

RAPPORT

Erik Drake

Apteringens inverkan på sågutbytet — Några simuleringsförsök

*The Influence of Bucking-decisions of Stems
on the Sawing Yield — Some Trials Based
on Simulation Techniques*

Trätetek

Erik Drake

APTERINGENS INVERKAN PÅ SÄGUTBYTET
- NÅGRA SIMULERINGSFÖRSÖK

*The Influence of Bucking-decisions of Stems on
the Sawing Yield - Some Trials Based on Simulation
Techniques*

TräteknikCentrum, Rapport I 8811070

Nyckelord

<i>bucking</i>
<i>cross-cutting</i>
<i>grade</i>
<i>logs</i>
<i>optimization</i>
<i>pine</i>
<i>positioning</i>
<i>recovery</i>
<i>sawing patterns</i>
<i>simulation</i>
<i>stems</i>
<i>value</i>
<i>yield</i>

Stockholm november 1988

Rapporter från TräteknikCentrum är kompletta sammanställningar av forskningsresultat eller översikter, utvecklingar och studier. Publicerade rapporter betecknas med I eller P och numreras tillsammans med alla utgåvor från TräteknikCentrum i löpande följd.

Rapporter kan som regel beställas kostnadsfritt i ett exemplar av medlemsföretag. Ytterligare beställda exemplar faktureras.

Citat tillåtes om källan anges.

Reports issued by the Swedish Institute for Wood Technology Research comprise complete accounts for research results, or summaries, surveys and studies. Published reports bear the designation I or P and are numbered in consecutive order together with all the other publications from the Institute.

Member companies may generally order one copy of any report free of charge. A charge will be made for any further copies ordered.

Extracts from the text may be reproduced provided the source is acknowledged.

TräteknikCentrum betjänar de fem industrigrenarna sågverk, trämanufaktur (snickeri-, trähus-, möbel- och övrig träbearbetande industri), träfiberskivor, spånskivor och plywood. Ett avtal om forskning och utveckling mellan industrin och Styrelsen för Teknisk Utveckling (STU) utgör grunden för verksamheten som utförs med egna, samverkande och externa resurser. TräteknikCentrum har forskningsenheter, förutom i Stockholm, även i Jönköping och Skellefteå.

The Swedish Institute for Wood Technology Research serves the five branches of the industry: sawmills, manufacturing (joinery, wooden houses, furniture and other woodworking plants), fibre board, particle board and plywood. A research and development agreement between the industry and the Swedish National Board for Technical Development (STU) forms the basis for the Institute's activities. The Institute utilises its own resources as well as those of its collaborators and other outside bodies. Apart from Stockholm, research units are also located in Jönköping and Skellefteå.

I N N E H Å L L S F Ö R T E C K N I N G

	<u>Sid</u>
1. FÖRORD	3
2. SAMMANFATTNING	3
3. BAKGRUND OCH SYFTE	6
4. UTREDNINGSMETOD	7
4.1 Allmänna förutsättningar	7
4.2 Fyra försöksled	8
4.3 Värdeberäkning av varje försöksled	9
5. UTREDNINGENS FÖRUTSÄTTNINGAR	10
5.1 Stammaterial i studien	10
5.1.1 Bestånd, allmänna stamdata	10
5.1.2 Stamgeometri	10
5.1.3 Kvalitetsgränser	12
5.2 Apteringsförutsättningar	18
5.2.1 Apteringsinstruktion	18
5.2.2 Prislistor	18
5.3 Sågningsförutsättningar	19
5.3.1 Såglinjer, inläggning	19
5.3.2 Postningar	20
5.3.3 Kvalitetsregler för färdigvaran	20
5.3.4 Priser	20
6. UTFALL AV TVÅ OLIKA APTERINGAR MED AVSEENDE PÅ SORTIMENT OCH VÄRDE AV <u>RUNDEVIRKE</u> EFTER OPTIMERING MED DATORPROGRAMMET "APTUPP"	21
6.1 Sortiments- och värdeutfall	21
6.2 Sågtimrets kvalitetsutfall	22
6.3 Sågtimrets dimensionsutfall	24
7. <u>POSTNINGENS INVERKAN PÅ SÅGUTFALLETS VÄRDE VID SIMULERAD FÖRSÄGNING AV DE TVÅ APTERADE PARTIERNA</u>	27
8. <u>ROTATIONSVALET</u> S INVERKAN PÅ SÅGUTFALLETS VÄRDE VID SÅGNINGEN	30
8.1 Resultat erhållna vid olika rotationslägen på stocknivå	30
8.2 Partivisa utbyteseffekter vid den kvalitets- styrda rotationen	33
9. <u>VALDA KVALITETSGRÄNSERS</u> INVERKAN PÅ SÅGUTBYTE OCH TOTALT STAMVÄRDE AV DE TVÅ APTERADE PARTIERNA	35
9.1 Värde- och volymutbyten för sågade stockar och apterade stammar	35
9.2 Kvalitetsutfall av sågat virke samt jämförelse med vid apteringen åsatta stockkvaliteter	36

	<u>Sid</u>
10. DISKUSSION	40
10.1 Væl av postning	40
10.2 Rotationsvæl	40
10.3 Apteringsutfall - sågutfall	41
10.4 Apteringsens värdeprognos - vederlagsmätning	43
10.5 Relation mellan prisberäknat sågtimmervärde och beräknade intäkter efter förädling av sågtimret	47
11. LITTERATURFÖRTECKNING	52
12. SUMMARY	54
 Bilagor:	
1. STAMVIS REDOVISNING AV DE TVÅ APTERINGSUTFALLEN	55
2. REDOVISNING AV SÅGUTBYTEN FÖR DE FYRA FÖRSÖKSLEDEN TOTALT OCH PER BESTÅND SAMT REDOVISNING AV ERHÅLLNA DIFFERENSER	61

1. FÖRORD

Föreliggande rapport redovisar resultat av teoretiska studier som utförts inom det av ramprogrammet finansierade projektet "Råvarufrågor - Datorstödd aptering". Rapporten belyser ett flertal frågor som är av intresse i samband med aptering och dess koppling till sågproduktionen. Således behandlas frågor som val av kvalitetsgränser på stammar, användning av optimeringsprogram för aptering, val av postning för olika stockdimensioner, val av rotationsläge i stocktagande såg samt slutligen något om förhållandet mellan timmerpris och utbytets värde efter försågning. Kvalitetsaspekterna ägnas särskilt intresse i och med att Träteck nu har möjlighet att utnyttja sågsimuleringsprogrammet OPTSAWQ för studier av utbyte och kvalitet (se /16/). Samtidigt förfogar Träteck över en datorlagrad "stambank" med omfattande information om stammars geometri och inre kvalitet vilket möjliggör intressanta studier som berör ovanstående förhållanden (se /11/).

Förutom att redovisa de erhållna resultaten vill författaren på detta sätt påvisa de intressanta möjligheter som de utvecklade datorredskapen för apteringsoptimering och sågsimulering medger i kombination med insamlade stamdata.

Förutom författaren har Åke Liljeblad, Träteck, deltagit i arbetet i samband med planering av datorkörningar och tolkning av i detta arbete utnyttjade resultat från tidigare studier (se /14/), Lars-Göte Johansson, Träteck, har bidragit med värdefulla synpunkter på rapportens innehåll, utformning och redovisning av resultat. Förutom dessa ber författaren att få tacka Forskningsstiftelsen Skogsarbeten som välvilligt ställt datorprogram för optimerad aptering till förfogande utan särskild kostnad, samt Lars Jonsson, Korsnäs AB, som bidragit med indata för utbytessimuleringarna.

2. SAMMANFATTNING

Denna rapport redovisar hur val av kvalitetsgränser kan inverka på timmerutfallet vid aptering av furustammar. Dessutom studeras hur beslutsgrunderna vid apteringen inverkar på de förväntade timmervärdena och på det sågade utfallet av apterade sågtimmerpartier. Sågutfallet analyseras vidare med hänsyn till valda postningar och valda rotationslägen i stocktagande såg. Sambandet mellan stamkvalitet och kvalitetsutfall vid sågning redovisas.

Syftena med det arbete som föregått rapporten har varit att:

- höja Trätecks kompetens inom området aptering med hänsyn till utvecklade verktyg för analys och befintlig kompetens inom området råvara-sågutbyte,
- studera möjligheterna till att integrera nu befintliga datorverktyg för att göra kompletta analyser av apteringens inverkan på utfallet vid sågning,
- specialstudera stamkvalitetens inverkan på apteringsbeslutet och därav beroende erhållna värde- och kvalitetsutfall vid sågning. Specialstudien har här delvis varit ett medel för att tillfredsställa de två första mer övergripande syftena.

51 furustammar har teoretiskt apterats med hjälp av Forskningsstiftelsen Skogsarbetens datorprogram "APTUPP" för apteringsuppföljning. För de 51 stammarna, som härrör från fyra olika bestånd, har yttre geometri och inre kviststruktur noggrant uppmätts och rekonstruerats av Trätek i tidigare forskningsarbeten. Utgångspunkten vid den här genomförda apteringen var stamgeometri, kvalitetsgränser, lokala timmerprislistor för uttag av normalsågtimmer (i o/s, V- och VI-kvalitet) och massaved.

I tidigare arbeten vid Trätek (se /14/) har konstaterats att kvalitetsgränserna varierar en hel del beroende på vilken inläggning (rotationsläge) som aktuella stamdalar sågas i. Kvalitetsgränserna har därför bestämts på två principiellt skilda sätt, nämligen:

- A1) Kvalitetsgränser på stammarna bestäms med hänsyn till att man i sågverket inte kan ta hänsyn till stockens kvalitet vid inläggningen (rotationsval) i sågverket. Det innebär att man är "pessimistisk" när kvalitetsgränserna sätts. För de 51 stammarna erhöles som medelvärde en o/s-gräns på 1,8 m och en V-gräns på 5,3 m.
- A2) Kvalitetsgränser sätts med hänsyn till att man i sågverket kan ta hänsyn till en stocks kvalitet vid inläggningen. Detta är en mer "optimistisk" ansats, varför o/s-gränsen i detta alternativ höjts till medelvärdet 2,7 m (+ 0,9 m) och V-gränsen till 8,0 m (+ 2,7 m). Den angivna kvalitetsgränsen baseras på vissa förutsättningar beträffande postning och vissa förutsättningar i sågverket, varför den inte är att säkert betrakta som optimal med hänsyn till förutsättningarna i denna studie.

Den mer optimistiska bedömningen fick således till följd att kvalitetsgränserna höjdes med hela 50 %. I båda fallen gäller att kvalitetsgränsernas lägen baserats på tidigare simulerat sågutfall. Kvaliteten har vidare antagits vara generellt avtagande mot toppen av stammen.

Efter teoretisk aptering i datorprogrammet "APTUPP" genomfördes en simulerad sågning av de två apterade timmerpartierna. Sågsimulering utfördes med det av Trätek utvecklade datorprogrammet OPTSAWQ där sågutbytet beräknades med avseende på volym-, värde- och kvalitetsutfall.

I korthet har följande resultat erhållits i studien:

Teoretisk aptering - timmervärdering

- 1) Apteringsprogrammet "APTUPP"s värdeberäkning och kvalitetsutfall av apterat sågtimmer är mycket känslig för hur kvalitetsgränserna sätts på stammarna. Prislistorna får kraftigt genomslag på utfallet. Mellan de två undersökta partierna erhöles en värdeskillnad på 11 % medan en mer realistisk bedömning av hur partierna skulle ha värderats vid en vederlagsmätning endast pekade på ca 1 % skillnad. De mer pessimistiskt ansatta kvalitetsgränserna medförde att "APTUPP" kraftigt undervärderade sågtimmerets värdeutfall.
- 2) Utgår man från att stammar har generellt avtagande kvalitet mot toppen av stammen kommer det beräknade kvalitetsutfallet vid användning av datorprogram typ "APTUPP" att medföra undervärderingar av bättre kvaliteter (o/s och V).

- 3) Apteringsprogram, t ex "APTUPP", som baserar apteringen på endast "helkvaliteter" (standelarna har homogen kvalitet) kommer principiellt att medföra att utfall av bättre kvaliteter underskattas. Detta under förutsättning att aktuell standel klassificeras med hänsyn till lägsta gemensamma kvalitet.
- 4) Andelen "halv-kvaliteter (t ex os/V, os/VI eller V/VI) beräknades uppgå till ca 40 % av antalet apterade stockar (oavsett aptering), när sågutfallet analyserades. (I praktisk virkesmätning för vederlag är denna siffra betydligt lägre).
- 5) De olika apteringsförutsättningarna gav en liten skillnad mellan sågtimrets dimensions- och volymsutfall efter "APTUPP"s aptering av de två partierna. Vid de mer "optimistiskt" ansatta kvalitetsgränserna (aptering A2) erhöles 1,5 % ökad sågtimmervolym, ökad medellängd med 1 % och minskad medeltoppdiameter med 0,2 %.
- 6) I vederlagsmätning verkar två faktorer principiellt för att o/s-andelen är underskattad i vederlagsmätt furutimmer; dels att avkortningar för att vinna kvalitet ej görs längre än 0,6 m (2 st 3 dm-moduler), dels för att kortning av stock för att höja kvaliteten aldrig görs längre än att stocken håller avtalad minsta längd (oftast 3,1 - 3,4 m). Den okulära besiktningen av stockens mantelyta som sker i praktiken för att bestämma en stocks kvalitet sågs dock ofta ge överskattningar av kvaliteten på rundvirke, i synnerhet på tall. Dessa effekter har inte studerats men antas vara av relativt större betydelse än de ovan nämnda underskattningarna.

Sågning - rotationsval - postningsval

- 1) Efter värdering av sågät utbyte (virke + flis + spån) erhöles en marginell skillnad mellan de båda apteringsalternativen. Således erhöles endast 0,5 % större förädlad värde av det apteringsalternativ som byggde på den mer "optimistiska" bedömningen av kvalitetsgränserna (A2) jämfört med det mer "pessimistiska" A1-alternativet.
- 2) Med "kvalitetsstyrt" rotationsläge av stockar enligt vår definition erhöles 1,5 - 2,7 % högre värdeutbyte i genomsnitt för stockar med viss heterogenitet i bedömd kvalitet än om principen "krok-upp" tillämpats. Stockar med bättre kvalitet (o/s - os/V) är avsevärt mer intressanta att "kvalitetsrotera" än stockar med lägre kvalitet (V/V, V/VI, VI/VI). Stockar vars båg höjd var ≥ 30 mm bör dock roteras till "krok-upp"-läge före sågning.
- 3) Ca 5,5 % skillnad i värdeutbyte skiljer bästa från näst bästa postningsval om postningen kan väljas för varje enskild stock. Vid tillämpning av fast postning uppgick skillnaden mellan bästa och näst bästa fasta postning till 2,8 % i värdeutbyte. Tillämpas stockvis ompostning kan ca 1,2 % högre värdeutbyte erhållas jämfört med om samtliga stockar i respektive sågklass sönderdelas med bästa fasta postning. (Siffrorna anger medelvärden för studerat material).
- 4) I en majoritet av de undersökta fallen ger den mest utrymmeskrävande postningen största värdeutbytet. I nära hälften av fallen ändrades

postningsvalet då stockens rotationsläge ändrades. Postningsval bör därför ske med hänsyn till vald inläggning.

Övrigt

- 1) Det insamlade stammaterialet som studerats i denna studie och som tidigare presenterats i /11/ synes i medel innehålla en "normal" fördelning med avseende på centrumutbytets kvalitet. Således ligger centrumutbytets o/s-andel på nivån 21 - 24 %, V-andelen på 53 - 55 % och VI-andelen på 21 - 26 %. Det finns därför ingen anledning att befara att de uppmätta 51 furustammarna i medeltal företer ett "dåligt" urval sett ur kvalitetssynpunkt.
- 2) Studien har visat på intressanta möjligheter att beräkna ekonomiska samband mellan intäkter och råvarukostnader för stockar med olika geometriska och kvalitativa egenskaper.
- 3) I nuvarande skede krävs en hel del manuell hantering för att synkronisera analysverktygen Stambank - Apteringsprogram ("APTUPP") - Sågsimuleringsprogram ("OPTSAWQ"). Detta delvis p g a att apteringsprogrammet är persondatorbaserat medan stammaterialet och OPTSAWQ finns på en VAX-dator. Flera datorprogram har dessutom varit nödvändiga att utveckla. Möjligheterna att åstadkomma ett komplett analysprogram för sönderdelningsprocessen från stam till sågöd vara synes dock vara mycket goda om Stambank och OPTSAWQ kunde anpassas till persondatormiljö.

3. BAKGRUND OCH SYFTE

Apterings betydelse för ekonomin i skogsbruket och i skogsindustrin har under senare år ägnats ett allt större intresse. Detta beror på att det sätt på vilket apteringen utförs i stor utsträckning påverkar vilken råvara som levereras till olika industrier och vilket pris dessa industrier får betala för denna råvara. Det ökade intresset för aptering har bl a sin förklaring i att datorer under senare år alltmer börjat utnyttjas i skogsmaskinerna för att ta de beslut som krävs för uppdelningen av stammen. Datorns medverkan i apteringen medför att de instruktioner och de prislistor som ges som indata kommer att följas "slaviskt" och utnyttjas på ett helt annat sätt än den aptering som tidigare utförts med samma indata, men tolkade subjektivt av människan. Datorstyrningen har bl a visat sig ge radikalt förändrade längdfördelningar på sågtimret än vad som traditionellt erhållits i sågtimmerfångsten. Konventionellt utformade prislistor har därvid visat sig ha en helt annan effekt på apteringsutfallet än vad som tidigare varit fallet.

Apteringsproblematiken har under senare år ägnats stort intresse särskilt av Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Skogsarbeten har härvid ägnat aptering och utveckling av datoriserad aptering ett flertal arbeten som redovisats i en mångfald publikationer (se exempelvis /3/). Skogsarbetens syn på apteringen har huvudsakligen utgått från att söka maximera intäkterna för skogsbruket genom att vid apteringen söka maximera stamvärdet mot gällande råvaruprislistor. Exempel på hjälpmedel för detta är optimeringsprogrammen "Apteringsuppföljning (APTUPP)" och "Apteringsanalys (APTAN)" för

optimalt prislisteutnyttjande vid apteringen (se exempelvis /12/). Förutom dessa program, som bygger på en doktorsavhandling /17/, har på SLU utförts en motsvarande avhandling /7/ på vilken senare REMAs algoritmer för stamterminalaptering kommit att bygga.

Vid SLUs institution för virkeslära har även ett flertal arbeten utförts som behandlar aptering. Dessa är i högre grad kopplade till sambandet mellan aptering och sågning. Exempel är /6/, /19/ och /20/.

Vid Träteck har ingen egentlig forskning om aptering ägt rum. Dock har under senare år intresset alltmer koncentrerats på förhållanden som rör sambandet råvara-utbyte. Exempel på sådana områden är timmersortering och inläggningsstudier. I samband med dessa arbeten har också datorbaserade instrument för studier av råvara-sågning tagits fram liksom ett detaljrikt dataunderlag för beskrivning av råvaran. Träteck har således nu tillgång till sågsimuleringsprogrammen "OPTSAW" och "OPTSAWQ" samt databanker med 100 detaljbeskrivna stockgeometrier och 51 tallstammar med komplett information om yttre mantelytegeometri och inre kviststruktur. (Se /9/, /10/, /11/ och /16/). Denna tillgång till exempelvis OPTSAWQ (sågsimuleringsprogram med möjlighet att studera kvalitet) och de 51 tallstammarna ger Träteck ett mycket gott underlag för att studera stammars och stocks geometriska och kvalitativa egenskaper i förhållande till sönderdelningsprocess och utbyte och därmed även apteringen.

Syftena med det arbete som redovisas i denna rapport är att studera möjligheterna att utnyttja befintliga datorhjälpmiddel för grundläggande studier av sambandet aptering-sågning och kompetensuppbyggnad inom apteringsområdet. Ett ursprungligt och mer detaljerat syfte var också att få grepp om kvalitetsgränsernas betydelse och karaktär då dessa i hög grad avgör pris-sättningen och apteringen av tallråvaran. Eftersom de genomförda studierna gett vissa andra intressanta resultat har författaren valt att även redovisa dessa.

4. UTREDNINGSMETOD

4.1 Allmänna förutsättningar

Den metod som valts för att studera växelverkan mellan aptering och sågning bygger på tillgången av följande tre grunderheter:

- Apteringsprogrammet "APTUPP", med vilket en teoretisk optimal aptering kan beräknas (maximering av stamvärdet). Detta sker utifrån kända förutsättningar beträffande stamgeometri och kvalitetsgränser samt utifrån vald apteringsinstruktion och aktuella prislister. Programmet "APTUPP", som är PC-baserat, har utvecklats av Forskningsstiftelsen Skogsarbeten och säljs f n på svenska marknaden för användning vid praktiska apteringsuppföljningar. Se /12/ och /18/.
- Stammaterial insamlat inom projektet "Kvalitetssimulering av sågtimmer". Materialet består av detaljerad information om stamgeometrier och inre kviststruktur för 51 tallstammar från fyra olika bestånd. Materialet finns närmare beskrivet i /11/.

- Sågsimuleringsprogrammet "OPTSAWQ", med vilket kan utföras simulerad sågning av geometriskt noggrant beskrivna stockar med den interna kviststrukturen beskriven. Eftersom programmet innehåller en rutin för kvalitetsklassning som tar hänsyn till vankant och befintliga kvistar på de sågade utbytena erhålles ett fullt realistiskt beräknat värdeutbyte. I programmet finns möjligheter att beskriva olika maskinkonfigurationer, inläggningsprinciper samt en rad olika sågverksspecifika egenskaper. "OPTSAWQ", som är utvecklat hos Trätek, körs för närvarande på en VAX-dator och finns endast i en version. Se /10/ och /16/. (Planer på konvertering till persondator (PC) finns dock).

Med hjälp av dessa tre grunderheter kan alltså utredningar beträffande utbytesfrågor som rör samtliga sönderdelningsbeslut från stubbe till färdig sågad vara genomföras. De olika delarna (stammaterialet-APTUPP-OPTSAWQ) är dock ur datateknisk synpunkt ännu ej synkroniserade. Det innebär att den studie som här presenteras delvis ger en uppfattning om vilka steg som återstår innan ett helt integrerat datorsystem för forskningsuppgifter inom området aptering-sågning kan åstadkommas. Studien belyser närmare bestämt hur val av kvalitetsgränser inverkar på apteringsutfall och sågutfall. Vi studerar vidare hur relationen mellan olika rotationsval för sågtimret i första såg påverkas av de olika apteringsförutsättningarna liksom dessas påverkan på sågningens känslighet för olika val av sönderdelningsmönster (postningar).

4.2 Fyra försöksled

Fyra försöksled (A1G, A1K, A2G, A2K) med olika förutsättningar i aptering och inläggning av stockar undersöks enligt följande tabell:

TABELL 4.1 Samband mellan de fyra försöksleden och val av inläggning respektive aptering.

I N L Ä G G N I N G	A P T E R I N G	
	Medeluttag A1 ¹⁾	Maxuttag A2 ¹⁾
Val av stocks rotationsläge i första såg (rundvridning)		
Geometristyrd rotation	A1G	A2G
Kvalitetsstyrd rotation	A1K	A2K

Anm: 1) A1 och A2 används fortsättningsvis för att beteckna de två olika apteringarna. Skillnaden mellan A1 och A2 består i olika förutsättningar för satta kvalitetsgränser, se avsnitt 5.1.3.

I grova termer skulle varje försöksled kunna definieras på följande sätt:

- A1G) Aptereringen anpassad till sågverkets hantering av råvaran. Utgångspunkten är att man ej tar särskild hänsyn till stockens kvalitativa förutsättningar vid bestämning av rotationsläge inför sågningen.
- A2K) Aptereringen anpassad till att sågverket har förmåga att utnyttja kännedom om stockens kvalitet vid valet av rotationsläge.
- A2G) Aptereringen ej anpassad till sågverkets hantering av råvaran. Vid aptereringen förutsätts att man på bästa sätt kan utnyttja stockens unika kvalitetsförutsättningar. Sågverket i sin tur tar endast hänsyn till stockens geometri vid val av rotationsläge.
- AlK) Aptereringen ej anpassad till sågverkets utnyttjande av råvaran. Vid aptereringen förutsätts att man inte kan utnyttja stockens kvalitetsförutsättningar vid sågverket. Vid inläggning och sågning finns dock förutsättningar för att ta hänsyn till kvaliteten vid val av rotationsläge.

4.3 Värdeberäkning av varje försöksled

De båda apteringarna ger upphov till vardera ett parti sågtimmer samt ett antal massavedsbitar efter utfallsberäkningen i programmet "APTUPP". På basis av givna förutsättningar beträffande stamdata, apteringsinstruktioner och timmerprislistor (se avsnitt 5.1 - 5.2) redovisas av "APTUPP" sortimentsutfall och prisberäknat rundvirkesvärde efter en teoretiskt optimal aptering. Vi kallar detta även APTUPPs prognos, vilken redovisas i avsnitt 6.

Värdeberäkning av de båda sågtimmerpartierna bestäms därefter genom simulerad sågning, kvalitetsbedömning och justering i OPTSAWQ. Härvid sker utbytesberäkningen med tre olika postningar inom varje aktuell sågklass. Erhållet värde av erhållna kvantiteter sågat virke, flis och spån i varje försöksled sparas för de två bästa postningarna för varje stock. Sågningsförutsättningar redovisas i avsnitt 5.3.

Skillnad mellan bästa och näst bästa postning redovisas och analyseras i avsnitt 7.

Effekter av "kvalitetsstyrd" rotation studeras för de båda apteringsutfallen (sågtimmerpartierna) med förutsättningen att bäst anpassade postning valts till varje stock i avsnitt 8.

Därefter (avsnitt 9) görs en jämförelse mellan APTUPPs beräknade utfall vid aptereringen och erhållet värde- och kvalitetsutfall vid den simulerade sågningen.

I avsnitt 10 sammanfattas och diskuteras erhållna resultat. Vissa kompletteringar av den genomförda studien samt jämförelser med andra arbeten inom området görs också i samband med de erhållna resultaten.

5. UTREDNINGENS FÖRUTSÄTTNINGAR

5.1 Stammmaterial i studien

Det bearbetade stammaterialet är identiskt med det material som insamlats i projektet "Kvalitetssimulering av sågtimmer". Dessa stammar finns utförligt beskrivna i /11/ varför endast en summarisk beskrivning lämnas nedan. Beträffande bestämning av kvalitetsgränserna hänvisas dessutom till /14/, kapitel 4.

5.1.1 Bestånd, allmänna stamdata

Totalt ingår 51 tallstammar från 4 olika geografiska områden: Mora - 11 stammar, Skara - 10 stammar, Bredbyn (Ångermanland) - 15 stammar samt Järlåsa (Uppland) - 15 stammar. I tabell 5.1 redovisas allmänna stamdata.

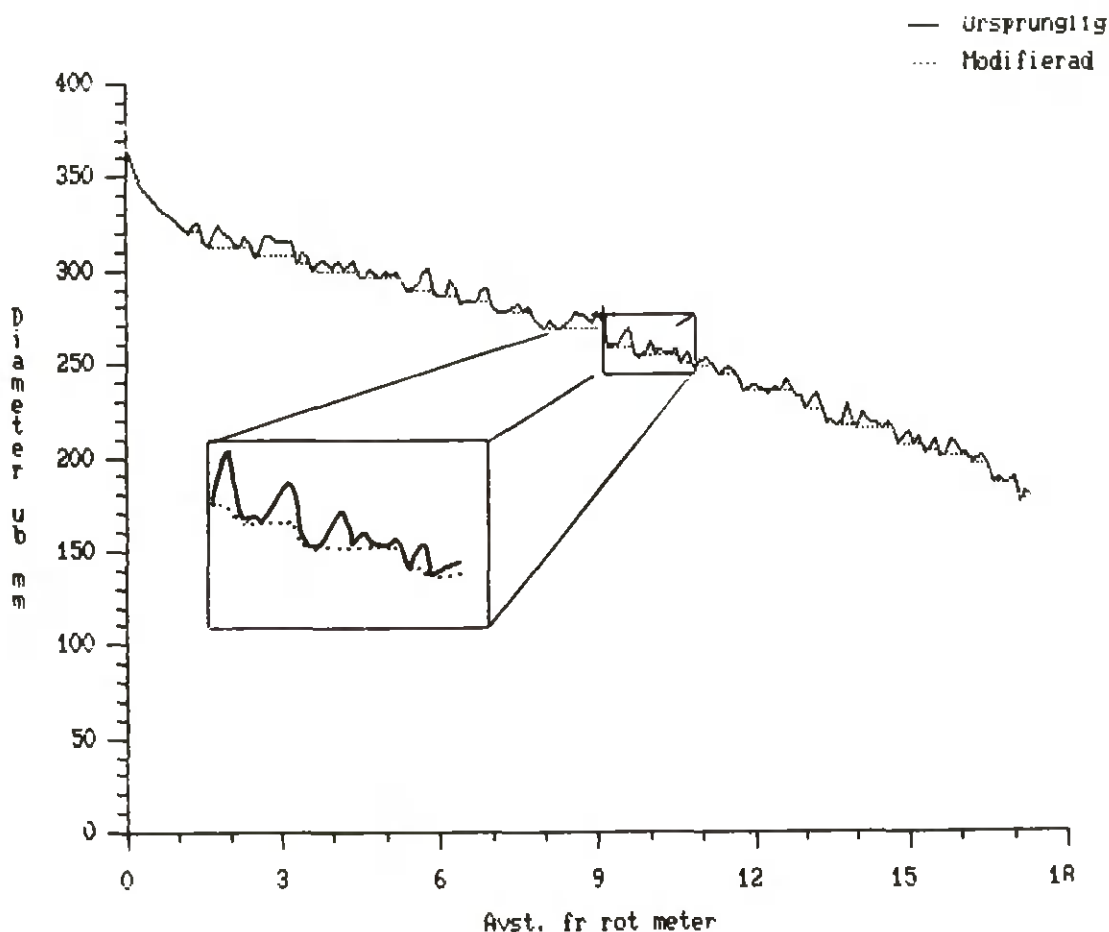
TABELL 5.1 Allmänna stamdata för de 51 stammarna redovisade som medelvärden per bestånd och totalt.

Bestånd	Mora	Skara	Bredbyn	Järlåsa	Totalt
Antal	11	10	15	15	51
Bonitet (m ³ sk/ha och år)	2,5	8,0	3,5	5,5	----
Anläggningsår	1814-1866	1920	1832	1880	----
Diam-brh (cm pb)	24,7	27,3	34,0	31,0	29,8
Trädhöjd (m)	18,0	23,8	23,7	23,3	22,4
Inmätt längd (m)	13,0	15,7	17,3	16,5	15,8

Den inmätta längden är den längd som i denna studie har appterats. Denna längd bestämdes vid inmätningen till att vara den stamlängd inom vilken stammens diameter var minst 10 cm - alltså stamparti med tänkbart sågtimmerutfall. (I vissa fall har maximal transportlängd 18 m varit begränsande.)

5.1.2 Stamgeometri

Beträffande stamgeometrin har hänsyn endast tagits till diameterutvecklingen under bark vid appteringen. Stamdiametern har härvid beskrivits vid var 10:e cm längs stammen. Avståndet 10 cm har valts för att få en rimlig mängd indata för appteringsprogrammet "APTUPP" samtidigt som vi härigenom får en god beskrivning av stammens form. Den använda versionen av "APTUPP" accepterar dock ej några diameterökningar längs stammen i riktning mot toppen varför den sanna stamformen har modifierats med hänsyn till detta, vilket framgår av figur 5.1 nedan.



Figur 5.1 Exempel på diameterutveckling hos tallstam i studien. Ursprungliga och för APTUPP modifierade diametrar under bark angivna vid var 10:e cm längs stammen.

Anledningen till denna modifikation härrör så vitt författaren förstår från krav hos APTUPPs optimeringsalgoritm. (Denna modifikation borde kunna utföras av APTUPP själv; författarens anmärkning.)

Med angivna diametrar avses medelvärdet av diametrarna i 45 jämnt fördelade rotationslägen i varje stamtvärnsnitt under bark. Vi får på detta sätt kvalitativt sett mycket goda formdata jämfört med vad som kan erhållas i praktiken. Vanligen mäts ju diametern oftast i en eller två mätriktningar, och dessutom på bark, vilket leder till uppenbara felkällor och dålig precision.

Några hänsyn till stammens krokform har ej tagits i denna studie. Stockarnas båghöjder efter aptering visas i figur 6.4.

5.1.3 Kvalitetsgränser

Kvalitetsgränserna på var och en av de 51 stammarna har bestämts på två olika sätt, nedan kallade A1 respektive A2. I båda fallen gäller att bestämningen utgått från resultat vid simulerat utfall vid sågning i en särskilt utförd studie. Tillvägagångssättet har tidigare väl beskrivits i /14/ varför här endast huvuddragen berörs.

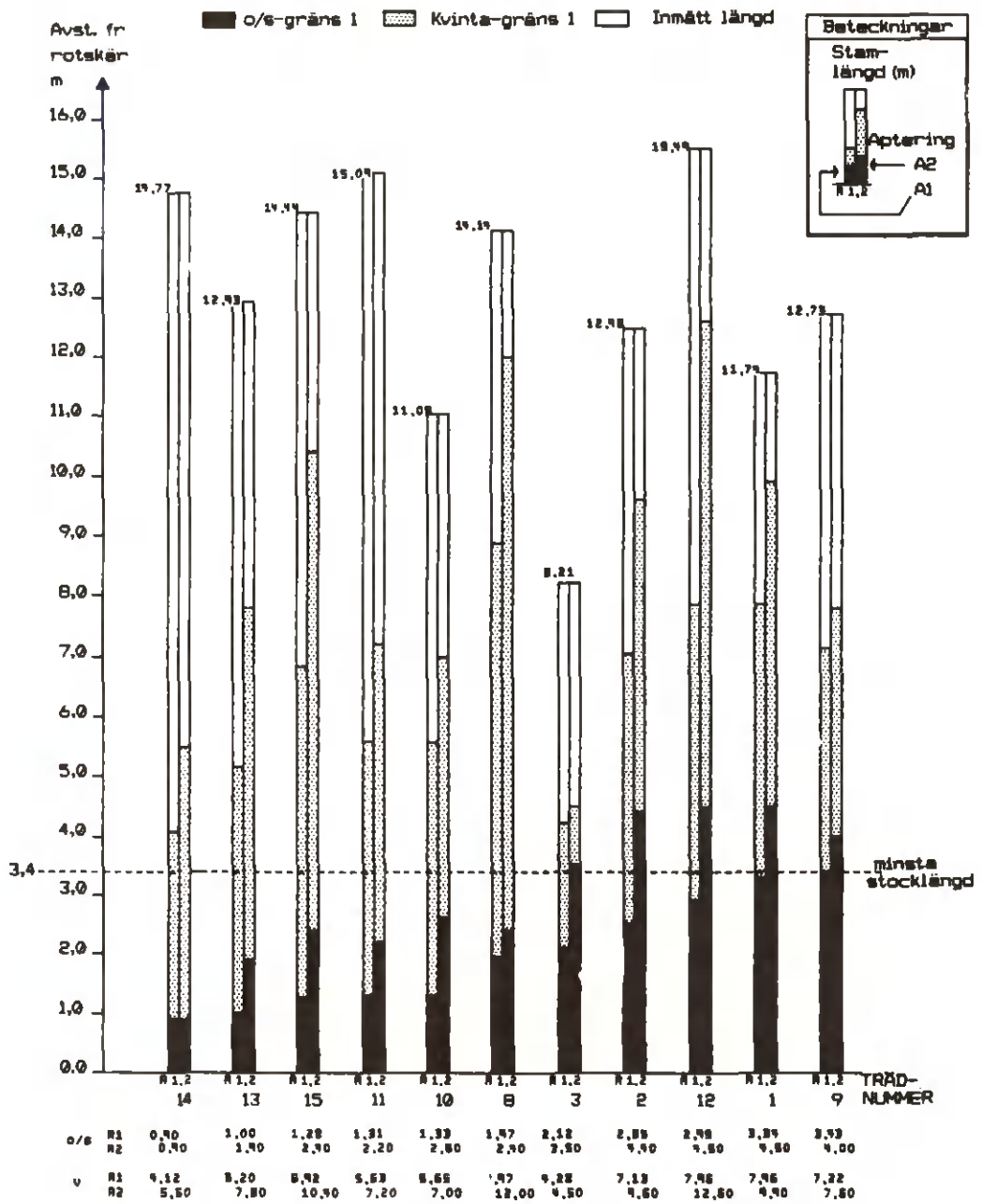
- Kvalitetsutfallet för centrumutbytena har bestämt kvalitetsgränsen.
- Kvaliteten har avsett klassning i sorterna o/s (I-IV), kvinta (V) och utskott (VI) enligt de regler beträffande kvist som anges av "Gröna boken" /2/.
- Vankantens inverkan på centrumutbytets kvalitet har minimerats med hjälp av generösa vanregler samt genom att kurvsågning alltid utförts i andra såg (delningssågen).
- Generösare postningar än vad som stipuleras av VMR vid kvalitetsbedömning har använts. Genom "överlappning" har vissa stampartier utfallsberäknats med mer än en postning.
- Utgångspunkten har varit att kvaliteten successivt avtar med avståndet från stammens rotskär.
- Fyra kvalitetsgränser har beräknats i /14/ enligt tabell 5.2 nedan.

TABELL 5.2 Definierade kvalitetsgränser i /14/.

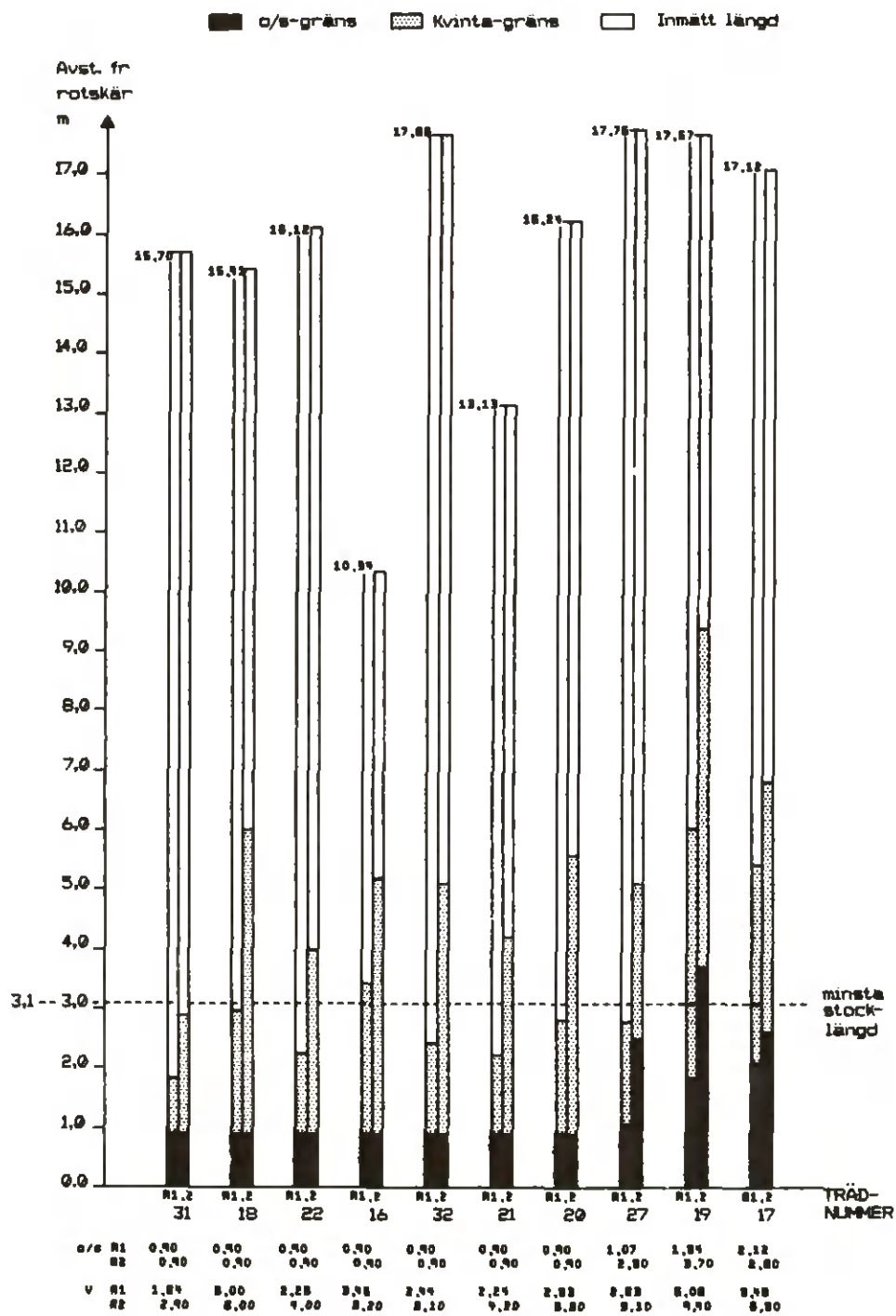
O/s-1	Båda centrumutbytena håller o/s-kvalitet.
O/s-2	Ett centrumutbyte håller minst o/s-kvalitet, det andra är av V- eller VI-kvalitet. (Ex. halvkvinta).
Kvinta-1	Båda centrumutbytena håller V-kvalitet.
Kvinta-2	Ett centrumutbyte håller minst V-kvalitet, det andra är av VI-kvalitet. Ovanför Kvinta-2 erhålles endast VI alternativt massaved.

Då apteringsprogrammet APTUPP emellertid endast kan hantera helkvaliteter har vi i denna studie måst begränsa oss till detta faktum. De aktuella kvalitetsgränserna i denna studie utgörs således av gränserna o/s-1 och kvinta-1, i fortsättningen benämnda "o/s-gränsen" och kvinta-gränsen". ("Halv"-kvaliteter) visar sig senare dock vara ofta förekommande, varför särskild diskussion ägnas detta i avsnitt 9 och 10).

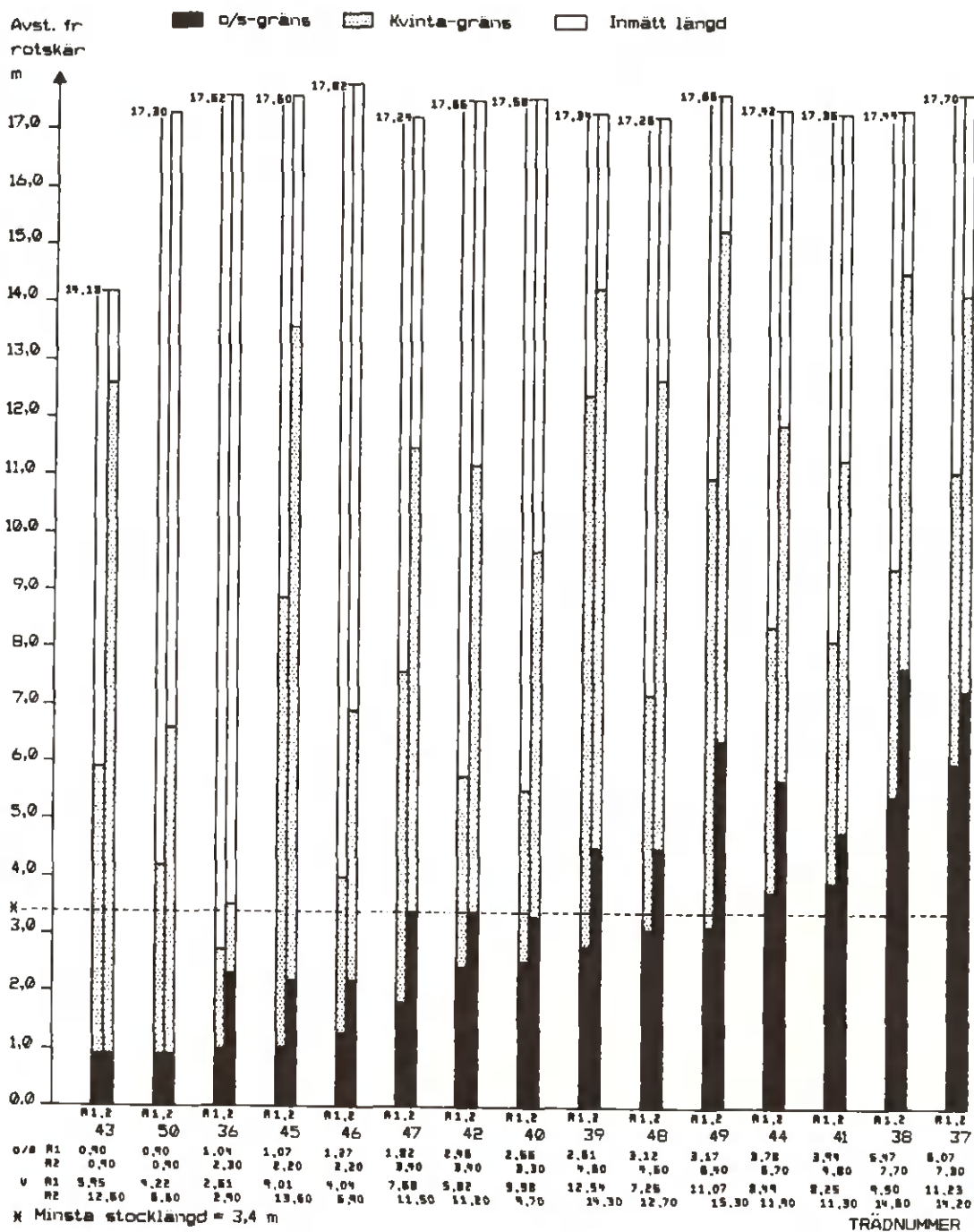
- Kvalitetsgränserna har särberäknats för 19 olika rotationslägen av stammen jämnt fördelade över ett helt varv (olika tänkbara rotationslägen i första såg). Se exemplet i figur 5.2.



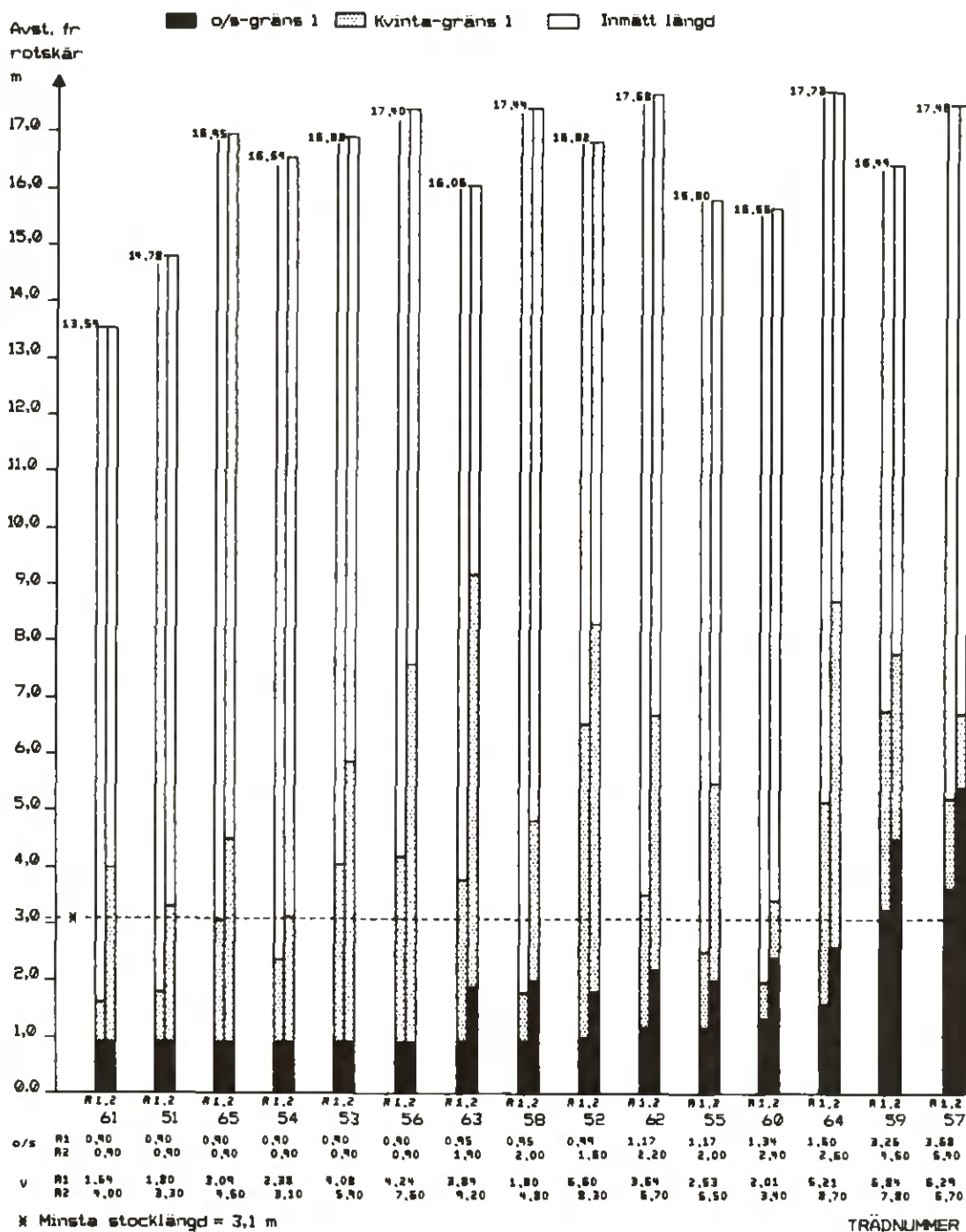
Figur 5.3 Kvalitetsgränser för Mora-stammarna. A1 avser möjligt förväntat medelutfall av respektive kvalitet o/s eller V (sluppmässigt rotationsläge vid sågning). A2 avser utsträckning vid bästa rotationsläge vid sågning.



Figur 5.4 Kvalitetsgränser för Skara-stammarna.



Figur 5.5 Kvalitetsgränser för Bredbyn-stämmarna.



Figur 5.6 Kvalitetsgränser för Järlåsa-stammarna.

Beräknar man kvalitetsgränsernas medelvärde över samtliga stammar vid bestämning A1 blir denna 1,85 m för o/s-gränsen och 5,33 m för V-gränsen. Bestämning A2 ledde på motsvarande sätt till medelvärdena 2,71 m för o/s- och 8,01 m för V-gränsen. Sammanfattningsvis höjdes således o/s-gränsen med 0,9 m och V-gränsen med 2,7 m då kvalitetsgränserna bestämdes med hänsyn till bästa rotationsval (A2) jämfört med om dessa bestämts enligt A1-principen.

5.2 Apteringsförutsättningar

5.2.1 Apteringsinstruktion

Apteringen styrs helt och hållet av utfallet från apteringsprogrammet APTUPP utifrån givna geometriska stamdata och kvalitetsgränser. De sortiment som apteras är normalsågtimmer i kvaliteterna o/s, V och VI samt massaved. Ett undantag gäller Bredbyn, där VI ersättes av sortimentet Klen-timmer/Sågtimmer UB (benämns fortsättningsvis VI). För sågtimret gäller de krav som ges i tabell 5.3 nedan.

TABELL 5.3 Dimensionskrav på sågtimret vid apteringen.

Bestånd	Längd- modul dm	Minsta längd cm	Största längd cm	Minsta diam. mm	Största diam. mm	Mått- slag volym
Mora	1	340	559	120	579	m ³ to ub
Skara	3	310	579	120	600	m ³ to ub
Bredbyn	1	340	579	120	-	m ³ to ub
Järlåsa	1	310	559	120	599	m ³ to ub

För massaveden gäller följande:

TABELL 5.4 Dimensionskrav på massaveden vid apteringen.

Bestånd	Minsta längd cm	Största längd cm	Minsta diam. mm	Största diam. mm	Mått- slag volym
Mora	250	550	50	699	m ³ f ub*
Skara	270	331	50	700	m ³ f ub*
Bredbyn	250	550	50	-	m ³ f ub
Järlåsa	250	550	50	699	m ³ f ub*

Anm: * = Egentligen m³f pb, men omräknas till ub p g a att stammarna inmätts ub.

Skara avviker på så sätt att sågtimret kuberas efter 3 dm modul och massaveden apteras i standardlängd.

5.2.2 Prislistor

Följande prislistor har varit styrande vid optimalapteringen i APTUPP.

TABELL 5.5 Aktuella prislister vid apteringen.

Bestånd	:	Tillämpad prislista	Anmärkning
Mora		Mellanskog Dalarna 87/88	Avräkningspriser
Skara		Skaraborgs Skogsägare 87/88	
Bredbyn		Skogsägarna Västerbotten -Ornsköldsvik 87/88	Avräkningspriser
Järlåsa		Mälarskog Uppland 87/88	Massaved som avräkningspriser

Skogsägareföreningarnas prislister för de lokala områdena har alltså legat till grund för apteringen.

I samtliga fall sker prissättning efter fallande 3 dm modul, volymeräkningen utgår dock från modullängden som angavs i tabell 5.3. Beträffande diameter gäller att prissättning sker efter klassbotten (2 cm-klasser) medan volymkuberingen sker efter diameterklassmitt (1 cm-klasser). Premier, åtkomsttillägg ingår ej i använda priser.

Avräkningspriser innebär att slutpriser ej varit fastställda vid den aktuella tidpunkten för apteringen.

Beträffande massaveden gäller att priser angivna på bark omräknats till priser under bark efter korrektion av genomsnittliga barkvolymuppgifter för respektive område /8/.

5.3 Sågningsförutsättningar

För att erhålla indata till beskrivningen av sågningen av det apterade timret har ett större skogsindustriföretag i mellansverige (Korsnäs AB) kontaktats. Företaget, som främst inriktar sig på export av sågat virke, har lämnat uppgifter om såglinjer, sågklassgränser, postningar m m samt exportpriser på sågade trävaror.

5.3.1 Såglinjer, inläggning

Beroende på stockarnas toppdiameter sågas dessa antingen i en ramsåglinje med kurvsågning eller i en reducerband-klinglinje med blockautomat för positionering i 2:a såg (raksågning). I 1:a såg centreras stocken mekaniskt.

Följande gäller beträffande val av såglinje:

Stockdiameter D_{to} (mm)	Såglinje	Positionering i 2:a såg	Sågklass nummer
< 210	Reducer	Blockautomat	0 - 5
≥ 210	Ram	Kurvsågning	6 - 14

Valet av stocks rotationsläge i första såg (rundvridning) kan i föreliggande studie bestämmas på ett av följande två sätt:

- "Krok-upp"-rotation, innebärande att stockarna rundvrides till det läge där stockens maximala krok är riktad uppåt i sågens vertikalkplan.
- "Kvalitetsstyrd" rotation, innebärande att stockarna rundvrides till det läge som överensstämmer med de rotationslägen i vilka stammarna erhöill maximalt utdragna kvalitetsgränser. För stocker som endast bedömts kunna ge VI-kvalitet tillämpas dock alltid "krok-upp"-rotation.

5.3.2 Postningar

I varje sågklass sågas 3 st alternativa postningar vilka subjektivt prioriterats ur ett större antal postningar med hänsyn till bedömt utbyte.

5.3.3 Kvalitetsregler för färdigvaran

Kvalitetsreglerna för den sågade varan omfattar vankantsregler och regler för maximal kvistförekomst i klasserna I-VI. Utgångspunkten för denna klassning har varit Gröna boken /2/. Andra kvalitetsfel beaktas ej här.

Vankant

Bestäms enligt Gröna bokens (/2/) exportsorteringsregler varvid följande tillämpas:

- För o/s tillämpas regler för II:a sort enligt /2/
- För V tillämpas regler för IV:e sort enligt /2/
- För VI tillämpas regler för V:e sort enligt /2/

I princip krävs således en klass hårdare vankantsbedömning än /2/.

Kvistregler

Bestäms i enlighet med OPTSAWQs rutin för kvalitetsklassning och justering, se kapitel 5.4 i /16/. Den aktuella rutinen bygger på sorteringsreglerna i /2/.

5.3.4 Priser

Tillämpade priser på de sågade varorna avser exportpriser fritt sågverket februari 1988.

6. UTFALL AV TVÅ OLIKA APTERINGAR MED AVSEENDE PÅ SORTIMENT OCH VÄRDE AV RUNDVIRKE EFTER OPTIMERING MED DATORPROGRAMMET "APTUPP"

I detta kapitel redovisas för aptering A1 respektive aptering A2 de beräknade utfall som erhållits efter optimering i programmet APTUPP. Utfallet presenteras här per bestånd och totalt för de 51 stammarna med avseende på sortiment, prisberäknat värde, kvalitet och dimensioner. Det bör observeras att de värde- och volymsuppgifter som redovisas avser av APTUPP beräknade prognoser. Värdeuppgifterna avser således stockpriser baserade på timmerprislistor enligt avsnitt 5.2.2.

6.1 Sortiments- och värdeutfall

I tabell 6.1 nedan redovisas det sammanställda sortimentsutfallet. I bilaga 1 redovisas de stamvisa resultaten.

TABELL 6.1 Sortimentsutfall i m³fub vid aptering A1 respektive A2.

Bestånd	Totalt volym	Sågtimmervolym		Rel. förändr.	Massavedsvolym		Rel. förändr.
		A1	A2		A1	A2	
Mora	3,85	3,23	3,28	+1,5 %	0,62	0,57	-8,1 %
Skara	5,11	4,33	4,30	-0,7 %	0,77	0,81	+5,2 %
Bredbyn	12,05	11,42	11,42	0,0 %	0,63	0,63	0,0 %
Järlåsa	10,11	9,01	9,34	+3,7 %	1,10	0,77	-30,0 %
Totalt							
m ³ fub	31,12	27,99	28,34	+1,3 %	3,13	2,78	-11,2 %
procent	100	90	91	-	10	9	-

Av tabellen framgår att sågtimmervolymer ökade med 1,3 % i genomsnitt, andelen timmer ökade från 90 % till 91 % om man jämför utfallen vid de två apteringarna. För Bredbyn-stammarna erhöles exakt samma sortimentsfördelning. Mest förändrades utfallet för Järlåsa-stammarna där sågtimmervolymer ökade med 3,7 %. I Skara minskade dock sågtimmerandelen något. Förändringarna är dock relativt små med hänsyn till det lilla stammaterialet. I tabell 6.2 redovisas motsvarande värdeutfall.

TABELL 6.2 Prognosticerat värdeutfall i kr vid aptering A1 respektive A2

Bestånd	Totalt		Rel. förändr.	Sågtimmer		Rel. förändr.
	A1	A2		A1	A2	
Mora	1131	1263	11,7 %	994	1136	14,3 %
Skara	1381	1528	10,6 %	1206	1345	11,5 %
Bredbyn	4151	4645	11,9 %	4002	4496	12,3 %
Järlåsa	2636	2907	10,3 %	2392	2736	14,4 %
Totalt						
m ³ fub	9299	10343	11,2 %	8594	9713	13,0 %
procent	100	100	-	92,4	93,9	-

Värdeutfallet ökade som synes med hela 11 % i genomsnitt enligt APTUPPs prognos. Skillnaderna mellan bestånden är mycket liten. Ursaken till 99 % av värdeökningen beror på att värderingen av sågtimrets medelpris ökade från 307 kr/m³fub till 343 kr/m³fub (räknat i m³to från 343 till 387 kr), alltså en medelprisökning på ca 12 % orsakad av den mer optimistiska kvalitetsbedömningen vid aptering A2.

6.2 Sågtimrets kvalitetsutfall

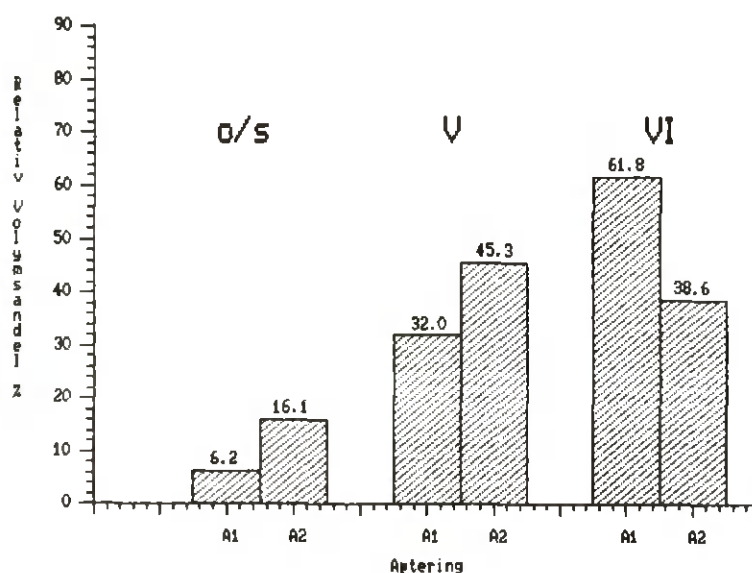
Vid angivandet av kvalitetsgränser kan i programmet APTUPP endast "hel-kvaliteter" anges. Det innebär att en stamdel endast kan sägas innehålla en kvalitet, vilket i sin tur innebär att båda centrumutbytena måste uppfylla den givna kvaliteten. Således redovisas endast stockar som o/s-, V- eller VI-stockar. Kvaliteten har vidare antagits vara fallande mot toppen av stammen. Konsekvenser av dessa antaganden belyses senare i kapitel 10 i rapporten.

Nedanstående tabell redovisar av APTUPP beräknade kvalitetsandelar vid de två apteringarna.

TABELL 6.3 Kvalitetsandelar i apterat sågtimmer, aptering A1 och A2, redovisat som % av m^3 to-utfallet.

Bestånd	A1			A2			Differens		
	o/s %	V %	VI %	o/s %	V %	VI %	o/s %	V %	VI %
Mora	2	67	31	21	63	16	+19	+ 4	-15
Skara	0	11	89	5	44	51	+ 5	+33	-38
Bredbyn	10	42	48	27	45	28	+17	+ 3	-20
Järlåsa	5	19	76	7	42	51	+ 2	+23	-25
Totalt	6	32	62	16	46	38	+10	+14	-24

Som synes ökar o/s- och V-andelarna av naturliga skäl i samtliga bestånd medan VI-andelen sjunker. O/s-andelen ökar i medeltal med 10 % med en variation från +2 till +19 %, V-andelen ökar i medeltal med 14 %, med variationen +3 till +33 %. I de sämre bestånden Skara och Järlåsa är det främst fråga om en övergång från VI till V, medan de bättre, Mora och Bredbyn, främst erhåller en ökad o/s-andel. I figur 6.1 nedan redovisas kvalitetsutfallet vid de två apteringarna räknat per m^3 fub i diagramform. Procentandelarna blir nära nog identiska med de som angavs för m^3 to-fördelningen i tabell 6.3.



Figur 6.1 Kvalitetsandelar i % av apterad timmervolym (m^3 fub), aptering A1 och A2. (Endast "helkvaliteter").

6.3 Sågtimrets dimensionsutfall

Några dramatiska skillnader mellan apteringarna beträffande sågtimrets dimensionsutfall erhöles ej. I tabell 6.4 redovisas medelvärden för diameter, längd, båghöjd och erhållna volymer.

De värden som redovisas i tabell 6.4 bygger på stockarnas exakta form och ej på de beräkningar som redovisas av APTUPP och tidigare redovisades i tabell 6.1 - 6.3. Skillnaden kan hänföras till APTUPPs krav på modifierade diameterdata vilket således innebär underskattningar av diameterrelaterade stockdata. I detta fall innebär t ex denna systematiska underskattning en skillnad i total fastvolym på 3,2 %.

Av tabellen framgår som tidigare nämnts att de största förändringarna berör kvalitetsutfallet. Således ökar främst antalet o/s- och V-stockar. Toppdiametern är störst för o/s-stockar (rotstockar) och klenast för VI-stockar (mellan- och toppstockar). Toppdiametern minskar i samtliga fall vid aptering A2 beroende på att:

- medellängden ökar för o/s-stockarna (+ 2,0 %),

TABELL 6.4 Geometriska stockdata erhållna vid de två apteringarna A1 respektive A2 redovisade som medelvärden.

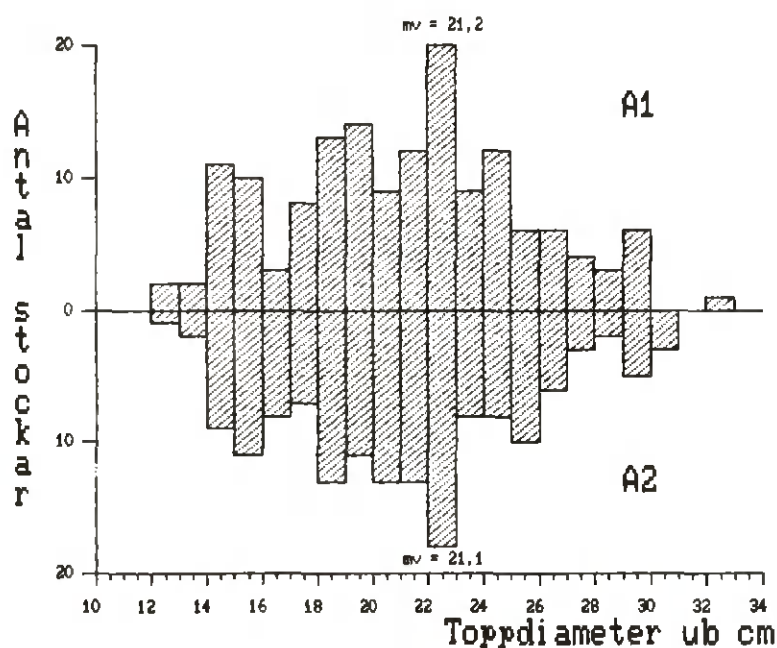
Stockparameter	Urval	Aptering		Differens	
		A1	A2	abs.	rel-%
Antal stockar	samtliga	151	151	0	0
	o/s-stockar	7	19	+12	+171
	V -	38	59	+21	+55
	VI-	106	73	-33	-31
Toppdiameter u_b , mm	samtliga	211,9	211,4	- 0,5	- 0,2
	o/s-stockar	252,7	249,5	- 3,2	- 1,3
	V -	232,8	222,2	-10,6	- 4,6
	VI-	201,8	192,8	- 9,0	- 4,5
Stocklängd, cm	samtliga	438,6	443,4	+ 4,8	+ 1,1
	o/s-stockar	410,0	418,4	+ 8,4	+ 2,0
	V -	466,3	473,1	+ 6,8	+ 1,5
	VI-	430,6	426,0	- 3,4	- 1,1
Båghöjd, mm	samtliga	14,2	14,7	+ 0,5	
	o/s-stockar	14,2	13,9	- 0,3	
	V -	15,2	16,3	+ 1,1	
	VI-	13,9	13,7	- 0,2	
Toppvolym, m^3 to u_b	samtliga	0,160	0,162	+0,002	+ 1,3
	o/s-stockar	0,214	0,212	-0,002	- 0,9
	V -	0,207	0,189	-0,018	- 8,7
	VI-	0,140	0,126	-0,014	-10,0
Fastvolym, m^3 fub	samtliga	0,191	0,194	+0,003	+ 1,6
	o/s-stockar	0,254	0,248	-0,006	- 2,4
	V -	0,243	0,224	-0,019	- 7,8
	VI-	0,169	0,155	-0,014	- 8,3

- medellängden ökar för V-stockarna (+1,5 %) samt att uttaget av dessa förskjuts uppåt i stammen eftersom flera V-stockar föregås av o/s-stock i stammens rotdel,
- medellängden minskar för VI-stockarna (-1,1 %) vilket uppenbarligen kompenseras av att dessa mellan- och toppstockar förskjuts uppåt i stammen samt att relativa andelen toppstockar ökar.

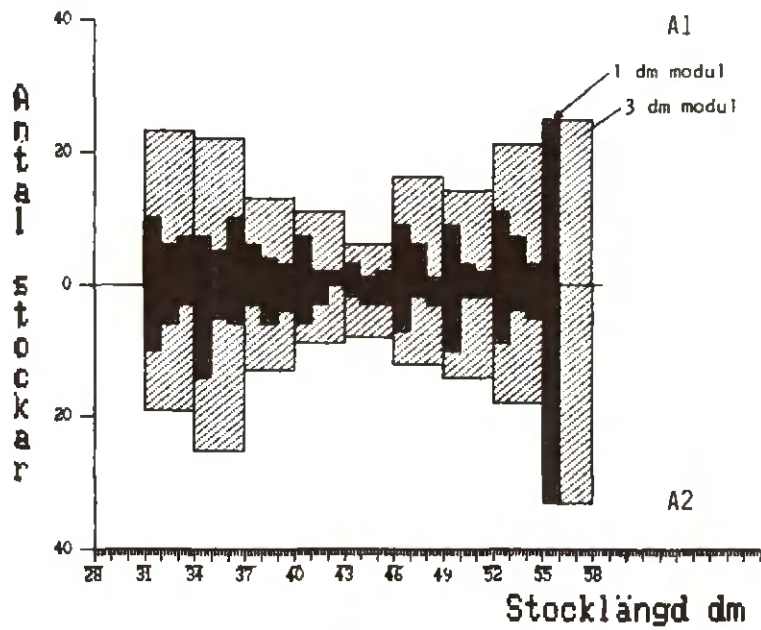
Beträffande båghöjden erhålls marginella förändringar. Den ökar något i medeltal för stockarna vilket bör sammanhånga med ökad medellängd.

Toppvolym och fastvolym minskar för var och en av de skilda kvaliteterna, men ökar för medeltalet sett över samtliga stockar. Att detta blir fallet beror på att antalet stockar av bättre kvalitet ökar på bekostnad av de sämre samtidigt som stockar med bättre kvalitet har grövre dimensioner än de sämre.

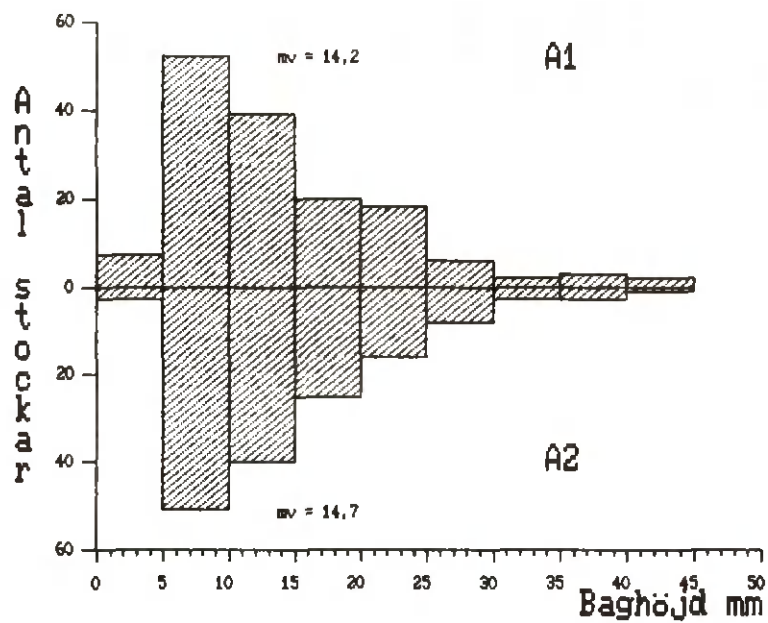
I figurerna 6.2 - 6.4 redovisas diameter, längd och båghöjdsfördelningar erhållna vid de två apteringarna.



Figur 6.2 Fördelning över toppdiameter för stockar erhållna i aptering A1 respektive A2.



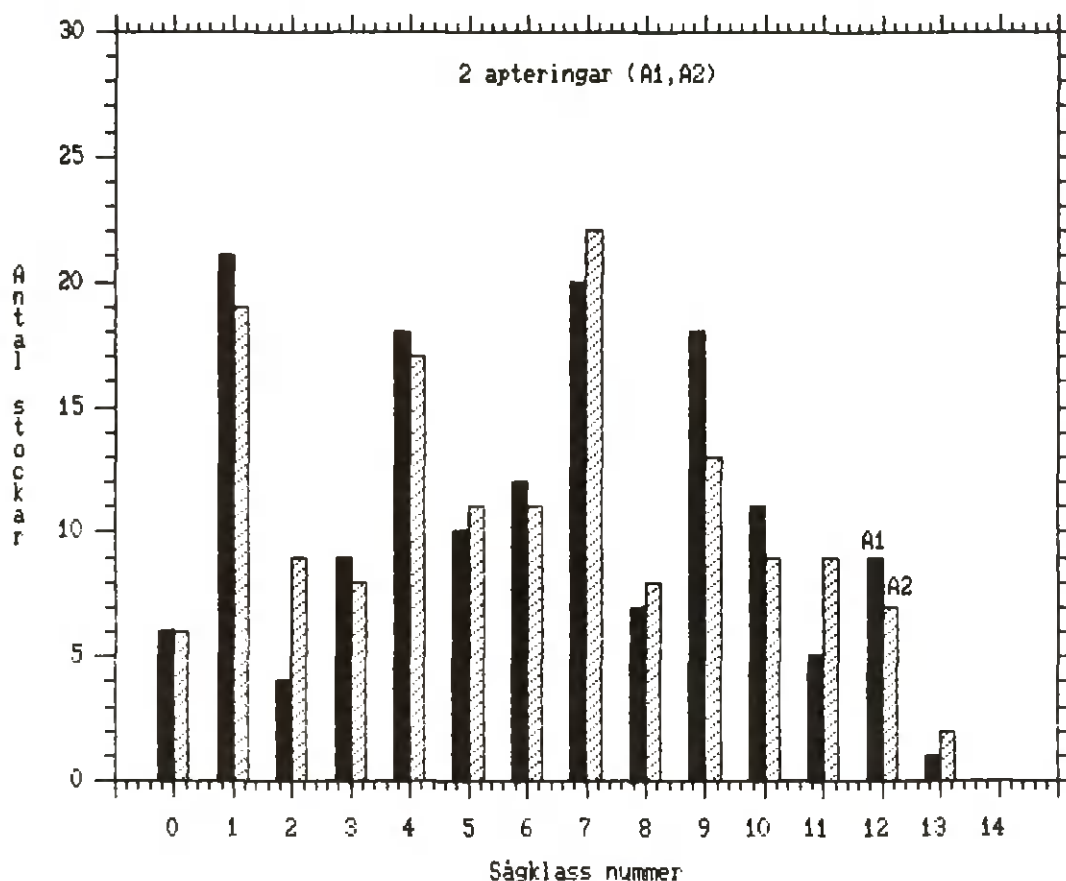
Figur 6.3 Fördelning över stocklängder erhållna i aptering A1 respektive A2. Redovisning sker i 3- respektive 1-dm moduler.



Figur 6.4 Fördelning över baghöjder för stockar erhållna i aptering A1 respektive A2.

7. POSTNINGENS INVERKAN PÅ SÅGUTFALLETS VÄRDE VID SIMULERAD FÖRSÅGNING AV DE TVÅ APTERADE PARTIerna

I nedanstående histogram redovisas antalet stockar som fallit i de aktuella sågklasserna. De två olika apteringarna ger i stort sett upphov till samma fördelning med undantag av några marginella skillnader. Sågklass 14 ($D_{to} > 329$ mm) tilldelades inga stockar, vilket innebär att samtliga stockar har värdeberäknats med 3 st postningar vardera.



Figur 7.1 Fördelning över antalet erhållna stockar per sågklass efter aptering A1 respektive A2.

Postningens inverkan på utfallets värde efter sågning (virke + flis + spån) redovisas i tabellen nedan som den procentuella skillnaden i beräknat stockvärde efter försågning mellan den bästa- och den näst bästa postningen. Samtliga 4 försöksled, som definierades i kapitel 4, redovisas, vilket innebär att både alternativa apteringar och alternativa rotationsval medtagits.

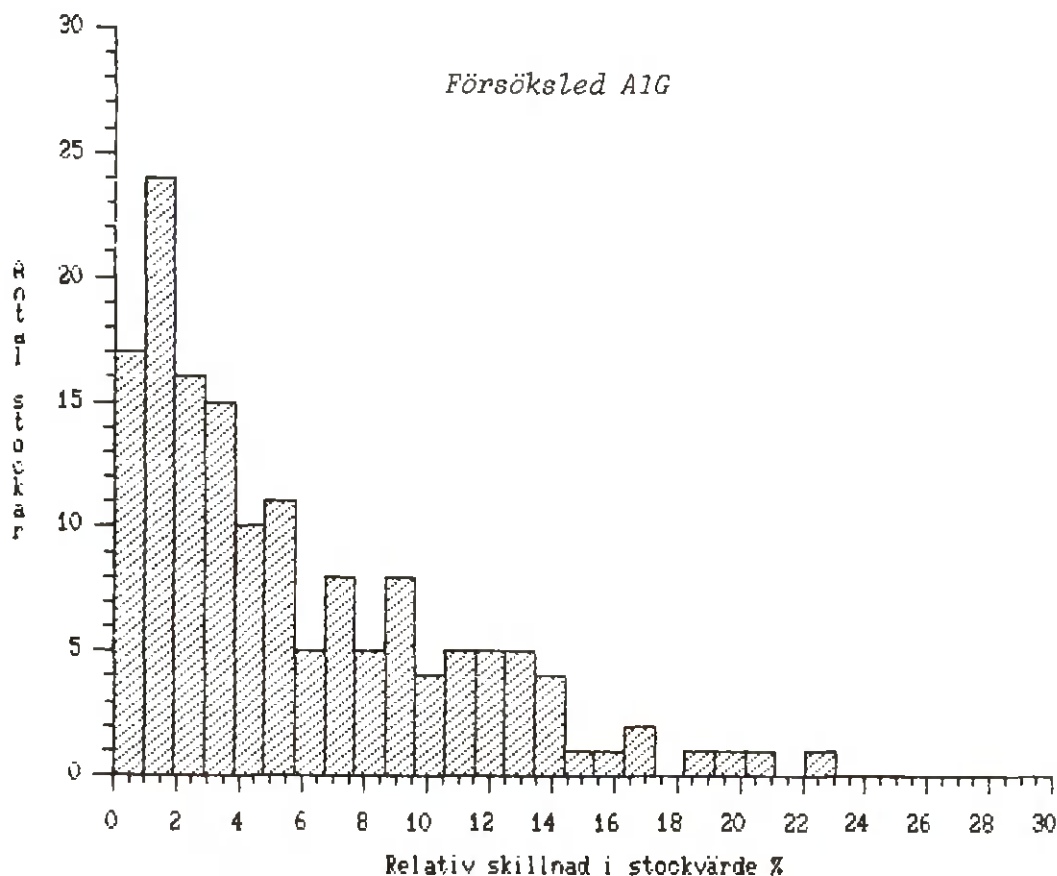
TABELL 7.1 Relativ värdeskillnad mellan bästa och näst bästa postning i medelvärde per stock för de fyra försöksleden. Samtliga 151 stockar medräknade.

Försöksled	:	A1G	A1K	A2G	A2K
Värdeskillnad:		5,7 %	5,4 %	5,2 %	5,4 %

I medeltal visar det sig således att skillnaden ligger på hela ca 5,5 % mellan bästa och näst bästa postning. (Det må här invändas att antalet testade postningar endast varit tre stycken, vilket kan tyckas vara för få postningar även om dessa tre postningar subjektivt utvalts av ursprungligen 4 - 7 tänkbara postningar).

Tabellen ovan visar vidare att varken rotationsval eller aptering haft annat än en marginell inverkan på denna relation.

I nedanstående histogram visas hur erhållna värdeskillnader fördelar sig i ett av försöksleden.

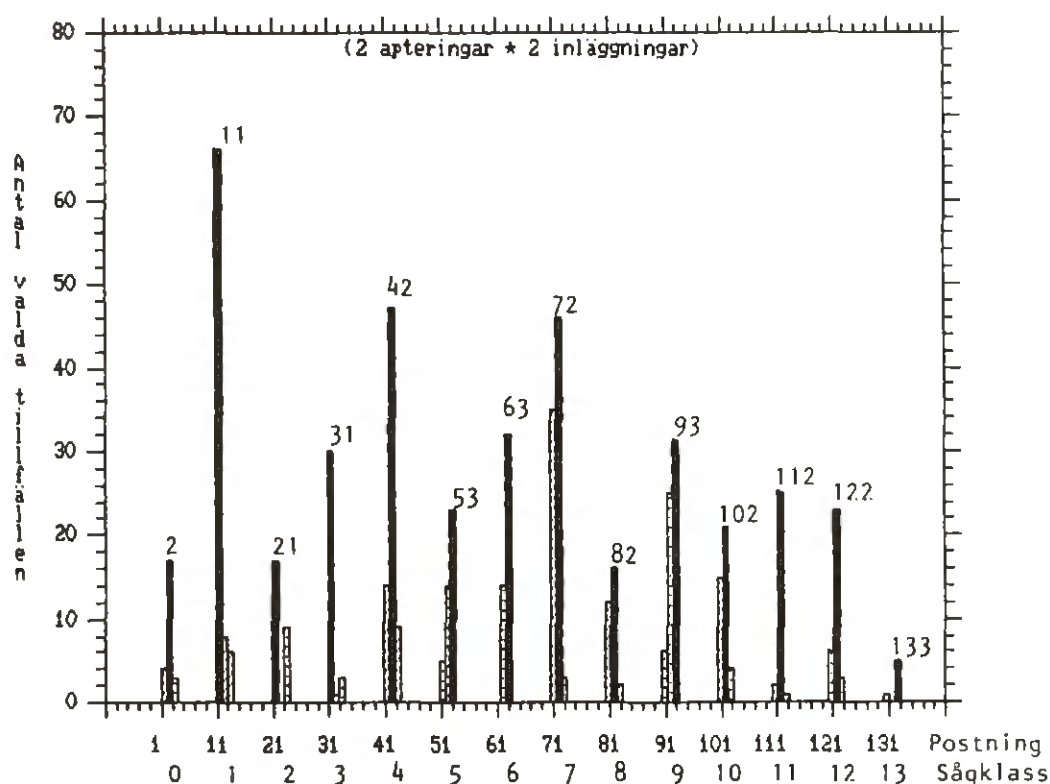


Figur 7.2 Fördelning av värdeskillnader mellan bästa- och näst bästa postning för de 151 stockarna i försöksled A1G.

Valet av bästa postning ändras med ändrat rotationsval för 46 % av stockarna vid aptering A1 och för 48 % av stockarna vid aptering A2. Vi kan således notera ett intimt förhållande mellan valet av postning och valet av rotationsläge.

Vilka postningar har då valts (varit värdeoptimala)?

Summerar vi samtliga tillfällen då det gällt att välja postning (604 st = 2 apteringar * 2 rotationsval * 151 stockar) får vi till resultat att den mest utrymneskrävande (snåla) centrumpostningen vanligen är den som föredras: det gäller i 12 av de 14 sågklasserna. I 9 av 14 sågklasser har denna postning varit mest förekommande oavsett försöksled. I tre fall har det förekommit att någon annan postning valts som likvärdig eller bättre än den mest "snåla". I de två sågklasser (nr 6 och 10) som avviker från regeln ovan gäller att en mindre utrymneskrävande postning valts, nämligen centrumpostningarna 75 * 125 (nr 63) och 63 * 200 (nr 102). För dessa senare två sågklasser gäller detta undantag vid samtliga fyra försöksled. I figur 7.3 nedan visas frekvensen över olika postningar som valts som värdeoptimala inom respektive sågklass.



Figur 7.3 Histogram utvisande totalt antal tillfällen som olika postningar valts (varit värdeoptimala) i de aktuella sågklasserna. Svarta staplar anger de mest frekvent valda.

Den "snålaste" centrumpostningen har ej alltid givit störst värdeutbyte. Detta beror på att det i vissa fall på grund av stockgeometri/inläggning lönar sig bättre att tillämpa en mer generös sådan.

8. ROTATIONSVALET S INVERKAN PÅ SÅGUTFALLETS VÄRDE VID SÅGNINGEN

Detta avsnitt behandlar betydelsen av stocks rotationsläge i första såg. Beträffande sidopositioneringen gäller att denna genomgående utförs som en simulerad mekanisk centrering i första såg. I andra såg utförs, beroende på stockdimension, antingen raksågning i automatpositionerat läge eller kurv-sågning. (Se kapitel 5 i denna rapport).

8.1 Resultat erhållna vid olika rotationslägen på stocknivå

I denna studie studeras värdet av att rotera stockarna till de rotationslägen som vid beräkningen av kvalitetsgränserna på de 51 stammarna gav det bästa kvalitetsutfallet på stammarna. Dessa var, som tidigare beskrivits, de kvalitetsgränser som gav underlag till aptering A2¹⁾). Denna aptering skulle bygga på att man i sågverket hade möjlighet att ta särskilda kvalitetshänsyn vid valet av stocks rotationsläge i första såg. Vid aptering A1 utgick man från att kvalitetsgränsen borde sättas med hänsyn till att kvalitetsstyrt rotationsval ej var möjligt i sågverket. Det ledde till att kvalitetsgränsen vid aptering A1 fick utgöras av ett medelläge med hänsyn till att många olika rotationslägen var tänkbara i sågverket.

Nedan kallar vi de rotationslägen som tidigare gett upphov till de gynnsammaste kvalitetsgränserna för "kvalitetsstyrd" rotation. Som bas för studien att värdera kvalitetsstyrd rotation av stockarna studerar vi de förväntade värdeutbyten som skulle erhållits vid en konsekvent "krok-upp" rotation av samma stockar. Denna senare princip är den normalt eftersträfvade vid nuvarande teknisknivå i sågverken. Observera att vi med värde, här liksom i kapitel 7, avser förädlat värde av stockarna, d v s summavärdet av virke, flis och spån.

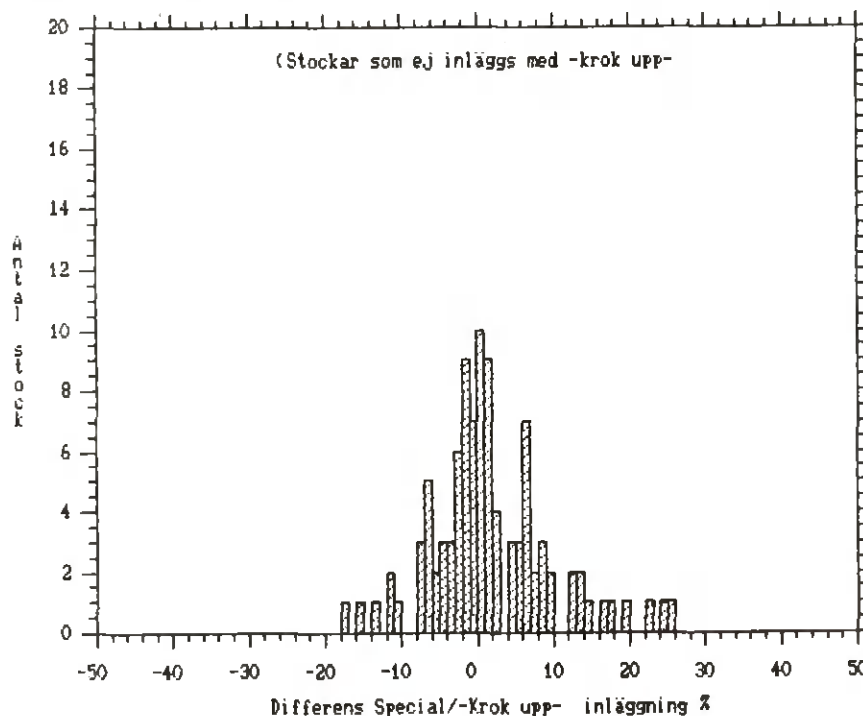
Ca 1/3 av antalet apterade stockar har medgett att endast VI-kvalitet bedömdes kunna erhållas vid försågning, oavsett aptering A1 eller A2. Dessa av APTUPP klassade VI-stockar har alltid sågats med "krok-upp" eftersom någon variation i kvalitetsutfall med hänsyn till rotationsläge ej varit att vänta. (Främst gäller detta toppstockar). För övriga stockar jämförs värdet vid de två rotationslägena i nedanstående tabell.

TABELL 8.1 Relativ värdeskillnad mellan stockvärde efter "kvalitetsstyrd"- och "krok-upp" -rotation vid inläggning i första såg. Stockutfall efter två apteringar (A1 respektive A2).

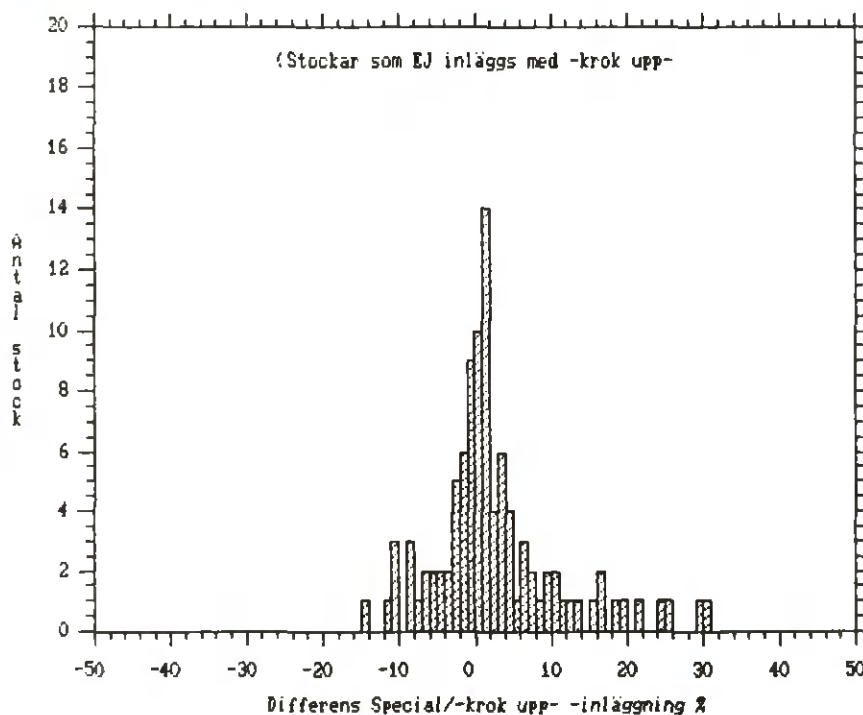
Apteringsalternativ	:	A1	A2
Antal kvalitetsroterade stockar			
		98	99
<u>Värdeskillnad:</u>	Medelvärde	1,5 %	2,7 %
	Standardavvikelse	7,9 %	8,4 %
	Medelvärdets medelfel	0,8 %	0,8 %

1) Anm: Rotationsläget för den enskilda stocken har därvid valts med hänsyn till den i stammen närmast ovanför stockens toppdel liggande kvalitetsgränsen.

I tabellen ovan ser vi att man erhåller en värdeökning för båda apteringsutfallen på 1,5 % respektive 2,7 %. Av dessa två medelvärden är 1,5 % vid aptering A1 en knappt signifikant (95 %) värdeökning medan 2,7 % vid aptering A2 visar på en signifikant värdeökning (99 %). I figurerna 8.1a - 8.1b visas den stockvisa fördelningen över de beräknade värdeökningarna.



Figur 8.1a Histogram över stockvisa värdeskillnader i % mellan "kvalitetsstyrd"- och "krok-upp" rotation i första såg. 98 stocker erhållna vid aptering A1.



Figur 8.1b Samma information som i figur 8.1a men med 99 stocker erhållna vid aptering A2.

Om vi nu jämför resultaten för de olika rotationsvalen kan vi konstatera att de tydligen i medeltal lönar sig att rotera efter kvalitet om de bättre kvaliteterna o/s och V kan utvinnas ur stocken.

Fördelningarna i figur 8.1a.-b visar dock att "kvalitetsstyrd" rotation i många fall ger värdeförluster i stället för värdeökningar, vilket är något förvånande. Att en värdeförlust uppkommer kan bero på följande orsaker:

- a) Vid bestämningen av kvalitetsgränserna studerades endast en postning. Andra postningar kan ha andra kvalitetsgränser och framför allt andra optimala rotationslägen.
- b) Kvalitetsgränsbestämningen byggde vidare på att kurvsågning skulle utföras i andra såg samt på att mycket generösa vankantsregler tillämpades (för att bli mindre påverkad av stockarnas mantelytegeometri); Stockens geometriska förutsättningar kan innebära att de rotationslägen som med hänsyn till kvistförekomsten prioriterats kan "omkullkastas".

För a) och b) talar den stora känslighet vid olika rotationer för värdeutfallet som tycks gälla för vissa stockar. Detta har tidigare redovisats i /14/.

I denna studie har "kvalitetsstyrd" rotation valts till ett specifikt rotationsläge. Det innebär att relativt små skillnader i förutsättningarna då det gäller val av kvalitetsgränser och själva stocksönderdelningen dramatiskt kan påverka utfallet för dessa rotationskänsliga stockar.

Att värdeökningen är större för stockarna från aptering A2 än A1 beror på att stockarna har haft en lägre kvalitetsvariation vid aptering A1. Detta är således en effekt av de mer "defensivt" satta kvalitetsgränserna i aptering A1.

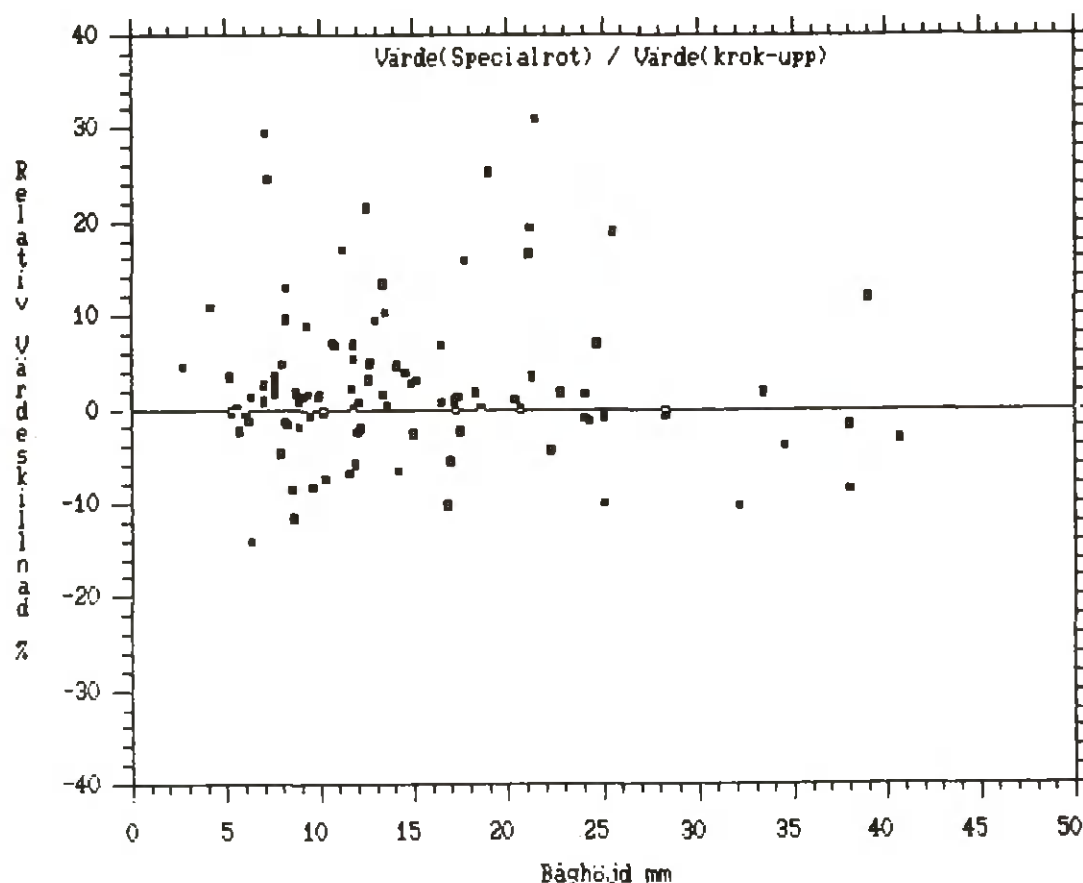
Om vi närmare studerar utfallet efter rotationsvalstudierna på A2-materialet kan vi notera följande värdeskillnader för de olika stockkvaliteterna, se tabell 8.2.

TABELL 8.2 Relativ värdeskillnad mellan stockvärde efter "kvalitetsstyrd" och "krok-upp" -rotation vid inläggning i första såg för av APTUPPs olika prognosticerade stockkvaliteter. Stockutfall efter aptering A2.

Stockkvalitet (APTUPP)	:	o/s	V	VI
Antal kvalitetsroterade stockar		19	59	21
<u>Värdeskillnad:</u>	Medelvärde	8,0 %	1,6 %	0,9 %
	Standardavvikelse	10,7 %	7,2 %	8,0 %
	Medelvärdets medelfel	2,5 %	0,9 %	1,7 %

Vi kan med hänsyn till spridningsnivåerna i tabellen klart notera de knappa värdeökningar som uppnås för V- och VI-stockar medan däremot o/s-stockarna tycks vara uppenbart intressanta för kvalitetsstyrd rotation vid inläggning i första såg.

Eftersom nackdelen med avvikelser från "krok-upp" torde ha att göra med krokens storlek redovisas nedan sambandet mellan värdeskillnaden vid de olika rotationsvalen för respektive stock och stockens båghöjd, se figur 8.2.



Figur 8.2 Samband mellan värdeskillnader i % vid olika rotationsval och stockarnas båghöjd. Stockar från aptering A2.

Vi kan i figuren notera ett mycket dåligt samband, möjligen med undantag för båghöjder över 30 mm vilka i medeltal tycks ge värdeförluster vid avsteg från "krok-upp"-principen.

8.2 Partivisa utbyteseffekter av den kvalitetsstyrda rotationen

I nedanstående tabell 8.3 visas för det A2-apterade stockmaterialet (99 stockar som kvalitetsroterats) de värde- och volymsutbytesförändringar som erhöles för partiet totalt sett samt partiet uppdelat på respektive stockkvalitet.

TABELL 8.3 Partivisa förändringar i totalt värdeutfall, volymsutbyte, virkesvolymer samt kvalitetsandelar i det simulerade virkesutfallet vid "kvalitetsstyr" rotation jämfört med "krok-upp"-rotation av stockar i första steg. 99 stockar. (Aptering A2).

Stockparti (stockgrupp)	:	Samtliga stockar	o/s-stock	V-stock	VI-stock
Antal stockar		99	19	59	21
Medelvoly m ³ fub		0,22	0,25	0,22	0,16
Förändring i % av:					
Totalt stockvärde (kr)		2,8	5,5	1,7	2,3
Volymsutbyte %a (m ³ sv/m ³ fub)		0,5	1,7	-0,3	2,3
Total virkesvolymer ^r (m ³ sv)		1,0	3,4	-0,5	4,1
o/s-andel ^a (%)		5	7	5	1
V-andel ^a		-4	-5	-3	-5
VI-andel ^a		-1	-2	-2	4
Centrumvirke ^r (m ³ sv)		2,2	2,9	0,8	7,1
o/s-andel ^a (%)		7	10	7	2
V-andel ^a		-7	-9	-5	-10
VI-andel ^a		0	-1	-3	9
Sidovirke ^r (m ³ sv)		-1,8	4,6	-3,9	-2,7
o/s-andel ^a (%)		-1	0	-2	-2
V-andel ^a		2	3	-1	7
VI-andel ^a		-1	-3	3	-5
Anmärkningar: ^r = avser relativ procentuell förändring					
^a = avser skillnad mellan procentuellt utfall					

Att de partivisa jämförelsevärdena med avseende på totalt stockvärde ej är lika som de i tabell 8.1 - 8.2 redovisade beror på att de förra tabellerna redovisade medelvärdesresultat över stockar. För gruppens samtliga stockar och V-stockar blir dessa approximativt lika på mängden stockar.

Vi ser här liksom tidigare att o/s-stockarna är mest intressanta att rotera med hänsyn till kvalitet, varvid en god värdeökning kan nås (+ 5,5 %).

Värdeökningen totalt sett är främst betingad av ökat centrumvirkesutfall på bekostnad av minskat sidovirkesutfall samtidigt som utfall på bekostnad av minskat sidovirkesutfall, samtidigt som totalvolymen sågat virke ökar. Genomgående ökar o/s-andelen i centrumvirket på bekostnad av V-andelen. VI-andelen i centrumvirket är sett över hela stockpartiet oförändrad, men minskar dock totalt sett. För sidobrädesvirket synes en ökning av V-andelen ske.

9. VALDA KVALITETSGRÄNSERS INVERKAN PÅ SÅGUTBYTE OCH TOTALT STAMVÄRDE AV DE TVÅ APTERADE PARTIÄRNA

Som tidigare nämnts består skillnaden mellan apteringsfallen A1 och A2 vad gäller förutsättningarna endast i olika val av kvalitetsgränser. De två olika utfallen från apteringarna har i sin tur behandlats med två olika rundvridningsförfaranden i stocktagande såg, "krok-upp"- och "kvalitetsstyrdd" rotation. I detta avsnitt jämför vi dessa olika alternativ (A1G, A1K, A2G, A2K) med varandra ur värde och utbytessynpunkt. I samtliga fall har vi av de tre möjliga postningarna i varje sågklass valt att studera bästa kombination stockpostning.

9.1 Värde- och volymsutbyten för sågade stockar och apterade stammar

I nedanstående tabell redovisas erhållna värde- och volymsutbyten.

TABELL 9.1 Värde- och volymsutbyten erhållna efter simulerad försågning av apterat stammaterial.

Aptering Försöksled	:	A1		A2		
		A1G	A1K	A2G	A2K	
Sågutbyte m^3_{sv}/m^3_{fub} (%)	:	51,5	51,5	52,3	52,7	
Sågat värde ¹ kr/ m^3_{fub}	:	822	833	815	833	
		totalt (kr)	23734	24075	23831	24352
Massaved ²	(kr)	705	705	630	630	
Stamvärde efter sågning ³	(kr)	24439	24780	24461	24982	

Anm: 1) Inklusive flis och spån
 2) Priseräknat värde enligt APTUPP
 3) Summa Sågat värde + Massaved

Av ovanstående tabell finner vi att volymsutbytet är ca 1 % högre vid försågning av utfallet efter aptering A2.

Största värde per förbrukad sågtimmervolym (833 kr) erhålls vid den "kvalitetsstyrda" rotationen oavsett aptering. Om man utgår från APTUPPs prognos på att medelpriset (kostnaden för sågverket) för A2-timret blev 36 kr/m³fub högre än för A1-timret (se avsnitt 6) så skulle således A1-alternativet vara att föredra för sågverkets del. (I avsnitt 10 visas dock senare att skillnaden mellan de två apteringarnas prognosticerade timmerpris var klart överskattat av APTUPP, fortfarande blev dock medelpriset något högre för A2-timret, vilket gör att slutsatsen kvarstår). Beräknar man medelutfallet av de båda rotationsalternativen (A1G, A1K respektive A2G, A2K) visar det sig dessutom att A1-alternativet ytterligare förbättrar sin position. Ur dessa synvinklar visar det sig alltså att förutsättningarna med mer defensiv sättnig av kvalitetsgränserna, som vid aptering A1, möjliggör ett lika bra sågverksekonomiskt alternativ eller bättre än vid de mer optimistiska vid aptering A2.

Totalvärdet av stammarna sett ur det förädlade värdets synpunkt blir högst vid "kvalitetsstyrt" rotationsval av utfallet från aptering A2 - 24982 kr. (Vi utgår då från att massaveden har samma förädlingsvärde per m³ oavsett apteringsalternativ.) Sämsta alternativet visar sig vara sågning med "krok-upp" av utfallet efter aptering A1. Spannet mellan bästa och sämsta alternativ sett på hela stamvärdet blir endast 2,2 % vilket är förvånansvärt lite med hänsyn till den stora prisskillnad på 11,2 % som erhöles vid prisberäkningen av rundvirket från de två apteringsalternativen vid APTUPPs prognos.

9.2 Kvalitetsutfall av sågat virke samt jämförelse med vid apteringen åsatta stockkvaliteter

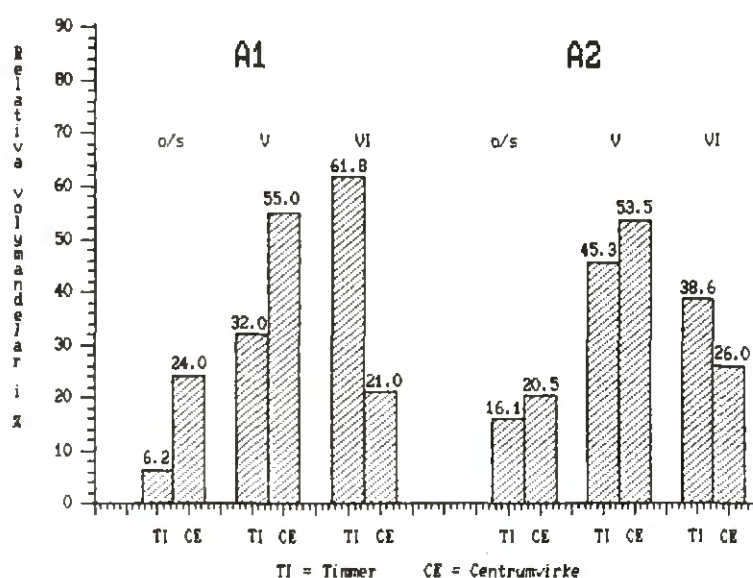
I kapitel 6.2 tidigare i rapporten redovisades kvalitetsfördelningen i det apterade stockmaterialet med utgångspunkt från de satta kvalitetsgränserna vid apteringen. I nedanstående tabell 9.2 redovisas kvalitetsandelarna i erhållet centrumvirke efter sågningen.

TABELL 9.2 Kvalitetsandelar i centrumvirke från sågtimmerpartier erhållna vid aptering A1 och A2, redovisat som % av totalt centrumutfall m³ sågat virke. (Medelvärde av 2 rotationslägen.)

Bestånd	A1			A2			Differens		
	o/s %	V %	VI %	o/s %	V %	VI %	o/s %	V %	VI %
Mora	30	64	6	27	65	8	- 3	+ 1	+ 2
Skara	9	61	30	5	61	34	- 4	0	+ 4
Bredbyn	35	51	14	33	49	18	- 2	- 2	+ 4
Järlåsa	15	54	31	12	51	37	- 3	- 3	+ 6
Totalt	24	55	21	21	53	26	- 3	- 2	+ 5

I tabellen framgår att o/s- och V-andelarna är något lägre vid aptering A2. Detta beror främst på att rotationsläget "krok-upp" är mindre lämpligt att välja för partiet från aptering A2 än från A1-partiet. Dessutom kan den något kortare stocklängden i A1 ha inverkat i denna riktning. Vidare syns att differenserna mellan apteringarna skiljer sig markant från stockutfallet i tabell 6.3, där vi erhöll betydligt större differenser.

Vi ser vid en vidare jämförelse att kvalitetsutfallet på sågat virke överensstämmer betydligt bättre med sågtimrets kvalitetsfördelning i aptering A2. En jämförelse mellan medelutfallen på kvalitetsandelar visas i diagrammet i figur 9.1 nedan.

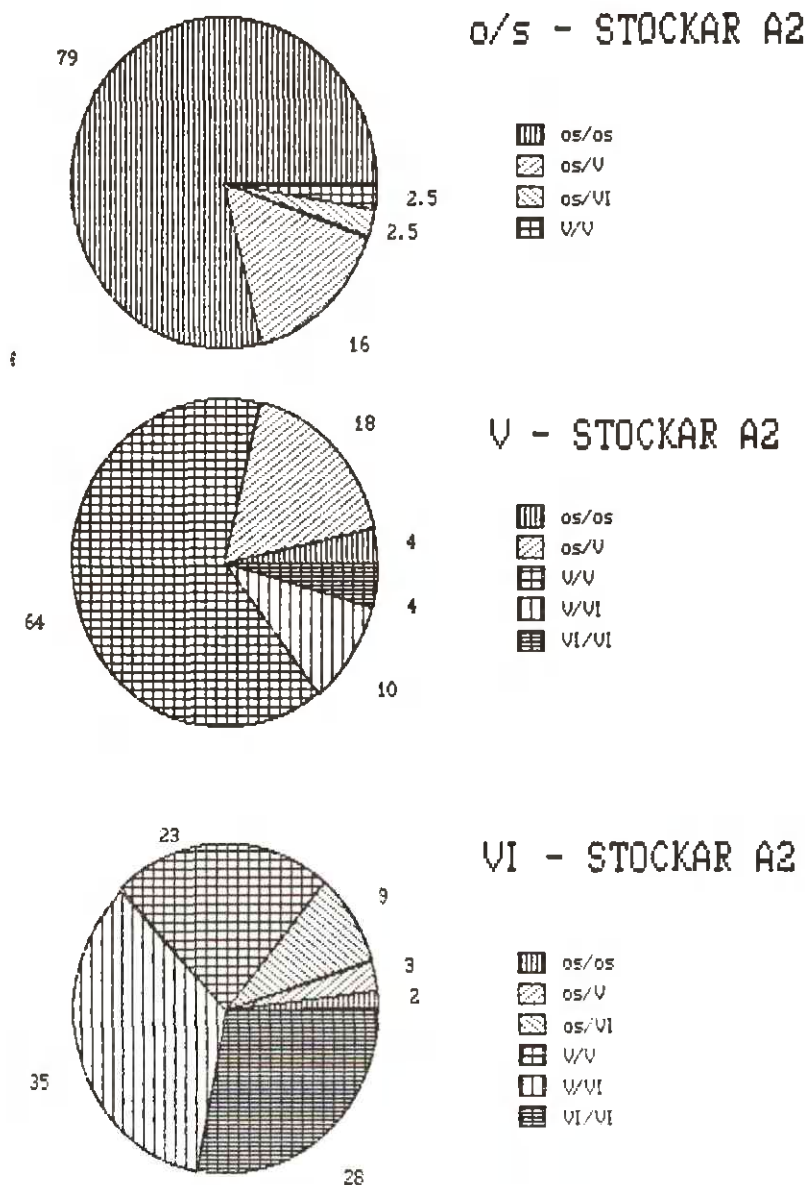


Figur 9.1 Diagram utvisande jämförelser mellan kvalitetsandelar i % för sågtimmer och för sågat centrumvirke. Utfall för partier erhållna i aptering A1 och A2.

I diagrammet kan det konstateras att sågtimrets kvalitetsutfall var kraftigt underskattat vid aptering A1 (alltså där kvalitetsgränserna sattes med hänsyn till slumpmässigt rotationsval). Sålunda underskattades o/s- och V-andelarna med 18 respektive 23 % medan VI-andelen överskattades med 42 % om man jämför klassningen av sågtimret med utfallet av sågat centrumvirke för A1-partiet.

För partiet från aptering A2 erhöles en betydligt bättre överensstämmelse, fortfarande underskattades dock o/s-utfallet med 4 %, V-utfallet med 8 % medan VI-andelen överskattades med 12 %.

Genom kvalitetsgränsbestämningen av träden skapades förutsättningarna för klassning av stockarna. Hur utfallet av stopckkvaliteter vid aptering A2 överensstämde med sågutfallet framgår av figur 9.2



Figur 9.2 Utfall av centrumvirke vid olika stockkvaliteter bestämda i ap-
tering A2. Procentsiffrorna anger andel av stockarna. (os/os =
båda centrumbitarna erhöill kvalitet o/s, os/V = ett centrumutby-
te erhöill o/s- och det andra V-kvalitet o s v). Medelutfall över
2 rotationsval.

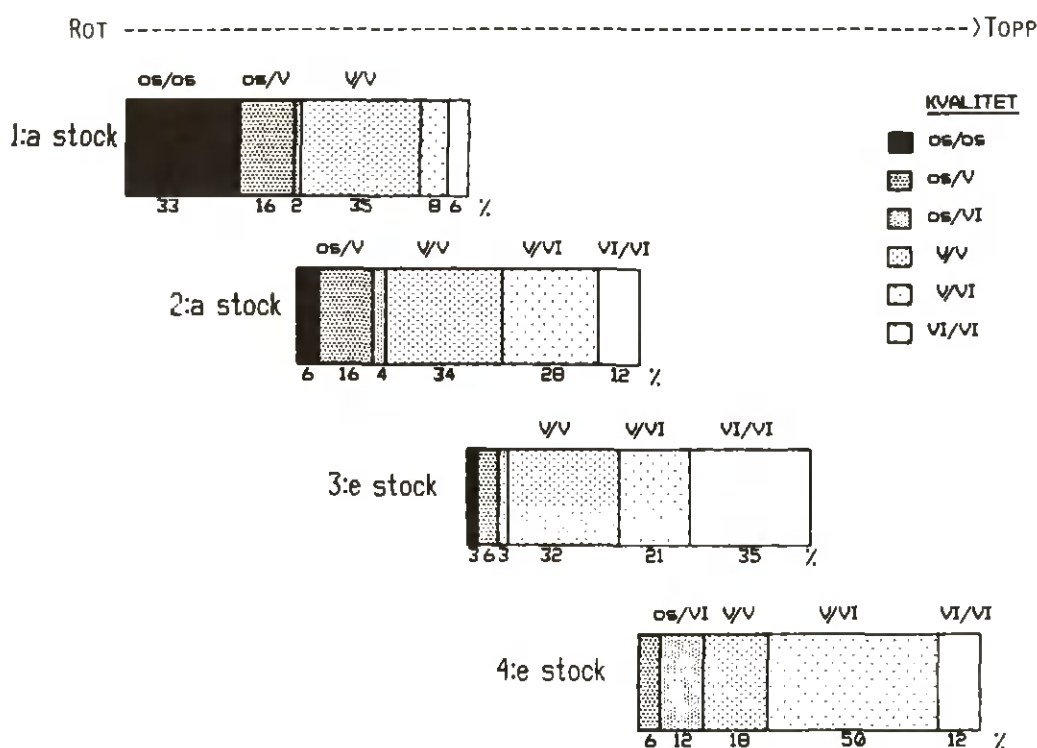
Ca 80 % av o/s-stockarna gav 2 centrumutbyten av o/s-kvalitet. 18 % gav
halvkvaliteterna os/V eller os/VI medan 2 % gav "helkvinta" (V/V). Av V-
stockarna gav 64 % "helkvinta", 28 % gav halvkvaliteter (os/V eller V/VI)
medan 8 % gav någon av de felaktiga kvaliteterna "hel o/s" eller "hel VI".

I VI-andelen av stockarna erhöill endast 28 % av stockarna VI i båda
centrumutbytena, 35 % gav en V- och en VI-planka, medan resterande 37 %
gav minst en hel kvalitetsklass bättre utbyte.

Orsaken till den bristande överensstämmelsen mellan prognosticerad kvalitet och sågutfallets kvalitet beror främst på:

- Kvaliteten kan endast anges som "hel kvalitet" i apteringsoptimeringen, d v s båda centrumutbytena skall uppfylla den kvalitet som angetts för stocken.
- Kvaliteten har antagits vara successivt avtagande mot toppdelen av stammen.

Det senare påståendet är givetvis sant för stammarna i stort men gäller inte för de enskilda individerna. Hur kvalitetsfördelningen ser ut i stockarna, om man särskiljer dessa i stammen med numrering från stammens rot (stock 1) mot toppen, visas av figur 9.3 nedan.



Figur 9.3 Genomsnittliga kvalitetsutfall i % av antalet stockar sett i olika delar av stammen. 51 stammar apterade enligt princip A2.

Vi kan här tydligt se den fallande tendensen beträffande kvalitetsutfallet vid sågning, men också att goda kvaliteter förekommer längre upp i stammen liksom att en stor del av stockarna borde ha klassats som "halv-kvaliteter". I genomsnitt för de 51 apterade stammarna uppgick andelen "halvkvaliteter" till närmare 40 % av de apterade stockarna om man ser till centrumutbytets kvalitetsfördelning efter sågningen. Skall dessa klassas efter "hel kvalitet" är det den sämre halvan som har avgjort stockens kvalitet, vilket alltså är den avgörande förklaringen till de ovan redovisade underskattningarna av bättre kvaliteter.

Det bör här tilläggas att de ovan givna kvalitetsutfallen endast representerar detta material. Hur kvalitetsfördelningen i materialet är jämfört med "genomsnittliga" värden diskuteras i kapitel 10.

10. DISKUSSION

10.1 Val av postning

I kapitel 7 visades att det bästa valet av postning till varje enskild stock gav ca 5,5 % högre värdeutbyte (medelvärde) än om den näst bästa postningen valts. Det visade sig också att denna värdeökning var ungefär lika stor oavsett rotations- eller apteringsval. Vidare konstaterades att den mest utrymmeskrävande postningen var den som föredrogs i en klar majoritet av fallen. Dessa slutsatser gäller om postningsvalet kan göras för varje enskild stock, alltså där möjligheter finns till stockvis ompostning i såglinjen. Att vi valt denna utgångspunkt för våra vidare jämförelser beror på att inverkan av vald postning så lite som möjligt skulle störa våra övriga jämförelser.

Det referensverk som givit huvudmängden av indata till OPTSAWQ-simuleringarna (= sågningsförutsättningar) i denna studie (liksom en stor del av sågverken i övrigt), tillämpar sortering och sågning med fasta postningar. Därför är det i detta sammanhang även av intresse att veta differensen mellan bästa och näst bästa val av fast postning. Genom att studera en delmängd (ca 70 %) av det undersökta materialet har vi kunnat göra en sådan bedömning. Det visar sig att skillnaden mellan bästa och näst bästa fasta postning uppgick till ca 2,8 % i medelvärde jämfört med ca 5,3 % i medelvärde om samma material jämförts på samma sätt som i kapitel 7. Differensen halverades alltså nästan om de fasta postningarna jämfördes. De postningar som visades vara mest frekventa som bästa postningar visade sig även vara de bästa fasta postningarna i samtliga sågklasser (se figur 7.3). Den delmängd som studerats visade vidare att 1,2 % högre värde erhöles om bästa postning valts till enskilda stockar jämfört med om bästa fasta postning tillämpats. Detta kan alltså ses som en skattning av merutbytet om möjlighet finns till stockvis ompostning.

10.2 Rotationsval

Resultaten från studien av "kvalitetsstyrt" rotationsläge kontra "krok-upp" visade på en genomsnittlig värdeökning med 1,5 % om kvalitetsgränserna varit pessimistiskt bedömda (aptering A1) och med 2,7 % om kvalitetsgränserna bedömdes mer optimistiskt (aptering A2). Dessa ökningarna gällde då för o/s-, V- och VI-stockar som bedömts kunna ge bättre kvalitetsutbyte genom kvalitetsstyrd rotation. Dessa stockar uppgick till 2/3 av hela materialet. För övriga stockar var förväntad kvalitet låg och dessutom saknades grund för att välja något annat läge än "krok-upp". Räkna man med dessa lågkvalitativa stockar som således var ointressanta att rotera, blev för samtliga 151 stockar värdeökningen därför ca 2/3 av ovanstående värdeökningar (1 % respektive 1,8 %). Stockar med hög kvalitet var vidare avsevärt mer intressanta att "kvalitetssortera" än stockar med lägre kvalitet. För stockarna från aptering A2 erhöles 8 %, 1,6 % och 0,9 % för o/s-, V- respektive VI-stockar (kvalitetsklassning grundad på apteringsprognosen) som roterats med hänsyn till kvalitet. Totalt utfall blir således avhängigt av den aktuella kvali-

tetsfördelningen på sågtimret. Dessa siffror skall ställas mot de ca 10 % i värdeökning som bedömdes kunna erhållas vid optimering av rotationsläget enligt /14/. Tre faktorer förklarar att denna studie erhåller de avsevärt lägre värdeökningarna:

- I /14/ testas 72 olika rotationslägen och det bästa tillämpas på samma postning som undersöks. I denna studie har ett rotationsläge bestämts med hänsyn till utfallet av andra postningar än de här tillämpade.
- I /14/ undersöks endast rotstockar som i genomsnitt har bättre kvalitet än övriga stockar (se figur 9.3). Eftersom endast denna delmängd undersöks blir värdeökningen större.
- I /14/ kurvsågades samtliga stockar medan de klenare raksågades i denna studie. Det kan medföra att andra rotationsval skall göras.

Beräknade värdeökningar på grund av rotationsval visade sig vara förvånansvärt okorrelerade med stockarnas båghöjd (krok) så länge denna understeg 30 mm. För större båghöjder kunde vi dock konstatera att avsteg från "krok-
upp"-rotation syntes vara negativt.

Redovisade värdeökningar yttrade sig främst i form av ökad volym centrumvara, minskad sidbrädesvolym samt ökad o/s-andel på bekostnad av minskad V-andel.

Om vi jämför våra resultat från A2-materialet med /5/ där en praktisk studie genomförts för att bedöma värdet av kvalitetsstyrd rotation av furu i två sågklasser kan vi konstatera att:

- /5/ redovisar obetydliga förändringar i volymsutbytet (+ 0,2 % och - 0,3 %) mellan kvalitetsstyrt och slumpmässigt sågläge. I denna studie erhöles i procentenheter + 0,5 % högre volymsutbyte jämfört med "krok-
upp"-läget.
- /5/ erhöles i procentenheter 4,8 % respektive 4,4 % större andel o/s-kvalitet i partiet efter kvalitetsstyrd rotation. I denna studie erhöles i procentenheter + 5,0 % större o/s-andel. I /5/ var det dock främst VI-andelen som minskade medan denna studie främst erhöles minskad V-andel.
- /5/ erhöles en relativ värdeökning på 2,7 % respektive 3,0 % med avseende på hela stockvärdet (inklusive flis och spån) i kr/m^3 fub efter kvalitetsstyrd rotation. Värdeökningen i denna studie uppgick på motsvarande sätt till 2,8 %.

En sammanfattande kommentar till denna jämförelse är att resultaten överraskande väl överensstämmer med de praktiskt erhållna resultaten i /5/ trots tämligen olika försöksförfaranden och förutsättningar.

10.3 Apteringsutfall - sågutfall

Sammanfattningsvis kan sägas att skillnaden mellan aptering A1 och A2 var relativt liten då det gäller dimensions- och volymsutfall. Sålunda ökade sågtimmervolymer med ca 1,5 %, medellängden med ca 1 % och båghöjden med

ca 4 % (= 0,5 mm) medan däremot toppdiametern minskade marginellt med i medeltal 0,2 %. I huvudsak berodde detta på att o/s- och V-stockar från de nedre partierna av stammen förlängdes medan de högre liggande VI-stockarna blev kortare. Detta pågår att kvalitetsgränserna bedömdes ligga längre upp i stammen vid aptering A2.

Den stora skillnaden mellan apteringarna förelåg vid värderingen (prognosen) av apteringsutfallet. Värdeskillnaden mellan apteringarna befanns således uppgå till hela 11 % efter prisberäkning av stammarnas sortimentsutfall. Motsvarande skillnad beräknad på totalt värdeutfall efter sågning (inklusive biprodukter) visade sig endast uppgå till ca 2 %, vilket således indikerade en klar brist i värderingen av sortimentsutfallet av apteringen. Den "felande länken" visade sig bero på apteringarnas olika kvalitetsklassning av sågtimmerstockarna. En jämförelse med kvalitetsutfallet på simulerat utfall av centrumutbytet visade senare att den åsatta kvaliteten i utfallet efter aptering A1 kraftigt underskattats. Av detta kan vi dra slutsatsen att sättning av kvalitetsgränserna enligt medelvärdesberäkningen av o/s-1 respektive Kvinta-1 klart medför underskattningar av en stams kvalitetsutfall efter sågning (oavsett principiella skillnader vid rundvridning av stock).

Kvalitetsutfallet vid aptering A2 underskattade fortfarande kvaliteten i utsågat utbyte, men låg betydligt närmare det sågade utfallet.

Rent allmänt kan sägas att den utfallsbedömning som görs i apteringsprogrammet APTUPP lider av den principiella nackdelen att endast helkvaliteter är tillåtna i beräkningarna. Det har i denna studie orsakat en underskattning av sågtimrets kvalitetsutfall, vilket blir en konsekvent effekt i alla de fall där kvalitetsgränserna bestäms efter krav på att båda centrumutbyttena skall uppfylla samma kvalitetskrav intill kvalitetsgränsen. Det simulerade sågutfallet visade att närmare 40 % av stockarna borde ha bedömts som halvkvallitet, vilket är en anmärkningsvärt hög siffra, men indikerar tendensen till att träden har olika goda sidor (jfr t ex skillnad mellan gränserna för o/s-1 och o/s-2 i /14/ och /6/).

En annan bidragande orsak till underskattningen av prognosticerat kvalitetsutfall är att denna studie utgått från att kvaliteten alltid är avtagande mot stammens toppdel, vilket dock inte behöver vara sant för den enskilda stammen.

En faktor som är av särskilt stort intresse är den i kapitel 9 redovisade fördelningen mellan kvaliteter på centrumutbytet (tabell 9.2). Jämför vi detta kvalitetsutfall med den rikstäckande enkät om kvalitetsutfall som redovisats i /15/ erhålles nedanstående tabell.

TABELL 10.1 Kvalitetsfördelning av centrumutbyte i denna studie jämfört med i /15/ redovisade enkätsvar från sågverk som täcker 18 - 24 % av Sveriges produktion av sågade trävaror.

Procentuella kvalitetsandelar i % av sågad centrumvolym				
Kvalitet	Denna studie	Enligt /15/		
		1976	1978	1983
o/s	21 - 24	24	26	24
V	53 - 55	50	51	47
VI	21 - 26	26	23	28

Av denna jämförelse kan vi slå fast att de 51 stammarna som studerats i detta arbete och som tidigare redovisats i /11/ medelvärdesmässigt företer en god överensstämmelse med vad som bör kunna anses vara "normalt" för sågat kvalitetsutfall.

Vi återgår nu till den i apteringarna underskattade kvaliteten och försöker undersöka hur en vederlagsmätning skulle ställa sig gentemot APTUPPs prognosticerade timmervärden. Detta för att det ju i praktiken blir vederlagsmätningen som kommer att ge underlaget till den verkliga timmerkostnaden, dels därför att vederlagsmätningen ej är begränsad till helkvaliteter eller avtagande kvalitet mot stammens topp.

10.4 Apteringens värdeprognos - vederlagsmätning

För att skatta en rimlig vederlagsmätning tvingas vi utgå från det sågade utfallet när vi bestämmer stockarnas kvalitet och eventuella avdrag m m. Detta överensstämmer med de regler som anges av /1/, vilka tillämpas i praktiken och syftar till att bedöma stockarnas värde och ändamålsenlighet i sågningen. Eftersom vår bestämning av stockkvaliteten utgår från kända simuleringsresultat kommer dock inte de subjektiva bedömningar, som virkesmätaren gör att påverka utfallet. Detta är en fördel i vårt fall, men gör att vi inte kan uttala oss om den subjektiva vederlagsmätningens relation till det sågade utfallet.

Utgångspunkten i /1/ vid klassning av normalsågtimmer är stockhalvan och dess förväntade längd- och kvalitetsutbyte efter användande av vissa standardpostningar. I denna studie utgår vi också från stockhalva men däremot från bäst anpassade postning till stocken, utbytesresultaten medelvärdesbildas vidare för de två undersökta stockrotationerna. I övrigt följer principerna tillämpade regler och beräkningssätt i praktisk vederlagsmätning. Viss subjektivitet går dock ej att undvika vid bedömning av kvalitetsmässigt heterogena stockar.

I nedanstående tabeller (10.2 - 10.3) görs jämförelser av APTUPPs prognosvärden över utfallet med den simulerade vederlagsmätningen.

TABELL 10.2 Jämförelse av totalt stamvärde i kr för utfall från aptering A1 mellan APTUPPs prognos (A1PR) och efter simulerad vederlagsmätning (SIVA1).

		<u>Totalt</u>	<u>Mora</u>	<u>Skara</u>	<u>Bredbyn</u>	<u>Järlåsa</u>
Totalt stamvärde kr	A1PR	9299	1131	1381	4151	2636
	SIVA1	10035	1177	1476	4557	2825
	DIFF %	- 7,3	- 3,9	- 6,4	- 8,9	- 6,7

Tabell 10.2 visar att APTUPPs värdeprognos kraftigt underskattade (medelvärde - 7,3 %) det egentliga stamvärdet vid aptering A1. Detta överensstämmer med i avsnitt 9.2 iakttagna observationer om det underskattade kvalitetsutfallet.

TABELL 10.3 Jämförelse av totalt stamvärde i kr för utfall från aptering A2 mellan APTUPPs prognos (A2PR) och efter simulerad vederlagsmätning (SIVA2).

		<u>Totalt</u>	<u>Mora</u>	<u>Skara</u>	<u>Bredbyn</u>	<u>Järlåsa</u>
Totalt stamvärde kr	A2PR	10343	1263	1528	4645	2907
	SIVA2	10148	1243	1474	4573	2858
	DIFF %	+ 1,9	+ 1,6	+ 3,7	+ 1,6	+ 1,7

Enligt tabell 10.3 tycks emellertid APTUPP något ha överskattat stamvärdet vid aptering A2. Här är dock noggrannheten betydligt bättre (medelvärde + 1,9 %). Kombinerar vi denna underskattning vid A1 med överskattningen vid A2 inser vi lätt att den tidigare antagna (se sid 22 och 36) skillnaden mellan stamvärdena på 11 % varit helt felaktig. Bättre är att jämföra stamvärdena efter den simulerade vederlagsmätningen vilket görs i tabell 10.4.

TABELL 10.4 Jämförelse av totalt stamvärde i kr vid simulerad vederlagsmätning mellan utfall från aptering A2 (SIVA2) och aptering A1 (SIVA1).

		<u>Totalt</u>	<u>Mora</u>	<u>Skara</u>	<u>Bredbyn</u>	<u>Järlåsa</u>
Totalt stamvärde kr	SIVA2	10148	1243	1474	4573	2858
	SIVA1	10035	1177	1476	4557	2825
	DIFF %	+ 1,1	+ 5,6	- 0,1	+ 0,4	+ 1,2

Differenserna har här minskat till en nivå som liknar den nivå som erhållits om man jämför stamvärdena efter förädling av sågtimret, se tabell 10.5

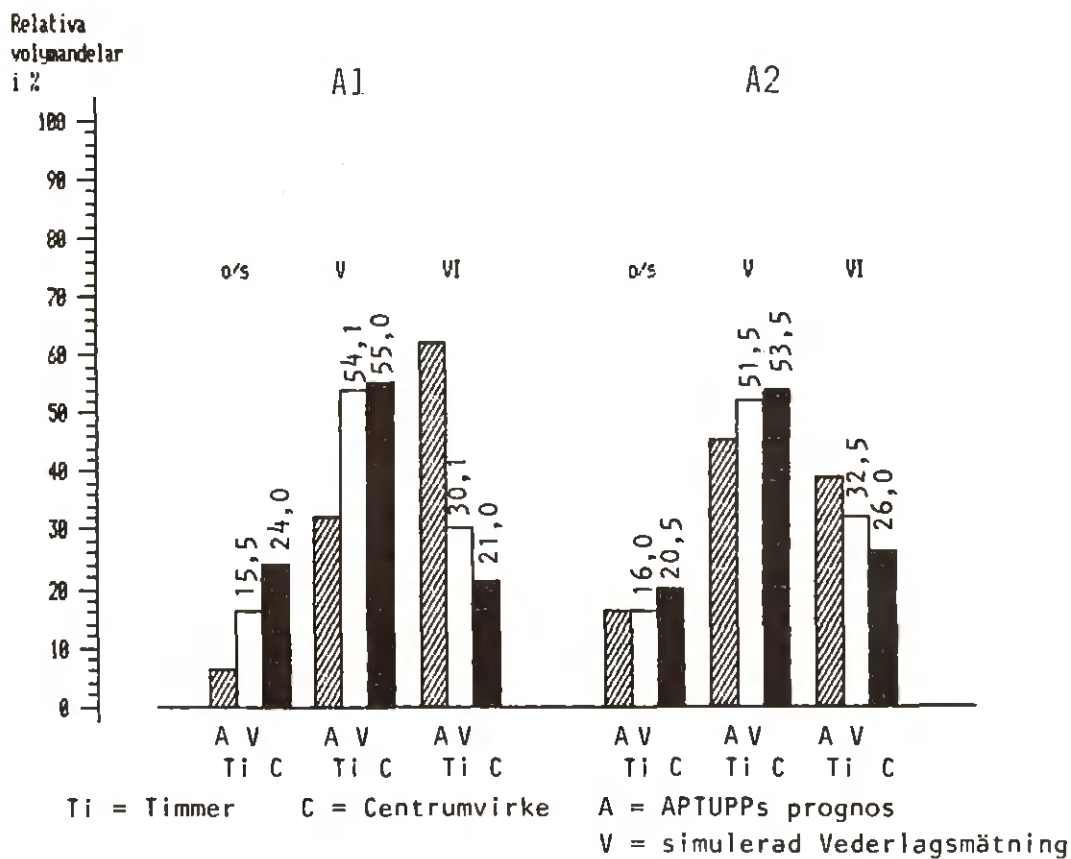
TABELL 10.5 Jämförelse av totalt stamvärde i kr för sågat utbyte, flis, spån och massaved efter simulerad sågning av timmerutfallen från aptering A2 (SISA2) och aptering A1 (SISA1). Sågutfallet har medelvärdesbildats efter två olika stockrotationsval.

		<u>Totalt</u>	<u>Mora</u>	<u>Skara</u>	<u>Bredbyn</u>	<u>Järlåsa</u>
Totalt stamvärde kr	SISA2	24722	2983	3519	10584	7681
	SISA1	24610	2912	3544	10566	7587
	DIFF %	+ 0,5	+ 0,9	- 0,7	+ 0,2	+ 1,2

Efter medelvärdesberäkningen av sågutfallet efter de båda stockrotationerna finner vi här att partierna efter sågning endast skiljer sig med 0,5 % i genomsnittligt värde. Återknyter vi till tidigare resultat i denna studie kan vi konstatera att denna apteringseffekt är av underordnad betydelse i jämförelse med värdeskillnader i både postningsval och val av rotationsläge i första såg.

Kvalitetsfördelning vid simulerad vederlagsmätning

I figur 10.1 kompletterar vi figur 9.1 med erhållen kvalitetsfördelning hos sågtimret efter simulerad vederlagsmätning.



Figur 10.1 Diagram utvisande jämförelser mellan kvalitetsandelar i % för sågtimmer och för sågat centrumvirke. Utfallet visas dels för apteringsprogrammet APTUPPs prognos, dels för den simulerade vederlagsmätningen. Partier erhållna i aptering A1 och A2.

Vi kan här självfallet notera en betydligt bättre överensstämmelse mellan den simulerade vederlagsmätningen och sågutfallet. Fortfarande sker dock en underskattning av främst o/s- men även V-utfallet. Två faktorer som förklarar detta är:

- 1) I vedertagen praxis inom vederlagsmätningen (virkesmätningen) görs ej avkortningar större än 2 moduler (0,6 m) för att höja stocks kvalitet.
- 2) Vid vederlagsmätning är det ej tillåtet att korta stock för att erhålla högre kvalitet så att den kommer att underskrida minsta tillåtna längd (i vårt fall 3,1 alternativt 3,4 m).

I sågverket är det, med hänsyn till de i detta sammanhang gällande prisrelationerna mellan centrumutbyten av o/s-, V- och VI-kvalitet oftast lönsamt att avkorta centrumutbytena mer än 2 moduler för att vinna en kvalitet. Aktuella prisrelationer mellan sämre och bättre kvalitet på sågade centrumdimensioner ligger i vårt fall i intervallet 65 - 80 %. (Ju större denna prisrelation är ju mindre lönsamt det sig att kapas.) Detta faktum samt att centrumlängder tas ut ända ner till 1,8 m gör att en bedömning av kva-

litetsutfallet som baseras på inmätta stockdata leder till att de bättre kvalitetsandelarna systematiskt underskattas av detta skäl.

Den simulerade vederlagsmätning som här har utförts gör ej anspråk på att överensstämma med den virkesmätning som utförs i praktiken. Den praktiska mätningen bygger på okulär bedömning av stockens mantelyta varför precisionen bör vara avsevärt lägre än i den simulering som här utförts. Beträffande medelvärdesriktigheten sägs dessutom ofta att man i den praktiska virkesmätningen tenderar att överskatta kvaliteten särskilt på furustockar. Ett exempel på detta har anförts i /13/ där författaren menar att t ex homogena (100 %) furu o/s-stockar i praktiken endast ger ca 65 % o/s i det sågade centrumutbytet (samt 30 % V och 5 % VI). Den i studien simulerade vederlagsmätningen är fri från dessa brister då stockkvaliteten bedöms efter beräknat sågutfall.

10.5 Relation mellan prisberäknat sågtimmervärde och beräknade intäkter efter förädling av sågtimret

Detta kapitel utgör i viss mån ett avsteg från rapporten i övrigt. Orsaken till att författaren valt att redovisa detta material är främst att påvisa att OPTSAWQ medger möjligheter att beräkna realistiska intäkter efter sågning då ju den sågade varan bedömts med hänsyn till dess aktuella kvalitet (med hänsyn till kvist) och en dimensions- och kvalitetsdifferentierad prislista ligger till grund för beräkningarna. Ett annat skäl är att detta material kan bidra till diskussion och studier över betalningsförmåga för timmer av olika kvalitet. I samband med studier av betalningsförmåga för timmer krävs naturligtvis en god bild av tillverkningskostnader och kapitalkostnader vid sågverksproduktionen. Dessa aspekter har under senare tid ägnats arbeten som redovisats i exempelvis /4/ och /13/. Intäktssidan har även översiktligt behandlats i /13/ men ej i /4/.

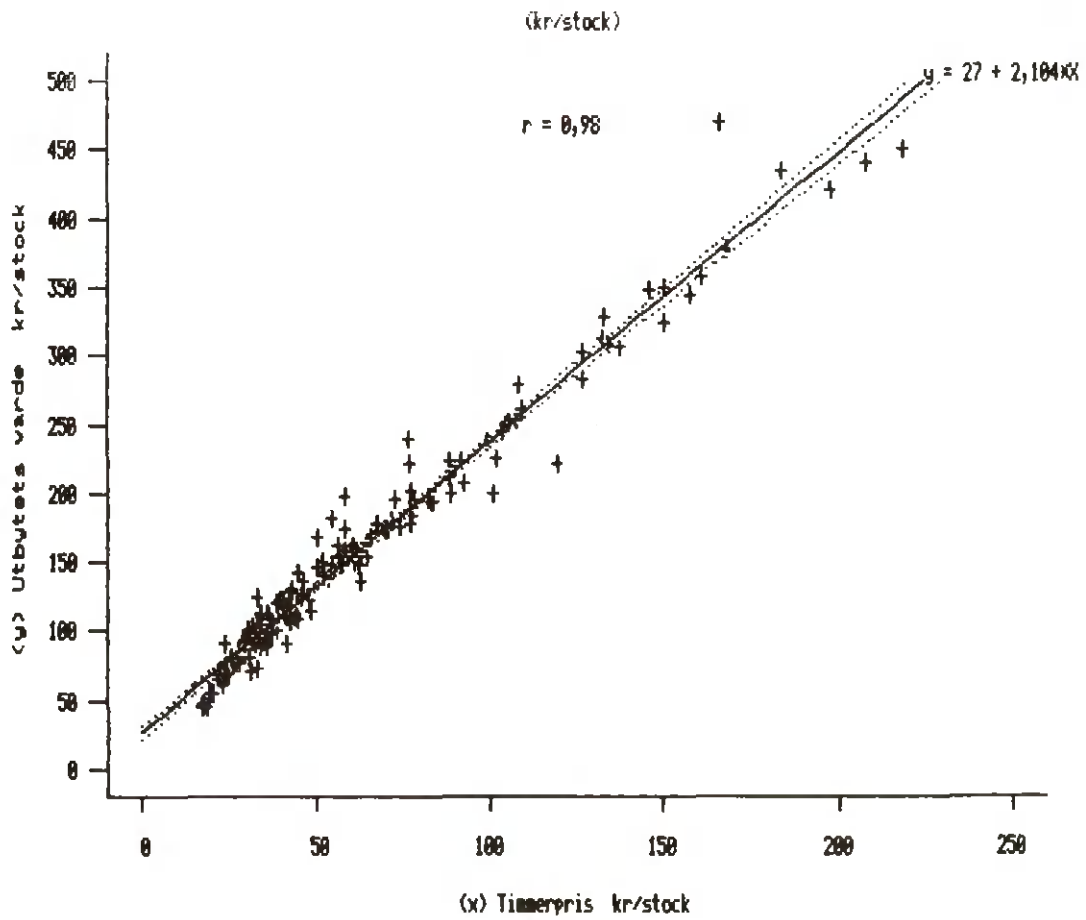
Nedanstående data redovisas för materialet som helhet. Det innebär att materialet härrör från fyra olika bestånd, att fyra olika regionala timmerprislister tillämpats, att vederlagsmätning, och därmed värderingen av timret, grundats på känt utfall av sågat virke och slutligen att utbyten och utbytesvärden baserats på ett exportinriktat större sågverksföretag. Sågutbytena utgör medelvärden av två olika rotationsval av stock i första såg.

Timmervärdet gäller vidare vid bilväg och inkluderar ej transportkostnader, premier m m. En viss underskattning av det slutliga priset, på grund av att avräkningspriser tillämpats för delar av materialet, gäller också.

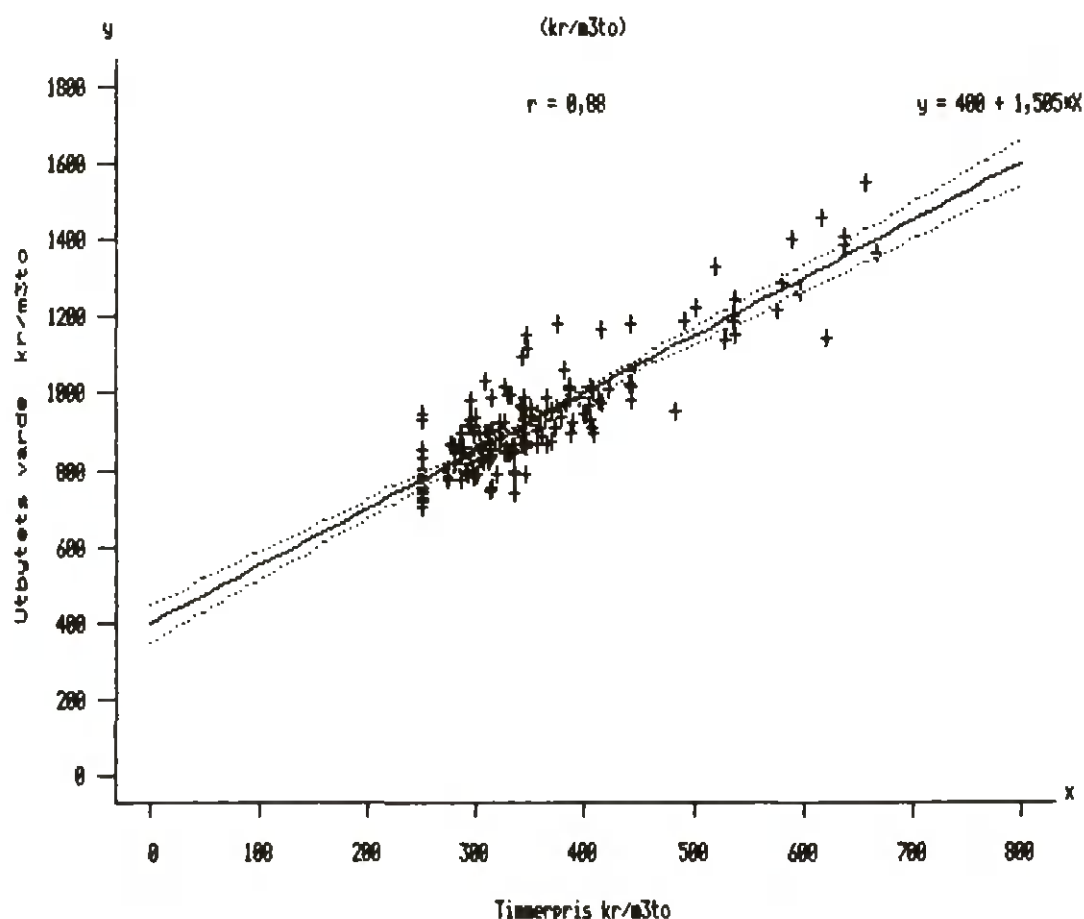
I figur 10.2 visas sambandet mellan beräknat timmerpris i kronor per stock och värdet av stocks såg-, flis- och spånutbyte i kronor sett över hela materialet. Sambandet är som synes starkt ($r = 0,98$), mycket beroende på att stockvolymen förklarar en stor del av både beräknat stockpris och utbytesvärde. En viktig faktor är i detta sammanhang också den mycket goda överensstämmelsen mellan timmerkvalitet och den sågade varans kvalitet vilket liksom tidigare påpekats torde vara annorlunda i praktiken (se ovan). Detta diskuteras vidare i slutet på detta avsnitt.

Figur 10.3 på samma sida visar på motsvarande sätt förhållandet mellan timmerpriset och förädlat värde i $\text{kr/m}^3\text{to}$. Det sämre sambandet ($r = 0,88$) beror helt enkelt på att vi nu reducerat variationsvidden utmed x- och

y-axeln i figur 10.2 med den ovan nämnda volymeffekten. Kvarvarande spridning beror på varierande stockgeometri, inläggningseffekter, tillämpning av olika timmerprislister, ofullkomligheter i virkesmätning m m.



Figur 10.2 Samband mellan timmerpris och utbytetsvärde i kr/stock för det studerade materialet.

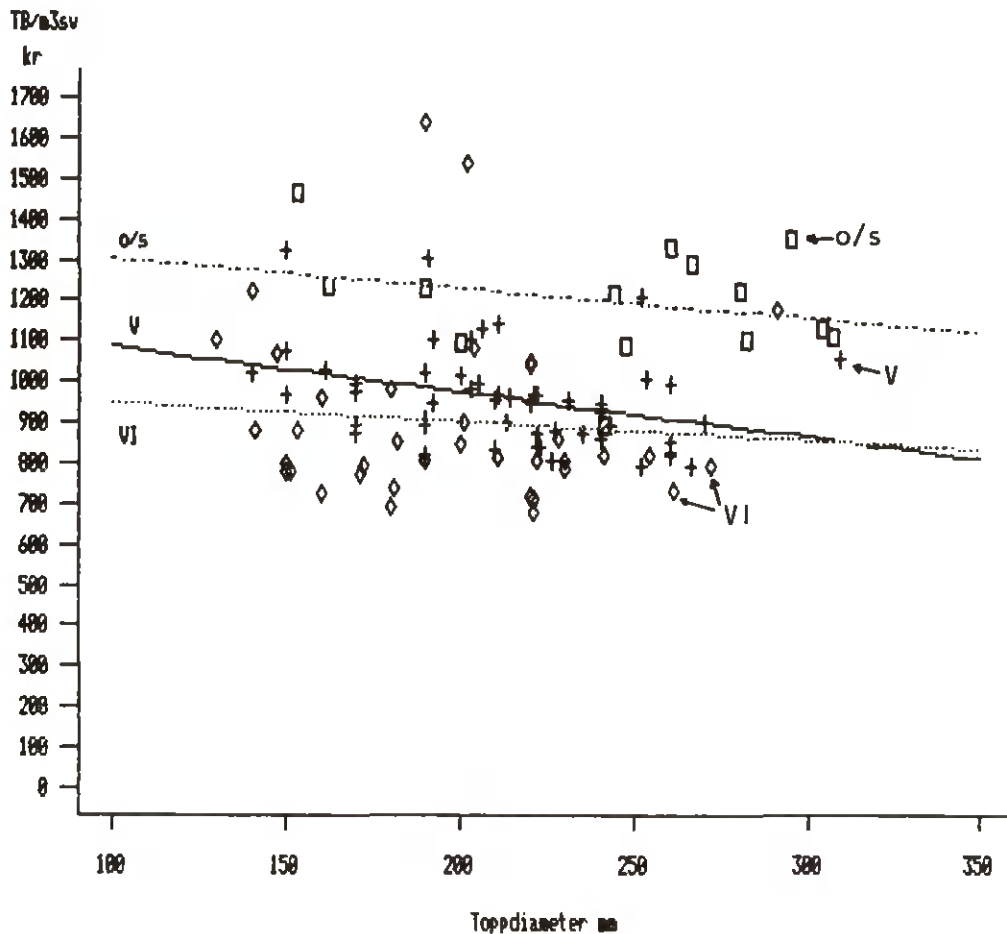


Figur 10.3 Samband mellan timmerpris och utbytesvärde i $\text{kr/m}^3\text{to}$ för det studerade materialet.

Bildar vi skillnaden mellan det förädlade värdet efter sågning och timmerpriset, erhållet efter den "ideala" virkesmätningen, får vi en differens som vi kan kalla täckningsbidrag (TB). Detta TB skall i vårt fall täcka kostnader för:

- timmertransport
- inköpskostnader för råvara
- leveranspremier och korrigerig av avräkningspriser
- kvalitetsförluster hos råvarulager
- tillverkningskostnader för sågat virke (se /4/)
- kapitalkostnader i sågverket (se /4/).

Fördelar vi detta täckningsbidrag på den producerade volymen sågat virke (m^3sv) och ser hur detta TB förhåller sig gentemot timrets toppdiameter för homogena timmerkvaliteter erhålls figur 10.4. I medelvärde erhöles i TB för o/s-timret ca 1180 kr (toppdiam = 245 mm), för V-timret 940 kr (toppdiam = 214 mm) och för VI-timret ca 860 kr (toppdiam = 197 mm).



Figur 10.4 Samband mellan täckningsbidrag (TB) i $\text{kr}/\text{m}^3\text{sv}$ och toppdiameter för stockar med homogena ("hel"-) kvaliteter. (Perfekt överensstämmelse antas gälla mellan kvalitetsklassning av timmer och sågad vara.)

Som synes är spridningen stor och antalet stockar i varje kvalitet litet, vilket ger dålig precision i kurvorna. I samtliga fall gäller dock avtagande TB med ökad diameter, vilket bör förklaras av att timmerpriset ökar med diameter. Utbytesökningen täcker emellertid inte upp denna effekt, varför produktivitetsvinster behövs för att kompensera detta. Vi ser också att det är en klar nivåskillnad på nära 300 kr mellan o/s-timret och V- respektive VI-timret. I detta sammanhang spelar naturligtvis vederlagsmätningens förmåga att kvalitetsklassa stockarna en stor roll både systematiskt och spridningsmässigt, vilket exemplifieras i nedanstående exempel.

Antag att vi utgår från följande förhållande mellan virkesmätta stockkvaliteter och centrumutbytets kvalitet efter sågning:

Stock-kvalitet enligt virkesmätning	Centrumutbytenas kvalitetsfördelning		
	o/s	V	VI
Tall o/s	65	30	5
V		60	40
VI			100

Ovanstående siffror härrör från bedömning enligt /13/.

Råder det förhållande som visas i tabellen ovan måste sågverket således betala o/s-pris för timmer som även ger V- och VI-kvalitet liksom V-pris för timmer som även ger VI-kvalitet. Gör vi nu en överslagsmässig omräkning av de tidigare beräknade TB-värdena på föregående sida ändras dessa enligt nedanstående.

Täckningsbidrag i kr/m ³ sv (TB) för	o/s-	V-	VI-stockar
Vid "ideal" kvalitetsklassning	1180	940	860
Vid "praktikens" kvalitetsklassning	990	870	860

Som synes blir TB-värdena avsevärt lägre än vad som tidigare angavs, dessutom minskar skillnaden mellan o/s- och de övriga kvaliteterna avsevärt.

Som tidigare betonats är detta bara ett illustrationsexempel men vi kan samtidigt notera den stora vikt som vederlagsmätningens kvalitetsklassning har på ekonomin vid sågning.

Anmärkning:

I figur 10.4 visas 2 st VI-stockar som erhållit extremt höga TB-värden. Dessa båda stockar gav hög andel o/s i det sågade utbytet och borde egentligen ha klassats som o/s-timmer. Då utbyteslängderna var så pass korta att avdrag på timret skulle medföra att timret blev kortare än kravet på minsta längd, tilläts detta ej vid den simulerade vederlagsmätningen och stockarna erhöll därigenom VI-kvalitet med lågt timmerpris som följd.

11. LITTERATURFÖRTECKNING

- /1/ Anon: Mätninginstruktioner rekommenderade av Virkesmätningsrådet. Nr 1-87, 1987.
- /2/ Anon: Sortering av sågat virke av furu och gran ("Gröna boken"), fjärde upplagen. Föreningen Svenska Sågverksmän. Stockholm 1976.
- /3/ Berglund J, Sondell J, Coggman I, Gustafsson J: Aptering med dator - ett sätt att höja virkesvärdet vid maskinell avverkning. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Redog. nr 6, 1985.
- /4/ Bergkvist B, Karlsson G, Palm R: Sågverkens kostnader - Analys och modellbeskrivning, Typsågverk 100.000 m³ år 1986. TräteknikCentrum, Rapport I 8806039. Stockholm 1988.
- /5/ Blomkvist H, Orke J: Kvalitetsstyrt sågningsläge furu. Sveriges Lantbruksuniversitet, inst. för virkeslära, Rapport nr 189. Uppsala 1987.
- /6/ Blomkvist H, Orke J: Apteringens och inläggningens samband med kvaliteten i den sågade varan hos furu. Sveriges Lantbruksuniversitet, inst. för virkeslära, Rapport nr 189. Uppsala 1987.
- /7/ Danielsson B: Datorstödd aptering för praktisk tillämpning. Doktorsavhandling vid Sveriges Lantbruksuniversitet, inst. för skogsteknik. Garpenberg 1985.
- /8/ Drake E: Undersökning av barkvolymen i södra och mellersta Sverige. Sveriges Lantbruksuniversitet, inst. för virkeslära, Rapport nr 149. Uppsala 1983.
- /9/ Drake E, Johansson L G: Positionering av stockar i första såg. TräteknikCentrum, Rapport nr I 8610060. Stockholm 1986.
- /10/ Drake E, Johansson L G: OPTSAW - Simuleringsprogram för inläggning och sönderdelning i sågverk. TräteknikCentrum, Rapport nr I 8701001. Stockholm 1987.
- /11/ Drake E, Johansson L G, Liljeblad Å: Furustammars yttre och inre geometri inmätta inom projektet "Kvalitetssimulering av sågtimmer". TräteknikCentrum, Rapport nr I 8811069. Stockholm 1988.
- /12/ Gustafsson J: Sågens önskemål och skogens möjligheter - Hur skall de kopplas samman. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, avsnitt i Redogörelse nr 2, 1986.
- /13/ Hägg A: Sågverkens, cellulosa- och pappersindustrins betalningsförmåga för vedförbrukningen. Sveriges Lantbruksuniversitet, inst. för virkeslära, Rapport nr 184. Uppsala 1986.
- /14/ Johansson L G, Liljeblad Å: Några tillämpningsexempel inom projektet "Kvalitetssimulering av sågtimmer". TräteknikCentrum, Rapport nr I 8806050. Stockholm 1988.

- /15/ Karlsson, L, Palm R: Produktionen av sågade trävaror i Sverige 1976, 1978 och 1983. TräteknikCentrum, Rapport nr P 8801003. Stockholm 1988.
- /16/ Liljeblad Å, Johansson L G, Drake E: Kvalitetssimulering av sågtimmer - metoder för rekonstruktion och sönderdelning av stammar. Träteknik-Centrum, rapport under publicering. Stockholm 1988.
- /17/ Näsberg M: Mathematical programming for optimal log bucking. Linköping studies in science and technology, Dissertation 132. Linköping 1985.
- /18/ Orke J: Apteringsuppföljning - Användarhandledning. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten 1986-09-16.
- /19/ Orvér M: En jämförelse mellan några apteringsalternativ för tallstammar. Skogshögskolan, inst. för virkeslära, Rapport nr R84. Stockholm 1973.
- /20/ Styren P: Apteringsåtgärdernas inverkan på egenskaper hos sågad vara. Sveriges Lantbruksuniversitet, inst. för virkeslära, Uppsats nr 99. Uppsala 1980.

12. SUMMARY

This report deals with how the predicted grade borders * can influence the timber yield at bucking of Scots pine stems, and how the bucking decisions influence the expected timber value and the sawing yield of the bucked saw log parcels. The sawing yield is also analyzed as regards chosen sawing patterns and rotation in the first saw. The connection between stem quality and graded sawing yield is demonstrated.

51 Scots pine stems were bucked theoretically with the help of the APTUPP computer programme of the Forest Operations Institute of Sweden, intended for bucking follow-ups. The external geometry and the internal knot structure of the 51 stems, deriving from 4 different stands, were previously measured with accuracy and reconstructed by Tratek /11/.

Tratek previously stated /14/ that the grade borders in stems vary to a great extent, depending on the rotation in the first saw of the part of the stem in question. The grade borders were, therefore, determined in two different ways, viz.:

A1) Grade borders in stems were determined assuming that the sawmill cannot consider the quality of the individual log in the feeding process (when choosing rotation). This means that the grade borders are set "pessimistically". An average u/s border of 1.8 m and a V border of 5.3 m, calculated from the root, were obtained for the 51 stems.

A2) Grade borders were determined assuming that the sawmill can consider the quality of the individual log in the feeding process. This is a more optimistic approach and the u/s border is increased to 2.7 m (+ 0.9 m) and the V border to 8.0 m (+ 2.7 m) on an average.

After a theoretical bucking in the APTUPP computer programme, a simulated sawing of the two bucked timber parcels was carried out. The sawing was

simulated with the OPTSAWQ computer programme, developed by Tratek. Main results in short:

- The estimation of value and the graded yield of bucked saw logs are very sensitive to how the grade borders of the stems are determined. A predicted difference in value of 11 % was obtained between the two parcels, while the difference between the parcels after the evaluation of the simulated sawing yield (wood + chips + sawdust) only amounted to the marginal figure of 0.5 %.
- The 2 halves of the log of 40 % of the bucked logs produced centre yields of different qualities (regardless of bucking decision) after simulated sawing. (In practical measuring for the determination of the wood value, this figure is considerably lower.)
- With a log rotation position directed by quality aspects, a 1.5-2.7 % higher average value yield was obtained for logs with a certain heterogeneity in the estimated quality, than if the generally accepted principle of "sweep up" were used. Logs of a better quality are much more interesting to "quality rotate" than low quality logs. Logs with a sweep of ≥ 30 mm should, however, be rotated to a sweep up position before the sawing.
- There is a 5.5 % difference in value yield between the best and the second best sawing pattern if the different settings can be chosen for each individual log. At fixed setting of the sawing pattern, the difference between the best and the second best fixed setting amounted to 2.8 % in value yield. If there is a logwise resetting, an approximate 1.2 % higher value yield can be obtained, in comparison with if all logs in each diameter class are sawn with the best fixed setting. (The figures indicate averages for studied material.)
- The collected stem material, studied here and in /11/, seems to contain an, on an average, "normal" distribution for Sweden in view of the quality of the centre yield. The u/s part of the centre yield is, thus, on the 21-24 % level, the V part on the 53-55 % level, and the VI part on the 21-26 % level.

* Grade borders in stems

In general grade is decreasing with height in Scots pine stems. The Swedish export rules for sawn lumber has the main grades "u/s", "V" and "VI" in descending grade order (u/s is the best grade). Derived from those sawn lumber grades there are grades for logs (on which payment for logs is based on the Swedish raw material market). The grade for a log is defined from the grade yield of the center-pieces (at cant sawing) sawn from the log with a standard setting. Thus there are "u/s" logs, "V" logs and so on and consequently borders along the stem between "u/s" and "V", "V" and "VI" etc. A good bucking of the stem should take account of the grade borders.

In practice grade borders are appreciated manually from the appearance of the stem or gauged by test sawing.

BILAGA 1. STAMVIS REDDOVISNING AV DE TVÅ APTERINGSUFALLEN

Mora - Aptering A1

Mora - Aptering A2

Stam	Stock	Längd	Diam	Kval	Stock-	Stam-	Stock	Längd	Diam	Kval	Stock-	Stam-	Värde-	
nr	nr	mm	mm		värde	värde	nr	mm	mm		värde	värde	ökning	
					kr	kr					kr	kr	%	
01	1	5200	190	V	57.9		1	3800	200	o/s	67.6			
	2	4000	150	VI	21.0		2	5400	150	V	35.2			
	3	2500	112	mav	7.4		3	2500	112	mav	7.4			
						86.3						110.2	28 %	
02	1	5500	184	V	55.1		1	4400	190	o/s	65.7			
	2	3600	153	VI	18.9		2	4900	150	V	30.8			
	3	3100	108	mav	9.6		3	3100	107	mav	9.2			
	4	200	107	mav	0.4									
						84.0						105.6	26 %	
03	1	3600	141	V	18.3		1	3500	142	o/s	21.6			
	2	4400	108	mav	11.8		2	4500	108	mav	12.1			
						30.1						33.8	12 %	
08	1	5300	204	V	69.0		1	5500	203	V	71.6			
	2	3400	180	V	30.3		2	4600	170	V	36.0			
	3	5400	105	mav	20.7		3	2500	131	mav	9.8			
						120.0	4	1500	105	mav	3.7			
												121.0	1 %	
09	1	3400	164	o/s	31.4		1	4000	162	o/s	38.5			
	2	3600	148	V	18.3		2	5500	130	VI	24.7			
	3	3600	122	VI	12.3		3	3100	99	mav	7.3			
	4	2000	99	mav	4.3									
						66.3						70.5	6 %	
10	1	4500	150	V	26.6		1	3500	153	V	20.3			
	2	3600	130	VI	14.3		2	3400	140	V	17.2			
	3	2900	99	mav	6.8		3	3400	108	mav	9.3			
						47.8	4	700	99	mav	1.3			
												48.2	1 %	
11	1	5500	240	V	107.8		1	5500	240	V	107.8			
	2	5500	190	VI	51.4		2	5500	190	VI	51.4			
	3	2800	141	mav	13.8		3	2500	146	mav	12.8			
	4	1500	113	mav	4.1		4	1800	110	mav	5.1			
						177.2						177.1	0 %	
12	1	4500	241	V	80.0		1	4500	241	o/s	131.5			
	2	3400	215	V	43.3		2	3600	214	V	45.8			
	3	3500	171	VI	23.4		3	3600	170	V	27.0			
	4	2500	122	mav	9.8		4	3500	105	mav	11.2			
	5	1300	105	mav	2.9									
						159.4						215.5	35 %	
13	1	5200	193	V	57.9		1	5500	190	V	61.2			
	2	5200	140	VI	26.9		2	4100	152	VI	21.5			
	3	2300	103	mav	6.1		3	3100	103	mav	9.0			
						90.9						91.8	1 %	
14	1	3500	232	V	54.7		1	5200	223	V	83.7			
	2	5200	194	VI	48.6		2	5500	172	VI	41.4			
	3	5500	111	mav	23.2		3	3500	111	mav	12.1			
						126.5						137.3	9 %	
15	1	5400	223	V	87.0		1	5500	221	V	88.6			
	2	4900	180	VI	39.7		2	4900	180	V	47.3			
	3	4100	112	mav	16.2		3	4000	112	mav	15.6			
						142.9						151.5	6 %	
					Timmer :	994 kr						Timmer :	1136 kr	14 %
					Massaved:	137 kr						Massaved:	126 kr	- 8 %
					Totalvärde:	1131 kr						Totalvärde:	1263 kr	12 %

Bredbyn - Aptering A1

Bredbyn - Aptering A2

Stam nr	Stock nr	Längd mm	Diam topp mm	Kval	Stock- värde kr	Stam- värde kr	Stock nr	Längd mm	Diam topp mm	Kval	Stock- värde kr	Stam- värde kr	Värde- ökning %
36	1	5500	294	VI	125.9	304.8	1	5500	294	VI	125.9	304.8	0 %
	2	5400	261	VI	99.8		2	5400	261	VI	99.8		
	3	4700	221	VI	62.6		3	4700	221	VI	62.6		
	4	2100	197	mav	16.5		4	2100	197	mav	16.5		
37	1	5500	253	o/s	182.3	310.2	1	3900	266	o/s	132.5	325.1	5 %
	2	5000	221	V	78.3		2	3400	247	o/s	92.8		
	3	4000	181	VI	33.9		3	5500	200	V	70.1		
	4	3100	141	mav	15.4		4	3600	161	VI	24.2		
	5	100	141	mav	0.4		5	1300	141	mav	5.5		
38	1	5400	285	o/s	243.2	397.5	1	4300	295	o/s	195.7	418.8	5 %
	2	3600	260	V	74.1		2	3400	267	o/s	113.6		
	3	4900	212	VI	59.6		3	5000	220	V	78.3		
	4	3600	146	mav	20.7		4	2800	179	mav	21.5		
39	1	5500	293	V	166.5	338.1	1	4500	304	o/s	219.0	424.4	26 %
	2	5300	253	V	114.2		2	5200	260	V	127.1		
	3	4700	192	VI	47.0		3	3900	220	V	53.3		
	4	1900	153	mav	10.3		4	3800	153	mav	25.1		
40	1	5300	291	V	160.5	312.9	1	5300	291	V	160.5	324.9	4 %
	2	5000	250	VI	85.5		2	3800	260	V	80.3		
	3	3800	211	VI	43.5		3	5000	211	VI	60.8		
	4	3400	160	VI	22.9		4	3400	160	VI	22.9		
	5	100	160	mav	0.5		5	100	160	mav	0.5		
41	1	3900	250	o/s	117.3	251.8	1	4800	244	o/s	140.1	265.3	5 %
	2	4300	225	V	62.2		2	5400	210	V	75.7		
	3	4700	190	VI	47.0		3	4800	171	VI	38.7		
	4	3800	154	VI	22.6		4	2400	134	mav	10.9		
	5	700	134	mav	2.6								
42	1	5300	292	V	160.5	317.7	1	3400	307	o/s	158.0	381.1	20 %
	2	4600	260	VI	85.0		2	5500	266	V	134.4		
	3	4100	222	VI	51.4		3	5100	222	VI	67.9		
	4	3600	141	mav	20.8		4	3600	141	mav	20.8		
43	1	5500	192	V	59.6	120.2	1	5300	192	V	57.5	121.1	1 %
	2	4700	173	VI	37.9		2	5200	170	V	44.5		
	3	3400	150	VI	20.2		3	3600	147	VI	18.7		
	4	600	147	mav	2.4		4	100	147	mav	0.4		
44	1	3700	261	o/s	125.7	294.7	1	5500	253	o/s	182.3	323.3	10 %
	2	4200	240	V	73.7		2	5300	220	V	85.1		
	3	4600	211	VI	55.9		3	5400	181	VI	48.6		
	4	4700	171	VI	37.9		4	1300	165	mav	7.3		
	5	300	165	mav	1.6								
45	1	5300	287	V	149.8	325.0	1	4600	290	V	129.8	344.6	6 %
	2	3700	266	V	78.2		2	5200	260	V	127.1		
	3	4600	222	VI	61.3		3	3800	222	V	52.0		
	4	3400	192	VI	32.0		4	3400	192	VI	32.0		
	5	600	180	mav	3.8		5	600	180	mav	3.8		

Järlåsa - Apterling A1

Järlåsa - Apterling A2

Stam nr	Stock nr	Längd m	Diam topp mm	Kval	Stockvärde kr	Stamvärde kr	Stock nr	Längd m	Diam topp mm	Kval	Stockvärde kr	Stamvärde kr	Värdeökning %
51	1	5300	200	VI	43.7		1	3300	206	V	32.9		
	2	3100	181	VI	20.8		2	3200	192	VI	23.9		
	3	5000	140	VI	27.6		3	5500	151	VI	35.8		
	4	1400	118	mav	4.1		4	2500	122	mav	8.4		
							5	300	118	mav	0.7		
						96.2						101.7	6 %
52	1	5500	227	V	86.2		1	5200	227	V	78.4		
	2	4700	201	VI	38.8		2	3100	211	V	33.2		
	3	5500	153	VI	35.8		3	3100	190	VI	23.1		
	4	1200	139	mav	4.4		4	4400	150	VI	26.7		
						165.1	5	1100	139	mav	4.0		
												165.4	0 %
53	1	4000	236	V	57.1		1	5500	228	V	86.2		
	2	3300	220	VI	32.8		2	3100	210	VI	28.1		
	3	3200	201	VI	26.4		3	3200	190	VI	23.9		
	4	4800	150	VI	29.9		4	3500	150	VI	20.3		
	5	1600	134	mav	5.5		5	1600	134	mav	5.5		
						151.7						164.0	8 %
54	1	3400	240	VI	40.1		1	3100	241	V	44.6		
	2	3300	220	VI	32.8		2	3600	220	VI	35.8		
	3-	4300	199	mav	32.8		3-	4300	198	mav	32.8		
	3	5500	151	VI	35.8		3	5500	151	VI	35.8		
	5	100	151	mav	0.4		5	100	151	mav	0.4		
						141.9						149.3	5 %
55	0	2500	265	mav	32.7		1	5500	240	V	104.0		
	1	3200	240	VI	37.7		2	4100	210	VI	37.2		
	2	3900	210	VI	35.4		3	5500	150	VI	35.8		
	3	5500	150	VI	35.8		4	700	146	mav	2.6		
	5	700	146	mav	2.6								
						144.2						179.6	25 %
56	1	4200	241	V	67.5		1	5500	235	V	94.0		
	2	3200	225	VI	31.8		2-	4600	203	mav	39.4		
	3	3100	200	VI	25.6		2	5300	150	VI	34.1		
	4	4900	150	VI	30.7		4	2000	122	mav	6.2		
	5	2000	122	mav	6.2								
						161.8						173.7	7 %
57	1	3600	292	o/s	132.9		1	5400	282	o/s	207.7		
	2	3600	280	VI	57.4		2	3100	270	VI	46.0		
	3	3500	260	VI	48.3		3	3100	254	VI	39.6		
	4	4000	230	VI	43.4		4	3100	230	VI	33.6		
	5	2800	167	mav	20.0		5	2800	167	mav	20.0		
						301.9						347.0	15 %
58	1	4000	280	VI	63.8		1	4800	277	V	105.5		
	2	3100	263	VI	42.7		2	4100	250	VI	52.3		
	3	3100	242	VI	36.5		3	3200	220	VI	31.8		
	4	3100	212	VI	28.1		4	3300	190	VI	24.6		
	5	3100	172	mav	20.5		5	2100	159	mav	11.0		
	6	1100	159	mav	5.3								
						197.1						225.3	14 %
59	1	3200	264	o/s	87.4		1	3800	260	o/s	108.6		
	2	3600	247	V	54.6		2	3600	240	V	54.6		
	3	3300	221	VI	32.8		3	3900	210	VI	35.4		
	4	3800	190	VI	28.4		4	4900	152	VI	30.7		
	5	2600	145	mav	13.0		5	300	145	mav	1.1		
						216.2						230.4	7 %

Järlåsa - Aptering A1

Stam nr	Stock nr	Längd mm	Diam topp mm	Kval	Stock- värde kr	Stam- värde kr	
60	1	3700	250	VI	47.2	150.8	
	2	4300	230	VI	46.6		
	3	3100	210	VI	28.1		
	4	3300	182	VI	22.2		
	5	1300	166	mav	6.6		
61	0	2800	208	mav	24.2	91.3	
	1	3200	190	VI	23.9		
	2	5500	150	VI	35.8		
	4	2100	135	mav	7.4		
62	1	3500	327	V	95.5	289.2	
	2	3200	300	VI	58.4		
	3	3500	280	VI	55.8		
	4	3300	250	VI	42.1		
	5	4200	195	mav	37.2		
63	1	3800	227	V	48.8	143.3	
	2	3600	215	VI	32.7		
	3	3100	200	VI	25.6		
	4	5500	157	VI	35.8		
	5	100	157	mav	0.4		
64	1	5200	271	V	120.8	238.7	
	2	3100	255	VI	39.6		
	3	3100	230	VI	33.6		
	4	3300	201	VI	27.2		
	5	3100	154	mav	17.5		
65	1	3300	240	VI	38.9	146.5	
	2	4400	222	VI	43.7		
	3	3100	201	VI	25.6		
	4	5500	153	VI	35.8		
	5	700	136	mav	2.4		
					Timmer :	2392 kr	
					Massaved:	243 kr	
					Totalvärde:	2636 kr	

Järlåsa - Aptering A2

Stock nr	Längd mm	Diam topp mm	Kval	Stock- värde kr	Stam- värde kr	Värde- ökning %	
1	3400	252	V	54.7	160.6	6 %	
2	4400	231	VI	47.7			
3	3100	211	VI	28.1			
4	3500	182	VI	23.5			
5	1300	166	mav	6.6			
1	4000	202	V	42.8	98.9	8 %	
2	3300	182	VI	22.2			
3	5500	141	VI	31.3			
4	800	135	mav	2.6			
1	5500	309	V	166.4	325.6	13 %	
2	3400	291	VI	58.1			
3	3100	272	VI	46.0			
4	3400	230	VI	36.9			
5	2300	195	mav	18.2			
1	3400	227	V	42.0	166.7	16 %	
2	5500	210	V	77.3			
3	3200	190	VI	23.9			
4	3900	157	VI	23.1			
5	100	157	mav	0.4			
1	5500	270	V	133.0	256.2	7 %	
2	3200	253	V	50.3			
3	3800	221	VI	37.8			
4	3500	192	VI	26.1			
5	1800	154	mav	9.0			
1	4500	235	V	67.3	163.0	11 %	
2	3200	221	VI	31.8			
3	3100	201	VI	25.6			
4	5500	153	VI	35.8			
5	700	136	mav	2.4			
					Timmer :	2736 kr	14 %
					Massaved:	171 kr	-30 %
					Totalvärde:	2907 kr	10 %

BILAGA 2 REDOVISNING AV SÄGUTBYTEN FÖR DE FYRA FÖRSÖKSLEDEN
TOTALT OCH PER BESTÄND SAMT REDOVISNING AV
ERHÅLLNA DIFFERENSER

Tabellerna 1-4 redovisar sammanställda utbytesresultat för apterat sågtimmer från de fyra bestånden och totalt för var och en av de fyra försöksleden. Härvid redovisas i a-tabellerna resultaten simuleringar med den värdemässigt bästa postningen. I b-tabellerna redovisas på motsvarande sätt resultaten med den näst bästa postningen (av 3 testade postningar).

Beteckn. Förklaring till använda beteckningar i tabell 1-4

Urval	Grupp av stammar
Tvärde	Totalt förädlingsvärde från sågtimret; Totalt värde av sågat virke, flis och spån i kr.
Rvärde	Totalt förädlingsvärde per m ³ fub sågtimmer i kr/m ³ fub.
Utb%	Volymutbyte i procent; m ³ sv/m ³ fub
CEvol	Volym sågat centrumutbyte; m ³ sv (nominellt)
Sivol	--- --- sidoutbyte; m ³ sv (nominellt)
ST	Stuageandel av sidobrädsvolymer i procent.
TOTvol	Total volym sågad vara; m ³ sv
o/s	Andel sågad volym av kvalitet o/s i procent 1)
V	--- --- --- --- V --- 1)
VI	--- --- --- --- VI --- 1)

Anm. 1) Anges räknat på CEvol, Sivol och TOTvol

Tabellerna 5-8 redovisar per försöksled procentuella differenser mellan resultaten vid användning av **bästa postning** jämfört med **näst bästa postning**, d v s erhållna utbytesskillnader mellan tidigare redovisade a- och b-tabeller.

För Tvärde, CEvol, Sivol och TOTvol avses relativa differenser i procent (%).

Angivna differenser för Utb%, o/s, V, VI och ST anges härvid som absolut skillnad mellan tidigare angivna procentuella andelar (%).

Tabellerna 9 och 10 redovisar för de två olika apteringsutfallen A1 och A2 effekten av att använda **"kvalitetsstyrd" inläggning** jämfört med tillämpning av **"krok-upp"**-principen. Härvid har alltid bästa postning använts. Angivna siffervärden avser procentuella differenser i likhet med förklaringen till tabellerna 5-8.

Tabellerna 11 och 12 anger procentuella differenser mellan **aptering A2 och A1** vid tillämpning av samma inläggningsprincip och bästa postning vid den simulerade sågningen av de två apterade partierna. Differenserna betecknas i enlighet med tidigare definition. Observera att sågtimmervolymer är olika i de två jämförda partierna varför Rvärde nu tillkommer.

Tabell 1a. Simulerade sågutbyten. Bästa postning.
Aptering: A1, Inläggning: "Krok-**upp**"

Bästa postning																
Urval	Tvärde	Rvärde	Utb%	CEvol	o/s	V	VI	Sivol	o/s	V	VI	ST	TOTvol	o/s	V	VI
Alla	23734.25	821.65	51.5	10.586	21	58	21	4.283	20	16	65	9	14.869	21	46	34
Mora	2761.26	836.56	49.7	1.168	22	72	6	0.472	26	21	53	9	1.641	23	57	19
Skara	3343.27	738.68	49.7	1.608	6	63	32	0.643	8	19	73	8	2.251	6	50	44
Bred	10305.25	878.28	52.0	4.279	34	52	14	1.826	25	19	56	7	6.105	31	42	27
Järl	7324.47	785.38	52.2	3.531	12	58	30	1.342	16	8	76	13	4.873	13	44	43

Tabell 1b. Simulerade sågutbyten. Näst bästa postning.
Aptering: A1, Inläggning: "Krok-**upp**"

Näst bästa postning																
Urval	Tvärde	Rvärde	Utb%	CEvol	o/s	V	VI	Sivol	o/s	V	VI	ST	TOTvol	o/s	V	VI
Alla	22520.40	779.64	50.3	9.906	17	54	28	4.620	13	19	68	9	14.527	16	43	41
Mora	2617.94	793.16	49.5	1.170	14	82	4	0.464	13	16	71	8	1.634	14	63	23
Skara	3163.80	699.04	47.4	1.468	7	54	38	0.676	4	12	84	7	2.144	6	41	53
Bred	9830.03	837.77	51.3	4.041	27	54	20	1.976	19	24	57	5	6.017	24	44	32
Järl	6908.63	740.81	50.7	3.228	11	45	44	1.504	10	16	74	15	4.732	11	36	53

Tabell 2a. Simulerade sågutbyten. Bästa postning.
Aptering: A2, Inläggning: "Kvalitetsstyrd"

Bästa postning																
Urval	Tvärde	Rvärde	Utb%	CEvol	o/s	V	VI	SIvol	o/s	V	VI	ST	TOTvol	o/s	V	VI
Alla	24352.25	832.88	52.7	11.000	23	51	26	4.402	17	19	64	8	15.401	22	42	37
Mora	2870.15	856.03	51.1	1.261	33	60	7	0.453	19	22	59	9	1.714	29	50	21
Skara	3390.72	755.11	50.9	1.653	8	59	33	0.634	11	8	81	6	2.286	9	45	46
Bred	10587.57	902.56	54.1	4.444	37	45	18	1.900	21	25	53	5	6.344	32	39	29
Järl	7503.81	776.40	52.3	3.642	11	51	38	1.416	13	15	72	13	5.057	12	41	47

Tabell 2b. Simulerade sågutbyten. Näst bästa postning.
Aptering: A2, Inläggning: "Kvalitetsstyrd"

Näst bästa postning																
Urval	Tvärde	Rvärde	Utb%	CEvol	o/s	V	VI	SIvol	o/s	V	VI	ST	TOTvol	o/s	V	VI
Alla	23091.36	789.76	51.2	10.259	20	51	29	4.708	11	19	69	8	14.966	17	41	42
Mora	2750.33	820.32	50.1	1.184	29	67	4	0.496	10	20	69	8	1.680	24	53	23
Skara	3190.23	710.47	49.4	1.603	6	50	44	0.613	4	9	88	6	2.216	5	38	56
Bred	10031.11	855.13	53.0	4.117	31	49	20	2.106	15	27	59	6	6.216	26	41	33
Järl	7119.69	736.66	50.2	3.357	9	49	42	1.497	10	13	77	13	4.854	10	38	53

Tabell 3a. Simulerade sågutbyten. Bästa postning.
Aptering: A2, Inläggning: "Krok-upp"

Bästa postning																
Urval	Tvärde	Rvärde	Utb%	CEvol	o/s	V	VI	SIvol	o/s	V	VI	ST	TOTvol	o/s	V	VI
Alla	23830.97	815.05	52.3	10.821	18	56	26	4.461	18	18	64	8	15.282	18	45	37
Mora	2751.10	820.53	51.0	1.214	21	70	9	0.495	15	23	62	7	1.709	19	56	25
Skara	3280.41	730.53	50.9	1.626	1	63	37	0.660	11	7	83	9	2.286	4	47	50
Bred	10282.54	876.56	53.8	4.340	28	54	19	1.967	21	25	53	4	6.307	26	45	30
Järl	7516.92	777.77	51.5	3.641	14	51	36	1.339	16	12	72	14	4.980	14	40	45

Tabell 3b. Simulerade sågutbyten. Näst bästa postning.
Aptering: A2, Inläggning: "Krok-upp"

Näst bästa postning																
Urval	Tvärde	Rvärde	Utb%	CEvol	o/s	V	VI	SIvol	o/s	V	VI	ST	TOTvol	o/s	V	VI
Alla	22683.33	775.80	51.0	10.178	14	54	33	4.725	14	15	71	8	14.903	14	41	45
Mora	2641.77	787.93	50.2	1.197	8	85	6	0.487	15	16	69	11	1.683	10	65	24
Skara	3092.47	688.69	48.9	1.539	0	49	51	0.655	4	10	86	7	2.194	1	38	61
Bred	9784.91	834.13	52.4	4.117	23	53	24	2.030	19	18	63	6	6.147	22	41	37
Järl	7164.18	741.26	50.5	3.325	11	45	44	1.553	10	14	76	11	4.878	10	35	54

Tabell 4a. Simulerade sågutbyten. Bästa postning.
 Apterling: A1, Inläggning: "Kvalitetsstyrd"

Bästa postning																
Urval	Tvärde	Rvärde	Utb%	CEvol	o/s	V	VI	SIvol	o/s	V	VI	ST	TOTvol	o/s	V	VI
Alla	24074.93	833.44	51.5	10.756	27	52	21	4.130	19	16	65	10	14.887	25	42	33
Mora	2788.50	844.82	49.1	1.210	38	56	6	0.409	16	22	62	8	1.619	32	48	20
Skara	3395.37	750.19	48.7	1.632	11	60	29	0.571	12	14	74	8	2.204	11	48	41
Bred	10529.57	897.40	53.3	4.464	36	50	15	1.793	26	18	56	8	6.257	33	41	27
Järl	7361.49	789.35	51.5	3.450	19	49	31	1.356	14	12	74	13	4.806	18	39	44

Tabell 4b. Simulerade sågutbyten. Näst bästa postning.
 Apterling: A1, Inläggning: "Kvalitetsstyrd"

Näst bästa postning																
Urval	Tvärde	Rvärde	Utb%	CEvol	o/s	V	VI	SIvol	o/s	V	VI	ST	TOTvol	o/s	V	VI
Alla	22828.50	790.29	50.8	9.925	21	50	29	4.759	13	20	67	9	14.684	18	40	42
Mora	2696.77	817.05	49.0	1.110	27	69	5	0.509	13	29	57	11	1.618	22	56	21
Skara	3242.89	716.50	50.1	1.602	4	53	43	0.664	7	11	82	7	2.266	5	41	55
Bred	9967.84	849.52	52.2	4.110	29	53	18	2.011	18	24	58	7	6.121	25	44	31
Järl	6921.00	742.13	50.2	3.104	17	38	45	1.575	9	14	77	12	4.679	14	30	56

Tabell 5. Differenser i % mellan erhållna utbyten vid bästa postning och utbyten för näst bästa postning. Apterering: A1, Inläggning: "Krok-upp"

Bästa / Näst bästa postning															
Urval	Tvärde	Utb%	CEvol	a/s	V	VI	Sivol	a/s	V	VI	ST	TOTvol	a/s	V	VI
Alla	5.4	1.2	6.9	4	4	-7	-7.3	7	-3	-3	0	2.4	5	3	-7
Mora	5.5	0.2	-0.2	8	-10	2	1.7	13	5	-18	1	0.4	9	-6	-4
Skara	5.7	2.3	9.5	2	9	-6	-4.9	4	7	-11	1	5.0	0	9	-9
Bred	4.8	0.7	5.9	7	-2	-6	-7.6	6	-5	-1	2	1.5	7	-2	-5
Järl	6.0	1.5	9.4	1	13	-14	-10.8	6	-8	2	-2	3.0	2	8	-10

Tabell 6. Differenser i % mellan erhållna utbyten vid bästa postning och utbyten för näst bästa postning. Apterering: A1, Inläggning: "Kvalitetsstyrd"

Bästa / Näst bästa postning															
Urval	Tvärde	Utb%	CEvol	a/s	V	VI	Sivol	a/s	V	VI	ST	TOTvol	a/s	V	VI
Alla	5.5	0.7	8.4	6	2	-8	-13.2	6	-4	-2	1	1.4	7	2	-9
Mora	3.4	0.1	9.0	11	-13	1	-19.6	3	-7	5	-3	0.1	10	-8	-1
Skara	4.7	-1.4	1.9	7	7	-14	-14.0	5	3	-8	1	-2.7	6	7	-14
Bred	5.6	1.1	8.6	7	-3	-3	-10.8	8	-6	-2	1	2.2	8	-3	-4
Järl	6.4	1.3	11.1	2	11	-14	-13.9	5	-2	-3	1	2.7	4	9	-12

Tabell 7. Differenser i % mellan erhållna utbyten vid bästa postning och utbyten för näst bästa postning. Apterering:A2,. Inläggning:"Krok-upp"

Bästa / Näst bästa postning															
Urval	Tvärde	Utb%	CEvol	o/s	V	VI	SIvol	o/s	V	VI	ST	TOTvol	o/s	V	VI
Alla	5.1	1.3	6.3	4	2	-7	5.6	4	3	-7	0	2.5	4	4	-8
Mora	4.1	0.8	3.7	13	-15	3	1.6	0	7	-7	-4	1.5	9	-9	1
Skara	6.1	2.0	5.7	1	14	-14	0.8	7	-3	-3	2	4.2	3	9	-11
Bred	5.1	1.4	5.4	5	1	-5	-3.1	2	7	-10	-2	2.6	4	4	-7
Järl	4.9	1.0	9.5	3	6	-8	-13.8	6	-2	-4	3	2.1	4	5	-9

Tabell 8. Differenser i % mellan erhållna utbyten vid bästa postning och utbyten för näst bästa postning. Apterering:A2, Inläggning:"Kvalitetsstyrd"

Bästa / Näst bästa postning															
Urval	Tvärde	Utb%	CEvol	o/s	V	VI	SIvol	o/s	V	VI	ST	TOTvol	o/s	V	VI
Alla	5.5	1.5	7.2	3	0	-3	-6.5	6	0	-5	0	2.9	5	1	-5
Mora	4.4	1.0	6.5	4	-7	3	-8.7	9	2	-10	1	2.0	5	-3	-2
Skara	6.3	1.5	3.1	2	9	-11	3.4	7	-1	-7	0	3.2	4	7	-10
Bred	5.5	1.1	7.9	6	-4	-2	-9.8	6	-2	-6	-1	2.1	6	-2	-4
Järl	5.4	2.1	8.5	2	2	-4	-5.4	3	2	-5	0	4.2	2	3	-6

Tabell 9. Differenser i % mellan erhållna utbyten vid "kvalitetsstyrd"- och "krok-upp" inläggning, bästa postning. Apterling: A1.

"Kvalitetsstyrd" / "Krok-upp" inläggning															
Urval	Tvärde	Utb%	CEvol	o/s	V	VI	SIvol	o/s	V	VI	ST	TOTvol	o/s	V	VI
Alla	1.4	0.0	1.6	6	-6	0	-3.6	-1	0	0	1	0.1	4	-4	-1
Mora	1.0	-0.6	3.6	16	-16	0	-13.3	-10	1	9	-1	-1.3	9	-9	1
Skara	1.6	-1.0	1.5	5	-3	-3	-11.2	4	-5	1	0	-2.1	5	-2	-3
Bred	2.2	1.3	4.3	2	-2	1	-1.8	1	-1	0	1	2.5	2	-1	0
Järl	0.5	-0.7	-2.3	7	-9	1	1.0	-2	4	-2	5	-1.4	5	-5	1

Tabell 10. Differenser i % mellan erhållna utbyten vid "kvalitetsstyrd"- och "krok-upp" inläggning, bästa postning. Apterling: A2.

"Kvalitetsstyrd" * "Krok-upp"															
Urval	Tvärde	Utb%	CEvol	o/s	V	VI	SIvol	o/s	V	VI	ST	TOTvol	o/s	V	VI
Alla	2.2	0.4	1.7	5	-5	0	-1.3	-1	1	0	0	0.8	4	-3	0
Mora	4.3	0.1	3.9	12	-10	-2	-8.5	4	-1	-3	2	0.3	10	-6	-4
Skara	3.4	0.0	1.7	7	-4	-4	-3.9	0	1	-2	-3	0.0	5	-2	-4
Bred	3.0	0.3	2.4	9	-9	-1	-3.4	0	0	0	1	0.6	6	-6	-1
Järl	-0.2	0.8	0.0	-3	0	2	5.8	-3	3	72	1	1.5	-2	1	2

Tabell 11. Differenser i % mellan erhållna utbyten från sågtimmerutfall vid aptering A2 och aptering A1. Bästa postning. Inläggning: "Krok-upp"

Aptering A2 / Aptering A1																
Urval	Tvärde	Rvärde	Utb%	CEvol	o/s	V	VI	Sivol	o/s	V	VI	ST	TOTvol	o/s	V	VI
Alla	0.4	-0.8	0.8	2.2	-3	-2	5	4.2	-2	2	-1	-1	2.8	-3	-1	3
Mora	-0.4	-1.9	1.3	3.9	-1	-2	3	4.9	-11	2	9	-2	4.1	-4	-1	6
Skara	-1.9	-1.1	1.2	1.1	-5	0	5	2.6	3	-12	10	1	1.6	-2	-3	6
Bred	-0.2	-0.2	1.8	1.4	-6	2	5	7.7	-4	6	-3	-3	3.3	-5	3	3
Järl	2.6	-1.0	-0.7	3.1	2	-7	6	-0.2	0	4	-4	1	2.2	1	-4	2

Tabell 12. Differenser i % mellan erhållna utbyten från sågtimmerutfall vid aptering A2 och aptering A1. Bästa postning. Inläggning: "Kvalitetsstyrd"

Aptering A2 / Aptering A1																
Urval	Tvärde	Rvärde	Utb%	CEvol	o/s	V	VI	Sivol	o/s	V	VI	ST	TOTvol	o/s	V	VI
Alla	1.2	-0.1	1.2	2.3	-4	-1	5	6.6	-2	3	-1	-2	3.5	-3	0	4
Mora	2.9	1.3	2.0	4.2	-5	4	1	10.8	3	0	-3	1	5.9	-3	2	1
Skara	-0.1	0.7	2.2	1.3	3	1	-4	11.0	-1	-6	7	-2	3.7	-2	-3	5
Bred	0.6	0.6	0.8	-0.4	1	-5	3	6.0	-5	7	-3	-5	1.4	-1	-2	2
Järl	1.9	-1.6	0.8	5.6	-8	2	7	4.4	-1	3	-2	0	5.2	-6	2	3

Detta digitala dokument
skapades med anslag från
**Stiftelsen Nils och Dorthi
Troëdssons forskningsfond**

TräteknikCentrum

INSTITUTET FÖR TRÄTEKNISK FORSKNING

Box 5609, 114 86 STOCKHOLM
Besöksadress: Drottning Kristinas väg 67
Telefon: 08-14 53 00
Telex: 14445 tratek s
Telefax: 08-11 61 88
Huvudenhet med kansli

Åsensvägen 9, 552 58 JÖNKÖPING
Telefon: 036-12 60 41
Telefax: 036-16 87 98

931 87 SKELLEFTEÅ
Besöksadress: Bockholmsvägen 18
Telefon: 0910-652 00
Telefax: 0910-652 65
Telex: 65031 expolar s