

# RAPPORT

Åke Liljeblad

## **Sambandet mellan råvarans och sågutbytets kvalitet — En förberedande fältstudie**

---

*The Connection between the Properties of  
the Timber and the Properties of the Sawn  
Products — A Preparatory Case-study*

**Träteknik**

Åke Liljeblad

SAMBANDET MELLAN RÅVARANS OCH SÅGUTBYTETS KVALITET  
– EN FÖRBEREDANDE FÄLTSTUDIE

*The Connection between the Properties of the Timber and the Properties  
of the Sawn Products – A Preparatory Case-study*

Trätec, Rapport I 9111070

ISSN 1102-1071

ISRN TRÄTEK-R--91/070--SE

Nyckelord

*log quality  
log sorting  
optimization  
product mix  
production management  
quality control  
sawing patterns  
simulation*

Stockholm november 1991

Rapporter från Trätec — Institutet för träteknisk forskning — är kompletta sammanställningar av forskningsresultat eller översikter, utvecklingar och studier. Publicerade rapporter betecknas med I eller P och numreras tillsammans med alla utgåvor från Trätec i löpande följd.

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.*

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

Trätec — Institutet för träteknisk forskning — 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 Nutek utgör grunden för verksamheten som utförs med egna, samverkande och externa resurser. Trätec 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 Industrial and Technical Development 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.*

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	<u>Sid</u>
1. SAMMANFATTNING	3
2. ALLMÄN GENOMGÅNG AV PROBLEMLÖSNINGEN – SÅGVERKET SETT I FÅGELPERSPEKTIV	4
2.1 Presentation av grundidé	4
2.2 Timmergården eller råvarans egenskaper	6
2.3 Justeringen eller färdigvarans egenskaper	10
2.4 Koppling mellan timmer- och produktflöde	11
2.5 Koppling mellan timrets och färdigvarans kvalitet	12
2.6 Volymsutbyte för centrumbyten	15
3. STUDIER UTFÖRDA VID VÄRDSÅGVERKET	16
3.1 Beskrivning av sågverket	16
3.2 Beskrivning av timmerlagret	16
3.3 Timmerfördelning till olika produktsortiment – använda postningar	26
3.4 Koppling mellan timrets och färdigvarans kvalitet	27
3.5 Volymsutbyte för centrumutbyten	39
3.6 Koppling mellan timmer- och produktflöde	41
4. DISKUSSION OCH FRAMTIDA ARBETEN	42
5. REFERENSER	44
6. SUMMARY	46
7. TEXTS TO FIGURES	47

## 1. SAMMANFATTNING

Virkesråvaran svarar för hela 60–70 % av sågverkets totala kostnader. Det är därför av största ekonomiska intresse att man hushåller med dess olika egenskaper genom att rätt råvara används till rätt produkt.

Projektet syftar till att använda och koppla ihop den information som regelbundet registreras i sågverket. På partinivå skall råvarans egenskaper jämföras med färdigvarans.

En modell, som ser sågverket i fågelperspektiv och som ger en koppling mellan råvarans och färdigvarans egenskaper på partinivå har utvecklats. Modellen utgör ett verkningsfullt verktyg för att uppnå följande mål:

1. Inköp av rätt råvara.
2. Bättre val av sågproduktuttag ur respektive timmerklass.
3. Bättre val av indelningsgrunder för timmerklasserna.
4. Möjlighet till att skraddarsy råvarans sammansättning utifrån önskvärda produkt-egenskaper.
5. Att på partinivå kostnadsbestämma effekten av mer eller mindre lyckade processinsatser, typ torkning.

Den första delen av rapporten, avsnitt 2, beskriver problemlösningen i allmänna ordalag och i avsnitt 3 testas dessa tankar och idéer mot produktionsförhållandena vid ett värdsågverk. Studien vid värdsågverket visar på stora möjligheter att koppla ihop råvarans egenskaper med färdigvarans.

Egenskaper som kvalitet och volym för centrumutbyten av furu har kunnat kopplas ihop med motsvarande egenskaper hos råvaran, för en längre tidsperiod som utgörs av ett år.

Resultatet är intressant i sig själv som en inträngade statusbeskrivning av sågverket, men framförallt utgör det en rejäl grundplåt för nästa steg i utvecklingen, nämligen att beskriva kopplingen råvara/färdigvara ned till varje sågpass.

Att klara kopplingen råvara/färdigvara ned till sågpassnivån är av stort ekonomiskt intresse för sågverket och detta problem behandlas under framtida arbetsuppgifter i avsnitt 4.

Under arbetets gång har en del grundsatser eller framgångsnycklar vuxit fram. De kan i viss mån ifrågasättas var och en för sig, men för att totalt sett nå framgång i arbetet tror vi att merparten av dem måste gälla:

1. Den information som regelbundet alstras i sågverket skall användas.
2. Man måste se till att denna information hänger ihop.
3. Man bör behandla informationen partivis med avseende på råvara och färdigvara.
4. Man måste alltid beskriva helheten. Även om kunskapsluckor finns är det viktigt att beskriva förhållandet vid sågverket helhetsmässigt. Denna helhetsbeskrivning blir den bakgrund mot vilken avvikelser avtecknar sig.
5. Man bör använda informationen offensivt. Sågverket bör använda informationen gällande kopplingen råvara/färdigvara offensivt för att erhålla högsta lönsamhet.

Exempel: Att styra råvarusammansättningen så att önskade produkttegenskaper erhålls.

6. Driftsdata blir väsentligt värdefullare än tidigare. Genom att den information som alstras i sågverket används och fås att hänga ihop i allt högre utsträckning, närmar sig driftsdata alltmer utseendet i en enda vetenskaplig försöksserie. Driftsdata blir på så sätt ett verksamhetsfält för ett vitt spektrum av kunskapsutvecklare komna från industriforskning och konsulting.

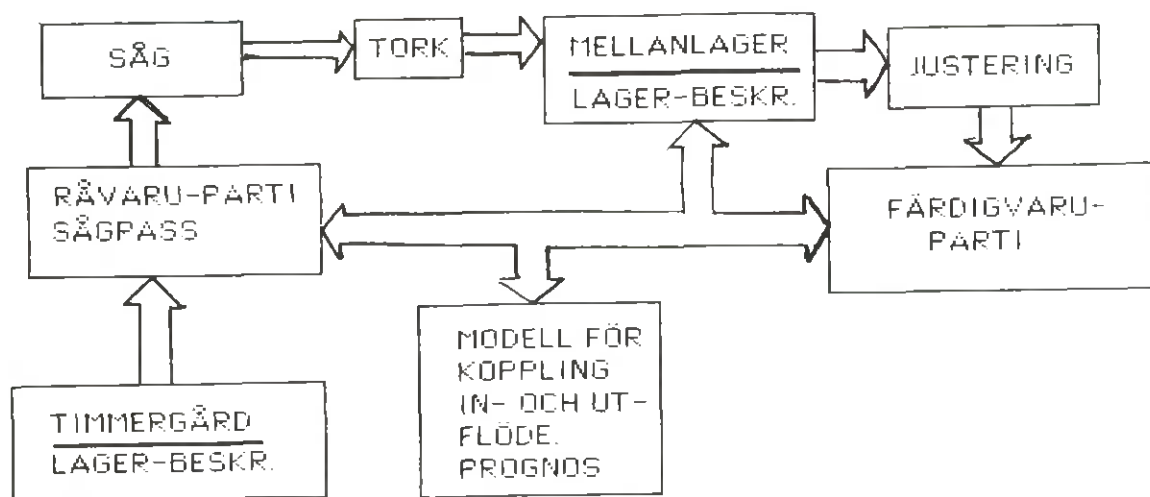
Till sist vill vi från Träteks sida rikta ett varmt tack till personalen vid värdsågverket för deras värdefulla stöd och samverkan i projektet.

## **2. ALLMÄN GENOMGÅNG AV PROBLEMLÖSNINGEN – SÅGVERKET SETT I FÅGELPERSPEKTIV**

Idén med detta projekt är att utnyttja och binda samman den information som regelbundet alstras inom ett sågverk. Sågverket ses som ett flödessystem. Råvara flödar in i form av timmer och sågade produkter flödar ut.

Egenskaperna för både in- och utflöden bestäms i dag vid framförallt timmerinmätningen och vid justeringen.

I projektet beskrivs både råvara och färdigvara partivis. Den minsta informationsenheten av intresse på timmersidan är den mängd stockar som inkommer till sågen under ett sågpass. Motsvarande informationsenhet på färdigvarusidan är de ämnen som behandlas vid ett justertillfälle. Principen beskrivs i figur 2.1.



Figur 2.1. Sågverket i fågelperspektiv.

Egenskaperna hos timmergårdens stockar uppdateras kontinuerligt i ett lagerprogram. Denna information ligger sedan till grund för gruppbeskrivningen av sågpassets stockar. I mellanlagret sker en enkel lagerbeskrivning som framförallt ligger till grund för ihopkopplingen av in- och utflödet. Efter justeringen är färdigvarupartiet beskrivet. Dessutom finns till systemet en modul som kopplar ihop råvaruinflödet med produktutflödet och som för aktuellt råvaruinflöde med känd egenskapsprofil ställer prognos för produktutflödets egenskaper.

Hur informationsbehandlingen går till i figurens olika boxar beskrivs i detalj i de följande avsnitten.

Både timrets och färdigvarans egenskaper bestäms utifrån information som regelbundet alstras vid framförallt inmätningen och justeringen.

Dessa egenskapstabeller kan framgångsrikt utökas om ny teknik appliceras.

Vid inmätningen kan mätramens fulla geometriska information utnyttjas. Om färdigvaruklassningen sker med automatiskt bildbehandlingssystem skulle det vara möjligt att beskriva produktpartiet översiktligt med nya statistiska egenskaper som allmän förekomst av vankant, torksprickor och olika typer av kvist.

Det är också viktigt att hålla i minnet att ett parti oftast kan beskrivas mycket noggrannare än enskild individ. Forskningsresultat som anger t ex samband mellan yttre form och inre kvalitet, kan kanske te sig suddiga då man har att göra med enskild stock.

Skapas i stället statistiska samband ur samma formler för ett stockparti på ca 1.000 stockar, kan sambandet bli avsevärt skarpare. Orsaken till att detta faktum kanske inte har

tillmätts så stor betydelse, är säkert att det tidigare i forskningssammanhang har varit svårt att ge utsagor på partinivå på grund av det stora individantal som då skulle ha krävts för undersökningen med därtill följande kostnader.

Genom att utnyttja data från den kontinuerliga driften öppnar sig helt nya möjligheter i detta avseende. Projektets totalmodell arbetar således konsekvent med ett partibegrepp både vad avser råvara och färdigvara och utgör således ett verktyg för att lösa storskaliga problem på partinivå.

Vill man gå vidare och lösa mer individorienterade sönderdelningsproblem är det ingen nackdel att resurser har satsats för att lösa de mera storskaliga problemen.

Att bestämma hur man sågar rätt på stocknivå förutsätter säkert att man tidigare bestämt hur man skall såga rätt på partinivå.

## 2.2 Timmergården eller råvarans egenskaper

Vid timmergården mäts timret in för beräkning av vederlaget och i detta sammanhang registreras en rad olika egenskaper, som förutom att vara vederlagsgrundande har ett klart intresse för sågverkets inre planeringsverksamhet.

I dagens läge utnyttjas denna information i sparsam utsträckning för vidare produktionsplanering.

Databehandlingen sker vid SDC i Sundsvall och det gängse mönstret är att sågverket periodiskt erhåller datalistor med utdrag från sina register.

Exempel på egenskaper som i dagsläget allmänt registreras vid inmätningen och uppdateras vid SDC i Sundsvall är:

- a) Trädslag
- b) Fångstområde
- c) Toppdiameter
- d) Kvalitet - Från o/s till VI inklusive halvkvalliteter och specialkvalitet
- e) Längd
- f) Olika volymmått

Vid inmätningen finns vanligtvis en mätram som ger detaljerad geometrisk information på barken i ett par mätriktningar. Vid ett par sågverk finns TINA-anläggningar som ger detaljerad geometrisk information i ett par mätriktningar under bark, kärnans omfattning och diffus information om kvistförekomst.

Ur denna mätinformation kan en rad nyttiga stockegenskaper tänkas extraheras, som t ex:

- a) Stockens läge i stam. Känt vid stamterminal. Rotstock (ja eller nej) kan bestämmas

för tall med stor precision ut, t ex rotavsmalningen /14/. Övriga stockars troliga läge inom stam kan indikeras av stockens diameter, beståndsdata, avsmalning, bulighet, årsringstäthet, kärnans omfattning (endast TINA).

- b) Stockens kvisttäthet (t ex total kvistvolym se /13/) kan tänkas bestämmas ur stockens: troliga läge i stam se a), diameter, bulighet, slingrighet, beståndsdata, kvistkänsliga godhetstal från TINA, årsringstäthet.
- c) Diverse formegenskaper som framförallt påverkar aktuella postningsval till stocken.

Möjligheterna att från olika forskningsresultat successivt tillföra nya egenskaper från befintlig mätutrustning är stora. I synnerhet om man beaktar att timmergårdens lagersystem tjänar till att ge utsagor om egenskaperna till stockpartier om kanske minst 1.000 stockar.

En egenskap som på stocknivå är behäftad med påtaglig osäkerhet kan på partinivå, sedd som en medelegenskap, bli väl så säker. Detta är sant om osäkerheten kommer från så kallade systematiska felkällor. Systematiska fel är mer problematiska och dylika skulle erhållas om egenskapsbestämningen kraftigt berodde på t ex skogsbeståndets karaktär. Efter det att timmer mäts in sorteras det till olika timmerklasser. Inom en timmerklass konstanthålls en eller flera egenskaper hos timret och denna homogenitet i klassen ger fördelar i den efterföljande produktionsprocessen. De flesta sågverk sorterar i dagsläget sitt timmer efter egenskaperna träslag och millimeterintervall för toppdiameter.

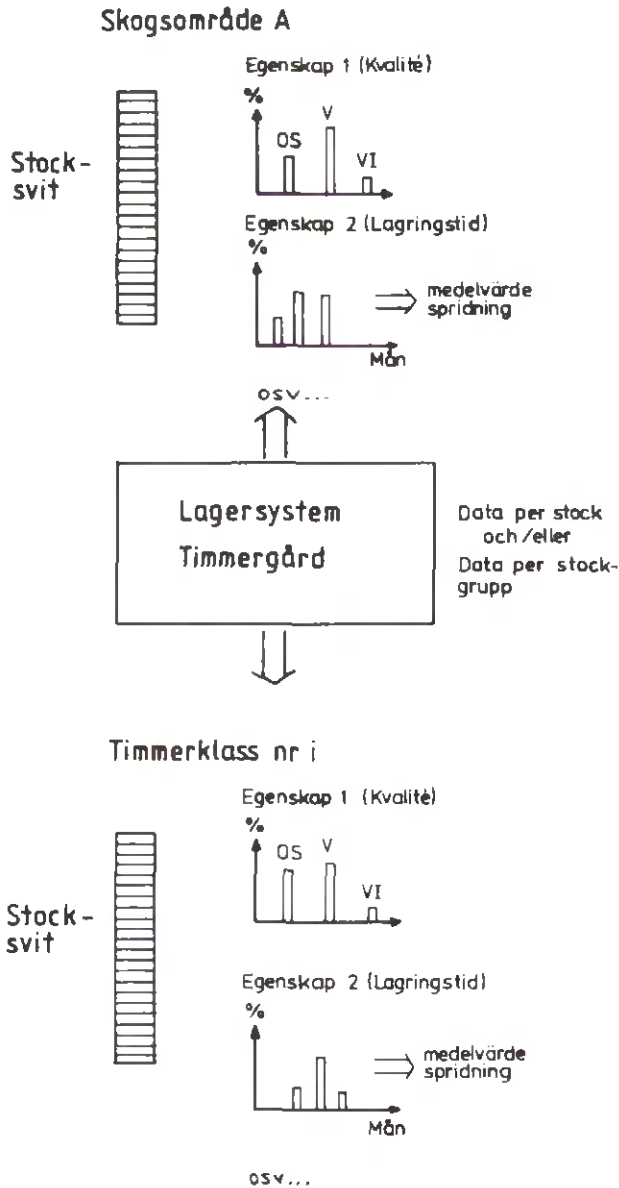
Man kan dessutom sortera med avseende på timmerkvalitet, typ A- och B-timmer. En fungerande modell för kvalitetskopplingen mellan timmer och färdigvara innebär att kvalitetsammansättningen kan skräddarsys vid varje sågpass mot ett givet kvalitetsmål på färdigvarusidan. Sågverk som har egen skog och känner den väl kanske vill sortera timmer med avseende på fångstområde.

Ett annat sorteringsbegrepp skulle kunna vara lämpligaste postning för varje stock. Detta förutsätter då i realtid fungerande sågsimuleringar, vilket skulle kunna vara möjligt genom lämpliga förenklingar i sågmodellen. I framtiden kan en delmängd av timret omsorgsfullt sönderdelas individorienterat mot högt värdeutbyte. Individorienterad sönderdelning (ja eller nej) skulle då också kunna utgöra en sorteringsgrundande egenskap.

Grunderna för indelning i timmerklasser bör därför vara helt öppna, för att möta framtidens krav.

Detta innebär att man för varje timmerklass anger vilka egenskaper som skall vara homogena för klassen ifråga. Om vi nu antar att vi kan beskriva sågverket översiktligt, enligt principerna i figur 1, har man efter en tid fått ett erfarenhetsmaterial som kan ligga till grund för en omprövning av gällande sorteringskriterier. Man kan på så sätt undersöka vilka sorteringskriterier som ger högsta möjliga totalekonomiska nytta.

Timmergårdens lagersystem skall kunna ge information både bakåt mot skogen och framåt mot sågverket. Principerna beskrivs i figur 2.2.



Figur 2.2. Lagersystem för timmergård.

Lagersystemet skall klara att översiktligt beskriva ett stockparti, både det som kommer från ett visst skogsområde och stockar som är sorterade i en viss timmerklass. För skogsområdets del utgörs det naturliga partiet av stockar som är inmätta under en given tidsperiod. För timmerklassens del utgörs det naturliga stockpartiet av ett antal ordnade stockar sett från en startände i klassen.

I figuren har två egenskaper knutits till stockpartierna, nämligen kvalitet och lagringstid på timmerplan räknat från inmätningen.

Den första egenskapen kan man inte enkelt räkna ut ett medelvärde för, eftersom vi har problem med sammanvägningen av olika stockkvaliteter. För dessa typer av egenskaper representeras partiet av ett frekvensdiagram, d v s för partiet anges procent o/s-, V- och

VI-stock. En liknande egenskap för timmerklassen skulle kunna vara ursprung, som skulle beskrivas med ett frekvensdiagram bestående av procenttal för ursprung från olika skogsområden.

Egenskapen lagringstid på timmergård kan beskrivas med både medelvärde och spridning för aktuellt stockparti, en information som fås ur frekvensdiagrammet.

Varje stockpartis egenskaper beskrivs statistiskt, vanligtvis används medelvärdet, men ibland också spridningen. Vill man snabbt få en överblick över de egenskaper timret har på timmergården, delar man varje timmerklass i lämpliga stockpartier, och medelvärdet för olika egenskaper bestäms för dessa partier. Man är t ex intresserad av hur o/s-timmer fördelar sig procentuellt inom och mellan timmerklasser. Efter det att denna egenskap har beräknats på partinivå, kan man t ex producera en färglagd kartbild över gården som illustrerar denna egenskap. Liknande illustrativa kartbilder kan tillverkas för olika timmeregenskaper i fångstområdena.

**Genom timmerlagerssystemet kan sågverkets personal hela tiden snabbt få en överblick över innehållet i timmergården och vad som flutit in ifrån olika fångstområden.**

Den senare kunskapen kan utnyttjas vid förhandlingar mot skogsbruket och på sikt kan detta driva fram motsvarande information från skogsbruket, som så att säga levererar en prognos över egenskaperna i sin timmerfångst och därmed ger en värdefull information som sågverket kan komplettera.

För att man skall veta vilka stockar man tar ut till ett visst sågpass krävs att påfyllningen och tömningen av varje timmerklass sker efter en viss ordning. Enklast ordnas detta om det senast inmätta timret läggs i timmerklassens startände och om det äldsta timret i klassens slutände alltid tas in till sågen. En alternativ ordning skulle t ex kunna vara att man har friheten att till sågen hämta timmer från både timmerklassens start- och slutände och att man vid varje sågpass anger från vilken ände timret togs.

Ett kontrollsystem behövs som kontrollerar att sågpassens stockar är lika med dem i timmerlagerssystemet. Det skulle kunna ordnas om t ex var tusende stock löpnummermärks och detta löpnummer kontrolleras mot lagersystemets nummer.

I och för sig kan lagersystemet fungera trots att tömningsordningen inte är den bästa. T ex skulle fullständigt slumpartad tömning kunna liknas vid att varje timmerklass utgör en jättelik tombola, där hela klassen utgör en informationsenhet. Lösningen är emellertid inte att rekommendera då mycket av den inmätta informationen förstörs med denna förenkling.

Nästa fråga rör lagersystemets uppbyggnad och frågan är vilken som är den lämpliga informationsenheten i lagersystemet. Två fall kan skönjas, nämligen:

a) Informationsenheten = varje enskild stock

Fördel: Möjlighet till mångsidig informationsbehandling.

**Nackdel:** Kräver stora minnesresurser och kan leda till problem vid tillämpning och användning av datorsystemet.

b) Informationsenhetens grupp om ca 100 stockar

**Fördel:** Mindre problem vid tillämpning och användning av datorsystemet.

**Nackdel:** Mindre möjligheter till informationsbehandling

Lösningen under a) är att föredra från informationssynpunkt. Informationen kan stivas om helt godtyckligt. Man kan t ex för ett sågpass ange hur o/s-stockarnas egenskapsprofil såg ut. Frågan är bara om sågverkets datorkraft räcker till för denna lösning.

För lösningen under b) gäller att varje egenskap skall beskrivas statistiskt med ett frekvensdiagram. Antag sedan att varje frekvensdiagram i medeltal beskrivs med 10 stappar. Minnesbehovet mellan lösningen i b) och a) skiljer sig åt med faktorn 10, förutsatt att, i detta fallet, antalet stockar i informationsenheten är 100 stycken.

Antalet stockar i informationsenheten bör väljas så att varje sågpass beskrivs realistiskt på partinivå. Ett normalt sågpass omfattar ca 1.000 stockar och 100 stockar i informationsenheten torde därför vara ett lämpligt antal. Man kan också tänka sig att båda lösningstyperna finns samtidigt i systemet för att erhålla bästa totaleffektivitet i lagersystemet.

Ett alternativt sätt att sortera timret i olika klasser med utgångspunkt från en viss egenskap är att tillse att denna egenskap är konstant för en stor successiv svit av stockar i aktuell timmerklass och att därmed egenskaperna är konstanta för hela sågpass. En sådan lämplig egenskap är ursprung från olika fångstområden med olika beståndskaraktäristika.

I avsnitt 3.2 ges på årlig basis en beskrivning av en verklig timmergård. Timmerkvaliteten varierar en hel del mellan vissa årsskördar, vilket indikerar vikten av att ha ett lagersystem för timmergården.

### **2.3 Justeringen eller färdigvarans egenskaper**

Vid justeringen sker en fullständig dimensionsbestämning av virket. Dessutom klassas virket i olika kvalitetssortiment. De mest frekventa är huvudsortimenten o/s, V och VI men blandformer mellan dessa finns som sortimentet V + VI. Virkets kvalitet bestäms i dagsläget manuellt och enkelt uttryckt kan man säga att virkets kvalitet bestäms av två grundorsaker, nämligen:

a) Råvarans kvalitet.

b) Val av sönderdelningsmönster och torkschemata.

Sorteraren gör en helhetsbedömning av varje virkesstyckes kvalitet och någon statistisk uppdatering av vilka kvalitetsorsaker som väger tyngst sker vanligtvis inte. Som exempel på kvalitetsorsak a) kan nämnas kvisttäthet på de sågade ytorna och som exempel på kvalitetsorsak b) kan nämnas vankant och torksprickor.

Vankant är väsentligt vanligare på sidobrädor än på centrumutbyten. Den sistnämnda produktkategorin är därför tydligare kopplad till råvarans kvalitet än sidobrädorna.

I avsnitt 3 behandlas av denna orsak endast centrumutbyten för värdsågverket. Sammantaget kan sägas att ett färdigvaruparti beskrivs förhållandevis väl i dagsläget. De tendenser man kan se för framtiden är dels en utökning av antalet färdigvarusortiment, dels en automatisk sortering grundad på bildanalys av sågade ytor.

En diversifiering av produktsortimenten framstår som en klar svårighet i detta sammanhang. Det blir svårare att koppla kvaliteten i råvaran till kvaliteten i den sågade varan. Dels måste i detta sammanhang problemet förenklas, d v s för kopplingens skull kan flera snarlika kvalitetssortiment slås ihop, dels kan översiktlig information tas fram som klarar just hopkopplingen. Denna övergripande information, som är knuten till färdigvarupartiet, skulle kunna extraheras från det automatiska sorteringssystemet om problemet gavs uppmärksamhet. Man skulle på så sätt kunna kvantifiera hur betydelsefulla olika företeelser som kvistförekomst, vankant och torksprickor är för partiets kvalitetsutfall. Ny teknik kan således stärka informations sambanden mellan råvara och färdigvara, bara viljan finns.

## 2.4 Koppling mellan timmer- och produktutflöde

Kopplingen mellan timmer- och produktflöde sker dels med utgångspunkt från sågrapporten, dels med information från mellanlagret efter tork, se figur 2.1.

I sågrapporten anges hur många stockar som sågas från en given sågklass och vilken postning som har använts.

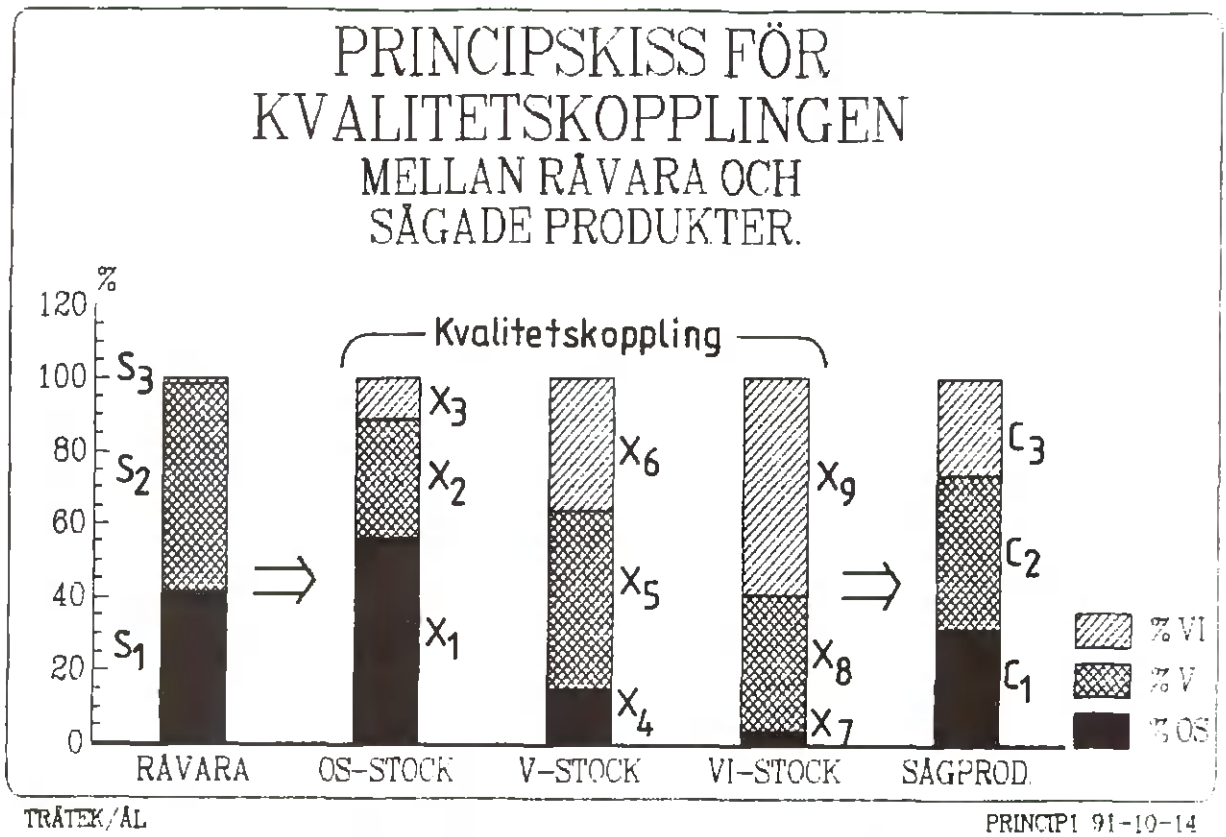
Ett lagersystem för mellanlagret skulle behöva ange antal stockar för varje dimension färdigvara. Dessutom skulle mellanlagret tömmas i en föreskriven ordning. Man borde t ex alltid justera de äldsta sågprodukterna av en viss dimension först. Kopplingen mellan timmer- och produktflöde är enklare för centrum- än för sidoutbytena. Detta beror på att en viss centrumutbytesdimension vanligtvis kommer från sågningen av just en typ av postning. För sidoutbytena gäller det omvända.

Kopplingen mellan timmer- och produktflöden har i avsnitt 3.5 utförts vid värdsågverket för samtliga centrumutbytesdimensioner från furu. Ordningsproblemet som är knutet till mellanlagret, verkar ganska marginellt för centrumutbytena. Praxis vid värdsågverket verkar vara att från mellanlagret tömma en hel virkesdimension åt gången och därmed är risken för oordning avsevärt reducerad. Av produktionstekniska orsaker är det viktigt att regelbundet följa upp produktsortimentens väntetider före torken. Under denna tid

initieras nämligen sprickor som sedan blir synliga efter torken /18/ med en kvalitetsnedsättning av färdigvarupartiet som följd.

## 2.5 Koppling mellan timrets och färdigvarans kvalitet

I detta avsnitt beskrivs hur man kan koppla den viktigaste egenskapen, kvaliteten mellan råvara och sågade produkter. Principen beskrivs i figur 2.3.



Figur 2.3 Princip för kvalitetskopplingen mellan timmer och sågade produkter.

Med kvalitetskopplingen menas den genomsnittliga kopplingsmekanismen sedd över en längre tidsperiod (minst 1 år). Stapeln sågprodukter längst till höger representerar det genomsnittliga kvalitetsutfallet för en given produktkategori och över en längre tidsperiod. Den produktkategori man studerar kan vara samtliga centrumutbyten av 2-exlog eller 4-exlog, centrumutbyte av viss dimension o s v.

Kvalitetsprocenten  $C_1$ – $C_3$  är således kända storheter. Stapeln råvara längst till vänster utgör timmerintagets kvalitetsfördelning till betraktad produktkategori under aktuell tidsperiod.

Denna kvalitetsfördelning kan fås genom att informationen i sågrapporterna kombineras med ett utnyttjande av ett lagersystem för timmergården. I avsnitt 3.2 beskrivs ett långt

förenklat lagersystem som beskriver den genomsnittliga kvalitetsfördelningen i varje timmerklass under en given tidsperiod, där indata kommer från SDCs datalistor. Ett dylikt förenklat synsätt är acceptabelt om det totala råvaruintaget byggs upp under en tillräckligt lång tid och från ett tillräckligt stort antal sågpass. Kvalitetsprocenten  $S_1$ – $S_3$  är således också kända storheter.

Staplarna 2–4 i figur 2.3 representerar kvalitetskopplingen och består av 9 obekanta  $X_1$ – $X_9$ . För varje typ av stock (o/s, V, VI) anger de obekanta storheterna hur stor del av typstocken som går till olika kvalitetskategorier färdigvara. Samtliga procentsatser i figur 2.3 är stycketalsrelaterade. I figuren anger t ex:

X2 Procent V-produkter ur o/s-stockar

X6 Procent VI-produkter ur V-stockar

För att finna de obekanta storheterna i kvalitetskopplingen behövs således ett antal ekvationer, minst lika många som antalet obekanta, och den lösningsmetod som har valts innebär att man delar in villkoren i de som måste gälla och de som bör gälla. Till de sistnämnda söker man en kompromisslösning, d v s största möjliga likhet. Framställningen börjar med de villkor som måste gälla.

#### Villkor som måste gälla

Staplarna 2–4 summerar sig samtliga till 100 %, vilket ger följande tre ekvationer:

$$(1) \quad X_1 + X_2 + X_3 = 100$$

$$(2) \quad X_4 + X_5 + X_6 = 100$$

$$(3) \quad X_7 + X_8 + X_9 = 100$$

Dessutom får ingen obekant erhålla negativt värde. Nästa typ av villkor som skall gälla för kvalitetskopplingen är att varan för given råvarumix (stapel 1) erhåller given produktmix (stapel 5). Denna typ av villkor leder till följande 3 ekvationer:

$$(4) \quad (S_1 \cdot X_1 + S_2 \cdot X_4 + S_3 \cdot X_7)/100 = C_1 \text{ (o/s-vara)}$$

$$(5) \quad (S_1 \cdot X_2 + S_2 \cdot X_5 + S_3 \cdot X_8)/100 = C_2 \text{ (V-vara)}$$

$$(6) \quad (S_1 \cdot X_3 + S_2 \cdot X_6 + S_3 \cdot X_9)/100 = C_3 \text{ (VI-vara)}$$

Dessa tre ekvationer är nu inte oberoende av varandra. Har man uppfyllt två av dem är den tredje automatiskt uppfylld. Endast två effektiva ekvationer har således tillkommit genom denna typ av villkor.

Man behöver minst 4 ytterligare ekvationer och lösningsmetoden förutsätter 9 ytterligare villkor som bör gälla.

### Villkor som bör gälla

Här förutsätts att man ger ett börvärde till varje obekant och vi erhåller ett tillskott av totalt 9 ekvationer:

$$(7) \quad X_1 = \text{börvärde nr 1}$$

$$(8) \quad X_2 = \text{börvärde nr 2}$$

---


$$(15) \quad X_9 = \text{börvärde nr 9}$$

Den svit av obekanta  $X_1$ – $X_9$ , som dels fullständigt uppfyller ekvation 1–6, dels ger minsta möjliga skillnader mellan vänster- och högerled i ekvationerna 7–15 väljs som lösning till kvalitetskopplingen.

Nu är frågan hur man erhåller börvärden till kvalitetskopplingens obekanta storheter. Ett sätt är att bygga på provsågningsresultat där grundförutsättningarna liknar dem i det fall man undersöker.

En fördel är om provsågningens råvaru- och sågproduktstapel (se figur 2.3) liknar det aktuella fallets staplar. Provsågningsresultatet kan tas från en tidigare utförd undersökning eller den kan utföras på aktuellt sågverk.

Ett annat sätt att erhålla börvärden är att ta dessa från kvalitetskopplingens lösning till en tidigare behandlad produktkategori med likartat uppförande. Metoden är således öppen för hur stora ansträngningar som bör göras vid inhämtandet av börinformation. Ett ekonomiskt sätt att använda metoden på är att först inhämta börinformationen från tidigare utförda provsågningar och därefter utföra en fullständig analys av kvalitetskopplingen för olika produktsortiment vid aktuellt sågverk. Resultatet från denna genomgång kan sedan ge fingervisning om vilka provsågningsinsatser som gör mest nytta ur informationssynpunkt.

Om sågverket tillämpar kvalitetssortering kan provsågningsresultat erhållas direkt ur driftdata. För en viss produktkategori kan man t ex speciellt studera sågpass som enbart omfattar o/s-timmer och knyta motsvarande färdigvarupartier till dessa pass. De okända storheterna  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ , se figur 2.3, löses då direkt ur ekvation 4–6, då  $S_2$  och  $S_3$  är lika med 0 för detta fall. Sågpass som uteslutande innehåller V- eller VI-timmer kan på samma sätt sammanföras och resterande obekanta storheter i kvalitetskopplingen kan bestämmas.

Färdigvarans kvalitet kan grovt sägas bero på råvarans kvalitet och olika processtekniska företeelser, som vankant och torksprickor. Dessa senare företeelser är ungefär lika vanliga på sågprodukter som är fallna från olika stockkvaliteter. Om t ex torksprickor har varit en avgörande orsak för hur många utbyten som ledde till VI-klassen, indikeras detta av att den relativa skillnaden mellan  $X_3$  och  $X_6$  i figur 2.3 minskar.

I framtiden, när automatiska sorteringsystem används, är det möjligt att separera utpräglad processtekniska orsaker till kvalitetsnedsättningen från övriga orsaker. En fiktiv kvalitetsfördelning för färdigvaran skapas, där effekterna av typiskt processtekniska företeelser, typ vankant, är eliminerade ur den automatiska sorteringen. Kvalitetsnedgången från färdigvarans fiktiva till dess verkliga kvalitetsfördelning skulle då utgöra ett mått på processtekniska kvalitetsförluster.

I avsnitt 3.4 bestäms kvalitetskopplingen mellan råvaran och färdigvaran för flertalet centrumutbytesdimensioner av tall som är sågade vid värdsågverket.

## 2.6 Volymutbyte för centrumbyten

De volymförluster som är aktuella att kontinuerligt uppdatera för centrumutbyten är av två slag, nämligen:

- a) Förlust av hela utbyten
- b) Längdkap

Volymförlusten enligt a) erhålls genom jämförelse mellan antalet till sågen inkomna stockar och antalet justerade centrumbyten vid sågverket.

Längdkapet erhålls genom att jämföra partiets stocklängder med centrumutbyteslängder.

I detta sammanhang är det nödvändigt att för stockpartiet särskilja längder för de olika typstockarna o/s, V och VI som regelmässigt är olika långa, se avsnitt 3.2.

Ett o/s-utbyte kommer därför vid värdsågverket vanligen från en längre stock än vad som gäller för V och VI-utbyten.

Den genomsnittliga stocklängden för varje centrumutbyteskvalitet beräknas med hjälp av partiets genomsnittliga stocklängder uppdelade på stockkvaliteter och de beräknade kvalitetskopplingsfaktorerna i föregående avsnitt, enligt formlerna 16–18.

$$(16) \quad LSC_1 = \frac{(S_1 \cdot X_1 \cdot LS_1 + S_2 \cdot X_4 \cdot LS_2 + S_3 \cdot X_7 \cdot LS_3)}{100 \times C_1}$$

$$(17) \quad LSC_2 = \frac{(S_1 \cdot X_2 \cdot LS_1 + S_2 \cdot X_5 \cdot LS_2 + S_3 \cdot X_7 \cdot LS_3)}{100 \times C_2}$$

$$(18) \quad LSC_3 = \frac{(S_1 \cdot X_3 \cdot LS_1 + S_2 \cdot X_6 \cdot LS_2 + S_3 \cdot X_7 \cdot LS_3)}{100 \times C_2}$$

$LS_1$ ,  $LS_2$  och  $LS_3$  är genomsnittliga längder för sågpassets o/s-, V- och VI-stockar.  $LSC_1$ ,  $LSC_2$  och  $LSC_3$  är genomsnittliga längder för de tre typmixar av stockar som ger upphov till o/s-, V- och VI-utbyten.

Från det justertillfälle som hör till betraktat sågpass erhålles de genomsnittliga längderna  $LC_1$ ,  $LC_2$  och  $LC_3$  för o/s-, V- och VI-utbytena. Längdavgapen för de tre olika kvaliteterna tecknas nu enligt följande:

$LSC_1 - LC_1$  längdavgap o/s-utbyten

$LSC_2 - LC_2$  längdavgap V-utbyten

$LSC_3 - LC_3$  längdavgap VI-utbyten

Längdavgapens storlek för olika centrumutbytesdimensioner och kvaliteter beskrivs i avsnitt 3.5 för värdsågverket.

### 3. STUDIER UTFÖRDA VID VÄRDSÅGVERKET

I detta avsnitt testas och granskas de tankar och idéer som presenterades i föregående kapitel mot förhållandena vid ett verkligt sågverk.

#### 3.1 Översiktlig beskrivning av sågverket

Sågverkets genomsnittliga årsproduktion är i medeltal 60–70.000 m<sup>3</sup>. Tvåskift tillämpas och klientskottet vidarebefordras till annan anläggning. Sågverket äger inga egna skogar och det erhåller 98 % av sitt råvarubehov från en enda leverantör. Rotposter köpes ej.

För sambandsstudier mellan råvara och sågprodukter har uteslutande centrumutbyten av furu behandlats. Att centrumutbyten har valts före sidobrädor är naturligt då både kopplingen mellan sågprodukt och timmerklass (se avsnitt 3.3 och 3.5) är väsentligt starkare för den förstnämnda produktkategorin. Centrumutbyten av gran har inte kunnat behandlas då kvalitetskopplingen mellan timmer och sågad vara ej har kunnat utföras, se avsnitt 3.4.

Sambandsstudierna mellan råvara och sågprodukter har i huvudsak begränsats till året 1989–90, eftersom det allmänna informationsläget för detta år var gynnsamt.

#### 3.2 Beskrivning av timmerlagret

Sågverket mäter årligen in ca 56.000 m<sup>3</sup> to tall och ca 54.000 m<sup>3</sup> to grantimmer. Vid timmerinmätningen sker vederlagsmätningen med hjälp av en Remaram med två mätriktningar. Efter varje mätskift överförs inmätta data till SDCs dator i Sundsvall där den lagras och därefter är åtkomlig för SDCs datarutiner.

Sågverket beställer så kallade stocknotor på årlig basis med detaljerad information gällande inmätta stockar. Detta är en viktig informationskälla ur vilken man kan dra en rad slutsatser om egenskapsprofilen för timmergårdens stockar.

Den lagerinformation som kontinuerligt tillämpas vid sågverket, består av följande moment:

- a) Råvarurapport  
Avger totalt antal stockar i lager fördelade på träslag, ej per timmerklass.
- b) Timmerinventering  
Utförs den 31/8 varje år och anger antalet stockar i lager fördelade på timmerklasser.
- c) Sågrapporter  
I dessa sågrapporter anges hur många stockar som hämtas från angiven timmerklass till varje sågpass. Däremot anges ej varifrån i klassen timret tas. Det är också svårt att fastställa en förhärskande ordning vid timmertömningen.

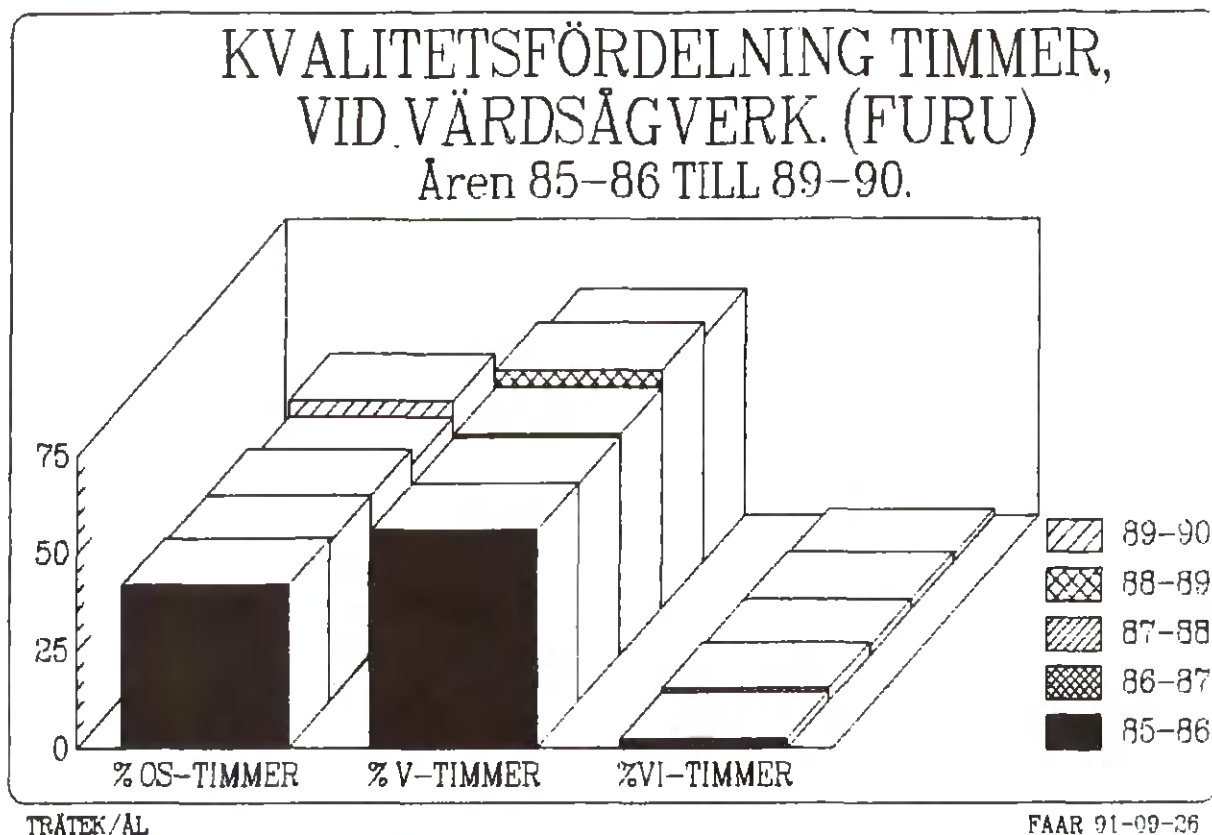
Att i förfluten tid beskriva råvarans egenskaper för ett sågpass försvåras avsevärt av bristen på ordning vid tömningen ur de olika timmerklasserna.

Dessutom skulle det krävas ett stort antal stocknotor från SDC om timmergårdens lagersituation skulle beskrivas med hygglig tidsupplösning. Att inhämta dessa stocknotor från SDC skulle bli oacceptabelt dyrt.

Egenskaperna hos timmergårdens stockar har därför beskrivits medelvärdesbildande över ett år och de analyser som har utförts har varit beroende av denna begränsning. Lager-systemet för timmergården bör nog också från början omfatta mer information än vad som registrerats av SDC. Detta ämne behandlas mer ingående i avsnitt 2.2.

Hur mycket den inmätta kvaliteten varierar för olika tidsperioder är av avgörande intresse för hur betydelsefullt timmergårdens lagersystem är för sågverket som helhet. Varierar den genomsnittliga kvaliteten märkbart mellan olika år, kan man misstänka ännu kraftigare variationer på kortare tidsbasis.

I figur 3.1 visas det årliga kvalitetsutfallet för furu under de fem senaste åren.



Figur 3.1. Kvalitetsutveckling furutimmer.

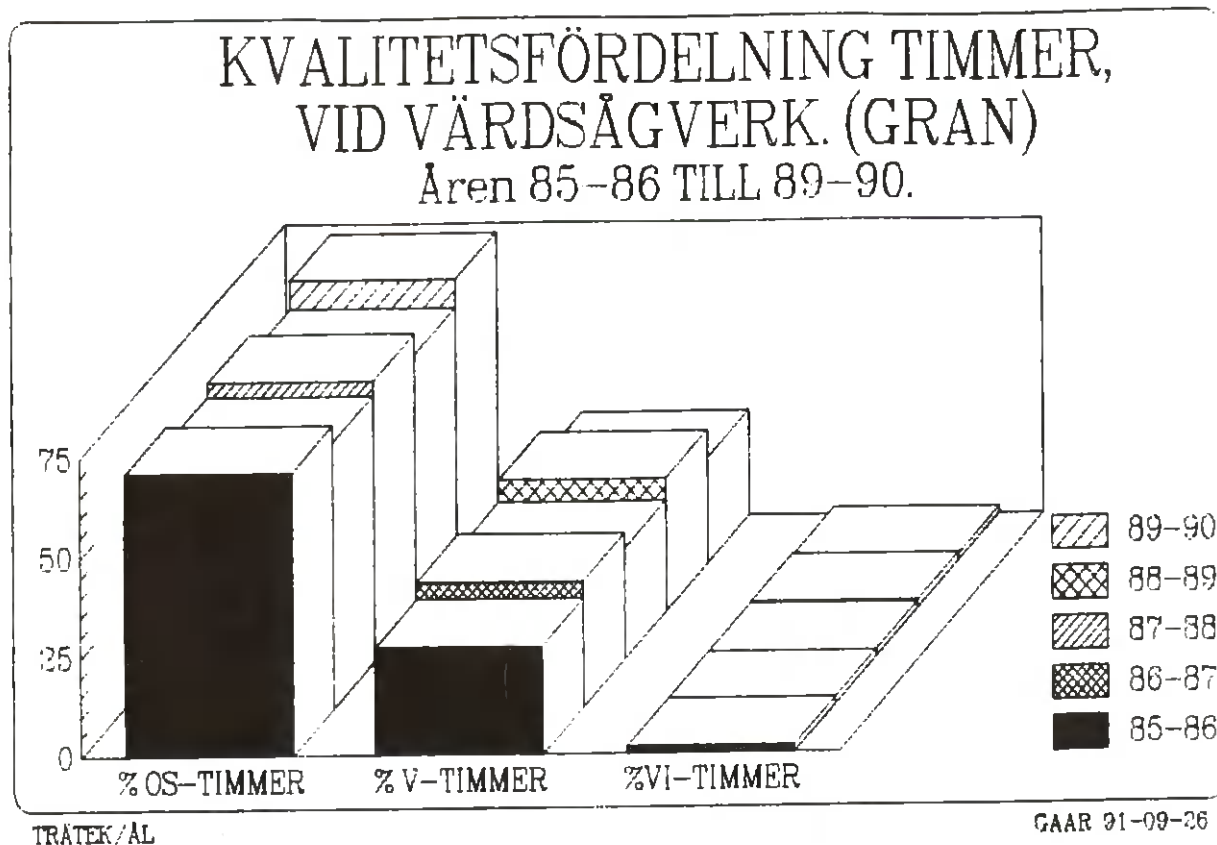
För SDCs vidkommande börjar året den 1/8 och slutar 31/7. Vid vederlagsmätningen anges också halvkvantiteter, t ex o/s/V. För de stockar som har bedömts som halvkvantiteter går hälften av antalet till den första helkvantiteten och den andra halvan till den andra helkvantiteten.

I figurens djupled anges skogsåret, längst fram står år 1985-86 och längst bak år 1989-90. I figuren syns en kraftig nedgång med 5 % i o/s-andelen kopplat till en motsvarande höjning av kvintaandelen år 1988-89. Utskottsandelen ligger däremot påfallande konstant.

I figur 3.2 visas motsvarande årliga kvalitetsutfall för gran.

För gran uppstår en kraftig nedgång i o/s-andelen år 1988-89 med ca 7 %, även år 1986-87 noteras en viss nedgång.

Ett enkelt timmerlagersystem har utvecklats ur SDCs datamaterial. Lagersystemet anger för en given tidsperiod hur många stockar som har mätts in till varje timmerklass och dessa stockars kvalitetsfördelning. Dessutom anges för varje timmerklass stockarnas medellängder, uppdelade på de olika kvalitetstyperna. Dessa uppgifter ligger till grund för beräkningen av längdavgapen som behandlas i avsnitt 3.5. SDCs stocknotor beskriver stockfångsten under en viss tidsperiod uppdelat på olika kvaliteter.



Figur 3.2. Kvalitetsutveckling grantimmer.

Inom varje kvalitetslista anges antal stockar per toppdiametertal. Hur lagersystemet fungerar beskrivs här med ett exempel: Antag att man från SDCs o/s-lista finner 1.400 stockar med toppdiametertalet 20 cm. Denna grupp av stockar har dessutom medellängden 46,4 dm. Stockgruppens toppdiametertal betyder att stockarnas verkliga toppdiametrar ligger i intervallet 20,00 - 20,99 cm.

Vi antar dessutom att stockarnas toppdiametrar är fullständigt likformigt fördelade i intervallet 20,00 - 20,99 cm. I detta intervall hamnar alla stockar som är mindre än 207 mm i timmerklass 6 och de som är större än eller lika med 207 mm i timmerklass 7. Eftersom vi har antagit likformig fördelning av toppdiametrarna i intervallet 20,00 - 20,99 cm kan vi beräkna hur denna grupp o/s-stockar fördelar sig till timmerklass 5 och 6.

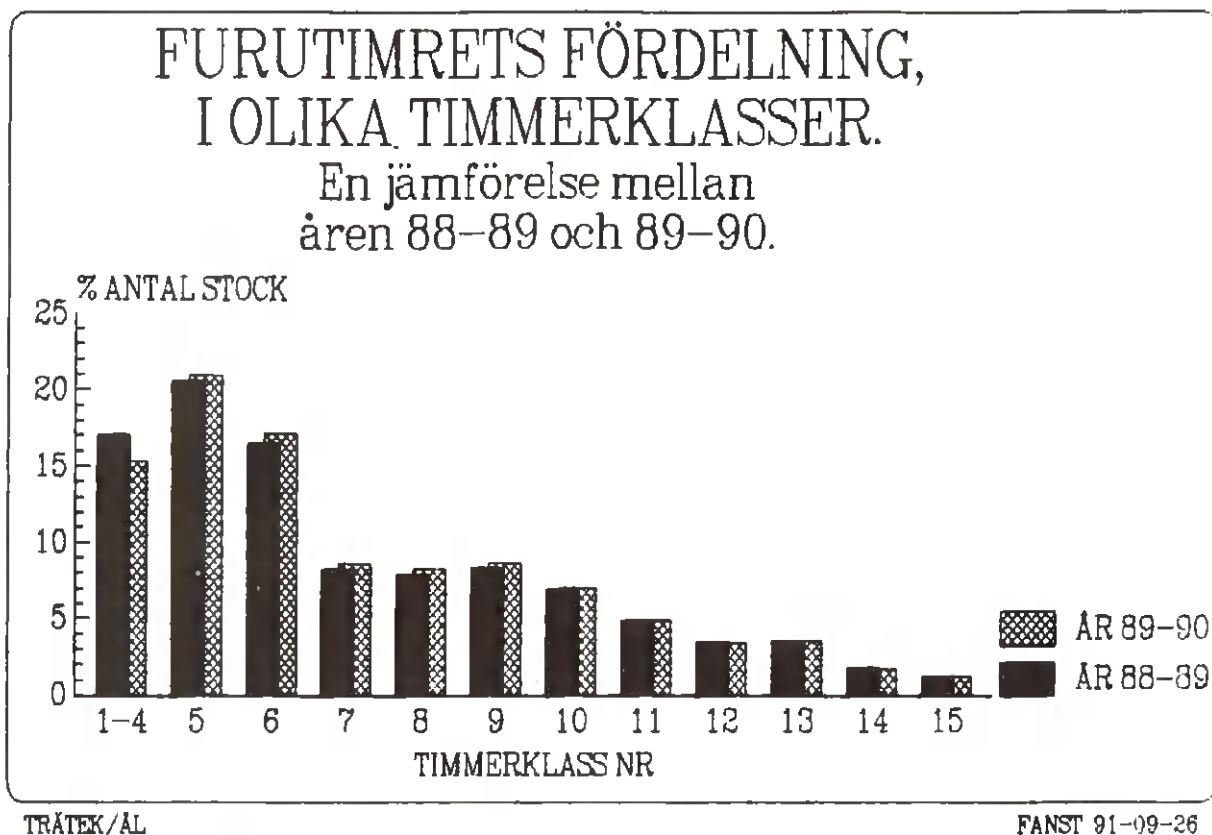
Timmerklass 5 - tillskott på o/s-stock =  $\frac{7}{10} \cdot 1.400 = 980$  st

Timmerklass 6 - tillskott på o/s-stock =  $\frac{3}{10} \cdot 1.400 = 420$  st

Dessutom erhålles för o/s-stockar således ett tillskott av 980 respektive 420 stockar i timmerklass 6 respektive 7 med diametern 46,4 dm.

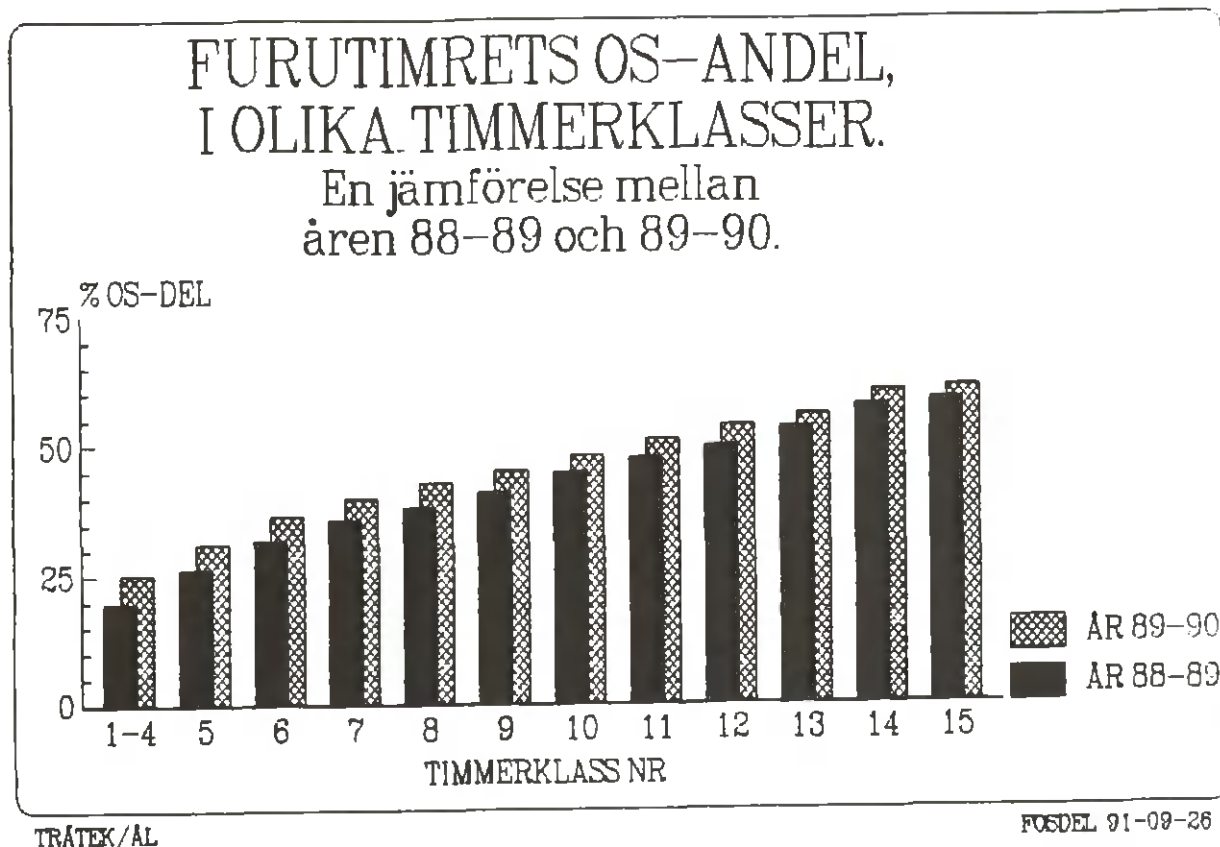
På så sätt genomgås varje datapost i SDCs stocknotor och varje datapost resulterar i ett stocktillskott av given kvalitet och längd till de olika timmerklasserna. SDCs halvkvantiteter behandlas så att hälften av stockarna går till den första kvaliteten och resten till den andra. Dessa halvkvantiteter är väsentligt ovanligare än motsvarande helkvantiteter. Med det nyss beskrivna lagersystemet kan det kvalitetsmässigt goda året 1989–90 jämföras med det dåliga året 1988–89.

Framställningen börjar med furu och först studeras hur stockarna fördelas på olika timmerklasser. De till timmerklasserna hörande diameterintervallen beskrivs i tabell 1, bilaga 1, och indelningen i timmerklasser är densamma för furu som för gran.



Figur 3.3. Stockfördelning i timmerklasser.

Fördelningen av antal stock skiljer sig inte åt så mycket mellan de olika åren, dock erhöles väsentligt mer klen-timmer (klass 1-4) det dåliga året 1988-89. Kvalitetsfördelningen i timmerklasserna representeras av o/s-andelen timmer och resultatet visas i figur 3.4.



Figur 3.4. Procentuell o/s-andel i olika timmerklasser.

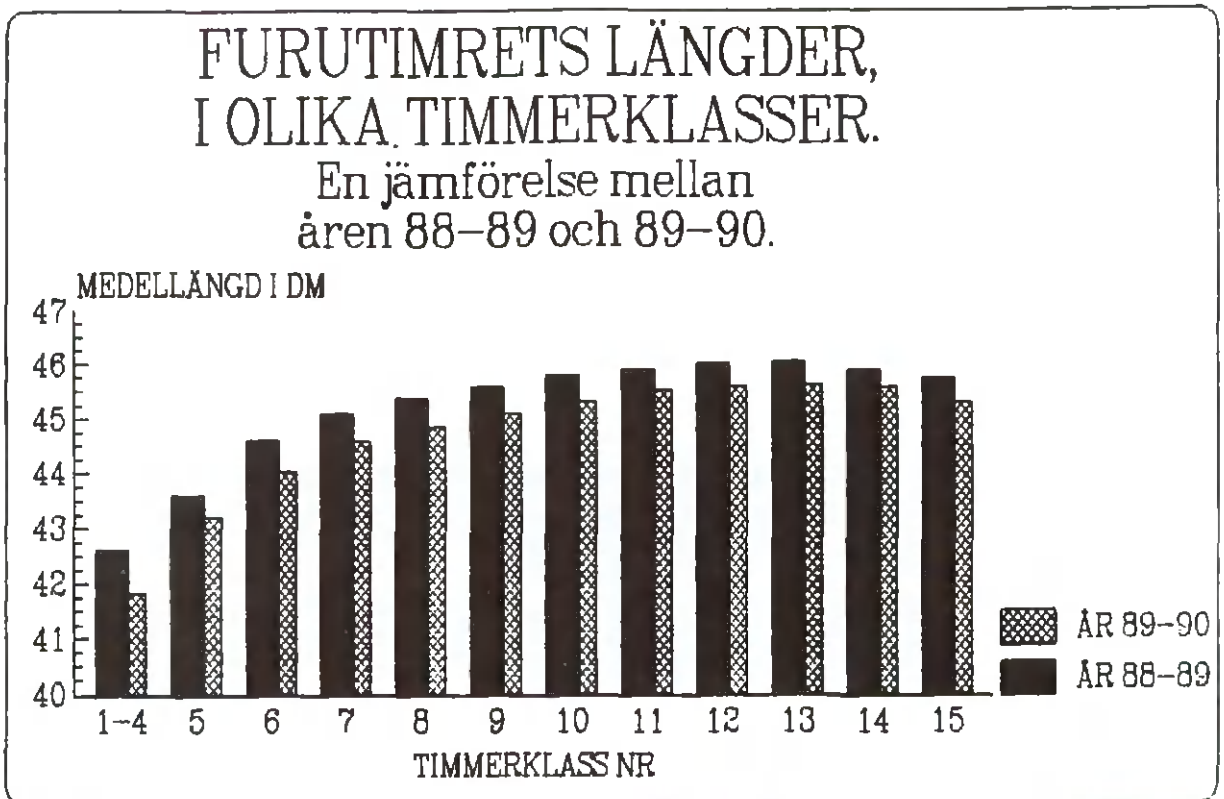
Som synes erhålles en stadigt högre o/s-andel i samtliga klasser mellan åren 1989-90 och 1988-89. Man kan också iakttaga att o/s-andelen stiger väldigt regelbundet med stigande klassnummer.

Procentandelen o/s i timmerklassen (Y) kan uttryckas som en funktion av klassens medeldiameter (D) i mm och följande formel erhålles för år 1989-90:

$$(19) Y = -60.586 + 6.906 \cdot D$$

Medelfelet är så lågt som 0,7 % och korrelationskoefficienten så hög som 0,997. Sambandet är mycket starkt och innebär att man vid sågning av grövre timmer automatiskt sågar en råvara med högre kvalitet.

Timmerklassernas medellängder, alla stockkvaliteter sammantagna, beskrivs i figur 3.5.



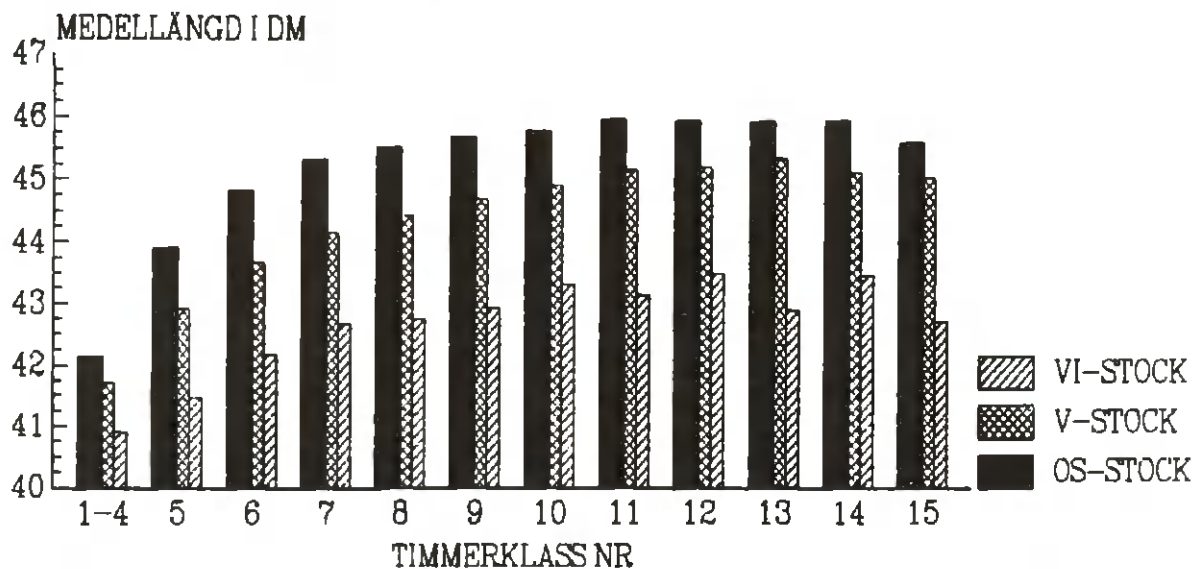
Figur 3.5. Furustockarnas medellängder i olika timmerklasser.

År 1988-89 med den generellt sämre stockkvaliteten har generellt längre stockar än år 1989-90. Förklaringen till detta skulle kunna vara att längdpremieringen slår kraftigare vid skogsbestånd av lägre kvalitet.

I figur 3.6 beskrivs medellängderna uppdelat på o/s-, V- och VI-timmer år 1989-90.

Stocklängden sjunker med avtagande stockkvalitet, vilket gäller för samtliga timmerklasser. Tendensen är densamma för år 1988-89. Förklaringen till detta skulle vara att det är ekonomiskt fördelaktigt att aptera långa högkvalitativa stockar. Framställningen fortsätter nu med gran och samma år jämförs för furu. Figur 3.7 visar stockfördelningen i olika timmerklasser.

## FURUSTOCKARS LÄNGDER, I TIMMERKLASS OCH KVAL. ÅR 89-90.



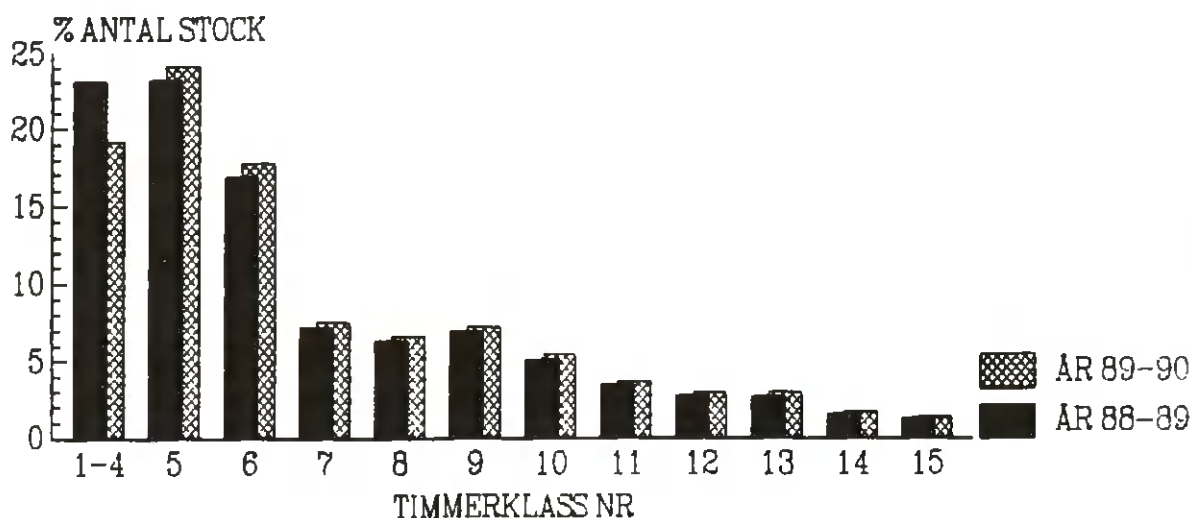
TRÅTEK/AL

FLDKL2 91-09-26

Figur 3.6. Furustockarnas medellängder fördelade på kvalitet och timmerklass.

## GRANTIMRETS FÖRDELNING, I OLIKA TIMMERKLASSER.

En jämförelse mellan  
åren 88-89 och 89-90.



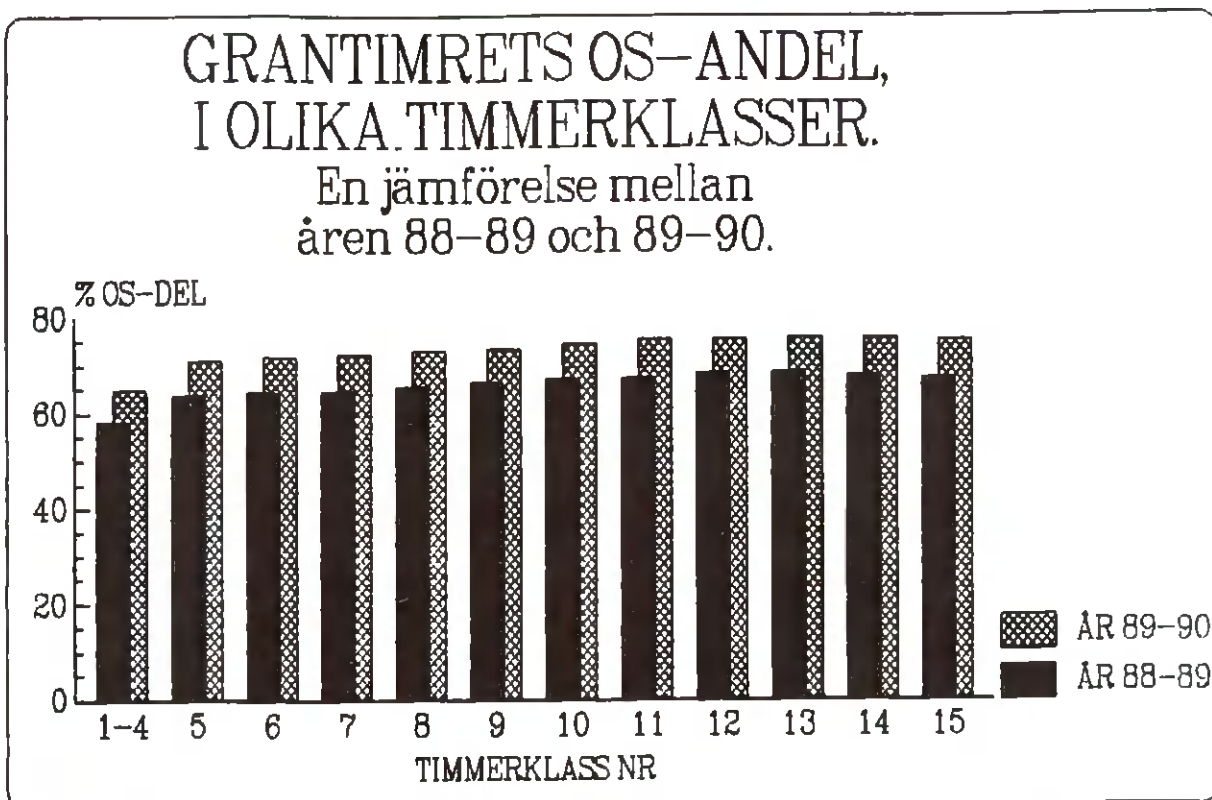
TRÅTEK/AL

GANST 91-09-26

Figur 3.7. Stockfördelningen i timmerklasserna.

Fördelningen av antal stockar i olika timmerklasser skiljer sig inte åt så mycket mellan de olika åren, dock erhöles väsentligt mer klentimmer (1-4) det dåliga året 1988-89 än det goda året 1989-90.

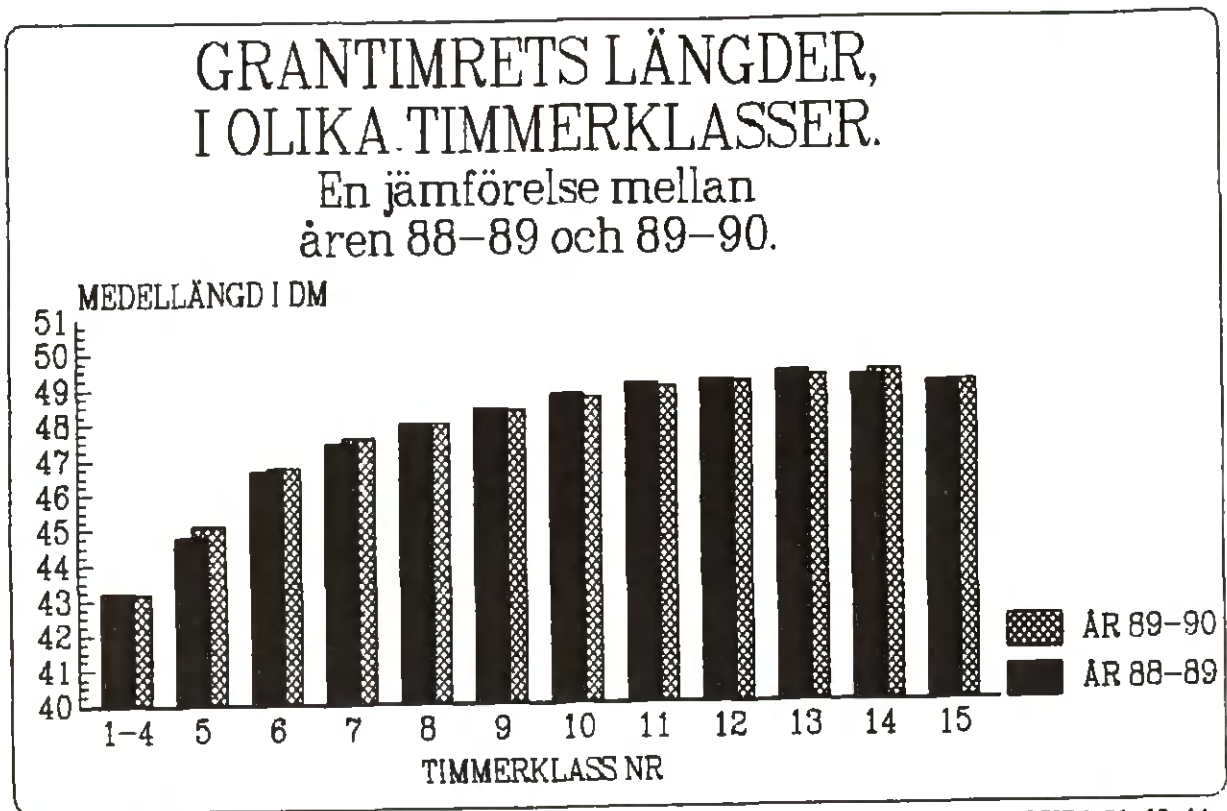
Kvalitetsfördelningen i timmerklasserna representeras av o/s-andelen timmer och resultatet visas i figur 3.8.



Figur 3.8. Procentuell o/s-andel i olika timmerklasser.

Som synes erhålles en stadigt högre o/s-andel i samtliga klasser mellan åren 1989-90 och 1988-89. o/s-andelen varierar väldigt lite för gran mellan olika timmerklasser. Det är i stort sett endast klentimret (1-4) som har avvikande o/s-andelar.

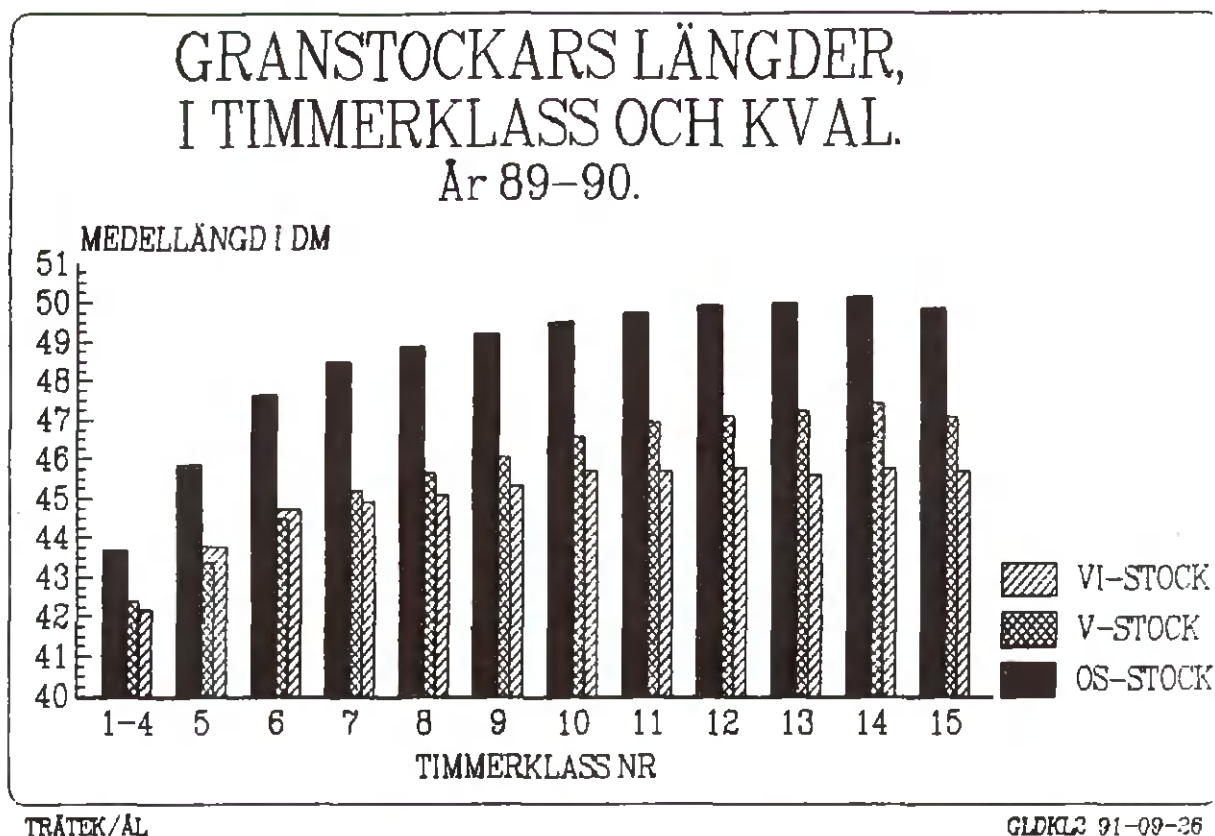
Timmerklassernas medellängder, alla stockkvaliteter sammantagna, beskrivs i figur 3.9.



Figur 3.9. Granstockarnas medellängder i olika timmerklasser.

För gran kan man inte se någon skillnad mellan längderna för de båda jämförelseåren. Möjligen beror detta på att apteringen av gran är mindre kvalitetsgränskänslig än vad som gäller för furu.

I figur 3.10 beskrivs medellängden uppdelat på o/s-, V- och VI-timmer för år 1989-90.



Figur 3.10. Granstockarnas medellängder fördelade på kvalitet och timmerklass.

Stocklängden sjunker med avtagande kvalitet. Speciellt påtagligt är längdfallet mellan o/s- och V-stockar. Tendensen är densamma för år 1988-89. I bilaga 1, tabell 2a-j, beskrivs stockfördelningen mellan timmerklasser och kvalitetsfördelningen inom varje klass för de fem åren 1985-86 till 1989-90 uppdelat på furu och gran.

Kvalitetsutfallet per timmerklass för år 1989-90 har använts i avsnitt 3.4 vid bestämningen av kvalitetskopplingen mellan råvara och sågade produkter.

I bilaga 1, tabell 3a och b beskrivs stockarnas medellängder fördelade på timmerklass och stockkvalitet för åren 1988-89 och 1989-90.

### 3.3 Timmerfördelning till olika produktsortiment - använda postningar

De regelbundet använda postningarna för furu och gran beskrivs i bilaga 1, tabell 4 och 5. Den huvudsakliga studien omfattar produktionen av centrumutbyten av furu under året 1989-90. Sambandet mellan centrumutbytesdimensioner och uttag ur timmerklassen fås ur sågapporten för år 1989-90.

Hur denna sågrapport ser ut visas med ett exempel i tabell 6, bilaga 1. I sågapporten anges följande data för varje sågpass nämligen:

- Datum
- Natt- eller dagpass
- Antal sågade stockar
- Timmerklassangivelse
- Centrumutbytesdimensioner
- Antal centrumutbyten

Byter man timmerklass eller ändrar postningen erhålles således en ny sågpassangivelse.

Antalet centrumutbyten som tas ur varje stock följer en mycket enkel regel, nämligen fyra centrumutbyten ur varje stock fås från centrumutbyten med tjocklekarna 32 och 38 mm. Två centrumutbyten som tas ur varje stock fås från centrumutbyten med tjocklekarna 50, 63 och 75 mm. Genom att bearbeta såggrapporten för 1989–90 erhålles en bild över sammanbandet mellan centrumutbytesdimensioner och timmerklasser. Resultatet visas i tabell 7, bilaga 1.

Tabellen visar att flertalet centrumutbyten av en viss dimension huvudsakligen sågas från en dominerande timmerklass. Mindre kompletterande timmerflöden kommer nästan alltid från den närmast övre eller undre timmerklassen räknat från den klass där man har huvudintaget.

Timmerintaget för varje centrumutbytesdimension är därför påfallande homogent vad avser timmerklasser, vilket i sin tur påtagligt förenklar kopplingen mellan råvarans och färdigvarans kvalitet, se avsnitt 3.4.

Om man istället betraktar varje timmerklass för sig och vill studera hur klassens stockar fördelar sig på olika centrumutbytesdimensioner beskrivs detta i figur 1 a och b och i tabell 8, bilaga 1. Hur denna stockfördelning till olika centrumutbyten ser ut varierar en hel del från timmerklass till timmerklass.

### **3.4 Kopplingen mellan timrets och färdigvarans kvalitet**

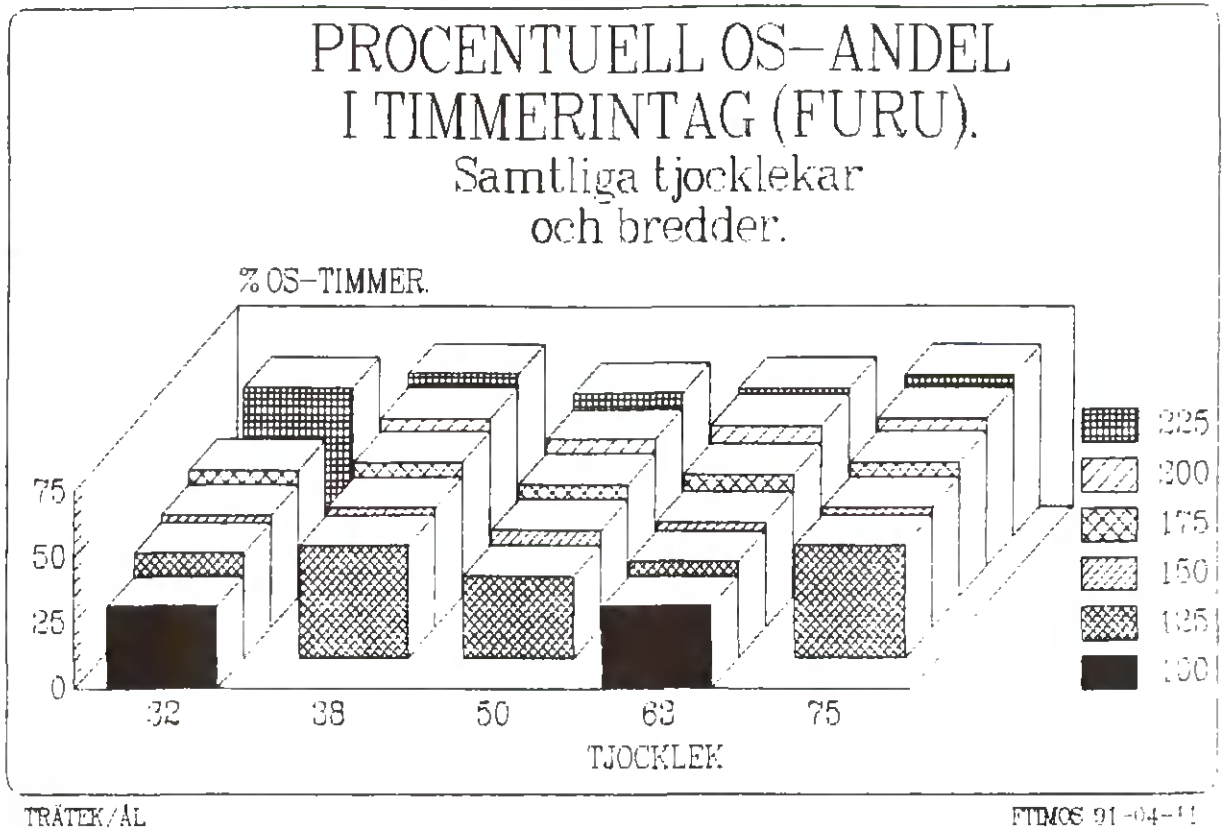
Kopplingen mellan råvarans och sågvarans kvalitet har utförts för en längre tidsrymd, nämligen skogsåret 1989–90.

Detta angreppssätt har valts då svårigheterna att behandla råvarans kvalitetsfluktuationer på kortare tidsrymder är mycket stora, vilket dels beror på svårigheter att från SDC erhålla information med hög tidsupplösning, dels på att tömningsordningen av sågklasserna inte följer en given ordning. För beräkningen av fem årliga genomsnittliga kvalitetsprofiler för timmerintaget till en viss centrumutbytesdimension har timmerklassernas kvalitetsfördelning hållits konstanta. Detta antagande blir rimligare ju fler sågpass som bidrar till betraktad centrumutbytesdimension, då den sammanlagda kvaliteten från många sågpass torde ligga nära de för året genomsnittliga kvalitetsandelarna.

Timmerklassernas o/s-andelar har varit densamma som i figur 3.4 och den fullständiga kvalitetsfördelningen är densamma som i tabell 2e, se bilaga 1.

Sågrapporterna ger upplysning om hur timmerbehovet fördelar sig på timmerklasser för varje centrumutbytesdimension, se tabell 7, bilaga 1.

Den genomsnittliga årliga råvarukvaliteten för de olika centrumutbytesdimensionerna kan nu beräknas och resultatet beskrivs i figur 3.11.



Figur 3.11. Genomsnittlig årlig råvarukvalitet för de olika centrumutbytesdimensionerna.

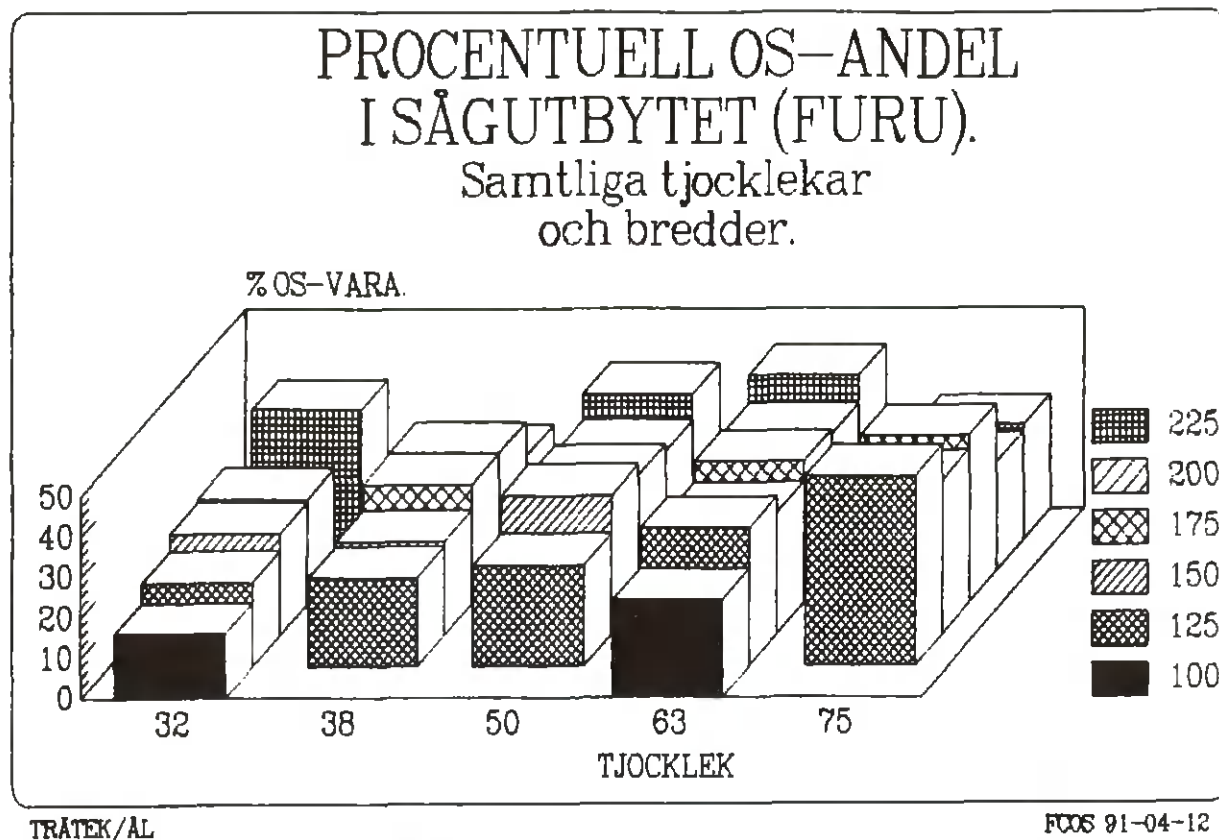
Utefter den horisontella axeln anges centrumutbytenas tjocklekar och i djupled deras bredder, den vertikala axeln anger timmerintagets o/s-andelar. Bilden ger ett mycket enhetligt intryck, o/s-andelen växer entydigt med ökad bredd eller blockhöjd. Orsaken till detta är att stockkvaliteten stadigt ökar med ökande diameter, se uttryck 19 i kap 3.2. En postning som kräver en grov stock erhåller så att säga automatiskt en hög genomsnittlig stockkvalitet.

Timmerintagets o/s-andel kan lämpligen korreleras till centrumpaketets rådiameter. Med centrumpaket menas hopslagningen av postningens centrumutbyten i vått tillstånd med

avstånd för sågspår. Procentandelen o/s i timmerintaget (Y) kan nu uttryckas som en funktion av centrumpaketets rådiameter RD och följande formel erhålles:

$$(20) \quad Y = 64.894 + 7.382 \cdot RD$$

Medelfelet är så lågt som 1,1 % och korrelationskoefficienten så hög som 0,990. Sambandet är nästan lika starkt som i ekvation 19. I figur 3.12 visas motsvarande figur för o/s-andelen i färdigvaran.



Figur 3.12. Genomsnittlig årlig o/s-andel i färdigvaran.

Om man jämför figur 3.11 med figur 3.12 finner man att staplarna genomgående är lägre i den sistnämnda figuren, vilket är vad man borde förvänta sig. Vad värre är är att det totala mönstret skiljer sig åt mellan figurerna. I stapeln för 75 cm tjocka utbyten, sjunker o/s-andelen i figur 3.12 med ökade bredder, samtidigt som o/s-andelen i timmerintaget, se figur 3.11, stiger. Ett märkligt förhållande som vi har anledning att återkomma till.

Färdigvarans årliga kvalitetsfördelning erhålles volymbaserad. Denna kvalitetsfördelning omformas till att bli stycketalsrelaterad genom formeln:

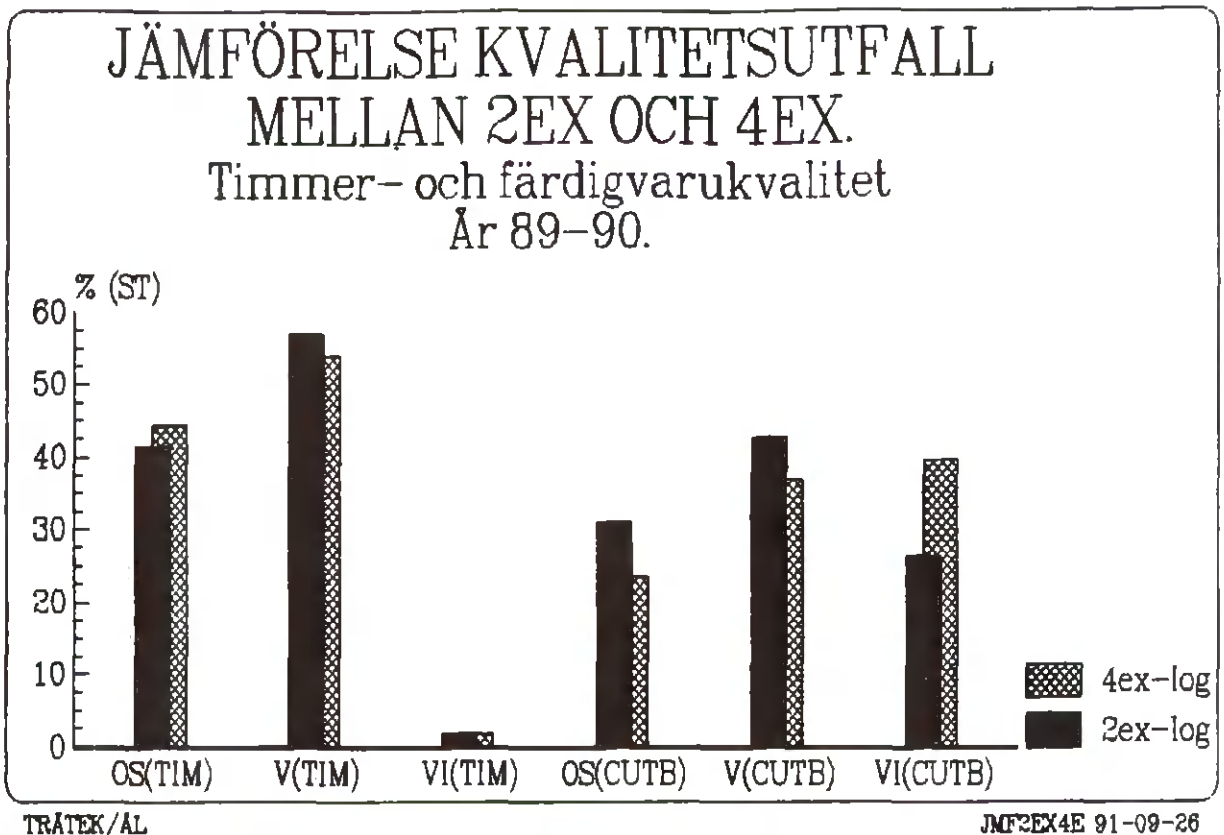
$$\text{stycketal} = V / (\text{TJ} \cdot \text{BR} \cdot \text{L})$$

där V = total sågad volym ( $\text{m}^3\text{sv}$ ) av viss kvalitet och dimension.

TJ och BR är lika med centrumutbytets tjocklek och bredd i [m]. L är den årliga medellängden för centrumutbyten med given dimension och kvalitet.

Hur dessa medellängder varierar med dimension och kvalitet för år 1989–90 beskrivs i tabell 9, bilaga 1.

Färdigvarans kvaliteter omfattar grundkvaliteterna o/s, V och VI. Dessutom finns i viss utsträckning sammanlagda kvaliteter som t ex V + VI. Fördelningen inom en dylik sammanlagd kvalitet antas vara densamma som för grundkvaliteterna. På så sätt överförs de sammansatta kvaliteterna till grundkvaliteterna. Specialkvaliteten kvistrent överförs till o/s-kategorin. I tabell 10 beskrivs för år 1989–90 färdigvarukvaliteten för varje centrumutbytesdimension. I figur 3.13 visas den sammanvägda råvaru- och färdigvarukvaliteten uppdelad på samtliga 2-ex och 4-exutbyten.



Figur 3.13. Den sammanvägda råvaru- och färdigvarukvaliteten uppdelad på samtliga 2-ex och 4-exutbyten.

Timmerintagets årliga genomsnittliga kvalitet skiljer sig inte mycket mellan utbyten av 2-exlog respektive 4-exlog. Timmerintagets kvalitet är något bättre för 4-exlog än för 2-exlogutbyten, se de tre första stapelparen. Färdigvarans kvalitet är däremot radikalt mycket sämre för 4-exlog än för 2-exlog, se de tre följande stapelparen. o/s-andelen är markant lägre och VI-andelen är markant högre för 4-exlog än för 2-exlog. Siffervärdena till figur 3.13 beskrivs i tabell 11, bilaga 1. Vid beräkning av kvalitetskopplingen

mellan råvara och färdigvara finns det därför all anledning att hålla isär dessa produkt-kategorier. Kvalitetskopplingsfaktorer (X1 - X9, se figur 2.3 i avsnitt 2.5) beräknas enligt de principer som beskrivs i avsnitt 2.5 och efter följande schema:

### Samtliga 2-exlogdimensioner

#### Steg 1

Kopplingsfaktorer beräknas för hela gruppen samtliga 2-exlogutbyten. Råvarans och färdigvarans genomsnittliga kvalitetsfördelning över året beräknas. Som kopplingsfaktorernas börvärden tas resultatet från en tidigare provsågning, som presenteras senare.

#### Steg 2

Kopplingsfaktorer beräknas för varje 2-exlogdimension. Råvarans och färdigvarans genomsnittliga kvalitetsfördelning över året beräknas. Som kopplingsfaktorernas börvärden tas resultatet från steg 1, d v s kvalitetskopplingen för hela gruppen 2-exlog används.

### Samtliga 4-exlog

#### Steg 3

Kopplingsfaktorer beräknas för hela gruppen samtliga 4-exlogutbyten. Råvarans och färdigvarans genomsnittliga kvalitetsfördelning över året beräknas. Som kopplingsfaktorernas börvärden tas resultatet från steg 1 (samtliga 2-exlog) då lämplig provsågning för 4-exlog furu ej har hittats.

#### Steg 4

Kopplingsfaktorer beräknas för varje 4-exlogdimension. Råvarans och färdigvarans genomsnittliga kvalitetsfördelning över året beräknas. Som kopplingsfaktorernas börvärden tas resultatet från steg 3, d v s kvalitetskopplingen för hela gruppen 4-exlog används. Ovanstående schema har producerat vettiga kvalitetskopplingar för samtliga centrumutbytesdimensioner. Den svagaste länken i schemats kedja är avgjort valet av börvärden i steg 3.

Här skulle det vara som mest motiverat med framtida kompletterande provsågningsinsatser. Börvärden till kvalitetskopplingen för gruppen samtliga 2-exlog har valts bland flera provsågningar utförda vid Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för virkeslära, i Uppsala. Vägledande vid valet av provsågningsresultatet har varit följande kriterier:

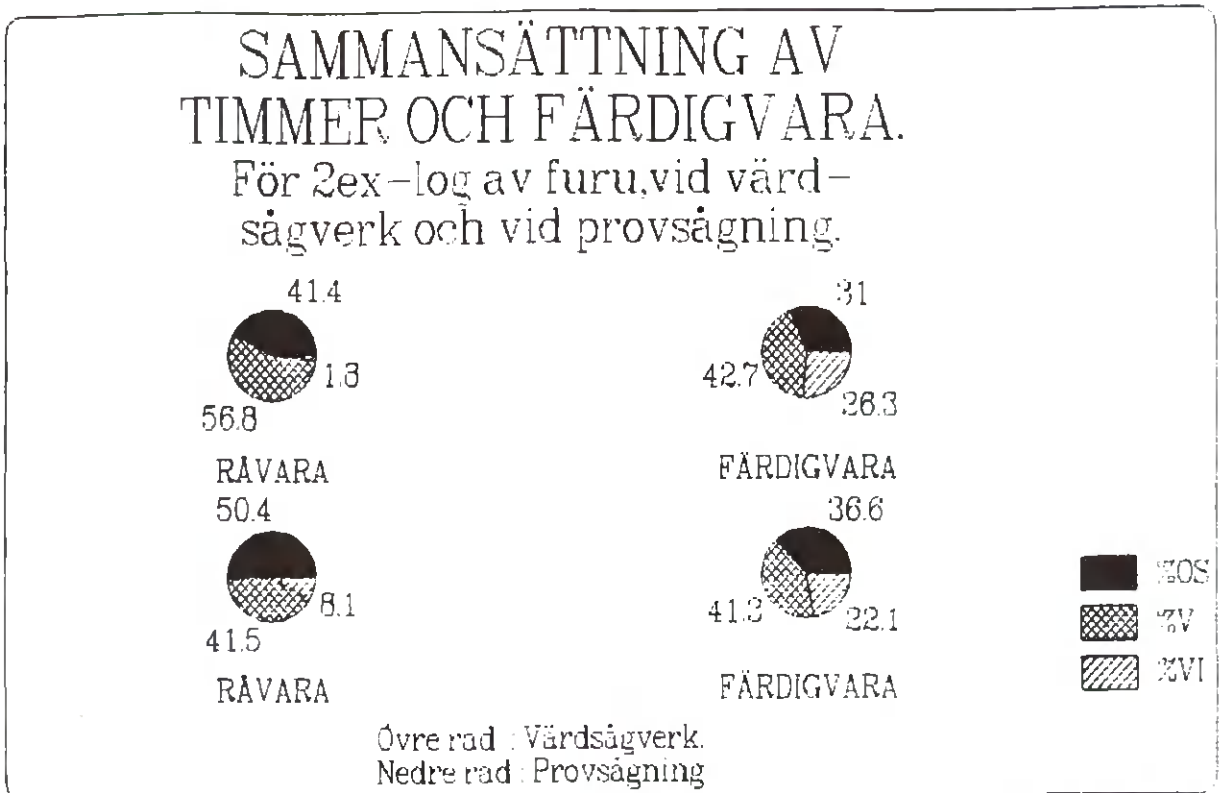
- a) Provsågningen skall omfatta ett tillräckligt stort antal stockar.
- b) Kvalitetsfördelning timmer och sågvara skall likna den vid värdsågverket.

- c) De framräknade kvalitetskopplingsfaktorerna skall inte avvika alltför mycket från de åsatta börvärdena.

En lyckad provsågning för tall ur ovan nämnda aspekter erhålles ur totalmaterialet från rapport R65 från SLUs Institution för virkeslära /16/. Undersökningen omfattar drygt 2.000 tallstockar, vilket är ett representativt urval för riket.

De allra flesta stockarna sågades med 2-exlog, men några stockar 4-exlog förekom också. Kvaliteten på färdigvaran bedömdes före torkningen, varför torksprickor inte har påverkat resultatet.

I figur 3.14 jämförs kvalitetsfördelningen timmer och färdigvara mellan värdsågverket och den valda provsågningen.



TRÅTEK/ÅL

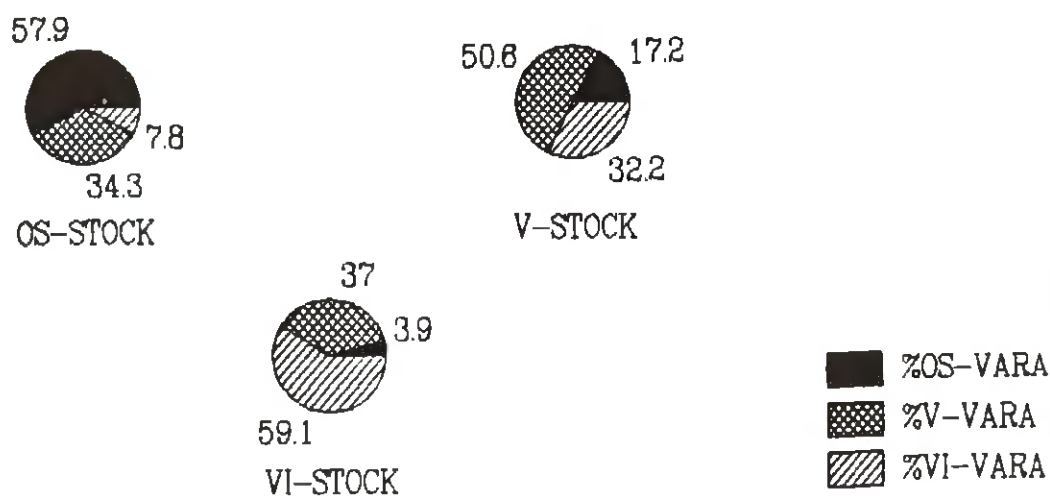
FMIX2EX 91-04-25

Figur 3.14. Kvalitetsfördelning timmer och färdigvara. Jämförelse mellan värdsågverket och den valda provsågningen.

Kvalitetssammansättningarna är någorlunda lika, mest skiljer sig kanske råvaran mellan de olika fallen. Provsågningsfallet (se nedre raden) har både mer o/s- och VI-timmer än vad värdsågverket har, men eftersom dessa kvalitetskillnader går åt olika håll kvalitetsmässigt är kanske nettoskillnaden inte så stor. I figur 3.15 beskrivs kvalitetskopplingen för provsågningsfallet.

## KVALITETSUTFALL FURU, VID EN PROVSÅGNING.

Råvaru- och färdigvarumixen,  
liknar den i värdsågverket.



TRÅTEK/ÅL

FKOPPS 91-10-14

Figur 3.15. Kvalitetskopplingen för provsågningsfallet.

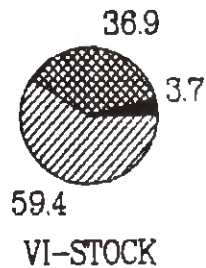
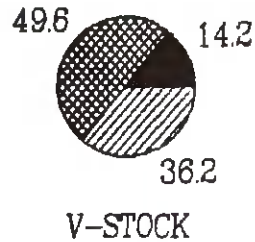
Med dessa kvalitetskopplingsfaktorer som börvärden kan kvalitetskopplingen för gruppen samtliga 2-exlogutbyten bestämmas och resultatet beskrivs i figur 3.16.

Om man jämför de beräknade kopplingsfaktorena i figur 3.16 med motsvarande börvärden i figur 3.15 finner man rätt så små skillnader. Kvalitetskopplingen i figur 3.16 leder regelmässigt till lite sämre kvalitetsutfall än den i figur 3.15. Detta kan förklaras med att torksprickor har tillkommit som kvalitetsnedsättande faktor i figur 3.16. Kvalitetskopplingsfaktorerna för VI-stockar ligger mycket nära de givna börvärdena i figur 3.15.

Detta är en genomgående tendens i fortsättningen. I alla de utförda analyserna hamnar VI-stockarnas kopplingsfaktorer mycket nära de givna börvärdena.

## KVALITETSUTFALL FURU, VID VÄRDSÄGVERK.

Gäller 2ex-log och skogsåret 89-90.



TRÅTEK/AL

FKOP2EX 91-04-25

Figur 3.16. Kvalitetskopplingen för gruppen samtliga 2-exlogutbyten.

Detta beror på att andelen VI-stocker är så liten och därför påverkar antaganden om deras kvalitetsutfall helheten ytterst marginellt.

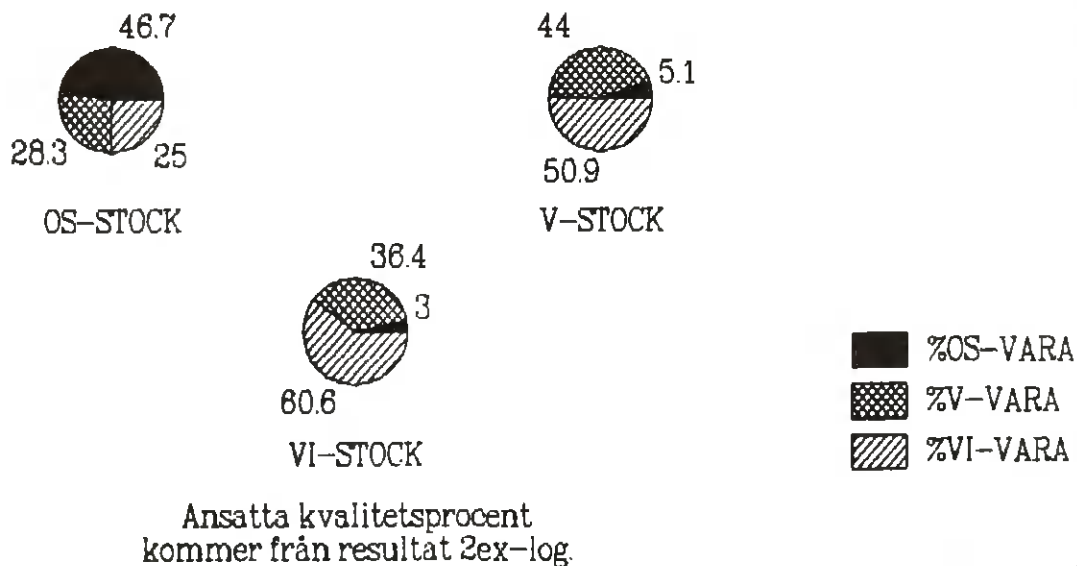
Kvalitetskopplingsfaktorerna i figur 3.16 används som börvärden för gruppen samtliga 4-exlogdimensioner. Gruppens beräknade kvalitetskopplingsfaktorer visas i figur 3.17.

Kvalitetskopplingen har avservärt försämrats mellan gruppen samtliga 2-exlogutbyten (figur 3.16) och gruppen samtliga 4-exlogdimensioner (figur 3.17), vilket torde bero på att de klenare utbytena i den sistnämnda gruppen tål mindre kvist än i den förstnämnda gruppen. De från figur 3.16 komna börvärdena är således mindre väl valda, en provsågningsinsats skulle därför vara väl motiverade för denna produktkategori.

Kvalitetskopplingen för varje centrumutbytesdimension har beräknats enligt tidigare beskrivet schema och resultatet sammanfattas i figur 3.18.

## KVALITETSUTFALL FURU, VID VÄRDSÄGVERK.

Gäller 4ex-log och skogsåret 89-90.



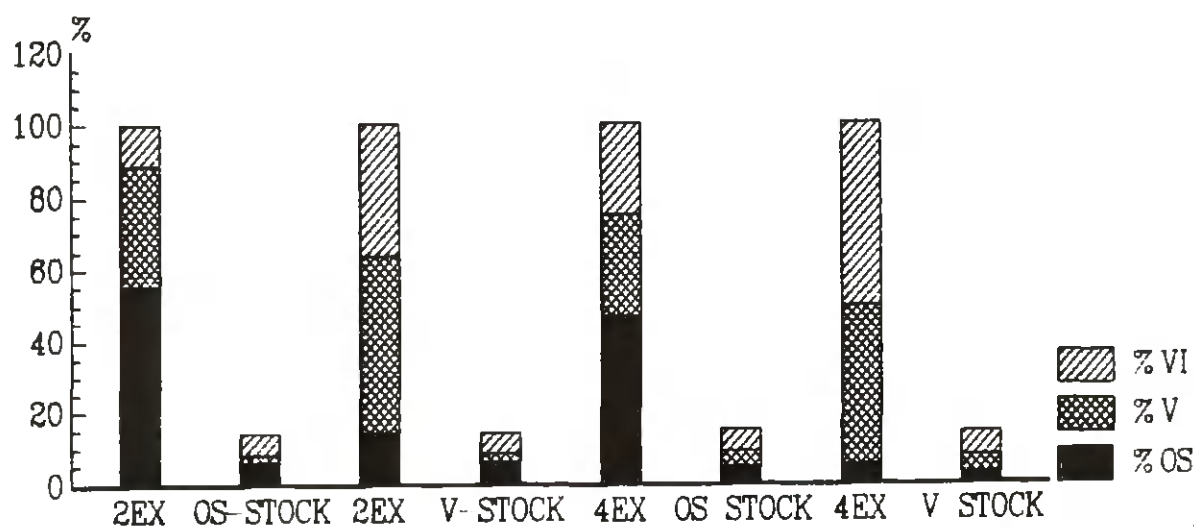
TRÅTEK/AL

FKOP4EX 91-10-14

Figur 3.17. Beräknade kvalitetskopplingsfaktorer för gruppen samtliga 4-exlogdimensioner.

## SAMMANFATTNING AV KVALITETS- KOPPLINGEN.

Höga staplar : medelvärden.  
Låga staplar : spridningar.



TRÅTEK/AL

FKOPSF 91-10-14

Figur 3.18. Kvalitetskopplingen för varje centrumutbytesdimension.

Staplarna i figuren 3.18 hänger ihop parvis. En hög stapel anger kvalitetskopplingen till en dimensionsgrupp (2-exlog eller 4-exlog) och den efterföljande lilla stapeln anger för varje kopplingsfaktor spridningen inom gruppen.

De två första respektive de två sista stapelparen beskriver gruppen samtliga 2-exlog-respektive gruppen samtliga 4-exlogutbyten. Första och tredje, respektive andra och fjärde stapelparet beskriver kvalitetskopplingen för o/s respektive VI-stockar. Kvalitetskopplingen för VI-stockar är inte intressant då denna koppling ligger mycket nära de ansatta börvärdena.

Ur figuren kan utläsas att följande kvalitetskopplingsfaktorer varierar relativt mycket inom respektive grupp, nämligen:

#### 2-exloggruppen

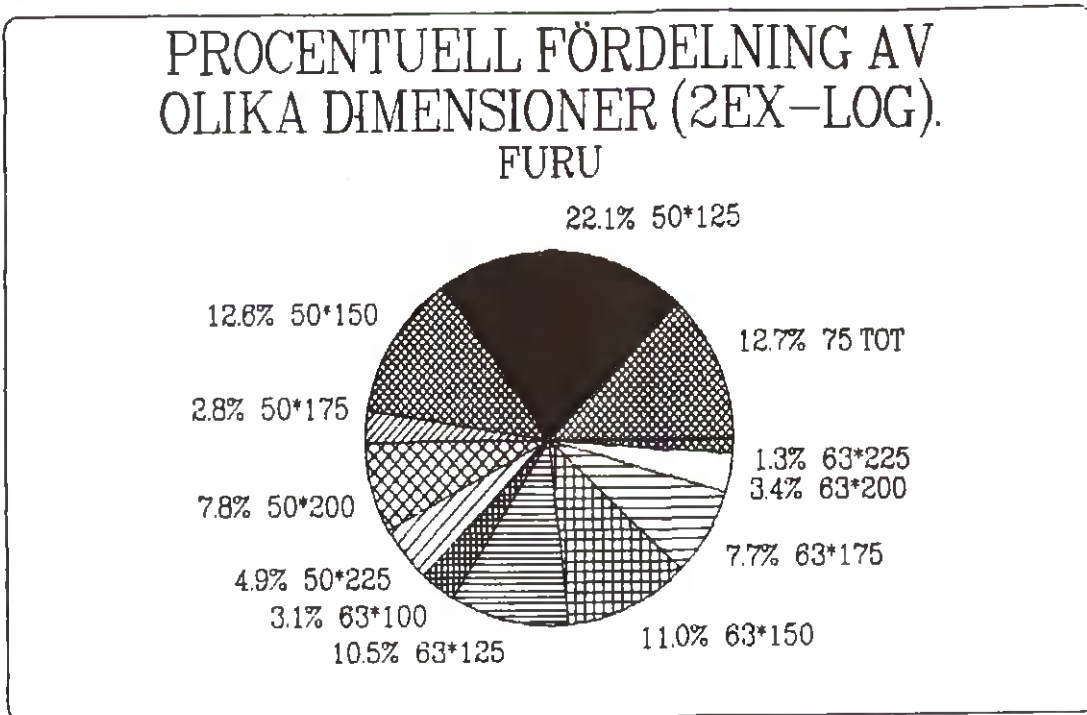
% VI-vara ur o/s-stockar

% o/s-vara ur V-stockar

#### 4-exloggruppen

% o/s ur V-stockar

Figur 3.18 sammanfattas även i tabell 12, bilaga 1. Innan kvalitetskopplingen redovisas för varje centrumutbytesdimension kan det vara intressant att studera hur vanliga olika dimensioner är. Den relativa fördelningen av 2-exlogdimensioner beskrivs i figur 3.19 a och b.



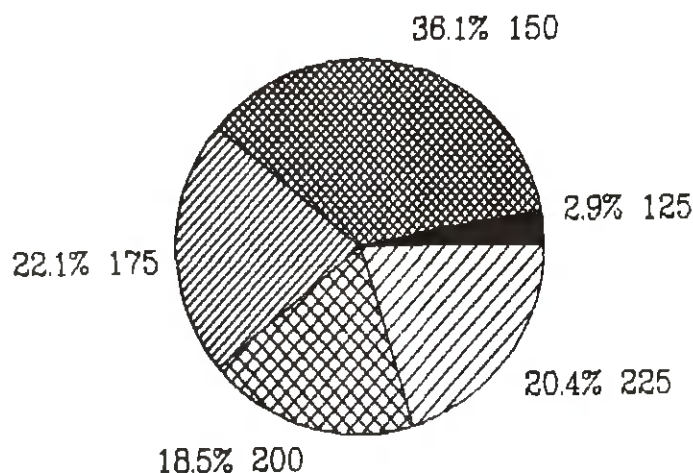
TRÅTEK/ÅL

FDDMT2 91-10-14

Figur 3.19a. Relativ fördelning av 2-exlogdimensioner.

## PROCENTUELL FÖRDELNING AV OLIKA BREDDER.

Tjocklek 75cm.  
Furu



TRÅTEK/AL

FBR75 91-03-23

Figur 3.19b. Relativ fördelning av 2-exlogdimensioner.

Speciellt ovanliga är dimensionerna 63 x 225 respektive 75 x 125 som utgör 1,3 % respektive 0,4 % av hela gruppen 2-exlog.

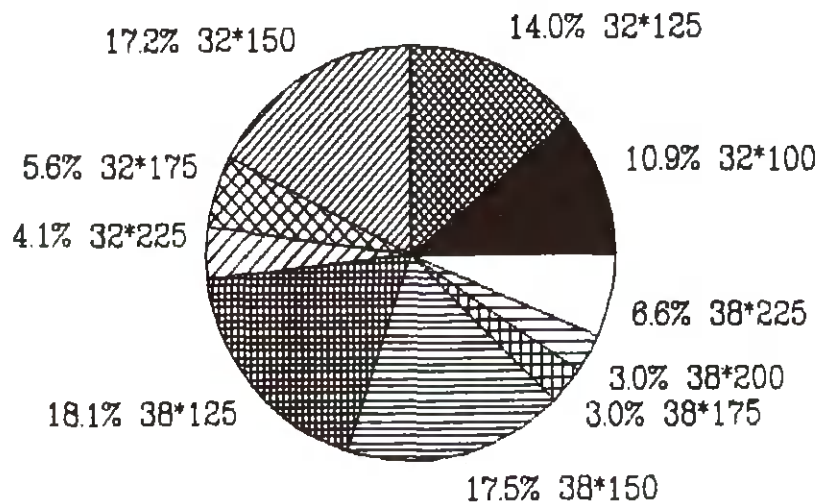
I figur 3.20 visas den relativa fördelningen inom gruppen samtliga 4-exlogutbyten.

Kvalitetskopplingen för varje centrumutbytesdimension beskrivs i figurerna 2-6 och i tabell 13 i bilaga 1.

Varje figur beskriver kvalitetskopplingen för centrumutbyten av en viss tjocklek. Den vänstra respektive högra halvan av stapeldiagrammen beskriver kvalitetskopplingen för o/s- respektive kvintastock. Siffrorna utefter den horisontella axeln anger centrumutbytets bredd. Kvalitetskopplingen för VI-stockar är ej medtagen i figurerna men väl i tabell 13.

Denna kvalitetskoppling är tämligen ointressant då de beräknade värdena ligger väldigt nära de åsatta börvärdena. För centrumutbyten som sågas från timmerklass 14 och 15 har en viss justering av råvarukvaliteten ägt rum. Cirka 800 tallrotstockar av prima kvalitet har vidarebefordrats till annat sågverk. Dessa stockar anses samtliga vara av o/s-kvalitet och antas höra hemma i klass 14 och 15. Timmerklass 14 respektive 15 har reducerats med 482 respektive 318 stycken o/s-stockar.

## PROCENTUELL FÖRDELNING AV OLIKA DIMENSIONER (4EX-LOG). FURU



TRÅTEK/AL

FDIMT4 91-10-14

Figur 3.20. Relativ fördelning inom gruppen samtliga 4-exlogutbyten.

Studeras de erhållna kvalitetsfaktorerna statistiskt inom respektive huvudgrupp som utgörs av samtliga 4-exlog respektive samtliga 2-exlog, erhålles inga säkra statistiska samband. D v s kvalitetskopplingen beror inte systematiskt på centrumutbytets tjocklek eller bredd eller från vilka sågklasser det hämtats. Däremot finns det ju en tydlig systematisk skillnad mellan huvudgrupperna samtliga 2-exlog- respektive samtliga 4-exlog-utbyten. Detta betyder inte att systematiska samband helt saknas då sådana kan ha spolierats av centrumutbyten med påfallande udda kvalitetskoppling. Studeras figurerna 2-6 finner man att följande dimensioner har avvikande lågt kvalitetsutfall, nämligen:

32 x 100	Höga VI-andelar, se figur 2, bilaga 1
38 x 225	Låga o/s-andelar, höga VI-andelar, se figur 3, bilaga 1
75 x 200	Låga o/s-andelar, höga VI-andelar, se figur 6, bilaga 1
75 x 225	

Dimensionerna 38 x 225 och 75 x 225 dominerar helt och hållet stockuttaget från de två högsta timmerklasserna 14 och 15, se figur 1b, bilaga 1. Hur pass avvikande sågresultatet är i dessa timmerklasser illustreras i figur 7 a och b, bilaga 1.

I figurerna jämförs förväntad och verklig o/s-andel i varje timmerklass för sortimentsgrupperna samtliga 2-exlog respektive samtliga 4-exlogutbyten. De förväntade o/s-andelarna har beräknats med hjälp av erhållen kvalitetskoppling för gruppen samtliga 2-exlog respektive gruppen samtliga 4-exlogutbyten. I figurerna kan man se en kraftig negativ skillnad mellan förväntat och verkligt o/s-utfall i främst klass 14 och 15. För gruppen samtliga 2-exlog uppstår en påtagligt negativ skillnad även för timmerklassen 5 och 13.

Kvalitetsutfallet från timmerklasserna 14 och 15 eller produkterna 38 x 225 och 75 x 225 är exempel på mindre lyckade inslag i den ordinarie driften, och ansträngningar görs för att förklara dessa avvikelser.

Vid diskussioner med värdsågverket har följande tänkbara orsaker till det mindre lyckade kvalitetsutfallet framkommit:

- a) Olämpliga dimensioner av centrumutbyten sågas ur de högsta timmerklasserna. Blockhöjden kan väljas högre, vilket leder till mindre kvistar på kantsidorna.
- b) Problem vid torkningen.
- c) Problem med lång lagringstid.
- d) Kombination av b och c, d v s timmer som varit lagrat länge kan vara svårare att torka.

Problemdimensionerna 38 x 225 och 75 x 225 har studerats för åren 1986–87 och 1987–88. Indata har inte varit helt konsistenta, men slutsatsen blev grovt den följande: dimensionen 38 x 225 hade ungefär samma kvalitetsutfall som 1989–90. 75 x 225 hade väsentligt bättre utfall år 1986–87 och 1987–88 än 1989–90.

Slutsatsen av denna historiska tillbakablick blir att vi inte kan utesluta någon orsak till det låga kvalitetsutfallet för dimensionerna 38 x 225 eller 75 x 225.

### 3.5 Volymutbyte för centrumutbyten

De volymförluster som är aktuella för centrumutbyten är följande:

- a) förlust av hela utbyten
- b) längdkap av utbyten

Ytterst grova skattningar på den förstnämnda volymförlusten ges i avsnitt 3.6. I detta avsnitt behandlas den mer betydelsefulla volymförlusten som består av ändkapsförluster.

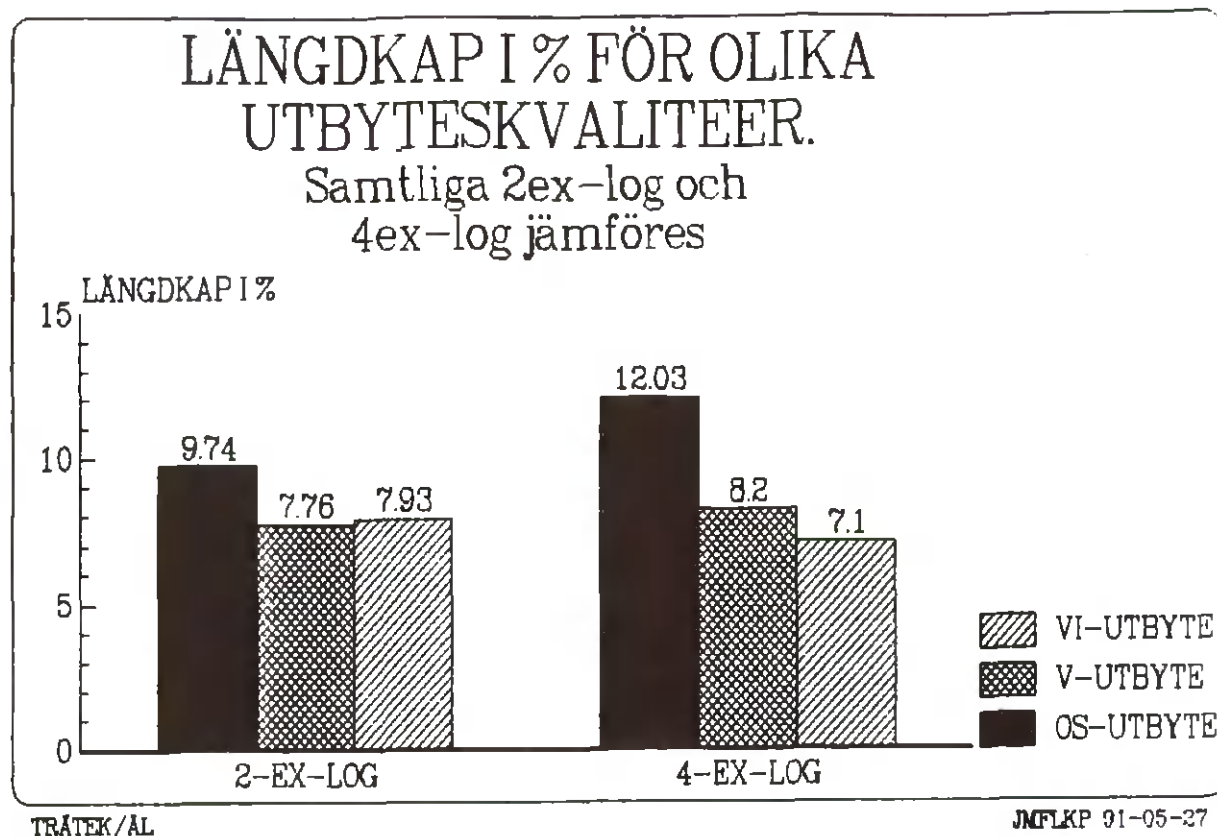
Timmerlagerssystemet beräknar de olika typstockarnas (o/s, V, VI) medellängder för de olika timmerklasserna, se figur 3.6 i avsnitt 3.2 eller tabell 3a, bilaga 1.

Observera att stocklängden systematiskt sjunker med avtagande kvalitet. Detta faktum måste beaktas när längdkapet behandlas eftersom de stockar som ger o/s-utbyten är något längre i medeltal än de stockar som ger V- eller VI-utbyten. Den kvalitetskoppling som beräknades i föregående avsnitt kan omformas till att gälla i omvänd riktning. D v s frågan hur ser stockfördelningen (o/s, V, VI) ut för t ex ett o/s-utbyte, kan besvaras och o/s-utbytets genomsnittliga stocklängd kan beräknas, se ekvationerna 16–18 i avsnitt 2.6.

Genomsnittlig stocklängd för varje dimension och kvalitetstyp kan nu beräknas och resultatet finns sammanställt för 1989-90 i tabell 14, bilaga 1. Dessa längder ställs nu mot erhållna virkeslängder och uppdelade på dimension och kvalitet, se tabell 9, bilaga 1, och därmed kan de relativa längdförlusterna beräknas.

För överblickens skull indelas centrumutbytesdimensionerna i grupperna samtliga 2-exlogutbyten och gruppen samtliga 4-exlogutbyten. Det genomsnittliga längdsvaret för gruppen samtliga 2-exlog respektive gruppen samtliga 4-exlogutbyten utgörs av 8,4 % respektive 8,7 %. D v s det genomsnittliga längdsvaret är ungefär detsamma för de båda grupperna.

Hur längdsvaret fördelar sig på de olika färdigvarukvaliteterna beskrivs i figur 3.21.



Figur 3.21. Fördelning av längdsvaret på de olika färdigvarukvaliteterna.

I figuren 3.21 kan man se att längdskapets storlek är mera kvalitetsberoende för gruppen samtliga 4-exlog än gruppen samtliga 2-exlogutbyten. För att erhålla o/s vid 4-exlogsågning måste en del extra längdskap uppenbarligen utföras.

Hur längdskapen fördelar sig på olika centrumutbytesdimensioner och kvaliteter beskrivs i figur 8–12, bilaga 1.

Varje figur sammanfattar resultatet för centrumutbyten av en viss tjocklek. Utefter den horisontella axeln anges resultatet för olika bredder och för varje breddalternativ sker en uppdelning på de olika kvaliteterna o/s, V och VI. I tabell 14, bilaga 1, beskrivs samma resultat i sifferform.

### 3.6 Koppling mellan timmer- och produktflöde

I detta avsnitt jämförs stycketalen för varje centrumutbytesdimension från två källor, dels såg rapporten, se tabell 6, bilaga 7, dels sammanfattande resultat från justertillfällena. Syftet har varit att undersöka svårigheterna med att knyta stock- till färdigvarupartier.

Justertillfällena behandlas först. Vid varje dylikt tillfälle behandlas centrumutbyten av en viss dimension och trädslag. Vid andra tillfällen behandlas sidobrädor. Undersökningen fortsätter nu dimensionsvis med avseende på centrumutbyten av tall. Först bestäms vilken sammanhängande tidsperiod som skall studeras för varje centrumutbytesdimension. Urvalskriteriet har varit att resultaten från de enskilda justertillfällena ska stämma med de månatliga sammanställningarna. Det har således funnits en del luckor i det gamla materialet. De tidsperioder som har studerats för varje centrumutbytesdimension anges i tabell 15, bilaga 1.

Hopkopplingen mellan timmer och centrumutbyten sker enligt följande enkla regler:

- a) Sågpas som sågar aktuell dimension väljs ut.
- b) Sågpassen är minst 5 dagar äldre än vad som gäller för aktuellt justertillfälle.
- c) Sågpassen är högst 5 dagar yngre än det tidigare närmaste justertillfället i aktuell dimension.

För varje dimension har det allra första justertillfället utgått, då man för detta tillfälle inte kan vara säker på att antalet föregående sågpas är kompletta.

I figur 13–17 jämföres stycketalen från såg rapporterna med stycketalen från justertillfällena. Varje figur beskriver denna jämförelse för centrumutbyten av en viss tjocklek och varje stapelpar representerar ett justertillfälle med tillhörande sågpas.

Som synes är staplarna inom varje par påfallande lika varandra. Det verkar gå bra att knyta rätt stockparti till aktuellt färdigvaruparti, d v s en ordning verkar tillämpas vid

uttag till justeringen från mellanlagret efter tork. I regel är antalet centrumutbyten som erhållits ur sågrapporten större än det antal som erhålls från justertillfällena. En del utbyten blir således vrakade. För att få en uppfattning om denna vrakprocent jämförs stycketalen från sågrapporten med stycketalen från justertillfällena för de två grupperna, nämligen samtliga 2-exlog respektive samtliga 4-exlogutbyten. I denna jämförelse har en dimension, nämligen 63 x 150, uteslutits, eftersom stycketalet uppenbarligen inte går jämnt ut för denna dimension. Totalt vrakas 4,2 % respektive 2,1 % från gruppen samtliga 2-exlog, respektive samtliga 4-exlogutbyten. Ett mer detaljerat resultat visas i tabell 16, bilaga 1.

En felkälla som påverkar vrakprocenten är den okända magasinsförändringen i mellanlagret efter tork. Om så stora färdigvarugrupper som samtliga 2-exlog- eller samtliga 4-exlogutbyten betraktas torde denna felkälla vara av mindre betydelse.

#### 4. DISKUSSION OCH FRAMTIDA ARBETEN

Som en röd tråd i detta arbete går en strävan mot att få informationen att hänga ihop från råvara till slutlig produkt. Detta problem har en viktig osäkerhetskomponent som det är farligt att blunda för. Ett sunt statistiskt tänkande måste användas om framgång skall erhållas i arbetet.

Sambandet mellan råvara och färdigvarans egenskaper förbättras kontinuerligt genom jämförelse mellan prognoser och verkliga resultat. Just med tanke på de osäkerhetsmoment som finns i ledet från råvara till färdig produkt har vi valt att betrakta sambanden på partinivå. På stocknivå betraktas de stockar som inkommer till ett sågpass som en grundenhet och de produkter som justeras vid ett tillfälle som en annan grundenhet.

I framtiden kan man tänka sig att produktsortimentet går mot en ökad differentiering på grund av krav från kundsidan.

Detta betyder inte att informationskopplingen i ledet från råvara till slutprodukt behöver försvagas. Dels finns möjligheten att slå samman produkter med likartade egenskaper, men framför allt möjliggör ny teknik att nya egenskaper tas fram som stärker informationskopplingen råvara/slutprodukt.

Till exempel kan man med modern bildanalys skapa ett fiktivt värde för ett produktparti, t ex värdet av partiet om inte torksprickor fanns. Skillnaden mellan partiets fiktiva och verkliga värde utgör då kostnader för kvalitetsförluster på grund av torkning.

Genomlysning av stockar ger också fler möjligheter till bestämning av nyttiga egenskaper. Genom att i kontinuerlig sågverksdrift använda en modell som beskriver informationskopplingen från råvara till färdig produkt skapas ett kraftigt incitament för att ta fram egenskaper till både råvaru- och produktpartier, ett fruktbart samarbete etableras med kunskapsutvecklare från industri, forskning och konsulting.

Sambandet mellan detta arbete och utveckling av material-produktstyrningssystem (MPS) är påtagligt. Dock verkar det vara svårt att helt integrera de båda typerna av arbete då de är komplexa och omfattande på lite olika sätt. Det framstår emellertid som klart att de båda informationssystemen borde ha ett kontinuerligt utbyte av varandra.

Resultat från detta arbete kan producera indata till MPS-systemet. Resultat från MPS-systemet kan också modifiera innehållet i vår modell: "Sågverket i fågelperspektiv." Följande framtida arbeten avser vi att utföra, nämligen:

1. Statusanalys vid några sågverk. Statusbeskrivning liknande den som har utförts vid värdsågverket genomförs för ytterligare några sågverk. Denna beskrivning ger en överblick över sågverkens produktionsförhållanden och identifierar mindre lyckade postningar.
2. Utveckling av timmerlagerssystemet TIMO. Detta system skall möjliggöra beskrivningen av råvaruparti till varje sågpass. Arbetet sönderfaller i två olika delar. Utveckling av nödvändiga program eller mjukvara. Utveckling av rutiner och kontrollsystem för ordning, tillförsel och tömning på timmerplan. Det inmätta timrets egenskaper avser vi att erhålla genom dataöverföring från Remas mätarmar, en process som personal vid Forskningsstiftelsen Skogsarbeten redan har erfarenhet av.
3. Partivisa provsågningar. För att stödja och verifiera framtagna resultat inom projektet avser vi att ta fram metodik för provsågningsresultat gällande hela råvarupartier. En del av metodiken faller naturligt ut från pkt 2, t ex möjligheten att tömma mätarmen på registrerad information. Dessutom krävs att råvarupartiet hålls ihop fysiskt från såg till justering.
4. Nyttan i andra projekt. Beräknad kvalitetskoppling råvara/färdigprodukt kan användas i en rad olika projekt och sammanhang som aptering utifrån sågverkens förutsättningar. Nyttan av kvalitetssortering i olika timmerklasser. Klassvisa sågsimuleringar.

## 5. REFERENSER

- /1/ Bergkvist, B., Karlsson, G., Palm, R.: Sågverkens kostnader - Analys och modellbeskrivning - Typsågverk 100.000 m<sup>3</sup> år 1986. TräteknikCentrum, Rapport I 8806039. Stockholm, 1988.
- /2/ Bergkvist, B., Karlsson, G., Palm, R.: Sågverkens kostnader - Typsågverk 40.000 m<sup>3</sup> år 1987. Jämförelse mellan typsågverk 40.000 m<sup>3</sup> och 100.000 m<sup>3</sup> år 1987. TräteknikCentrum, Rapport P 8911050. Stockholm, 1989.
- /3/ Blomqvist, H., Orke, J.: Kvalitetsstyrt sågningsläge furu. SLU, Institutionen för virkeslära, rapport 189. Uppsala, 1987.
- /4/ Blomqvist, H., Nylinder, M.: Samband mellan granstockars geometri, utbyte och kvalitet. SLU, Institutionen för virkeslära, rapport 202. Uppsala, 1988.
- /5/ Blomqvist, H., Nylinder, M.: Samband mellan tallstockars geometri, utbyte och kvalitet. SLU, Institutionen för virkeslära, rapport 205. Uppsala, 1988.
- /6/ Drake, E.: Administrativa programvaror för sågverk 1989. Statens Industriverk, Branschprogram Trä, rapporter nr 5/90. Stockholm, 1990.
- /7/ Hägg, A.: En modell för kortsiktig planering av sågverkens råvaruanskaffning, produktion och försäljning. SLU, Institutionen för virkeslära, rapport R82. Uppsala, 1973.
- /8/ Jakobsson, S.G.: Ett förslag till klassificeringssystem för gransågtimmer. SLU, Institutionen för virkeslära, rapport R97. Uppsala, 1976.
- /9/ Jonsson, L., Nylinder, M.: Studie av olika postningar vid sågning av automatiskt kvalitetssorterat talltimmer. SLU, Institutionen för virkeslära, rapport 218. Uppsala, 1990.
- /10/ Karlsson, G., Palm, R.: Kostnads- och intäktssamband i träindustrin - övergripande analys. Förstudie. Uppdragsrapport nr 1382/871207, TräteknikCentrum. Stockholm, 1987.
- /11/ Karlsson, G., Palm, R.: Produktionen av sågade trävaror i Sverige 1976, 1978 och 1983. TräteknikCentrum, Rapport P 8801003. Stockholm, 1988.
- /12/ Karlsson, G.: Kostnads- och intäktssamband i träindustrin - rapport budgetåret 1988/89. Uppdragsrapport nr 1722/891128, TräteknikCentrum. Stockholm, 1989.
- /13/ Liljeblad, Å.: Kvalitetssimulering av sågtimmer. Studier av samband mellan trädstammens yttre geometri och inre kviststruktur. TräteknikCentrum, Rapport I 9008044. Stockholm, 1990.

- /14/ Nylinder, M.: Automatisk kvalitetssortering av talltimmer.  
SLU, Institutionen för virkeslära, rapport R215. Uppsala, 1990.
- /15/ Olsson, M.: Kvalitetsrelaterad behandling av sågråvara. Examensarbete i ämnet virkeslära. Gammelkroppa skogshögskola. Gammelkroppa, 1991.
- /16/ Orvér, M.: Klassificering av tallsågtimmer med objektiva mätbara faktorer.  
SLU, Institutionen för virkeslära, Rapport R65. Uppsala, 1970.
- /17/ Orvér, M.: Sågutfallets volym och värde hos tall vid olika råvarukvaliteter och varierande postningar. SLU, Institutionen för virkeslära, rapport R66.  
Uppsala, 1970.
- /18/ Temnerud, E.: Åtgärder mot sprickor i sågad vara vid lagring före torkning.  
SLU, examens- och seminariearbeten, Skoglig marknadsinriktning nr 80 och TräteknikCentrum, Rapport L 9103011. Uppsala, 1991.

## 6. SUMMARY

Approximately 60-70 per cent of the total cost of a typical Swedish sawmill is made up of the cost of timber. It is, therefore, of great economic interest to use the best suited raw material for each sawn product.

The idea of this project is to use and link the information about the raw material and to continuously compare it with the resulting properties of the sawn products.

Different properties of the group of timber coming in to one saw production sequence should be updated and compared with appropriate properties of the resulting sawn products. The way to reach this goal is long, among many things a system for keeping track of the logs on the timber yard has to be introduced.

As a first step the connection between timber and center yields of Scotch pine has, therefore, been analyzed on a yearly basis.

The quality and volume connection between timber and center yields has been evaluated for each dimension of center yields, using data from the yearly production statistics, combined with general knowledge from previous saw investigations.

This result can be used as a basis for the next step, namely to describe the properties of the raw material for each saw production sequence.

The intension is to develop a system (called Timo), which shall keep track on the logs on the timber yard and which shall calculate the properties of the groups of logs that are sawn in one production sequence.

## 7. TEXTS TO FIGURES

Figure 2.1 Bird's eye view of the sawmill.

Figure 2.2 System for storing logs with different properties on the timber yard.

Figure 2.3 Principles for the quality connection between timber and sawn products.

Figure 3.1 Development of the yearly mean quality of Scotch pine timber.

Figure 3.2 Development of the yearly mean quality of Norwegian spruce timber.

Figure 3.3 Log distribution in different timber classes (Scotch pine).

Figure 3.4 Percentage of u/s logs in different timber classes (Scotch pine).

Figure 3.5 The average length of logs in different timber classes (Scotch pine).

Figure 3.6 The average length of logs of different qualities in different timber classes (Scotch pine).

Figure 3.7 Log distribution in different timber classes (Norwegian spruce).

Figure 3.8 Percentage of u/s logs in different timber classes (Norwegian spruce).

Figure 3.9 The average length of logs in different timber classes (Norwegian spruce).

Figure 3.10 The average length of logs of different qualities in different timber classes (Norwegian spruce).

Figure 3.11 The yearly average percentage of u/s logs used for different dimensions of center yields.

Figure 3.12 The yearly average percentage of u/s center yields in different dimensions.

Figure 3.13 Comparison of quality in timber and center yields between the two groups 2-ex-log and 4-ex-log.

Figure 3.14 The quality distribution of timber and center yield (2-ex-log), comparison of the results of the host sawmill and earlier test sawing results.

Figure 3.15 The quality connection factors for the test sawing case.

Figure 3.16 The quality connection factors for 2-ex-log center yields.

Figure 3.17 The quality connection factors for 4-ex-log center yields.

Figure 3.18 The quality connection factors for 2-ex-log and 4-ex-log center yields.

Figure 3.19a Distribution of dimensions within the 2-ex-log group.

Figure 3.19b Distribution of dimensions within the 2-ex-log group (continuation).

Figure 3.20 Distribution of dimensions within the 4-ex-log group.

Figure 3.21 Distribution of length losses for different qualities of center yields.

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

**Träte**

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, 553 31 JÖNKÖPING  
Telefon: 036-12 60 41  
Telefax: 036-16 87 98

Skeria 2, 931 87 SKELLEFTEÅ  
Besöksadress: Bockholmsvägen  
Telefon: 0910-652 00  
Telefax: 0910-652 65

ISSN 0283-4634