionen som redovisades ovan. När antal tallstammar/hektar beräknades användes matrisen i tabell 1. För att få en representativ diameterfördelning användes ett ursprungsbestånd som så mycket som möjligt liknar det bestånd som skulle få en stamfil. I Standin tilldelas bestånden fel som exempelvis röta och tjurved med hjälp av kvalitets- och stamfelsfiler som tillhandahölls av Sveaskog.

Nästa steg var att simulera en avverkning av de bestånd som fått en stamfil. Programmet Timan 2.0 nyttjades även till detta steg men den här gången användes underfunktionen Aptan. Vid avverkningarna i Aptan användes en prislista från Sveaskog som styr utfallet mot de dimensioner och längder som var önskvärda. Aptan ger ett utfall i form av stocknotor, som redovisade vilka olika dimensioner som skulle ha fallit ut vid en avverkning av de olika bestånden.

Avverkningskostnaderna beräknades för vart och ett av bestånden. Kostnaderna beräknades med hjälp av en Excel-fil från Sveaskog. Excel-filen innehöll

funktioner som räknade ut avverkningskostnaderna utifrån beståndens variabler. Eftersom de extra avverkningskostnaderna inte var nödvändiga varierades inte variabler som exempelvis blockighet, antal sortiment osv. Målet med studien var att jämföra felaktiga data och sanna data och därför varierades bara de variabler som ingick i traktbanken.

Urval av facitbestånd

Utifrån beståndens stocknotor gjordes en optimering av avverkningarna mot ett speciellt leveranskrav. Optimeringen var ett minimeringsproblem d.v.s. man ville få fram bestånd som sammantaget hade lägst avverkningskostnad. Avverkningskostnaden var satt i förhållande till beståndens tallandel. Optimeringen gjordes med hjälp av ett Linjärprogrammeringsprogram (LP) som tar fram den optimala lösningen på det problem som ställs upp. Det utfall som kom från optimeringen var de bestånd som skulle avverkas för att uppnå det leveranskrav som var satta. Från den optimeringen valdes de 30 "bästa" bestånden (facitbestånden) ut, dessa valdes utifrån deras "reduced cost". Beståndens reduced costs är ett mått på vilket av bestånden som är mest lönsamma att avverka utifrån deras avverkningskostnad. På det här sättet valdes ett antal bestånd (170 stycken) bort vilka inte var intressanta för det som efterfrågades enligt prislistan.

LP-modellen:

$$\text{Min} \sum_i^I C_i X_i$$

Där:

C_i = Kostnaden för att avverka bestånd i i förhållande till beståndets tallandel.

X_i = Beslutsvariabel för bestånd i , 1 om bestånd i ska avverkas annars 0.

2.3.2 Fel i traktbank, urval och jämförelse

Simulering av felaktig information

De 30 facitbestånden fick nu tilldelat fel som varierades med hjälp av olika formler. De formler som användes för att simulera fel på bestånden var som följer:

$$\text{Ln}(W) = \text{Ln}(\text{Volym/ha}) + \sigma_W * Z_1$$

$$W = e^{\text{Ln}(W)}$$

$$\text{Ln}(S) = \text{Ln}(\text{stammar/ha}) + \sigma_S * (\rho * Z_1 + (1-\rho^2)^{0.5} * Z_2)$$

$$S = e^{\text{Ln}(S)}$$

Där:

W = Volym/ha med ett simulerat fel

S = Stammar/ha med simulerat fel

σ_W = Standardavvikelsen volym/ha

σ_S = Standardavvikelsen stammar/ha

ρ = Covariansen/ $(\sigma_W^2 * \sigma_S^2)$

$Z_{1,2}$ = Normalfördelade slumpstal (0,1)

För att ta fram standardavvikelsen för volym respektive stamantal användes ett undersökningsmaterial från en studie av inventeringsdata i Sveaskog (Nordmark 2004). De noggrannhetsnivåer som användes i beräkningarna var i form av procentuellt medelfel för volym respektive stamantal. Den bästa var 3.1%/6.9% vilket är en nivå som är väldigt svår att uppnå med dagens inventeringsmetoder men användes som en extrem. 10%/15% var en annan nivå som kan jämföras med en inventeringsmetod som objektiv cirkelyteinventering. 17,7%/26.2% är en nivå som beräknades fram från det material som ingick i undersökningen av inventeringsdata i Sveaskog (Nordmark 2004). 20%/20% är en nivå som skulle kunna likna en subjektiv inventeringsmetod.

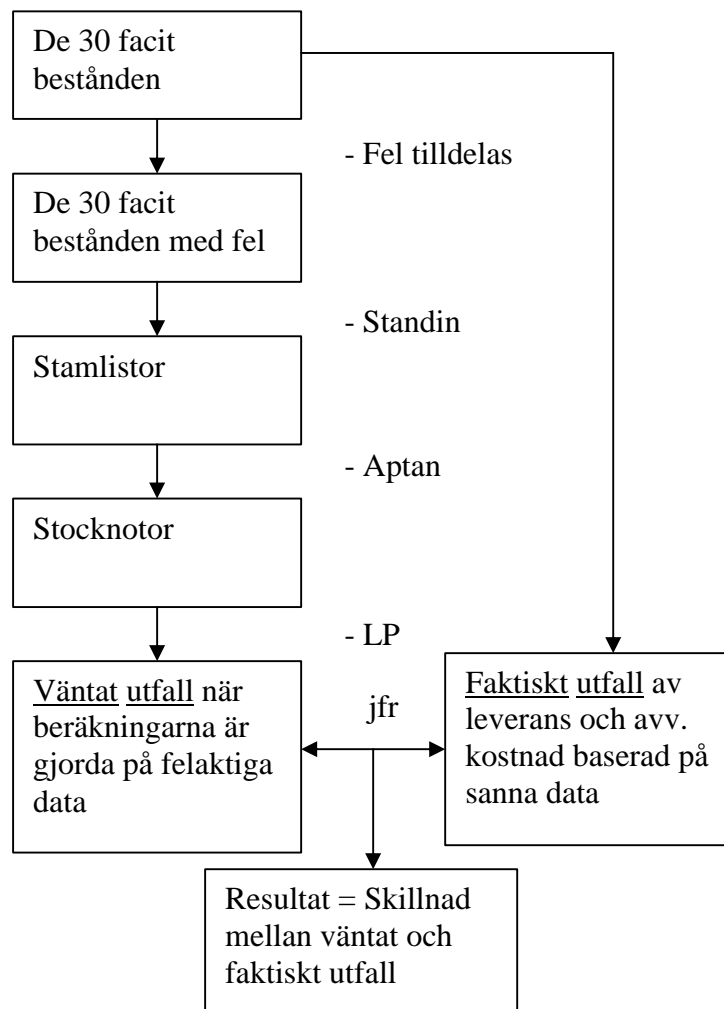
Urval av bestånd

De 30 facitbestånd gick sedan igenom samma procedur som de ursprungliga 200 och med hjälp av LP-modellen valdes ett antal bestånd ut för avverkning. I LP-modellen styrdes avverkningarna så att en rad avverkningar optimerades. Dessa skulle sammanlagt generera ~15 000 m³fub talltimmer. Styrningen av volymer mot de olika sortimenten valdes efter den procentuella fördelning som prislistan hade återat de 30 ”facitbestånden” mot (se tabell 2). Den procentuella fördelningen räknades ut enligt följande: (volym i en viss dimension/den totala utfallsvolymen)*100, vilket blir den procentandel av total volym som dimensionsklassen innehåller.

Tabell 2. Utfallet av volymer i olika dimensionsklasser från facitbestånden. När bestånden tilldelas fel styrdes avverkningarna mot denna leveransprofil.

	Diameterklass										
Topp (mm):	105	120	126	130	140	142	149	150	161	166	173
Volym (m ³ fub):	0	0	841	0	0	359	809	0	306	146	1025

	Diameterklass										
Topp (mm):	180	200	216	231	246	254	275	280	290	300	320
Volym (m ³ fub):	2008	1313	1202	1174	577	1437	575	599	318	650	1663



Figur 3. Arbetsgången som tillämpades vid den jämförande studien.

Efter att de 30 bestånden tilldelats fel gjordes ett urval med målet att fylla den leveransprofil som presenteras i tabell 2. När optimeringen gjordes för att uppfylla leveransprofilen formulerades problemet enligt följande LP-modell:

$$\text{Min } \sum_i^I C_i X_i$$

Subject to

$$\sum_i^I V_{ij} X_i \geq D_j \quad \forall j \in J$$

Där:

C_i = Kostnaden för att avverka bestånd i i förhållande till beståndets tallandel.

X_i = Beslutsvariabel för bestånd i , 1 om bestånd i ska avverkas annars 0

V_{ij} = Volym talltimmer (m^3 fub) i bestånd i i diameterklassen j .

D_j = Antal m^3 fub i diameterklass j .

J = Antal diameterklassar

3. Resultat

I studien är begreppen väntat utfall och faktiskt utfall två stycken centrala begrepp som är viktiga att förtydliga. Exempelvis är väntad utfallsvolym den volym som enligt traktbanksdata (som innehåller fel) skulle falla ut vid en avverkning av de aktuella bestånden emedan den faktiska volymen är den volym som blev utfallet när avverkningen gjordes se figur 3. De noggrannhetsnivåer som används i studien är de fyra som presenteras i tabell 3. Dessa nivåer är spridda i de medelfelsnivåer som inventeringar ger upphov till, och dessa kan man vänta sig få som resultat vid val av en specifik inventeringsmetod (Ståhl 1992).

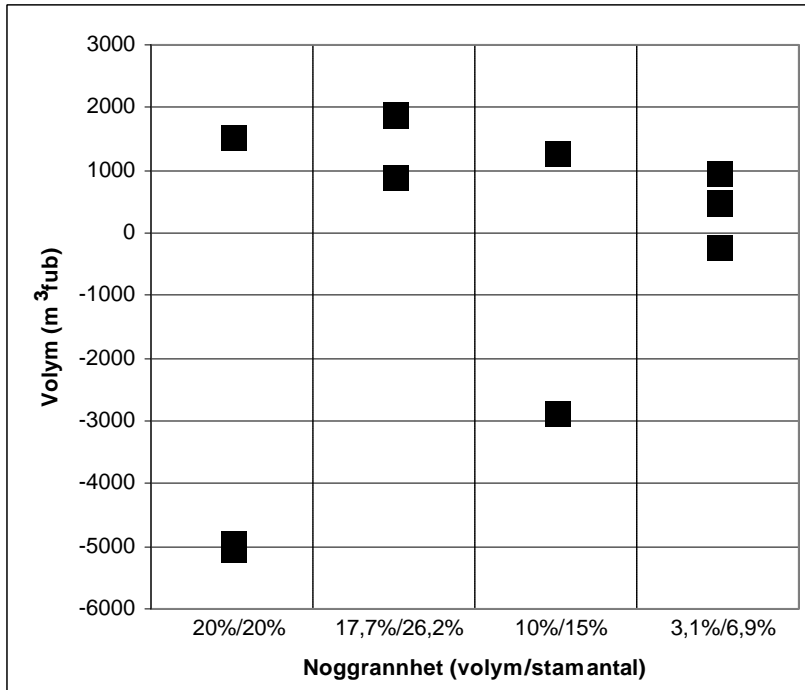
Tabell 3. Studiens olika nivåer av procentuellt medelfel för volym respektive stamantal. Beräkningarna är numrerade i den följd som de utfördes i.

Noggrannhet (volym/stamantal)	Beräkning (Nr.)	Medel över beräkningarna		
		Avv. Avdelningar (Antal)	Totalareal (ha)	Total volym ¹ (m^3 fub)
3.2%/6.9%	1, 2, 3	9.3	103.1	23 449
10%/15%	4, 5	12.0	122.7	24 470
17.6%/26.2%	6, 7	10.0	116.8	24 368
20%/20%	8, 9, 10	7.7	93.5	19 437

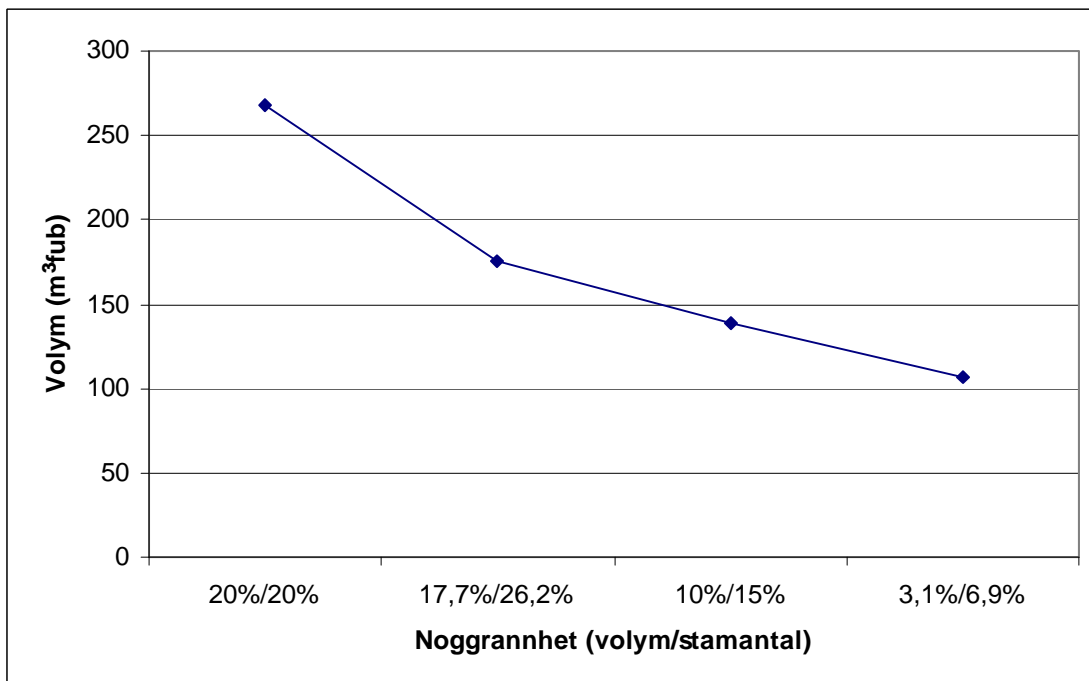
¹⁾ Alla trädslag och dimensioner.

3.1 Volymer

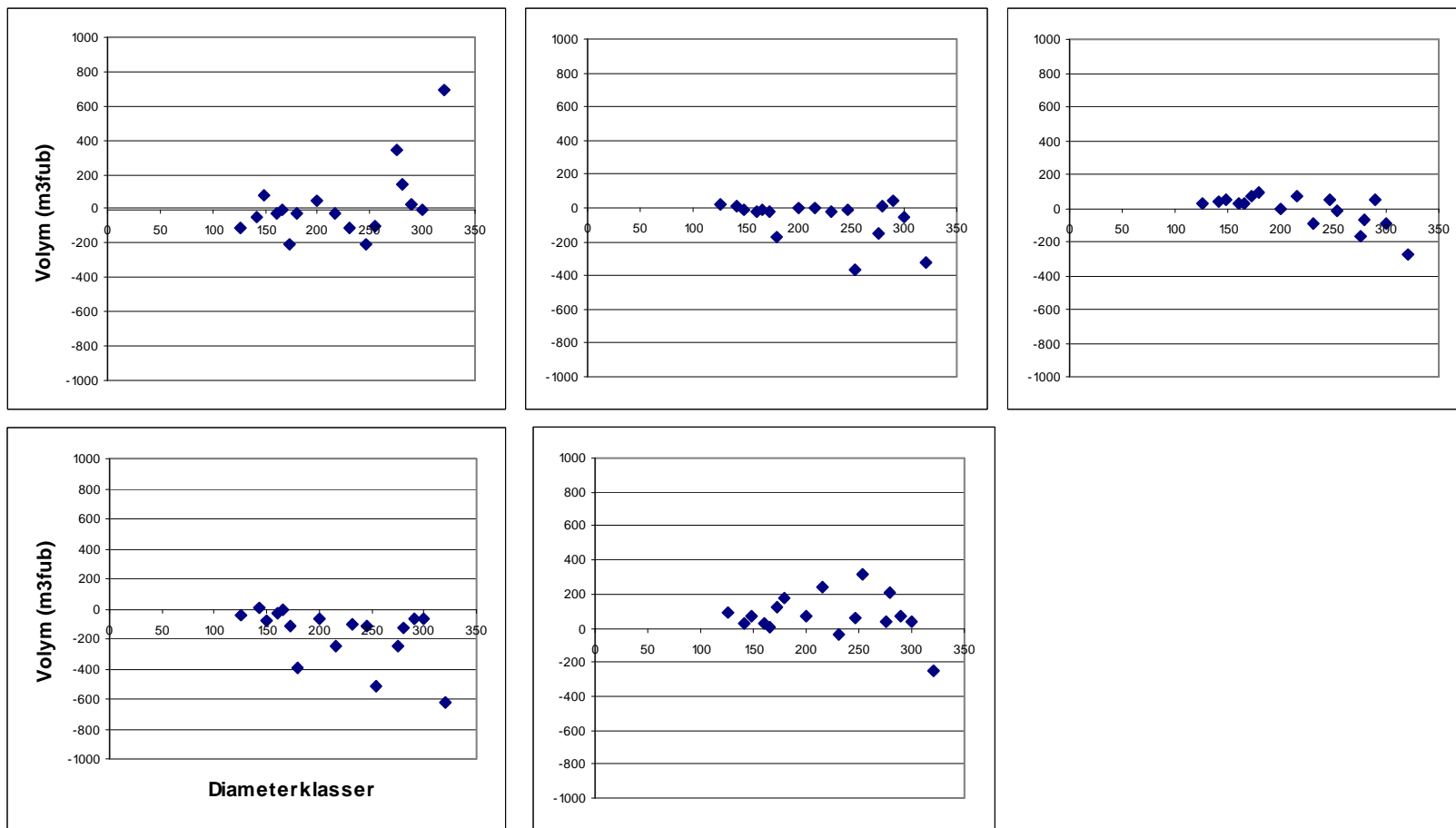
I optimeringen valdes avverkningarna ut efter de volymer av talltimmer som önskades. Det blev olika bestånd som valdes i de olika beräkningarna och noggrannhetsnivåerna. I det faktiska utfallet varierade utfallsvolymererna en hel del (se figur 4). I ett fall blev det en brist på cirka 5 000 m^3 fub i relation till målvolymer 15 000 m^3 fub för perioden. Avvikelsena mellan väntad utfallsvolym och den verkliga utfallsvolymeren varierade alltifrån nära noll till ca 1 000 m^3 fub räknat i en dimensionsklass. I figur 4 och 5 kan man se en tydlig trend att leveransprecisionen förbättras när indata blir bättre. När noggrannheten var 20%/20%, d.v.s. relativt medelfel var 20% på volymen och 20% på stamantalet, blev avvikelsen i ett fall stor. Det var en avvikelse på cirka 268 m^3 fub i snitt över alla dimensioner. Den bästa nivån på noggrannhet var 3.1%/6.9% och där var motsvarande avvikelse cirka 107 m^3 fub. I figur 6 redovisas resultaten per diameterklass för varje simulering.



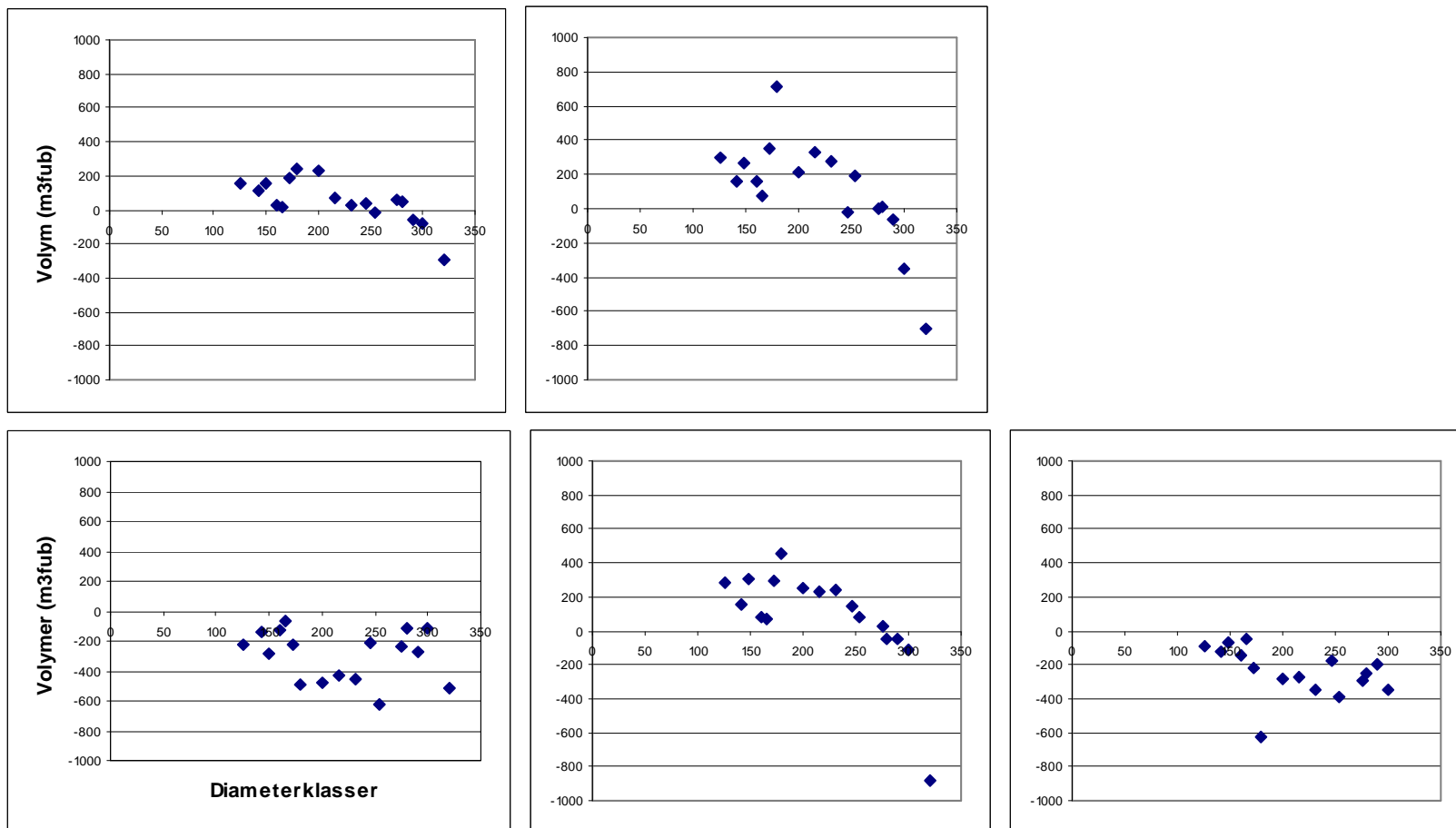
Figur 4. Leveransprecisionens variation för olika noggrannhetsnivåerna. Noggrannhetsnivåer är procentuellt medelfel för volym respektive stamantal. Notera att den nedre punkten för nivån 20%/20% innehåller två observationer.



Figur 5. Avvikelserna i volym mellan väntat utfall och faktiskt utfall över alla dimensioner. Värdena är relativavvikelsen (i absoluta tal) över alla avverkningar fördelade på noggrannhetsnivåerna. Noggrannhetsnivåerna är procentuellt medelfel för volym respektive stamantal.



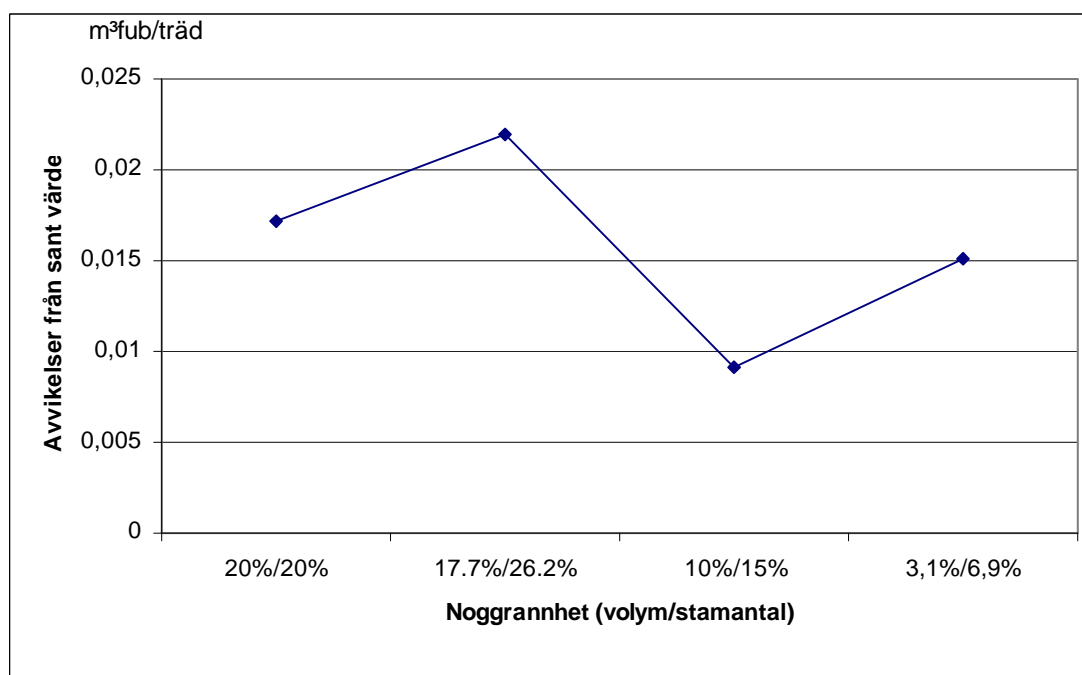
Figur 6a. Redovisar de avvikelser som blev mellan utfallsvolymerna och de väntade volymerna i de olika dimensionerna. Varje diagram representerar en beräkning. På den övre raden har beräkningarna ett procentuellt medelfel på 3.1 och 6.9% för totalvolym respektive stamantal. Nedre raden 10 respektive 15%.



Figur 6b. Redovisar de avvikelser som blev mellan utfallsvolymerna och de väntade volymerna i de olika dimensionerna. Varje diagram representerar en beräkning. På den övre raden har beräkningarna ett procentuellt medelfel på 17.6 och 26.2% för totalvolym respektive stamantal. Nedre raden 20 % medelfel för både volym och stamantal.

3.2 Medelstam

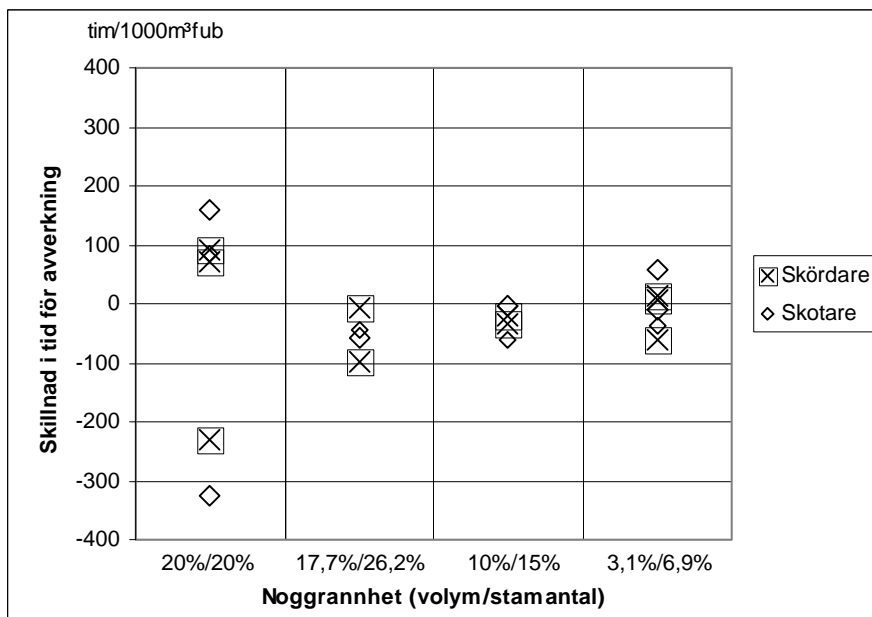
Med ett lägre medelfel förbättrades noggrannheten på medelstammen (se figur 7). Då felen som användes i beräkningarna var simulerade på volymen och stamantalet leder detta till att även medelstammen kommer att få avvikelser. De slumpmässiga felen var normalfördelade runt det faktiska värdet. Det kan hända att en del fel blir väldigt avvikande från det sanna men dessa fel inträffar dock mer sällan. Felens storlek varierade en hel del så medelstammens avvikelse varierade alltifrån 0 (beräkning 12) till 0,57 m³fub/träd (beräkning 6).



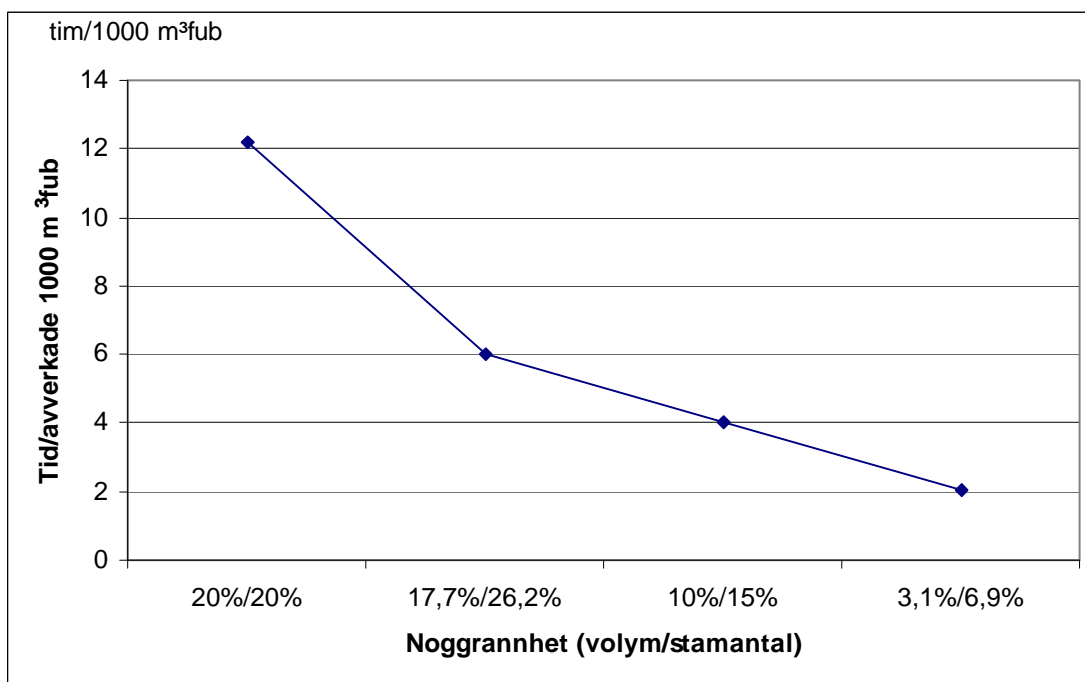
Figur 7. Skillnaden i medelstam mellan de väntade utfalls värdena och det faktiska utfallsvärdet på de olika noggrannhetsnivåerna. Värdet på medelstammen är ett viktat värde där vikten bestämdes av avverkningarnas totalvolym d.v.s. ju högre totalvolym desto högre vikt. De olika noggrannhetsnivåerna är procentuellt medelfel för volym respektive stamantal.

3.3 Tidsåtgång

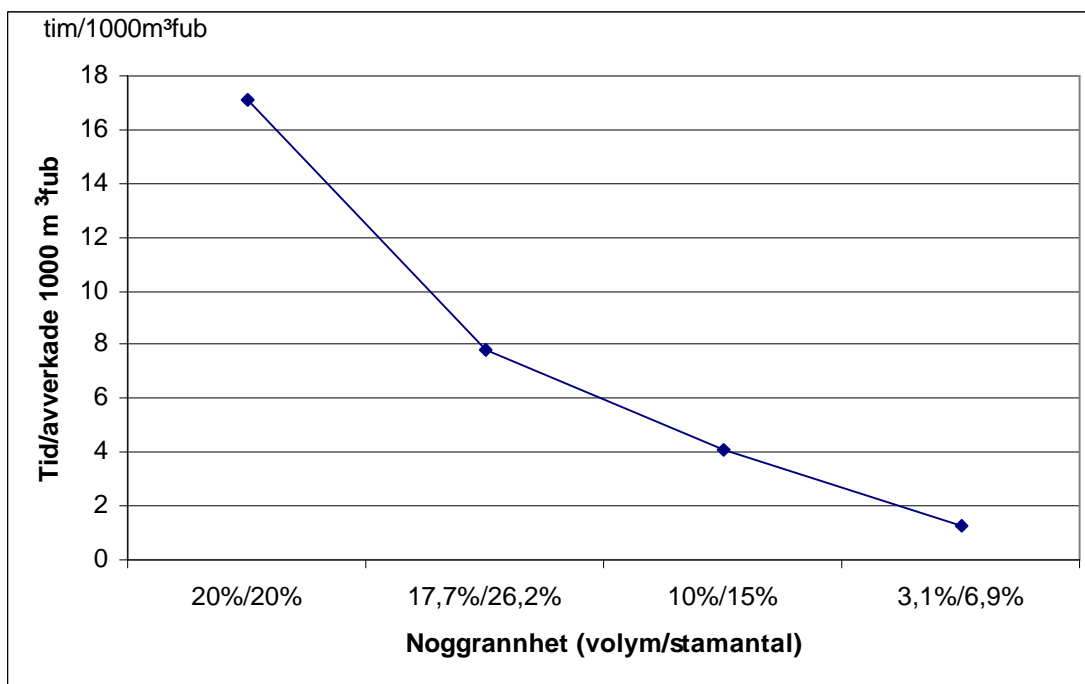
Skillnaderna i tidsåtgång mellan det väntade utfallet och det faktiska utfallet för skördaren visade sig inte vara så stora om man ser till alla avverkningarna sammantaget (se figur 8). Enskilda avverkningar som hade väldigt grova fel kunde dock få en mycket stor avvikelse. I vissa fall kunde det vara en misräkning på över 200 timmar per maskinslag (skördare respektive skotare) på en avverkning. I många fall var orsaken till stora avvikelser i tidsåtgången att volymen var underskattad och beståndet tog därför längre tid att avverka. Figurerna 9 och 10 visar de olika maskinslagens avvikelser mellan väntad tidsåtgång och den faktiska tidsåtgången. Trenden visar att det blir mycket mindre skillnad i de bättre noggrannhetsnivåerna än i de sämre.



Figur 8. Skillnaden i tidsåtgång för skördare och skotare i de olika noggrannhetsklasserna. Positiva värden betyder att det tog kortare tid att avverka bestånden än beräknat, negativt värde att det tog längre tid.



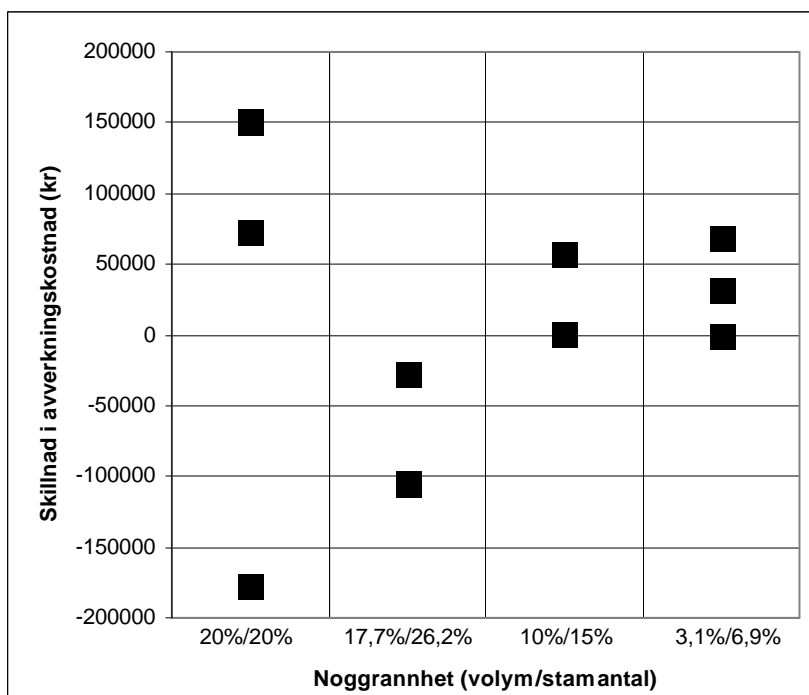
Figur 9. Avvikelsen mellan väntad tidsåtgång för skördare jämfört med faktiskt utfall. Värdena är beräknade på den snittavvikelsen/avverkade 1000 m³fub i absoluta tal uppdelade på de olika noggrannhetsnivåerna. De olika noggrannhetsnivåerna är procentuellt medelfel för volym respektive stamantal.



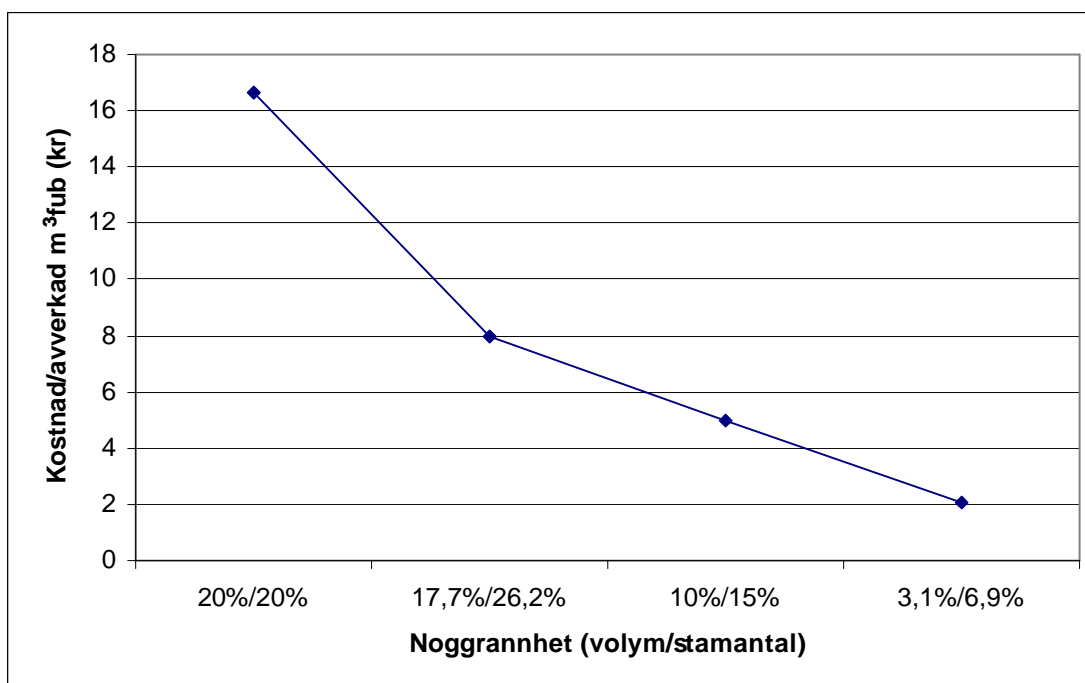
Figur 10. Avvikelse mellan väntad tidsåtgång för skotning jämfört med faktiskt utfall. Värdena är snittavvikelsen över alla avverkningar i absoluta tal/avverkade 1000 m³fub uppdelade på de olika noggrannhetsnivåerna. De olika noggrannhetsnivåerna är relativt medelfel för volym respektive stamantal.

3.4 Avverkningskostnad

I studien var skillnaden i avverkningskostnaderna stor när jämförelsen gjordes mellan den bästa och den sämsta noggrannhetsnivån. Felen i indata ledde till att avverkningskostnaderna hade en snittavvikelse på 16,6 kr/m³fub i merkostnad i den sämsta noggrannhetsnivån se figur 12. Medan felet i den bästa nivån hade en avvikelse på 2,0 kr/m³fub i merkostnad.



Figur 11. Variation i avverkningskostnad över de olika noggrannhetsnivåerna. De olika noggrannhetsnivåerna är procentuellt medelfel för volym respektive stamantal.



Figur 12. Avvikelsen mellan väntat utfall i avverkningskostnad jämfört med det faktiska utfallet. Värdena är snittavvikelsen för varje avverkad m³fub uppdelade på de olika noggrannhetsnivåerna. De olika noggrannhetsnivåerna är procentuellt medelfel för volym respektive stamantal.

4. Diskussion

Detta arbete har fokuserat på sortimentet talltimmer. De optimeringar som har gjorts är efter önskad volym av talltimmer och det är i det sortimentet som volymsavvikelseerna är uppmätta. Avverkningskostnaden och tidsåtgången är uppmätta efter hela beståndets stående volym, och egenskaper. De variabler som har fått ett fel tilldelat är volym/ha och antal stammar/ha, de övriga variabler som inte påverkas av dessa två variabler har fått stå konstanta. En variabel som kanske skulle ha varit befogad att variera är variabeln areal. Arealen varieras idag en hel del p.g.a. att naturvården har blivit allt viktigare i dagens skogsbruk. Det lämnas en hel del naturvårdsträd, trädgrupper och kantzoner och dessa ger en hel del arealer sammantaget. När en planerare planerar avverkningar är det svårt för denne att på förhand beräkna hur stor volym som kommer att falla bort p.g.a. ovannämnda anledningar.

I studien har det gjorts en hel del förenklingar som kan ha spelat en roll i utgången av resultaten. Om studien hade baserats på alla trädslag och tagit med ståndortsfaktorer som exempelvis blockighet och antal sortiment hade avvikelseerna blivit ändå större. Det som stödjer ett sådant resonemang är att desto mer som kan innehålla fel desto större blir de fel som framträder i avverkningarna. Som exempel kan tas variabeln blockighet som påverkar maskinernas prestation. Hade det varit mer blockigt än vad som väntades hade tidsåtgången för att avverka beståndet och kostnaderna ökat. En svaghet med studien som också måste beaktas är att slutsatserna är baserade på endast 10 stycken beräkningar. Detta innebär att resultaten inte är statistiskt säkerställda. Att det bara gjordes 10 beräkningar var framförallt p.g.a. tidskrävande analyser. Studien ger ändå en bra fingervisning om vad som krävs av inventeringskvalitén för att skogliga beslut inte ska vara alltför chansartade.

Medelstammens avvikelse i figur 7 ger ett ganska konstigt intryck, den följer ingen stadig trend utan är lite ”hoppig”. Det man dock kan utläsa är att trenden visar att skillnaderna blir mindre ju bättre noggrannhet som det är på indata. Den hoppiga kurvan kan förklaras genom att värdena var viktade efter totalvolymen d.v.s. desto högre totalvolym som beståndet hade desto högre vikt. När värdet i noggrannhetsnivån 17,7%/26,2% visade på en högre avvikelse än vad trenden hade pekat mot var anledningen att i ett av de avverkade bestånden var förväntade värdet för medelstammen mycket överskattad. I det beståndet var totalvolymen hög vilket gav beståndet ett högt viktat värde.

Bland resultaten finns en del väldigt extrema volymavvikelser. I ett fall blev det ett underskott på över 1000 m³fub i ett sortiment vid en körning (nr. 6). Tänker man sig att en månadsplanering vilket skulle få det underskottet i ett sortiment skulle det innebära en rejäl miss i planeringen, vilket säkerligen skulle leda till problem. Den huvudsakliga anledningen till det enorma underskottet var i detta fall att variabeln volym/ha var extremt överskattad i ett av de avverkade bestånden. Beståndet hade en skattad volym på 469 m³fub/ha och det sanna värdet var 284 m³fub/ha. Möjligen kan grova fel få planeraren ”dra öronen åt sig” dvs. att denne kollar upp en extra gång.

Avverkningskostnaderna varierade en hel del. Framförallt när noggrannheten var sämre. Om studien hade innehållt alternativa maskinsystem till slutavverknings-skördare/skotare hade avverkningskostnaderna kanske blivit annorlunda. Det hade kunnat vara mer lönsamt med ett annat system för en viss avverkning exempelvis en

drivare eller ett mindre skördare/skotare system? Ifall ett alternativt system hade varit mer lönsamt hade variationen av avverkningskostnaden varit ännu större. Dock så måste man ha med möjligheten att om man använder andra system kan dessa leda till en merkostnad. Ett exempel när fel i indata skulle leda till en merkostnad är när planeraren tror att ett bestånd har en lägre medelstam än vad det egentligen har. Om planeraren skickar dit liten gallringsskördare och det visar sig att medelstammen är kraftigt underskattad blir avverkningskostnaderna betydligt högre än beräknat. I det fallet skulle det ha varit bättre om en stor skördare använts. Att inte variera olika beskaffenheter hos bestånd som exv. blockighet, antal sortiment och skotningsavstånd har troligtvis påverkat resultaten en del. Om det går att anta att dessa fel varierar åt både positivt och negativt håll blir slutsatsen att kostnaderna skulle variera med samma skillnad som de variabler som användes. Resultaten som redovisas i figur 10 visar att det finns en hel del pengar att tjäna med att förbättra indata. Att kunna få ner avvikelsen i avverkningskostnaderna med 5 kr/m³fub skulle leda till en markant skillnad i avverkningsnettots precision. Om man använder siffran 5 kr/m³fub och räknar ut vad det skulle ge i minskade avvikelse i avverkningskostnad i exempelvis körning nummer 1 med: $5 * 21\,481 = 107\,405$ kr.

Sveaskog har investerat i informationssystemet VALS som kommer att möjliggöra att informationen sprids till rätt del av företaget och till rätt position. Om informationen ska vara bra för beslutsfattarna krävs det att data inte innehåller för stora avvikelser gentemot verkligheten. Det finns vinster att göra genom att inventera bättre, men bara till en viss gräns (jämför figur 1). Det har stor betydelse hur mycket inventeringen kostar och hur bra precision de olika metoderna har. Det finns metoder som har medelfel runt 10 %. Ett exempel på en sådan metod är flygbildstolkning + markbesök (Ståhl 1992). För att kunna bedöma hur mycket pengar som ska läggas ner på inventering måste man jämföra de kostnader som finns med den eventuella vinsten. Kostnaden beror på löner, metoder och vilken effektivitet inventeraren har. Vinsten är det företaget vinner på att slippa lager, konsekvensprodukter och ouppfyllda leveranser. Priser på dessa variabler är olika från fall till fall och mellan ett område och ett annat.

Det är framförallt viktigt att ha rätt indata när en skogsägare ska planera sina avverkningar under våren med dess osäkra period. Det kan vara svårt att få fram nya avverkningstrakter som kan kompensera för brist i vissa sortiment, exempelvis p.g.a. att vägar inte har varit plogade, ont om extra maskinlag etc. Det är under våren som det också bli problem med att ha virkeslager ute i skogen, virket kan bli förstört när det tinar och börjar torka. Om virket blir liggande alltför länge kommer även skogsvårdslagen in och begränsar vad som får ligga ute i skogen.

För att belysa vikten i problemet med låg kvalitet på data i en traktbank kan som ett exempel användas en avverkningsledares arbetssituation på Sveaskog. Denne kan ha hand om åtta avverkningslag. Resultaten i studien pekar på att det kommer att medföra problem med sin kapacitetsutnyttjande av lagen. Det är framförallt osäkerheten i data som blir problemet eftersom de fel som finns kan inverka på olika sätt, antingen att det går snabbare än planerat eller tar längre tid. För att vara på den säkra sidan kommer avverkningsledaren att lägga sig med marginal över så att denne alltid kan leverera den volym som är uppsatt (Johansson 2004). Om man antar att de åtta avverkningslagen ska avverka 40 000 m³fub en månad varav hälften består av talltimmer. Studier visar att de fel som traktbanken innehåller leder till en del

komplikationer. Volymen talltimmer kan ha avvikelser mellan vad som väntat utfall och det faktiska utfallet med cirka 6000 m³fub räknat över alla dimensionsklasser. Medelstammen kan ha en snittavvikelse på 0.02 m³fub/träd som kommer att leda till skillnader i tidsåtgången för både skördarna och skotarna. Skillnaderna blir 240 timmar respektive 320 timmar för skördarna respektive skotarna. Detta är räknat på om traktbanksdata är inhämtad med en subjektiv inventeringsnivå som är den sämsta noggrannhetsnivån i denna studie. Avverkningskostnaderna skulle ha en avvikelse på cirka 300 000 kr för avverkningarna. Dessa uträkningar är beräknade på om felen endast finns på tallen. Förmodligen skulle konsekvenserna vara ännu större om även fel på andra variabler hade beaktats.

5 Referenslista

Larsson, M. 1994, Betydelsen av kvaliteten i skogliga avdelningsdata för skattningar av volymtillväxt och inoptimalförlust. Avdelningen för skogsuppskattning och skogsindelning, Rapport 26, ISSN 0349-2133

Nordmark, U. 2004, Högre kvalitet på skogliga grunddata – noggrannhet vid olika metodval i Västerbotten, stencil.

Ogemark, T. och Sondell, J. 1997, Avverkningprognoser på stocknotnivå – baserat på inventering och simulering. Skogforsk, Resultat nr. 21.

Ståhl, G. 1992. En studie av kvalitet o skogliga avdelningsdata som insamlats med subjektiva inventeringsmetoder. Institutionen för biometri och skogsindelning, Rapport 24, ISSN 0349-2133.

Söderholm, J. 2002. De svenska skogsbolagens system för skogliga planering. Arbetsrapport 98 Sveriges lantbruksuniversitet Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik. ISSN 1401-1204.

Internetadresser:

Timan manual från www.skogforsk.se

Muntliga referenser:

Johansson Stellan 2004, Muntlig referens

Bilaga 1

Data för 25 cirkelyteinventerade bestånd vid Sveaskog

Best. nr.	Areal (ha)	Volym (m ³ fub/ha)	Trädslagsförd.			Stamantal (ha)	Medelstam (m ³ fub)			
			T	G	B		T	G	B	Alla
1	1.4	179	4	6	0	779	0.35	0.17	0.05	0.20
2	1.4	89	2	8	1	576	0.31	0.14	0.10	0.16
3	11.1	117	5	4	1	649	0.21	0.17	0.13	0.18
4	11.1	116	4	6	0	671	0.23	0.15	0.06	0.17
5	14.7	203	9	1	0	460	0.67	0.11	0.07	0.44
6	1.2	165	6	3	1	584	0.83	0.16	0.06	0.28
7	1.4	112	1	8	0	649	0.36	0.16	0.03	0.20
8	9.9	153	4	6	0	514	0.47	0.23	0.05	0.30
9	9.0	163	2	8	0	653	0.41	0.27	0.10	0.25
10	10.3	176	6	4	0	574	0.41	0.21	0.28	0.31
11	2.1	272	0	9	1	999	0.29	0.19	0.05	0.31
12	7.7	240	0	9	1	727	0.38	0.36	0.15	0.33
13	14.7	207	8	2	0	420	0.64	0.24	0.04	0.49
14	1.2	171	7	3	0	299	0.79	0.34	0.06	0.57
15	13.7	127	7	2	1	805	0.29	0.07	0.05	0.16
16	21.6	165	5	5	0	388	0.65	0.33	0.09	0.42
17	9.7	259	1	9	0	507	0.85	0.49		0.51
18	27.9	131	9	1	0	551	0.27	0.10	0.08	0.24
19	18.1	132	8	2	0	466	0.39	0.13	0.08	0.28
20	19.7	170	7	3	0	646	0.35	0.19	0.09	0.26
21	19.7	203	6	3	0	656	0.37	0.24	0.20	0.31
22	22.1	178	3	7	0	442	0.58	0.36	0.16	0.40
23	16.3	183	5	5	0	459	0.52	0.34	0.13	0.40
24	35.7	155	7	2	1	578	0.42	0.14	0.09	0.27
25	5.8	154	7	3	0	341	0.55	0.33	0.04	0.45

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, Internationellt samt NILS. 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 Nilsson, P. 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, P. & 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 edges 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 Fridman, J. & Ståhl, G. (Redaktörer) Utredningar avseende innehåll och omfattning i en framtida Riksskogstaxering. ISRN SLU-SRG-AR--52--SE
- 54 Fridman, J., Holmström, H., Nyström, K., Petersson, H., Ståhl, G. & Wulff, S. 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
- 2000 65 Bååth, H., Gällerspång, A., Hallsby, G., Lundström, A., Löfgren, P., Nilsson, M. & Ståhl, G. 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 Lind, T. Kolinnehåll i skog och mark i Sverige - Baserat på Riksskogstaxeringens data. ISRN SLU-SRG-AR--86--SE
- 2003 110 Berg Lejon, S. Studie av mätmetoder vid Riksskogstaxeringens årsringsmätning. ISRN SLU-SRG--AR--110--SE
- 116 Ståhl, G. Critical length sampling for estimating the volume of coarse woody debris. ISRN SLU-SRG-AR--116--SE
- 117 Ståhl, G., Blomquist, G. & Eriksson, A. Mögelproblem i samband med risrensning inom Riksskogstaxeringen. ISRN SLU-SRG-AR--117--SE

- 118 Ståhl, G. Boström, Methodological options for quantifying changes in carbon pools in
B. Lindkvist, H. Swedish forests. ISRN SLU-SRG-AR--118--SE
Lindroth, A.
Nilsson, J. Olsson,
M.
- 2004 129 Bååth, H., Internationellt utbyte och samarbete inom forskning och
Eriksson, B., undervisning i skoglig mätteknik och inventering. -Möjligheter mellan
Lundström, A., en region i södra USA och SLU. ISRN SLU-SRG-AR--129--SE
Lämås, T.,
Johansson, T.,
Persson, J A. &
Sundquist, S.

Planering och inventering:

- 1995 3 Homgren, P. & Skoglig planering på amerikanska västkusten - intryck från en
Thuresson, T. studieresa till Oregon, Washington och British Colombia 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, An Sequential approach in mathematical programming to include
M. spatial aspects of biodiversity in long range forest management
planning. ISRN SLU-SRG-AR--15--SE
- 1997 18 Christoffersson, P. Avdelningsfri inventering - tillvägagångssätt och tidsåtgång. ISRN
& Jonsson, P. SLU-SRG-AR--18--SE
- 19 Ståhl, G., Ringvall, Guided transect sampling - An outline of the principle. ISRN SLU-
A. & Lämås, T. SRG-AR--19--SE
- 25 Lämås, T. & Ståhl, Skattning av tillstånd och förändringar genom inventeringssimulering
G. En handledning till programpaketet. ISRN SLU-SRG-AR--25--SE
- 26 Lämås, T. & Ståhl, Om detektering av förändringar av populationer i begränsade
G. 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., Lölfstrand, R. & Roos, S. Stickprovsvis 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. 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 SLU-SRG-AR--82--SE
- 2002 91 Wilhelmsson, E. Forest use and it's economic value for inhabitants of Skräven and Hakkas in Norrbotten. ISRN SLU-SRG-AR--91--SE
- 93 Lind, T. Strategier för Östads säteri: Redovisning av planer framtagna under kursen Skoglig planering ur ett företagsperspektiv ht 2001, SLU Umeå. ISRN SLU-SRG-AR--93--SE
- 94 Eriksson, O. et. al. Wood supply from Swedish forests managed according to the FSC-standard. ISRN SLU-SRG-AR--94--SE
- 2003 108 Paz von Friesen, C. Inverkan på provytans storlek på regionala skattningar av skogstyper. En studie av konsekvenser för uppföljning av miljömålen. SLU-SRG-AR--108--SE

Biometri:

- 1997 22 Ali, A. A. 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 i flygbilder för skattningar 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--43--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 Löfstrand, R., Reese, H. & Olsson, H. Remote sensing aided Monitoring of Nontimber 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 estimations 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
- 2003 112 Olsson, H. Proceedings of the ScandLaser Scientific Workshop on Airborne Granqvist Pahlen, Laser Scanning of Forests. September 3 & 4, 2003. Umeå, T. Reese, H. Sweden. ISRN SLU-SRG-AR--112--SE
Hyypä, J.
Naasset, E.
- 114 Manterola Computer Visualization of forest development scenarios in Matxain, I. Bäcksjön estate. ISRN SLU-SRG-AR--114--SE
- 2004 122 Dettki, H. & Wallerman, J. Skoglig GIS- och fjärranalysundervisning inom Jägmästar- och Skogsvetarprogrammet på SLU. - En behovsanalys. ISRN SLU-SRG-AR--122--SE

Kompendier och undervisningsmaterial:

- 1996 14 Holm, S. & Thuresson, T. samt jägm. studenter kurs 92/96 En analys av skogstillståndet samt några alternativa avverkningsberäkningar för en del av Östads säteri. ISRN SLU-SRG-AR--14--SE
- 1997 21 Holm, S. & Thuresson, T. samt jägm.studenter kurs 93/97. En analys av skogstillståndet 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 94/98. 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. & Lämås, T. samt studenter vid Sveriges lantbruksuniversitet En analys av skogstillsåndet 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
- 2003 115 Lindh, T. Strategier för Östads Säteri: Redovisning av planer framtagna under kursen Skoglig Planering ur ett företagsperspektiv HT 2002, SLU Umeå. SLU-SRG--AR--115--SE

Examensarbeten:

- 1995 5 Törnquist, K. Ekologisk landskapsplanering i svenskt skogsbruk - hur började det? ISRN SLU-SRG-AR--5--SE
- 1996 6 Persson, S. & Segner, U. Aspekter kring datakvaliténs betydelse för den kortsiktiga planeringen. 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? ISRN SLU-SRG-AR--7--SE
- 8 Ranvald, C. Sortimentinriktad avverkning. ISRN SLU-SRG-AR--8--SE
- 9 Olofsson, C. Mångbruk i ett landskapsperspektiv - En fallstudie på MoDo Skog AB, Örnsköldsviks förvaltning. ISRN SLU-SRG-AR--9--SE
- 10 Andersson, H. Taper curve functions and quality estimation for Common Oak (Quercus Robur L.) in Sweden. 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. ISRN SLU-SRG-AR--11--SE

- 12 Bredberg, J. Skattning av ålder och andra beståndsvariabler - en fallstudie baserad på MoDo:s indelningsrutiner. ISRN SLU-SRG-AR--12--SE
- 13 Gunnarsson, F. On the potential of Kriging for forest management planning. ISRN SLU-SRG-AR--13--SE
- 16 Tormalm, K. Implementering av FSC-certifiering av mindre enskilda markägares skogsbruk. ISRN SLU-SRG-AR--16--SE
- 1997 17 Engberg, M. Naturvärden i skog lämnad vid slutavverkning. - En inventering av upp till 35 år gamla förnygringsytor på Sundsvalls arbetsområde, SCA. ISRN SLU-SRG-AR--17--SE
- 20 Cedervind, J. GPS under krontak i skog. ISRN SLU-SRG-AR--20--SE
- 27 Karlsson, A. En studie av tre inventeringsmetoder i slutavverkningsbestånd. 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. ISRN SLU-SRG-AR--31--SE
- 33 Jonsson, Ö. Trädskikt och ståndortsförhållanden i strandskog. - En studie av tre bäckar i Västerbotten. ISRN SLU-SRG-AR--33--SE
- 35 Claesson, S. Thinning response functions for single trees of Common oak (*Quercus Robur L.*). 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. ISRN SLU-SRG-AR--36--SE
- 40 Persson, M. Skogsmarkindelningen i gröna och blå kartan - en utvärdering med hjälp av Riksskogstaxeringens provytor. ISRN SLU-SRG-AR--40--SE
- 41 Eriksson, M. Markbaserade sensorer för insamling av skogliga data - en förstudie. 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. ISRN SLU-SRG-AR--45--SE

- 46 Gustafsson, K. Långsiktsplanering med geografiska hänsyn - en studie på Bräcke arbetsområde, SCA Forest and Timber. ISRN SLU-SRG-AR--46--SE
- 47 Holmgren, J. Estimating Wood Volume and Basal Area in Forest Compartments by Combining Satellite Image Field Data. 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. ISRN SLU-SRG-AR--49--SE
- 1999 55 Imamovic, D. Simuleringsstudie av produktionskonekvenser med olika miljömål. ISRN SLU-SRG-AR--55--SE
- 62 Fridh, L. Utbytesprognoser av rotstående skog. 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. ISRN SLU-SRG-AR--71--SE
- 72 Skoog, E. Leveransprecision och ledtid - två nyckeltal för styrning av virkesflödet. ISRN SLU-SRG-AR--72--SE
- 74 Johansson, L. Rotröta i Sverige enligt Riksskogstaxeringen. - En beskrivning och modellering av rötförekomst hos gran, tall och björk. ISRN SLU-SRG-AR--74--SE
- 77 Nordh, M. Modellstudie av potentialen för renbete anpassat till kommande slutavverkningar. ISRN SLU-SRG-AR--77--SE
- 78 Eriksson, D. Spatial Modeling of Nature Conservation Variables useful in Forestry Planning. ISRN SLU-SRG-AR--78--SE
- 81 Fredberg, K. Landskapsanalys med GIS och ett skogligt planeringssystem. ISRN SLU-SRG-AR--81--SE

- 2001 83 Lindroos, O. Underlag för skogligt länsprogram Gotland. ISRN SLU-SRG-AR--83-SE
- 84 Dahl, M. Satellitbildsbaserade skattningar av skogsområden med röjningsbehov (Satellite image based estimations of forest areas with cleaning requirements). ISRN SLU-SRG-AR--84--SE
- 85 Staland, J. Styrning av kundangepassade timmerflöden - Inverkan av traktbankens storlek och utbytesprognosens tillförlitlighet. ISRN SLU-SRG-AR--85--SE
- 2002 92 Bodenhem, J. Tillämpning av olika fjärranalysmetoder för urvalsförfarandet av ungskogsbestånd inom den enkla älgbetesinventeringen (ÄBIN). ISRN SLU-SRG-AR--92--SE
- 95 Sundquist, S. Utveckling av ett mått på produktionslutenhet för Riksskogstaxeringen. ISRN SLU-SRG-AR--95--SE
- 98 Söderholm, J. De svenska skogsbolagens system för skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--98--SE
- 99 Nordin, D. Fastighetsgränser. Del 1. Fallstudie av fastighetsgränserns lägesnoggrannhet på fastighetskartan. ISRN SLU-SRG-AR--99--SE
- 100 Nordin, D. Fastighetsgränser. Del 2. Instruktion för gränsvård. ISRN SLU-SRG-AR--100--SE
- 101 Nordbrandt, A. Analyser med Indelningspaketet av privata skogsfastigheter inom Norra Skogsägarnas verksamhetsområde. ISRN SLU-SRG-AR--101--SE
- 2003 102 Wallin, M. Satellitbildsanalys av gremmeniellaskador med skogsvårdsorganisationens system. ISRN SLU-SRG-AR--102--SE
- 103 Hamilton, A. Effektivare samråd mellan rennäring och skogsbruk - förbättrad dialog via ett utvecklat samrådsförfarande. ISRN SLU-SRG-AR--103--SE
- 104 Hajek, F. Mapping of Intact Forest Landscapes in Sweden according to Global Forest Watch methodology. ISRN SLU-SRG-AR--104--SE

- 105 Anerud, E. Kalibrering av ståndortsindex i beståndsregister - en studie åt Holmen Skog AB. ISRN SLU-SRG-AR--105--SE
- 107 Pettersson, L. Skördarnavigering kring skyddsvärda objekt med GPS-stöd. SLU-SRG-AR--107--SE
- 109 Östberg, P-A. Försök med subjektiva metoder för datainsamling och analys av hur fel i data påverkar åtgärdsförslagen. SLU-SRG-AR--109--SE
- 111 Hansson, J. Vad tycker bilister om vägnära skogar - två enkätstudier. SLU-SRG-AR--111--SE
- 113 Eriksson, P. Renskötseln i Skandinavien. Förutsättningar för sambruk och konflikthantering. SLU-SRG-AR--113--SE
- 119 Björklund, E. Medlemmarnas syn på Skogsägarna Norrskog. ISRN SLU-SRG--AR--119--SE
- 2004 120 Fogdestam, Niklas Skogsägarna Norrskog:s slutavverkningar och PEFC-kraven - fältinventering och intervjuer. ISRN SLU-SRG--AR--120--SE
- 121 Petersson, T. Egenskaper som påverkar hänsynsarealer och drivningsförhållanden på förnygringsavverkningstrakter -En studie över framtida förändringar inom Sveaskog. ISRN SLU-SRG--AR--121--SE
- 123 Mattsson, M. Markägare i Stockholms län och deras inställning till biodiversitet och skydd av mark. ISRN SLU-SRG--AR--123--SE
- 125 Eriksson, M. Skoglig planering och ajourhållning med SkogsGIS - En utvärdering av SCA:s nya GIS-verktyg med avseende på dess introduktion, användning och utvecklingspotential. ISRN SLU-SRG--AR--125--SE
- 130 Olmårs, P. Metrias vegetationsdatabas i skogsbruket - En GIS-studie. ISRN SLU-SRG--AR--130--SE
- 131 Nilsson, M. Skogsmarksutnyttjande på Älvdalens kronopark före 1870. En kulturhistorisk beskrivning och analys. ISRN SLU-SRG--AR--131--SE

2005 133 Bjerner, J. Betydelsen av felaktig information i traktbanken -Inverkan på virkesleveranser samt tidsåtgång och kostnad vid avverkningar. ISRN SLU-SRG--AR--133--SE

Internationellt:

1998 39 Sandewall, M., Ohlsson, B. & Sandewall, R.K. People's options of forest land use - a research study of land use dynamics and socio-economic conditions in a historical perspective in the Upper Nam Water Catchment Area, Lao PDR. ISRN SLU-SRG-AR--39--SE

1998 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

1998 48 Sengthong, B. Estimating Growing Stock and Allowable Cut in Lao PDR using Data from Land Use Maps and the National Forest Inventory. ISRN SLU-SRG-AR--48--SE

1999 60 Sandewall, M. (Edit.). 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. ISRN SLU-SRG-AR--60--SE

2000 80 Sawathwong, S. Forest Land Use Planning in Nam Pui National Biodiversity Conservation Area, Lao P.D.R. ISRN SLU-SRG-AR--80--SE

2002 97 Sandewall, M. 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. ISRN SLU-SRG-AR--97--SE

NILS:

2004 124 Esseen, P-A., Löfgren, P. Vegetationskartan över fjällen och Nationell Inventering av Landskapet i Sverige (NILS) som underlag för Natura 2000. ISRN SLU-SRG-AR--124--SE

126 Allard, A., Löfgren, P. & Sundquist, S. Skador på mark och vegetation i de svenska fjällen till följd av barmarkskörning. ISRN SLU-SRG-AR--126--SE

- 127 Esseen, P-A., Glimskär, A. & Ståhl, G. Linjära landskapselement i Sverige: skattningar från 2003 års NILS-data. ISRN SLU-SRG-AR--127--SE
- 128 Ringvall, A., Ståhl, G., Löfgren, P. & Fridman, J. Skattningar och precisionsberäkning i NILS - Underlag för diskussion om lämplig dimensionering. ISRN SLU-SRG-AR--128--SE
- 132 Esseen, P-A., Glimskär, A., Moen, J., Söderström, B. & Weibull, A. Analys av informationsbehov för Nationell Inventering av Landskapet i Sverige (NILS). ISRN SLU-SRG--AR--132--SE