

# RAPPORT

Johan Sederholm

## **Sortering av sågtimmer med genomlysningsteknik**

**Mätningar med mätsystemet TINA  
våren 1987**

**Trätec**

Johan Sederholm

SORTERING AV SÅGTIMMER MED GENOMLYSNINGSTEKNIK  
- Mätningar med mätsystemet TINA våren 1987

TräteknikCentrum, Rapport P 8812080

Nyckelord

<i>log sorting</i> <i>sorters</i> <i>x ray techniques</i>
---

Stockholm december 1988

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	<u>Sid</u>
1. SAMMANFATTNING	3
2. INLEDNING - FÖRSÖKSBESKRIVNING I STORT	11
3. FÖRSÖKSBESKRIVNING I DETALJ	12
3.1 TINA	12
3.2 Virkesmätning enligt Virkesmätningss- föreningens kontrollrutin	15
3.3 SAWCON KS	15
3.4 TRATEK - Inläggningsmätning	16
3.5 SAWCON DS	16
3.6 Kvalitetsmätning Ala	16
3.7 Kvalitetsmätning Iggesund	16
4. RESULTAT	17
4.1 Längd (Virkesmätningssföreningen, TINA, SAWCON KS, TRATEK)	17
4.2 Diameter	19
4.3 Stockform	23
4.3.1 Avsmalning	23
4.3.2 Båghöjd	23
4.3.3 Ytjämnhet	25
4.4 Q Gösta, Q LGJ	25
4.5 Kvalitet	27
4.6 Avkap	28
5. DISKUSSION	29
6. KOMMENTARER	31
7. REFERENSER	32
DIAGRAMBILAGA	33

## 1. SAMMANFATTNING

Mängden sågad vara som erhålles ur varje stock avgörs av hur väl man lyckas placera sågsnitten i stocken. För detta krävs kunskap om stockens yttre dimensioner under bark och om vilka dimensioner den sågade varan lämpligen bör ha. Fel i dimensionerna blir vankant och/eller flis och dåligt ekonomiskt utbyte. Vederlagsmätningen, som är grunden för aptering och sortering av sågtimmer, baserar sig på manuell volymmätning med klave och måttband. Bild 1 visar manuell båghöjdmätning. Vid mätningen krävs 3 personer. Den dyrbara råvaran kräver hög precision i beskrivning och utförande, med väl utbyggd processkontroll.



Bild 1. Virkesmätare mäter båghöjd.

Merparten av sågtimrets volym mäts idag med synligt ljus där stockens skugga detekteras till längd och diameter. Form kan beräknas om minst två mätriktningar mäts. Bark och snö m m stör denna mätning, man söker stock under bark. Precisionen blir lidande, vilket påverkar sågresultatet mycket negativt.

Högre precision i stockbeskrivningen erhålls med genomlysningsteknik med vilken även stockens inre kvaliteter kan detekteras, vilket höjer det ekonomiska medvetandet. TINA är ett mätsystem som använder genomlysningsteknik för att beskriva stockar.

### Beskrivning av TINA

Bild 2 visar ett genomlyst tvärsnitt av en stock. Avståndet mellan skuggans start och slutpunkt anger diametern på bark. Diametern under bark hittar man kring inflektionspunkterna, där lägre barkdensitet övergår i högre veddensitet. Diametern under bark varierar längs stocken med stockens form så att knölar och kvistar framträder.

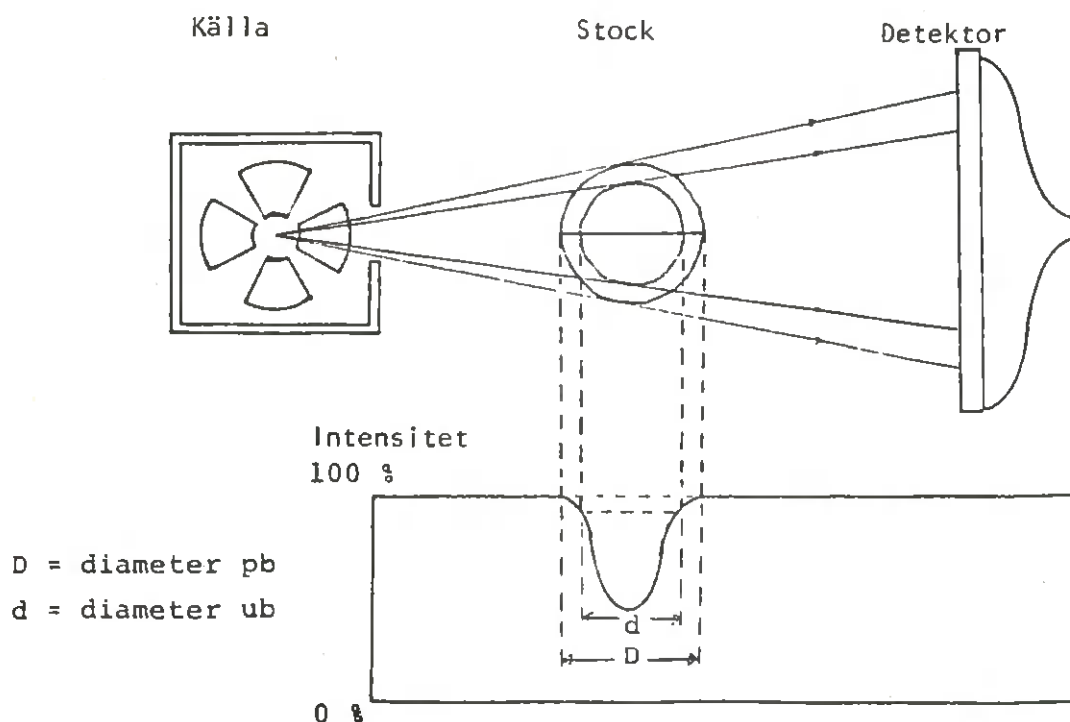


Bild 2. Tvärskuggprofil vid genomlysning i TINA.

Stockens längd baserad på volym framgår av stockens längdskugga, så att större diameter ger djupare skugga (mer skuggande material), se bild 3. Fördjupningar i skuggans botten är orsakade av kvistar med högre densitet än omgivande ved. Förekommer röta som på bilden och denna röta medför lägre densitet än omgivande ved, visas det som en ljusare skugga. Tredimensionellt kan man likna skuggan vid ett bäddkar med utbuktningar efter kvistvarv både i botten och på sidorna. Bäckarets övre kanter är utsvängda av barkens lägre densitet. Diametern under bark motsvaras av vattenytan i ett välfyllt bäddkar när nivån når den utsvängda kanten.

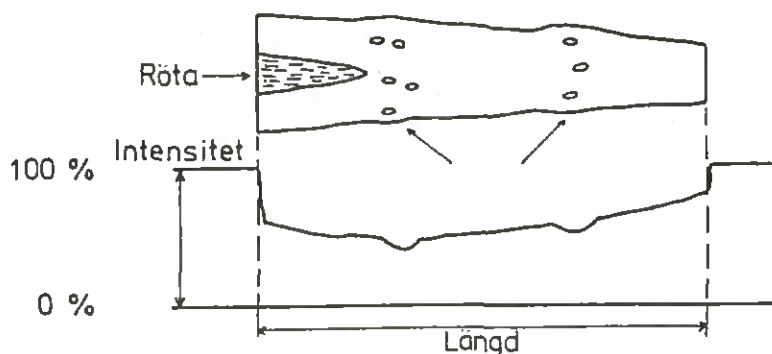


Bild 3. Längdskuggprofil vid genomlysning i TINA.

### Provbeskrivning

Två partier furustockar togs ur sorterade stockvältor och mättes på flera sätt, bl a tre gånger med TINA. 68 stockar ur sågklassen 150-160 mm och 72 stockar ur sågklassen 205-215 mm ingick i provet.

Längden mättes dels med stålband, dels med TINA, se bild 4. Skillnaden var 6 mm som TINA mätte för kort. Detta motsvarar knappt tre missade mätsvep. Felet var konsekvent, varför kalibrering är möjlig.

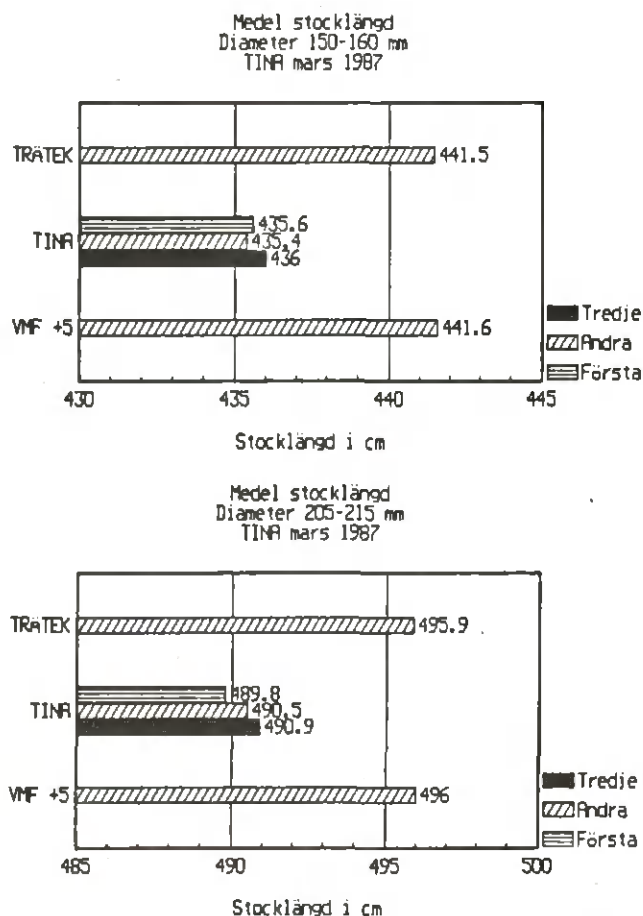


Bild 4. Stockmedellängd mätt med TINA tre gånger med två facit.

Diametern erhålles som diameter under bark från de två riktningarna X och Y; minimivärdet av dessa visas också, se bild 5. Korrigeras minimidiametern med formfaktorer erhålles en sorteringsdiameter. Jämförelsediameter är dels klavmätning under bark (Virkesmätningssföreningen), dels planyttemätning enligt TRATEK. Längst till höger finns diameter på bark med utgångspunkt från Virkesmätningssföreningens bestämmelser med vedertagna formler för dubbel barktjocklek (tunn, mellan- och tjock bark).

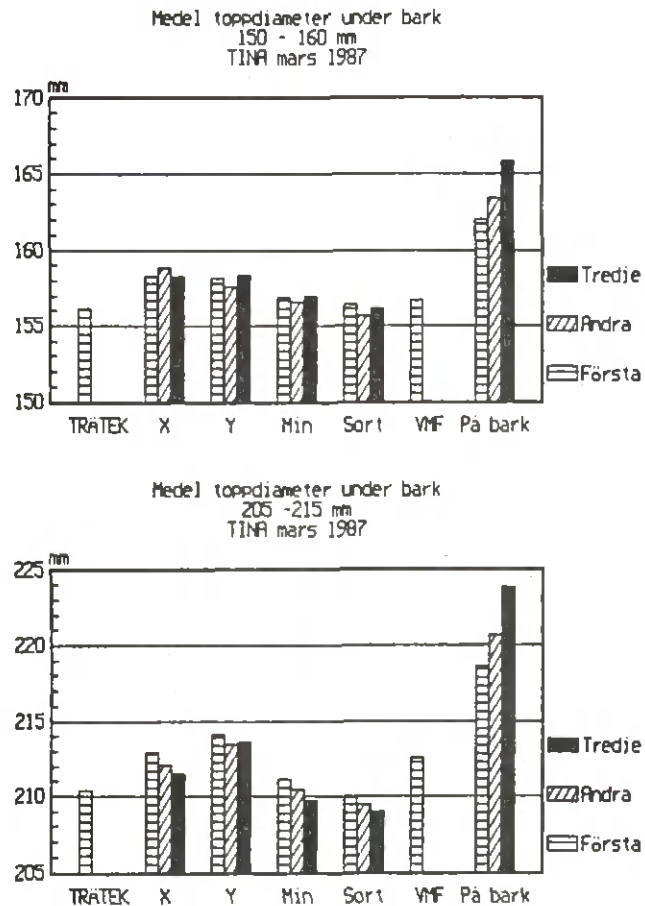


Bild 5. Toppdiameter under bark mätt med TINA tre gånger samt två facit. Toppdiameter på bark längst till höger (tunn, mellan- och tjock furubark).

Sorteringsresultatet visar att 70-80 % av de förut sorterade stockarna åter hamnar i samma fack när man mäter under bark. Hur mycket som faller över eller under avgörs nog av slumpen. Har partiets sorteringsdiameter ett medelvärde över klassmitt hamnar fler över övre klassgräns än under undre.

Det är svårare att dimensionssortera grovt timmer än klen, vilket framgår av bild 6. Negativ verkan på sorteringen syns vid omsortering av språngvisa förändringar. Formdata orsakar 10 mm förändring av sorteringsdiametern, då till exempel båghöjdsgränsen 40 mm passeras. Är då båghöjden kring 40 mm kan sorteringsdiametern förändras 10 mm av några futtiga millimeter på båghöjden (39-41 mm).

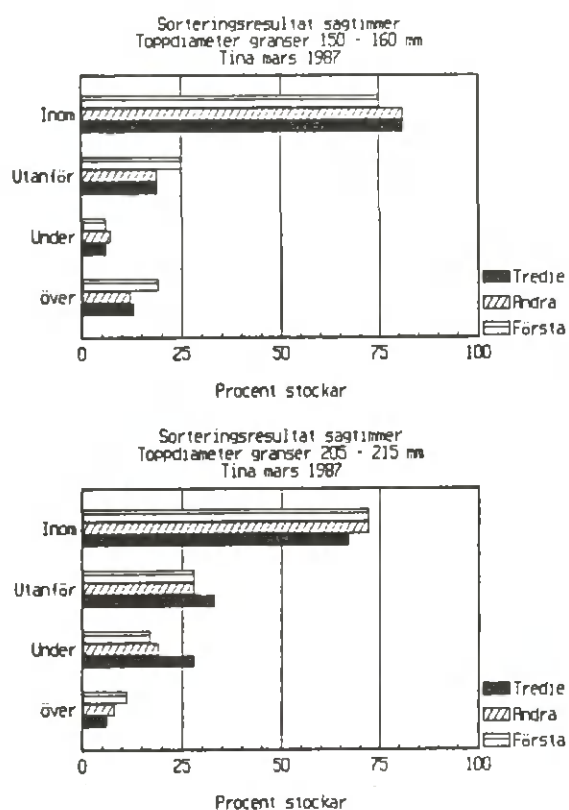


Bild 6. Sorteringsresultat vid omsortering av sorterad vält. Sorterat tre gånger med TINA.

"Störande" är också att stockar inte är runda, se ovaliteten i stockarnas toppände, bild 7. Vid tre olika mätningar av samma stockar har medelvärdet på diameterskillnaden från de två mätriktningarna blivit 2,7, 3,4 respektive 2,7 mm för stockar med en medeldiameter på 156 mm. Motsvarande värde för stockar med medeldiametern 210 mm var 4,9, 4,6 respektive 5,3 mm. Avgörande för diametermåttet blir då stockens rotationsläge och hur många mätriktningar som används.



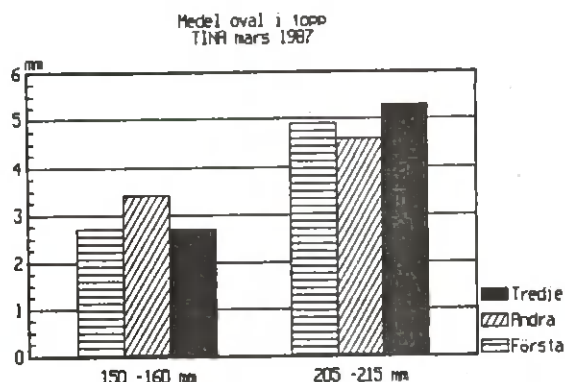


Bild 7. Ovalitet (största diametern minus minsta diametern mätt tre gånger med TINA).

Mindre variation mellan de tre mätomgångarna visades då medelvärdet på avsmalningen, som i bild 8, baseras på volym.

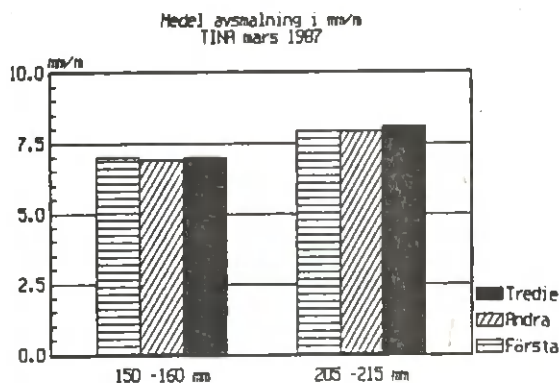


Bild 8. Volymbaserad avsmalning mätt med TINA tre gånger.

Medelvärdet på hela stockens båghöjd varierade mellan 20 och 25 mm, något olika för mätomgångarna, beroende på stockarnas olika rotationsläge vid mätningarna, se bild 9. Båghöjden uppvisar få värden under 1 mm. Normalfördelning föreligger ej, snarare en logaritmisk normalfördelning med lång svans mot höga värden.

Kvalitetsmätning av centrumutbytet (2 x 50 x 100 mm respektive 2 x 63 x 150 mm) har gjorts enligt Ala sågverks exportsorteringsregler. Kvaliteten återförs till ursprungsstocken så att varje stock får två kvaliteter, ibland olika. Mätbara storheter på stocken utvärderas sedan mot dessa kvaliteter.

Medeltalet för respektive mätvärde har här satts till 100 för att nå jämförbarhet, se bild 10. Uppviktning av stockars centrala delar görs enligt 1-2-2-1. Bilderna visar fem olika kvalitetsfaktorer.

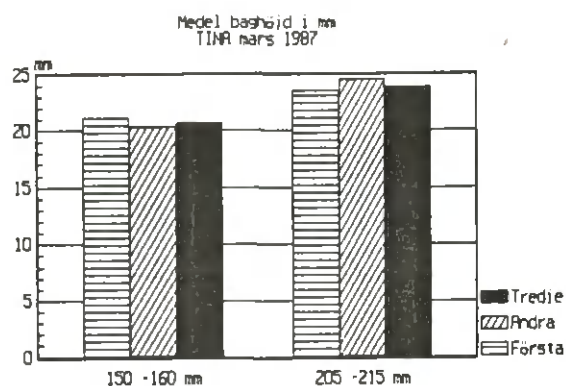


Bild 9. Båghöjd på hela stockens längd mätt tre gånger med TINA.

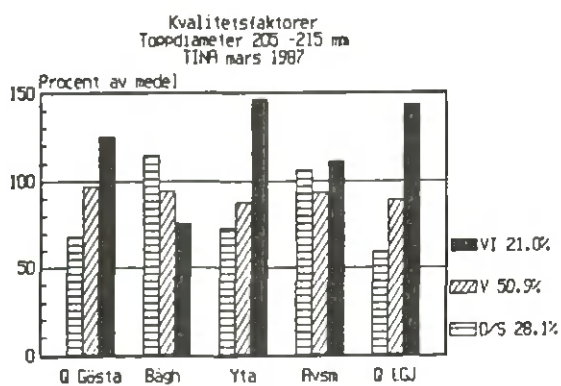
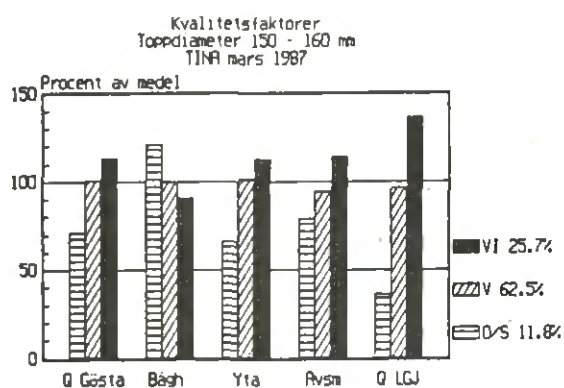


Bild 10. Kvalitetsfaktorer på sågtimmer utvärderade med centrumutbytets kvalitet.

Längst till vänster visas Q Gösta, som är variationen på den genomlysta effekten. Högt Q Gösta vittnar om densitetsvariationer som kan komma av kvistvarv. Klar kvalitetssignal visas med lågt Q Gösta för stockar med o/s i centrumutbytet.

Motsatt tendens erhålls av stockarnas båghöjd. Rotstockar har höga båghöjder och hög kvalitet på centrumutbytet. Ytjämnhet på stockens mantelyta markeras lite olika för klen och grov stock. För de klenare stockarna hade stockar med o/s i centrumutbytet mycket slät yta. För de grövre stockarna hade stockar med markerat knölig yta dålig kvalitet på centrumutbytet medan skillnaden mellan o/s och V här var liten.

Avsmalningen visar liten signal för klenare stockar medan de grövre stockarna saknar kvalitetssignal.

Q LGJ är ett försök att kombinera yttre och inre mätbara faktorer till klara kvalitetssignaler. Q Gösta, ytjämnhet och rotstocksforekomst har kombinerats. Det är tydligen lättare att nå resultat på klenare stockar.

Längst till höger anges den procentuella fördelningen av de tre kvaliteterna på centrumutbytet. Grövre stockar har här gett högre andel hög kvalitet.

Detta resultat visar att det finns mätbara faktorer som repeterbart berättar om stams och stamdelars lämplighet för förädling. Utvecklingspotentialen bedömer jag som mycket god.

## 2. INLEDNING - FÖRSÖKSBESKRIVNING I STORT

Sågverkens ekonomiska resultat är starkt beroende av hur väl sågverken kan utnyttja sin råvara. I detta ligger att väl kunna beskriva vad man har att förädla. Vill man undersöka detta är det motiverat att uppsöka den noggrannaste sågtimmermätaren som finns. Valet är enkelt. Vid Ala sågverk används sedan 1980 en utrustning, TINA, vars mätteknik grundas på genomlysning med gammastrålar. Ala sågverk har två såglinjer med reducerbandsågar som förstasågar, och kurvsågande ramsågar och raksågande maskiner som andrasågar.

Våren 1987 utfördes en provsågning vid Ala sågverk i syfte att studera hur sågtimmer sorteras, vilka mätdata man där kan erhålla och hur dessa överensstämmer med andra mätdata som erhålls i processen.

Provet omfattade två partier furustocker. Varje stock märktes med ett instansat nummer i varje stockände. Instansningen gjordes med hjälp av stukhammare.

Första partiet omfattade 68 furustocker som hämtades ur sågklass med klassgränserna 150-160 mm. Stockarna mättes om, dels tre gånger med TINA, dels en gång enligt Virkesmätningssällskapets kontrollmätningrutin.

Andra partiet omfattade 72 furustocker. Nu hämtades stockarna ur sågklassen med klassgränserna 205-215 mm och mättes om på samma sätt. Sågningen utfördes med normal Ala-postning, med 2 x 50 x 100 mm respektive 2 x 63 x 150 mm i centrum. För sågningen avsattes lång tid med stora luckor mellan stockarna för att möjliggöra inläggningsmätning enligt TRATEK-metoden. På grund av tidsbrist kunde inte alla stockar mätas fullständigt.

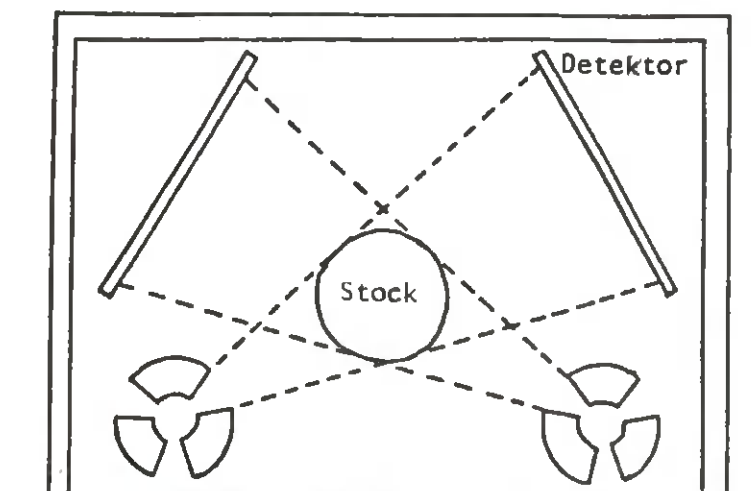
Endast centrumutbytet ingick i den fortsatta utvärderingen. Efter sågningen torkades centrumutbytet på normalt sätt. Centrumutbytet kvalitetsbedömdes av Alas översorterare Arne Jansson. Orsakerna till kvalitetsnedsättning och avkap noterades liksom avkapets längd utan hänsyn till 30 cm-modul. Även sorterare från Iggesund bedömde kvaliteten på centrumutbytet. Då varje stock fått ett nummer instansat i ändarna kunde även varje centrumbit identifieras och varje särdrag återföras till rätt stock.

Projektet syftar till att visa vad genomlysningsmätning av stockar innebär. Mätssystemet TINA kan i hög produktionstakt mäta diameter under bark och ge värdefull information om stockars form. Rätt kombinerad är denna information mycket värdefull för sågverken. Det finns anledning att utveckla stockbeskrivningen med genomlysning, där TINA-konceptet är det första bannbrytande i industriell användning. Syftet är att uppnå kvalitetsmätning.

### 3. FÖRSÖKSBESKRIVNING I DETALJ

#### 3.1 TINA

Sedan hösten 1980 sorteras sågtimmer vid Ala sågverk av en utrustning som mäter stockarna med gammastrålar. Utrustningen kallas populärt för TINA. Stockarna genomstrålas av gammastrålar från två håll, se figur 1. Strålkällorna är isotoper Ir 192, vilka är väl avskärmade för att uppfylla Statens Strålskyddsinstituts bestämmelser.

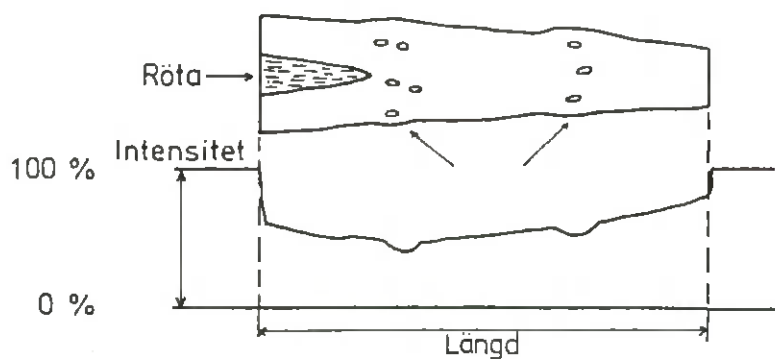


Figur 1. Mätarrangemang. Mätssystemet TINA.

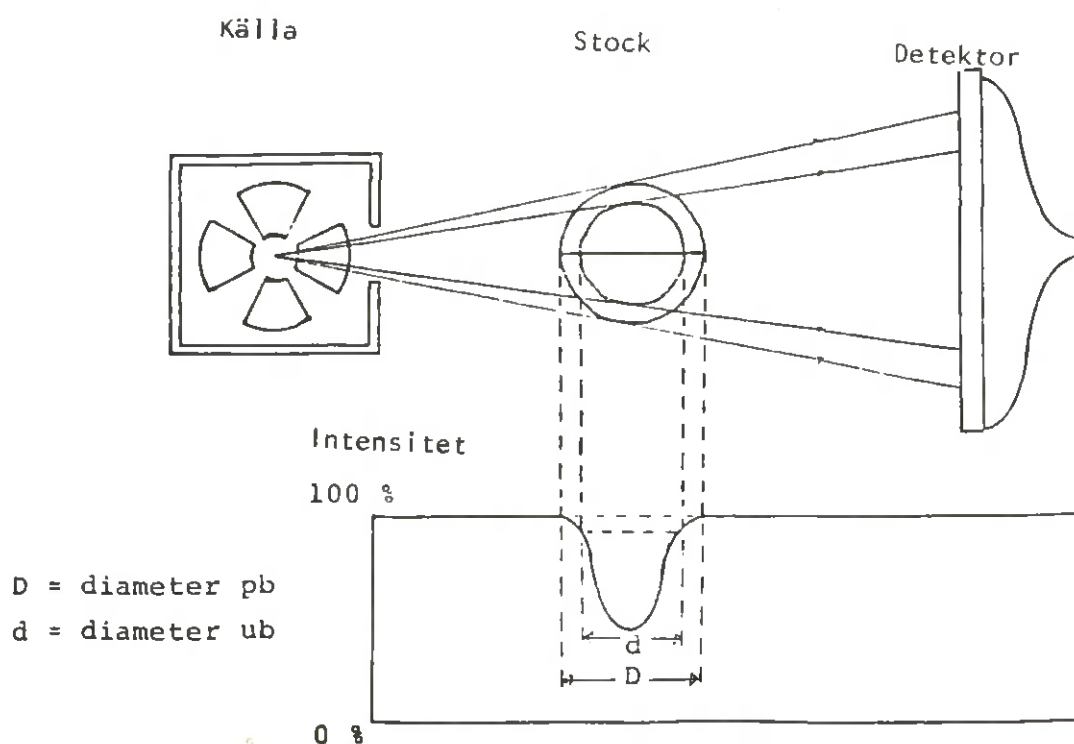
Under mätningen finns isotoppreparaten i centrum på två roterande skivor. Skivorna har radiella spår där gammastrålarna passerar. När skivorna roterar avges smala svepande strålnippen. Dessa strålnippen sveper tvärs stockens längsaxel under stockens matning genom mätgapet. Vid en matningshastighet på 2 m/s erhålls ett svep från vardera sidan med 2,3 cm mellanrum längs stocken.

När en stock befinner sig i mätgapet hindras en del av gammastrålarna från att nå detektorerna: man erhåller en skugga som noteras på detektorerna till storlek och läge. Diametern erhålls ur avståndet mellan start- och slutläget för denna skugga. Stockformen erhålls som diametrarnas relativa lägen längs stocken. Kvalitet erhålls ur variationen på skuggans djup. Skuggan kan tredimensionellt beskrivas som ett badkar med bulor i botten och på sidorna, vilka orsakats av kvistvarv, se figur 2. Enbart bulor i botten kan vittna om dolda kvistar. Bulor på sidan visar knölar på mantelytan.

Då bark och ved har olika densitet och barken finns i starten och vid slutet av varje tvärsnittsskugga kan man beräkningsmässigt hoppa över barkens randinverkan på skuggan och erhålla diametern under bark. Figur 3 anger en inflektionspunkt där tätheten ändrar värde, och diametern under bark kan bestämmas. Med två mätriktningar kan stockens form beräknas med vissa förenklingar vad avser båghöjdens och ovalitetens plan. Med två mätriktningar kan fyra punkter under bark bestämmas för varje stocktvärsnitt om 2,2 cm längd. Längs stocken erhålls en stor mängd information om stockens form och då även diametervariation orsakad av kvistknölar. I TINAs nuvarande skepnad utnyttjas endast en del av denna information.



Figur 2. Längdskuggprofil vid genomlysning i TINA.



Figur 3. Tvärskuggprofil vid genomlysning i TINA.

Tabell 1 visar exempel på utskrift från TINA från provsågningen våren 1987. Några förklaringar till vad som står bakom mätvärdena följer nedan.

**Toppdiametern** beräknas ur en rak medellinje från stockens toppände en meter in på stocken. När denna medellinje passerar en dm från toppänden erhålls en diameter som betecknas som stockens toppdiameter. Av två diametrar  $D_x$  och  $D_y$  väljs endast den minsta vid sortering.

TABELL 1. Utskrift från TINA mars 1987.

LÄNGD	DX	DY	G-TAL	BÅGE	BLÅGE	AUSMAL	FACK	UOL
456	204	213	8	11	187	114	33	175
486	209	219	34	15	257	124	34	214
545	206	213	9	10	112	115	34	215
456	212	212	14	17	110	114	34	182
551	208	212	20	18	376	117	34	221
497	220	222	8	52	334	122	34	231
514	220	212	13	9	325	123	34	228
549	207	212	22	12	147	132	34	246
514	206	205	6	21	253	130	33	221
342	215	210	23	21	79	121	34	145

**Längden** är volymsbaserad och ger en sannare mätning än skuggmätning. I TINA kan tunna stockdelar ej orsaka för stora längdvärden vid stockmätning.

**Godhetstal (Q-tal)** uttrycker ett mått på densitetsvariationerna i stockens längdriktning, beräknat med minsta kvadratmetoden. Lågt tal = hög kvalitet på grund av små kvistvarv. Detta Q-tal kallas här Q Gösta efter TINAs konstruktör Gösta Nyström.

**Båghöjden (Båge)** beräknas på hela stockens längd med en indragning av 1 dm från var stockände. Var längs stocken båghöjdens maximivärde inträffar anges av **BLåge** i cm från toppände.

**Avsmalningen** är volymsbaserad som kvoten mellan fast- och toppcylindervolymer. Valt sorteringsfack visas under rubriken **Fack**.

Med utgångspunkt från minsta toppdiametern under bark görs uppklassning för toppformtal (**AVSMAL**) och nedklassning för båghöjd. Upp- och nedklassningarna görs med en klass, varför detta medför en spridning i omsorteringen när båghöjd och toppformtal ligger nära inställda gränser. Storleken på klassningen motsvarar ju klassbreddens storlek, i detta försök 10 mm.

Slutligen redovisas **fastmassevolymen** för varje stock. Utskrift av stockdata kan på begäran erhållas både på skärm och skrivare.

En utförligare databehandling kan erhållas när stockdata spelas in på disketter och i efterhand förädlas. Detta har skett i föreliggande prov och några kompletterande beräkningar har utförts.

Ett exempel är **ytjämnheten** på stockens mantelyta som beräknats utifrån diametervariationerna under bark längs stocken. Variationerna beräknas med



minsta kvadratmetoden. Högt värde orsakas av knölig yta där mer eller mindre dolda kvistar spelar roll.

Ett godhetstal som tar hänsyn till inre densitetsskillnader och yttre form har beräknats och fått namnet **Q-tal LGJ** efter upphovsmannen Lars-Göte Johansson. Inom begreppet yttre form ligger här hänsyn till ytjämnhet och till om stocken varit rotstock eller ej. Rotstock kan påvisas genom att jämföra avsmalningen i stockens topp och rotände.

Viktning av mätvärden längs stocken används för Q-tal och ytjämnhet. Orsaken till viktning är att stockens ändar bedöms mindre värda än de centrala delarna på grund av att ändarna kan kapas bort vid justeringen. Viktningen värderar de två centrala fjärdedelarna dubbelt mot de yttre (1-2-2-1).

Sämtliga i provet ingående stockar (68 + 72) har mätts tre gånger med TINA för att undersöka repeterbarheten hos mätutrustningen.

### 3.2 Virkesmätning enligt Virkesmätningsföreningens kontrollrutin

De numrerade stockarna mättes av personal från Dala-Hälsinge Virkesmätningsförening enligt virkesmätningsföreskrifterna. Mätningen skedde manuellt med klave, måttband och yxa. Längd angavs i dm och diameter i cm. Längdavrdrag gjordes på 11 respektive 16 stockar vilket motsvarar 1,1 respektive 1,3 procent av stocklängden.

Diameteravrdrag gjordes på en stock med 1 cm. Avdragen utfördes endast i protokollet.

Kvalitetsklassning utfördes på sedvanligt sätt i en niogradig skala där o/s, V, VI, specialstock, massaved och vrak ingår samt tre stycken olika blandade kvaliteter typ (o/s, V) (halvkvinta), som betecknas med en tvåa i protokollet.

Enligt Virkesmätningsrådets mättningsinstruktioner "skall bedömning av stocks kvalitet avse centrumutbytet efter avkortning av längd eller ned-sättning av diameter".

### 3.3 SAWCON KS (KS = Kantsåg)

I Ala sågverk finns två utrustningar SAWCON KS installerade efter de två stocktagande reducerbandsågarna. SAWCON KS mäter blockets plana ytors bredd när blocket står på reducerbandsågens matningskedja efter sista sågbladet i reducerbandsågen.

Blockets längd, blockhöjd, inläggningsprecision hos reducerbandsågen, ursprungsstockens diameter, konicitet (= avsmalning), volym, pilhöjd och dess längsläge kan erhållas stockvis.

Värden på blockhöjd och inläggning anges för topp- respektive rot-del samt medelvärde. Överskrids insatta toleranser kring dessa medelvärden indikeras larm. Wobbling (pendling) av blockhöjd orsakad av sågningsfel medför också larm när inställd wobblingstolerans överskrids. Normalt visas blockdata på skärm och alarm markeras i förekommande fall på skärm. SAWCON KS data har i denna provsågning spelats in på skrivare.



En kontinuerlig övervakning av blockhöjden ger måttkontroll på centrumutbytets bredd. En kontinuerlig övervakning av inläggningsprecisionen i första sågen erhålls också, vilket är en förutsättning för en hög precision av inläggningen i kantsågen. Mats Olov Söderman har gjort ett YTH-examensarbete 1987 med titeln "SAWCON KS kontra verkligheten", vilket rekommenderas.

### 3.4 TRATEK - Inläggningsmätning

Inläggningsmätning utfördes endast på delar av partierna på grund av tidsbrist. Däremot mättes toppdiameter och längd på samtliga stockar för att få en fullständig jämförelse med övriga mätningar. Av de klena stockarna mättes 32 av 68 stockar fullständigt enligt den metod (TRATEK-metoden) som beskrivs i STFI-meddelande serie A nr 752 med fem tvärsnitt per stock. Av de grova stockarna mättes 29 av 72 stockar på samma sätt.

### 3.5 SAWCON DS (DS = Delningssåg)

SAWCON DS mäter centrumutbytets tjocklek på dess uppåtvända kant efter delningssågen och larmar för överskridna toleranser på liknande sätt som beskrivs under SAWCON KS.

Endast en begränsad del av dessa mätvärden kunde noteras för hand eftersom skrivare ej fanns som kontinuerligt noterade SAWCON DS mätvärden.

### 3.6 Kvalitetsmätning Ala

Efter torkning och konditionering plockade vi igenom centrumutbytena med Alas översorterare Arne Jansson. Varje bits kvalitet och avkap i cm utan modulhänsyn angavs av Arne. Orsakerna till värdenedsättning angavs också. Den faktiska vankanten på över- och undersida vid sågningen angavs samt var Arne ville kapa.

Arne följde Sorteringsanvisningar för sågade trävaror vid Ala sågverk, upprättade januari-februari 1987 av Rolf Laurell. Där tillåts vankant på en liten del av stycktalet inom o/s-klassen. I V tillåts vankant på en kant på halva längden och halva tjockleken; dubbel vankant motsvarande mindre. "Vankanten eller andra fel bedöms hårdare än i ändarna (ca 75 % av maximum)."

### 3.7 Kvalitetsmätning Iggesund

Virkesorterare från Iggesund klampade också dessa två partier utifrån sina regler. Här angavs endast kvaliteterna. Resultatet redovisas ej här.

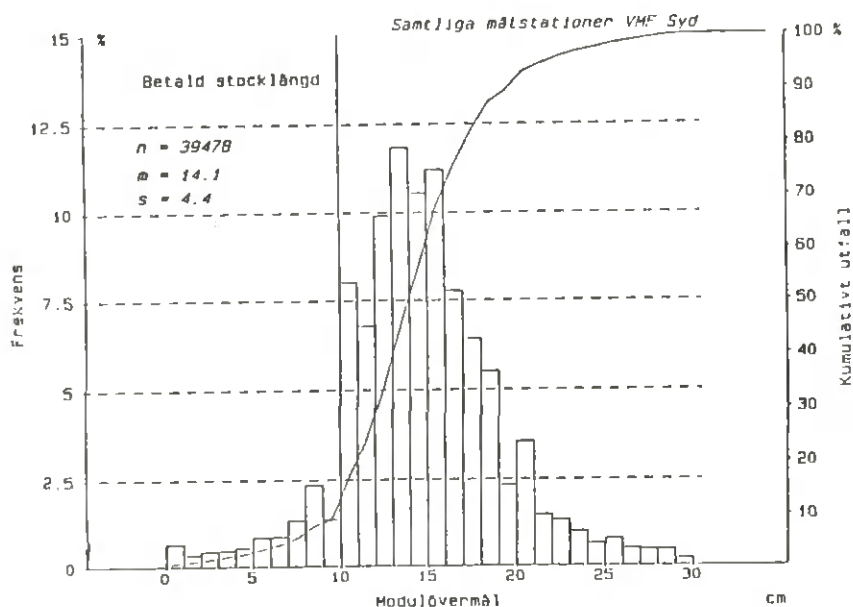
## 4. RESULTAT

### 4.1 Längd (Virkesmätningssföreningen, TINA, SAWCON KS, TRATEK)

I denna provsågning har stocklängd och centrumutbyteslängd varit samma fysiska längd, eftersom alla centrumbitarna fick full längd och inga råavkap gjordes på centrumutbytet.

I skogen skapas stocklängd vid kapning av stam. Kapningen sker idag till stor del maskinellt i skördare eller processor. Stockens längd baseras på 3 dm-modulsystem med stötmånstillägg på 10 cm. Minsta längd är 340 cm och största längd är 550 cm. Virkesmätare mäter längd i decimeter med klassbottenmätning (avrundning nedåt eller heltalsdel) och redovisar endast denna decimeterlängd.

Betald stocklängd baseras i södra Sverige på 3 dm-modul, vilket motiverar teoretiska stocklängder på något över 340, 370, 520, 550 cm. Ett visst längdövermål om ca 4 cm används för att undvika att tappa en modul. Figur 4 visar exempel på detta och är från Virkesmätningssförening SYDs kontrollmätning. I norra Sverige betalas stockar efter virkesmätarnas 1 dm-längd. Övermål över modulgränserna skänks från skog till sågverk.



Figur 4. Sågtimrets modulövermål i södra Sverige. Virkesmätningssförening SYDs kontrollstockar 1984-1986.

Längdens påverkan på volymen medför att 4 cm är minst 0,9 % av stockvolymen när stocken är 4,6 meter lång. Skall avkapet vara 14 cm för att komma till centrumbitens modullängd tappas 3,0 % på 4,6 meter stocklängd. Ändavkap på 2 x 5 cm (stötmånen är 10 cm) motsvarar vad som normalt anses som behövt för att bli kvitt ändtorksprickor och få snygga ändtytor. Avkap på mellan 30 och 40 cm är ej ovanliga på centrumutbyten. I detta innefattas även kap för

tekniska fel i kvalitetshöjande syfte. Det motsvarar 6,5 - 8,7 procent av stockvolymen.

Längdernas medelvärden (m) och standardavvikelse (s) framgår av följande (Stocklängder i cm. TINA provsågning, våren 1987.):

Längd i cm	Klentimmer		Grovtimmer	
	m	s	m	s
Längd VMF + 5	441,6	60,9	496,0	53,9
" TINA 1	435,6	60,6	489,8	53,1
" TINA 2	435,4	60,5	490,5	53,1
" TINA 3	436,0	60,2	490,9	53,3
" SAWCON	422,6	-	559,2	-
" TRATEK	441,5	61,0	495,9	54,4

I detta prov användes längdmätning enligt TRATEK som utgångspunkt ty VMF-längderna mättes i dm och övriga längder i cm. Längdernas antalsfördelning och modulövermål anges i diagrambilagan.

Centrumbitens teoretiska längd i 3 dm-modul återfinns som 0 värde i modulövermålet. Tiocentimetersnivån (stötmånen) är betald stocklängd och är den stocklängd man anger i sågtimmerprislister. Grovtimret har en klar anhopning strax över betald "stocklängd". Modulövermålets medelvärde är 13,1 cm för klentimmer respektive 13,3 cm.

Avvikelser från mätta längder enligt TRATEK framgår av följande:

Stocklängds- differens i cm	Klentimmer		Grovtimmer	
	m	s	m	s
TRATEK - TINA 1	5,9	2,1	5,5	6,6
" - TINA 2	6,0	2,3	4,9	6,6
" - TINA 3	5,5	2,6	4,4	5,7
" - SAWCON	18,9	20,6	-	-

SAWCON KS längdmätning var ej bra i detta prov.

Differenserna mellan de tre längdmätningarna med TINA framgår av tabellen nedan.

Längddifferenser TINA tre gånger	Klentimmer		Grovtimmer	
	m	s	m	s
Längd I - Längd II cm	0,12	2,86	- 0,67	3,29
" II - " III "	- 0,57	3,31	- 0,42	3,73
" I - " III "	- 0,46	3,28	- 1,08	3,41

## 4.2 Diameter

Diametrar som anges nedan är toppdiametrar under bark, om ej annat angivs. Diameter (1 dm in från toppänden) har mätts av virkesmätare i cm och av TINA tre gånger med två riktningar i mm (X- och Y-riktning).

I sågverket mäter SAWCON KS toppdiametern utifrån blockets plana ytors bredd på samma sätt som TRATEK-metoden. TRATEK-metodens toppdiametrar har varit facit också vid denna jämförelse.

Följande sammanställning av medelvärden och standardavvikelser kompletterar de grafiska resultaten i diagrambilagan. Enbart normalfördelning har använts här.

Resultat av diametermätningen i mm under bark.

Diameter i mm		Klentimmer		Kommentarer	Grovtimmer	
		m	s		m	s
TRATEK		156,1	5,2	Planytemätt	210,4	6,5
SAWCON KS		157,7	5,5	"	-	-
VMF		156,7	6,0	Klavmätt i cm	212,5	8,3
TINA X	I	158,3	4,9	Riktning X I	212,9	7,9
" "	II	158,8	5,1	" " II	212,1	7,0
" "	III	158,3	4,4	" " III	211,5	6,4
TINA Y	I	158,2	4,6	Riktning Y I	214,1	7,2
" "	II	157,6	4,8	" " II	213,5	8,1
" "	III	158,4	5,0	" " III	213,6	8,4
TINA min	I	156,9	4,4	Minsta av X/Y	211,1	7,3
" "	II	156,6	4,5	" " "	210,5	6,4
" "	III	157,0	4,2	" " "	209,7	5,3
TINA sort	I	156,4	4,1	Sorteringsd I	209,9	6,6
" "	II	155,7	4,2	" II	209,4	5,7
" "	III	156,1	4,1	" III	209,0	4,2

## Diameterdifferenser TINA.

Mått i mm	m	s	Kommentarer	m	s
dx1-dx2	- 0,53	3,18	Differens i x-	0,89	5,40
dx1-dx3	0	3,09	led mellan tre	1,49	6,42
dx2-dx3	0,53	3,47	mätningar	0,60	5,83
dyl-dy2	0,51	2,90	Differens i y-	0,57	4,58
dyl-dy3	- 0,21	3,03	led mellan tre	0,49	3,78
dy2-dy3	- 0,72	3,48	mätningar	- 0,08	4,83
dmin1-dmin2	0,32	1,77	Minsta av två	0,56	2,88
dmin1-dmin3	- 0,09	1,76	riktningar i	1,33	5,36
dmin2-dmin3	- 0,41	1,93	tre mätningar	0,78	4,44
Min d1-Min d	1,06	-	Min d - av tre	2,41	-
Min d2-Min d	0,74	-	mätningars två	1,86	-
Min d3-Min d	1,15	-	riktningar (6)	1,22	-
Max dx-Min dx	3,50	-	Största diff i	5,79	-
Max dy-Min dy	3,46	-	resp riktning	4,81	-
dso1-dso2	0,76	2,94	Sorteringsdiam	0,56	3,20
dso1-dso3	0,35	2,99	differens mellan	0,92	5,67
dso2-dso3	- 0,41	3,26	olika mätningar	0,36	4,97
dmin-dso I	0,44	3,2	Upp-/nedklassn I	1,11	3,6
dmin-dso II	0,88	3,3	" II	1,11	3,2
dmin-dso III	0,88	3,3	" III	0,69	3,1
dso Max-Min	2,75	2,9	Största diff	4,03	5,04

**Bark**, en orsak till diameterspridning, har följande storlek.

Trädslag: Tall	Dubbel barktjocklek i mm					
	Område 3		Område 4		Område 5	
Toppdiameter:	156,1	210,4	156,1	210,4	156,1	210,4
Tunn bark	5,3	6,1	5,2	6,0	4,7	5,6
Mellanbark	6,7	8,2	6,8	8,2	7,0	7,9
Tjock bark	9,1	11,3	9,4	11,8	9,3	11,4

Dubbel barktjocklek beräknas enligt skriften "Mätinstruktioner rekommenderade av Virkesmättningsrådet" för tre områden i södra Norrland.

TINA mäter toppdiameter i två riktningar X och Y och väljer den minsta av dessa (dmin). Diametern på några stockar adderas/subtraheras med 10 mm (upp-/nedklassning) på grund av kraftig avsmalning/stor båghöjd. En sorteringsgrundade diameter har skapats.

Stockar styrs till ett visst fack på grund av sorteringsdiametern.

I tidigare TINA-tester har spridningen på diametern mellan de tre mätningarna beräknats efter följande formel:

$$s = \sqrt{\frac{1}{\text{antal stock}} \sum_i s_i^2} \quad \text{där } s_i^2 = \frac{1}{2} \sum_1^3 (D_{1-3} - D_{\text{medel}})^2$$

För klentimret blev  $s = 2,19$  mm och för grovtimret blev  $s = 3,35$  mm.

Stock 52 bland de grova var toppskadad med högst varierande diametrar beroende på rotationsläget. Togs stock 52 ur mätserien sjönk  $s$  till 2,37 mm.

Stockarna togs ur stockpartier som hade sorterats av TINA innan provet startades. Vid omsortering (tre gånger) hamnade några stockar utanför klassgränserna (150, 160 respektive 205, 215). Flera orsaker till detta finns. Stocker som vid första mätningen hade båghöjd och avsmalning nära en gräns  $B = 40$  mm,  $Avsm = 1,50$  kan vid ommätning få mått på andra sidan denna gräns p g a nytt rotationsläge vid mätning. Sorteringsdiametern ändrades då 10 mm.

**Ovalitet** definieras här som absolutvärdet (det positiva värdet) av differensen mellan två diametrar, här x- och y-riktningar. Olika rotationslägen vid olika måttillfällen medför att diametrar och ovaliteter varierar för diametrar minst inom ovalitetens mått. Denna variation minskar med fler mätriktningar och användande av minsta diametern (halvering).

Ovalitet i toppände mm	Klentimmer		Grovtimmer	
	m	s	m	s
Första mätningen	2,7	2,6	4,9	3,4
Andra "	3,4	3,0	4,6	3,8
Tredje "	2,7	2,6	5,3	6,5
Medel av tre mätningar	2,9	2,4	4,9	3,4

Vid omsortering av sågtimret erhöles följande sorteringsresultat:

Klentimmer (150-160 mm)	Första		Andra		Tredje		Medel
Under undre klassgräns	4 st	6 %	5 st	7 %	4 st	6 %	6 %
Inom klassgränserna	51 "	75 "	55 "	81 "	55 "	81 "	79 "
Över övre klassgräns	13 "	19 "	8 "	12 "	9 "	13 "	15 "
Utanför klassgränserna	17 "	25 "	13 "	19 "	13 "	19 "	21 "
Grovtimmer (205-215 mm)	Första		Andra		Tredje		Medel
Under undre klassgräns	12 st	17 %	14 st	19 %	20 st	28 %	21 %
Inom klassgränserna	52 "	72 "	52 "	72 "	48 "	67 "	70 "
Över övre klassgräns	8 "	11 "	6 "	8 "	4 "	6 "	8 "
Utanför klassgränserna	20 "	28 "	20 "	28 "	24 "	33 "	30 "



Med uppklassning avses att en stocks toppdiameter ökas 10 mm så att stocken läggs i fack för närmast grövre stockar. Uppklassning orsakas av stor avsmalning (toppformtal över 1,50).

Nedklassning sker på motsatt sätt när stocken är krokig. Är båghöjden över 35 mm för klintimmer och 40 mm för grovtimmer sker nedklassning ett fack, d v s 10 mm. Är båghöjden över 60 respektive 80 mm sker nedklassning till massaved. Dessa bitar är ej sågbara. Upp-/nedklassningsresultatet framgår av nedanstående tabell.

<u>Klintimmer (150-160 mm)</u>	Första	Andra	Tredje	Medel
Uppklassning	0 st	0 st	0 st	0 %
Nedklassning 10 mm	5 " 7 %	7 " 10 %	7 " 10 %	9 "
" massaved	0 "	0 "	0 "	0 "
<u>Grovtimmer (205-215 mm)</u>	Första	Andra	Tredje	Medel
Uppklassning	1 st 1 %	0 st	1 st 1 %	1 %
Nedklassning 10 mm	9 " 13 "	8 " 12 %	8 " 12 "	12 "
" massaved	1 " 1 "	1 " 1 "	1 " 1 "	1 "

Kontroll av diametersortering kräver kunskap om en del faktorer. Diametermätaren kontrolleras regelbundet av virkesmätaren vid partsmätningen med hjälp av speciella mallar. Särskilda virkesmätare mäter även kontrollstockar som slumpvis läggs i kontrollstocks-fack. Jämförelser görs av aktuella diametermått och kalibrering av diametermätare görs vid behov enligt mallar utgivna av Skogsstyrelsen. Diametermätare som enbart sorterar stocker bör kontrolleras lika noga som partsmätande instrument.

Jämför man stockarnas faktiska toppdiametrar skall man utgå från diametrar i X- och Y-led, deras medelvärden eller minimivärden. Ett exempel i detta prov visar vad som kan hända. Stock 52 bland de grova stockarna hade en kraftig skada i toppen som gav högst varierande TINA-mått på toppdiametern (212-262 mm) beroende på rotationsläge. Det var alltså samma stock som mättes!

Skall man syna stockar i ett visst fack skall sorteringsdiameterens uppbyggnad synas. En upp-/nedklassning i 10-mm-steg ger variationer som kan synas onödiga när man har datakraft. En mjuk invägning av båghöjd och avsmalning är önskvärd.

Erhåller centrumutbytet önskad vankant kan man öka klassgränsernas värden och samtidigt få mera sidobräder. Med hög precision (små spridningar på diametermätning och inläggning) krävs att man väljer rätt klassgräns för varje postning för att få höga volymsutbyten (sågad vara/rundvara). Av höga volymsutbyten följer höga värdeutbyten (sågad vara/rund vara) x kronor/sågad vara = kronor/rund vara.

### 4.3 Stockform

#### 4.3.1 Avsmalning

**Avsmalning** mättes av TINA tre gånger och av SAWCON en gång. SAWCONs mätning av grovtimmer blev ej bra och uteslöts, eftersom 33 % av mätvärdena saknades.

TINA presenterar normalt avsmalning som toppformtal. Från inspelade disketter har avsmalning i mm/m beräknats, vilket bättre kan jämföras med värden från SAWCON KS konicitetsvärden. Avsmalningens fördelning är ej symmetrisk kring normalfördelningen, varför logaritmisk normalfördelning har antagits, vilket bättre återspeglar avsmalningens naturliga fördelning. Detta belyses även under rubriken 4.3.2 Båghöjd.

Avsmalning i mm/m	Klentimmer		Grovtimmer	
	m	s	m	s
Avsmalning TINA I	6,96	2,64	7,92	2,64
" " II	6,86	2,54	7,94	2,54
" " III	6,95	2,57	8,06	2,62
" SAWCON KS	8,02	-	-	-

Differens mellan de tre mätomgångarna i mm/m

Avs I - Avs II	0,24	2,30	- 0,14	2,18
Avs II - Avs III	0,21	2,86	- 0,28	3,05
Avs I - Avs III	0,44	2,72	- 0,42	2,82

#### 4.3.2 Båghöjd

**"Båghöjd:** största avståndet från en rät linje genom stocks ändcentra till stockens mittlinje." Citatet är hämtat från Virkesmätningrådets mätninginstruktioner Nr 1-81, sid 33. Denna definition har följts av TINA och SAWCON KS liksom TRATEK. Båghöjdens storlek på stockens hela längd är av intresse ur inläggningssynpunkt, i synnerhet om man raksågar en stock. Då blir nämligen båghöjdens storlek avgörande för avståndet mellan stocktvärsnittets centrum och postningens centrum, det som normalt kallas inläggningsfel och orsakar vankant.

Båghöjder. Mått i mm	Klentimmer		Sign. nivå %	Grovtimmer		Sign. nivå %
	m	s		m	s	
<b>Normalfördelning</b>						
TINA båghöjd I	21,1	11,2	29,0	23,5	16,2	0
" " II	20,3	10,7	20,0	24,5	16,4	0
" " III	20,7	11,3	0,2	23,9	16,7	0,3
" " med.	20,7	10,8	7,0	24,0	16,2	0
SAWCON KS båghöjd	21,1	22,4	0	-	-	-



En bättre anpassning av mätvärdena erhålls när logaritmisk normalfördelning antages. Signifikansnivåerna för respektive antagen fördelning beräknas med Chi-2 test med 8/9 frihetsgrader. Motivet till detta ses bäst visuellt på diagrammen i diagraambilagan.

Båghöjder. Mått i mm Logaritm normfördeln.	Klentimmer		Sign. nivå %	Grovtimmer		Sign. nivå %
	m	s		m	s	
TINA båghöjd I	21,4	13,0	20,0	23,3	15,2	17
" " II	20,7	13,1	30,0	24,3	15,2	31
" " III	20,8	12,2	58,0	23,9	16,8	96
" " medel I-III	20,8	11,8	25,0	23,7	14,7	54
SAWCON KS båghöjd	20,0	19,8	2,4	-	-	-

Medelvärdena blir några tiondels millimeter större när logaritmisk normalfördelning antages, ävenså spridningen. När signifikansnivåerna understiger 5 % anses signifikant anpassning saknas.

Differenser mellan de tre mätomgångarna vad gäller båghöjden:

Båghöjdsdifferenser TINA Mått i mm	Klentimmer		Grovtimmer	
	m	s	m	s
Båghöjd I - Båghöjd II	0,76	4,56	- 1,04	4,52
" II - " III	- 0,32	4,99	0,63	5,04
" I - " III	0,44	4,86	- 0,42	4,83

Den maximala båghöjd som har hittats i de tre mätningarna kan vara av intresse samt hur differenserna är mot de enskilda mätningar (exponentialfördelning).

Mått i mm	Klentimmer		Grovtimmer	
	m	s	m	s
Maximal båghöjd (lognorm)	23,39	12,02	26,51	15,04
Max båghöjd - Båghöjd I	2,16	-	3,22	-
" " - " II	2,92	-	2,18	-
" " - " III	2,60	-	2,81	-

Chansen att hitta den maximala båghöjden med en tvåriktningsmätare som TINA är inte så stor. Chanserna att hitta den maximala båghöjden ökar om samma stockar mäts om tre gånger med TINA och stockarnas rotationsläge varierar, i detta fall slumpvis. Skillnaden mellan två på varandra följande mätningar är mindre än 1 mm. Skillnaden mellan den maximala båghöjden och den båghöjd som uppmättes är 2-3 mm.

#### 4.3.3 Ytjämnhet

**Ytjämnheten** på stockens mantelyta utgår från diametervariationerna längs stocken. Med minsta kvadrat-metoden bildas ett tal som är stort när stockens yta är knölig, och litet när ytan är slät. Ytjämnheten beräknas i detta prov i separat dator. Fördelningskurvor för ytjämnhet har den logaritmiska normalfördelningens form med brantare vänstersida än den symmetriska normalfördelningen har.

I samband med kvalitetsdiskussioner, se nedan, delas formfaktorerna upp på olika kvaliteter och diskuteras mer i detalj.

#### 4.4 Q Gösta, Q LGJ

**Godhetstalet** skall betraktas som ett försök att med instrumentmätning fånga stockens kvalitet, d v s stockens lämplighet för förädling. I detta ligger två saker. Dels skall stocken vara sågbar, dels skall produkterna vara lämpliga för användning och ej ha för många värdenedsättande fel som van och kvist. Med sågbar stock avses att stockens form, med måttlig kurvsågning och i övrigt normal sågning, skall ge full längd på centrumutbytet.

**Godhetstal Gösta** visar variationen på tvärsnittens täthet.

**Godhetstal LGJ** kombinerar inre och yttre storheter.

Följande resultat har erhållits när fördelningarna antages vara logaritmiskt normalfördelade. Chi-2-testets signifikansnivå anges för respektive storhets medelvärde och visar att logaritmisk normalfördelning har säkrare värden än normalfördelning. Logaritmisk normalfördelning anpassar sig även här bättre till dessa naturliga fördelningar.

Godhetstalen har uppdelats på tre olika mätningar och deras medelvärden ger följande resultat normalfördelat och logaritmiskt normalfördelat:

Klentimmer Storhet	Första		Andra		Tredje		Medel		Sign. nivå	
	m	s	m	s	m	s	m	s		
<b>Normalfördelat</b>										
Q-tal Gösta	14,8	5,9	14,9	5,5	15,2	6,0	15,0	5,6	1,5	
" LGJ	9,8	6,6	10,0	6,6	10,0	6,5	10,0	6,5	0	
<b>Logaritmiskt normalfördelat</b>										
Q-tal Gösta	14,8	5,4	14,9	5,3	15,1	5,7	14,9	5,3	42,0	
" LGJ	10,0	8,4	10,5	9,6	10,4	8,9	10,2	8,3	5,1	
Grovtimmer										
<b>Normalfördelat</b>										
Q-tal Gösta	14,4	6,5	14,5	6,7	14,3	6,2	14,4	6,3	0,6	
" LGJ	29,3	15,7	29,2	15,6	29,3	16,0	29,3	15,6	0	
<b>Logaritmiskt normalfördelat</b>										
Q-tal Gösta	14,4	6,7	14,5	6,7	14,4	6,6	14,4	6,6	26,0	
" LGJ	29,3	16,1	29,2	16,0	29,4	17,2	29,3	16,0	21,0	

Differenser mellan godhetstal mätta i de tre mätomgångarna:

Mätomgång		Klentimmer		Grovtimmer	
		m	s	m	s
Q-tal Gösta	I - II	- 0,03	2,88	- 0,14	2,05
" "	II - III	- 0,29	2,35	0,15	2,65
" "	I - III	- 0,32	2,45	0,01	2,11
Q-tal LGJ	I - II	- 0,24	2,11	0,03	4,42
" "	II - III	0,01	1,97	- 0,01	3,95
" "	I - III	- 0,22	1,98	0,01	4,97

#### 4.5 Kvalitet

I det följande påvisas vissa samband mellan instrumentmätta storheter och kvalitetsbedömningar gjorda på centrumutbytet av översorterare. Varje centrumbit har åsatts en kvalitet, varmed varje stock får två kvalitetsvärden som ibland är olika. Centrumbitar med bedömd kvalitet kommer från stocker med stockdata, varmed intressanta samband kan visas. Delas mätdata från TINA in i översorterarens klassning av centrumutbytet erhålls följande tabell, nu med medelvärden från tre TINA-mätningar, för att i görligaste mån undvika inflytande från sporadiska fel.

Medelvärden (m) och standardavvikelse (s). Summan av tre mätningar.

Klentimmer	o/s		V		VI		Totalt	
	m	s	m	s	m	s	m	s
Q-tal Gösta	10,6	3,2	15,0	5,0	16,9	5,3	14,9	5,3
Q-tal LGJ	3,7	1,9	9,8	7,1	13,9	8,9	10,2	8,3
Avsmalning	5,6	1,7	6,7	2,5	8,1	2,3	7,1	2,7
Båghöjd	25,3	14,9	20,9	12,7	18,9	8,1	20,9	11,8
Ovalitet	3,5	-	3,6	-	3,0	-	-	-
Ytjämnhet	667,0	92,0	1018,0	343,0	1126,0	350,0	1004,0	347,0
<hr/>								
<b>Grovtimmer</b>								
Q-tal Gösta	9,8	3,2	14,0	6,2	18,0	6,7	14,4	6,7
Q-tal LGJ	17,4	5,0	26,2	12,2	41,7	17,6	29,3	16,0
Avsmalning	8,5	2,4	7,5	2,0	8,9	3,1	8,0	2,5
Båghöjd	27,1	15,1	22,3	14,2	18,0	7,3	23,7	14,7
Ovalitet	5,2	-	4,3	-	6,4	-	-	-
Ytjämnhet	783,0	149,0	943,0	284,0	1564,0	643,0	1071,0	419,0

Fördelningarnas form visas i diagrambilagan under Kvalitet. Där beskrivs kanske bättre vilka förutsättningar som finns att förutse kvalitet innan stocken eller stammen har sönderdelats.

#### 4.6 Avkap

Avkapet och kvalitetsbedömningen återspeglar sågtimrets kvalitet och allt som hänt mellan stubbe och justering som sätter ned värdet. Det som hänt före virkesmätningen ser virkesmätaren. Virkesmätaren kortar då av stocken med ett antal decimeter i kvalitetshöjande syfte. Det är den volymbehandling som dominerar över diameternedsättningen. Volymbehandling kan ses som en förbättring av apteringen.

Avkortning är ett tänkt kvalitetshöjande avkap som senare utförs i justerverket. Både avkortning och avkap redovisas nedan. I detta prov har över-sorterare anvisat avkap utan hänsyn till 30 cm modul. Detta är ett noggrannare förfarande än den normala justeringen, vilket höjer provets noggrannhet. Avkortningens och avkapens omfattning framgår av nedanstående tabell.

Avkortning	Antal stock totalt	Antal kortade stockar, %		Kapad och kortad stock	Kortning/be-handlad stock i cm	% av total stl.
Klentimmer	68	11	16	6/11	31	1,13
Grovtimmer	72	16	22	9/16	29	1,35

Avkap	Antal bitar totalt	Antal avkapade bitar, %		Antal avkapade stockar, %		Avkapslängd/ka-pad bit	Avkapslängd/ka-pad stock	% av total stl.
Klentimmer	2 x 68	13	10	11	16	64	76	2,77
Grovtimmer	2 x 72	32	22	25	35	63	80	5,66

Avkapen är naturligt större än de avkortningar som virkesmätaren gör. Tillkommande fel som torksprickor kan ej förutses. Däremot borde båghöjdens inverkan på vankant beaktas mer. Fjorton grovstockar hade avkap för vankant med i medeltal 60 cm. Båghöjden var över 28 cm hos elva av dessa 14 stockar. Motsvarande för klenstockar var sex stockar som hade avkap för van; fem (83 %) av dessa hade en båghöjd på över 28 cm.

Även kvalitetsfelet tjurved kan kopplas till stor båghöjd. Av tidigare rön kan konstateras att rotstock ofta är krokig och har tjurvedsbildningar orsakade av böjpåkänningar på den växande stammen. Stora böjpåkänningar orsakas av sned krona/lutande träd och medför båghöjder och tjurved. Dessa faktorer är det levande trädets sätt att minska snedställningen av trädkronan i förhållande till stubben.

## 5. DISKUSSION

Mycken möda har lagts ned på att dana den skog Sverige har idag. Våra förfäder och vi själva har levt med en skogsvårdslag som säger att vi skall odla kvalitetsskog till högt värdeutbyte. Det är då riktigt att ägna möda åt att värdera trädstammen på ett riktigt sätt innan den delas. Delningen av stammen och stamdelen är oåterkallerlig. Den skall baseras på stor kunskap om konsekvenserna av tänkt delning. Delningen är en värdesänkning som skall göras så liten som möjligt.

Skog och stamdelar värdebestäms efter prislistor som baseras på virkesmättningsföreskrifter uppsatta av Skogsstyrelsen. Mättningsföreskrifterna är baserade på respektive industris kvalitetsregler för respektive produkt. Föreskrifterna baseras på visuell kvalitetsbedömning och handmätning med klave, måttband och yxa. Norm för diametermätning är klavmätning.

Idag mäts sågtimrets dimensioner med instrument som ser ljusskugga. Visuell bedömning av sågtimrets kvalitet sker utifrån yttre faktorer såsom förekomst av kvistar, röta, m m. Denna mätning kan ske vid en matningshastighet av maximalt 45 m/min när det gäller vederlagsmätning. Dimensionssorteringsmätning kan gå fortare.

Betydelsefulla värdenedsättande faktorer i sågverket är kvist, vankant, sprickor, röta m m.

Vankant orsakas av fel stockdimension/-form och/eller fel inläggning och den kan förutses med kontroll av dimensionsmätning och inläggning. Kvalitetshöjande avkap orsakade av vankant förekommer en hel del när medelavkapslängderna är 30-40 cm. Störningar i stockmätningen på grund av bl a bark och låg precision i inläggningen är vanliga orsaker till dessa vankanter. Stockens form har också betydelse för vankantsbilden. Hänsyn till stockens form kan endast tas när man känner till avsmalning, båghöjd och båghöjds läge med millimeterprecision. Skall man nå höga volymsutbyten, och därmed även värdeutbyten, skall man ha kontroll på stockdimension, stockform och inläggning med on-line-mätning av dessa mätbara faktorer. Det är önskvärt med ett övervakningssystem med givare, som matar en kontrollenhet som kontinuerligt visar status och varnar när gränsvärden överskrids. Trendvisning av maskininställningar och andra avgörande storheter är då möjlig. Med färre sidobräder ökar kravet på precisionen, färre bitar blir avgörande.

Kvist är en vanlig kvalitetsnedsättande faktor som delvis kan mätas med yttre dimension. Kvistknölar kan upptäckas vid diametermätning under bark. Dolda kvistar upptäcks endast vid genomlysning. Med kombinerad mätning av yttre och inre dimensioner erhålls goda förutsättningar för att hitta kvistar. Kan man mäta in kvistdata på hela stammen erhålls dessutom viktig information om torr- och råkvistgränsernas lägen. Dessa gränser är i hög grad stamindividuella. Avvägning av erfarenheter och individuella mätdata bör kunna forma kraftiga verktyg för kvistkvalitetsbedömning, framförallt i helstamsanläggningar.

Stamform kan kvantifieras med avsmalning och båghöjd. Dessa mätdata kan indikera kvalitetsfaktorer som tjurved, röta och inre spänningar som orsakar sprickor och formfel på sågad vara. Stammens dimensioner, inklusive form, kvistknölers lägen längs stammen, torr- och råkvistgränser, allt kan mätas och bilda värdefull information om hur en stam skall delas.

Avgörande information är också vilka produkter kunderna vill betala för. Denna information är omfattande och växlar ständigt. Datorn hjälper till i denna hantering på väsentligt sätt, så att kundernas betalningsvillighet ges möjlighet att tränga igenom ända till delningen av stammen. Samverkar delningen med noggrann övervakning så kan välplanerade processer med små lager skapas, som snabbt kan leverera de varor kunderna är villiga att betala för. För att det skall kunna uppnås utan avbrott i processen, måste maskinernas prestationer övervakas kontinuerligt och feltendenser upptäckas och åtgärdas. Det är viktigt att upptäcka trender innan allvarliga fel eller maskinhaveri uppstått. Förebyggande åtgärder skall göras på planerade stopp. Underhåll och kvalitetskontroll bör samordnas, så att maskiner och instrument är rätt inställda. Personer och maskiner slits minst då.



## 6. KOMMENTARER

Detta arbete visar hur sågtimmerstockar beskrivs, sönderdelas och hur sedan centrumutbytet värderas. Arbetet har gjorts efter de riktlinjer som rådde vid Ala såg i mars 1987.

Målet är högsta möjliga ekonomiska utbyte, när man ur runda stockar skall såga fram fyrkantiga virkesstycken.

Sågtimmerbeskrivningen vid Ala har hög precision tack vare den unika mätare som finns där. Med genomlysningsteknik skapas möjligheter att i millimeter beskriva stocken under bark till dimension och form samt vissa kvalitetsgrundande faktorer, typ kvistknölar. Genomlysningen ger även densitetsvariationer i stocken som inte bara orsakas av vedvariationer som kvist. Även variationer orsakade av varierande vattenförekomst i träet kommer med som densitetsvariationer. I färsk stam och stock har splintveden högre vatteninnehåll än kärnveden, varvid splint-/kärnandelen komplicerar kvalitetssökningen.

Med ökad datorkraft kan man finna kombinationer av kvalitetsfaktorer som har ekonomisk genomslagskraft. Några sådana kombinationer har i efterhand tagits fram inom detta arbete. Då går det att skilja o/s från V1 sort, men det är svårare att precisera skillnaden mellan V och de angränsande kvaliteterna. Det är också svårt att översätta mätbara faktorer från ett instrument och utvärdera detta med kvalitetsregler som baseras på visuella bedömningar.

Den största nyttan som genomlysningstekniken finner idag är att kunna sortera sågtimmer med mått under bark, medan barken sitter kvar. Därmed kan man vid omsortering få 75-80 % av stockarna tillbaka i samma fack. Hade man mätt på bark hade maximalt 60 % återgått till samma fack. Barken kan visserligen beräknas med formler så att ett större parti sågtimmer får ett riktigt medelvärde. Skall man däremot sortera varje stock i rätt fack ställs helt andra krav på barkmått och hur mycket av barken som finns kvar där mått tas.

Några sågverk, som mäter på bark, mäter om efter barkning och sorterar om ungefär 10 % för klena stockar. Sätts denna gräns vid nedre klassgräns erhålls mer än 10 % barkade stockar som går till omsortering. Några sågverk har även prövat att sortera ut övergrova stockar. Det gör att två olika dimensioner barkade stockar skall hanteras, vilka till antalet är 40 % av stockmängden om man strikt skall följa klassgränserna. Klassgränserna bygger på simuleringsmodeller som mer eller mindre är baserade på verkliga förhållanden som barkförekomst, stockform och inläggning och som är viktiga att följa för att få bra ekonomiskt utbyte.

Ansträngningar, och ganska omfattande sådana, görs enligt ovan för att komma till rätta med barkproblemet vid dimensionsmätning. Kanske är genomlysningstekniken en väg.



## 7. REFERENSER

Söderman, Mats Olov: SAWCON KS kontra verkligheten. Examensarbete, YTH, 1987.

Hägerdal, Henrik, Johansson, Bengt, Sederholm, Johan: Instruktion för mätning av inläggningsnoggrannhet. STFI-meddelande serie A nr 752, 1982.

## DIAGRAMBILAGA

Det är min förhoppning att denna bilaga skall ge en djupare insikt i hur enskilda mätvärden står i förhållande till varandra. I slutet på 1960-talet fick vi elektroniska räknare som beräknade medelvärden och standardavvikelser. Nu kan vi nästan lika enkelt visa fördelningar och anpassa kurvor. Fantastiska framsteg!

Denna bilaga illustrerar resultaten grafiskt med antal stock vertikalt och med mätvärden horisontellt. Under X-axeln finns beteckningen för aktuell storhet. Här betyder liten begynnelsebokstav klen-timmer (toppdiameter 150-160 mm), stor begynnelsebokstav grovtimmer (toppdiameter 205-215 mm). Dx2 betyder grovtimmer i X-riktningen, andra mätningen. dsol betyder klen-timmer, sorteringsdiameter, första mätningen. Dmin3-Dso3 grovtimmer, tredje mätningen, skillnaden mellan minimidiameter och sorteringsdiameter vilket anger antal upp- eller nedklassning (8 st nedklassningar och 1 uppklassning) om 10 mm. Medelvärden och standardavvikelse finns i texten.

Stockars längdfördelning visar intressanta saker. 17 stockar av 72 har en maximal längd, vilket ger bra medellängd.

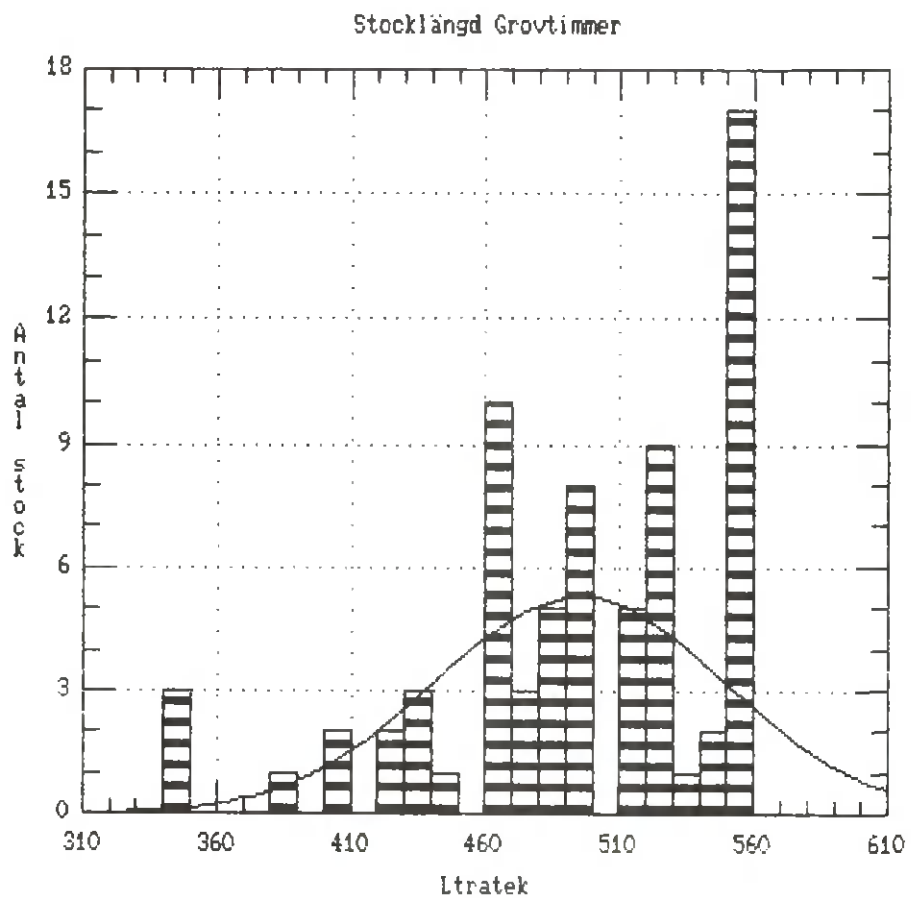
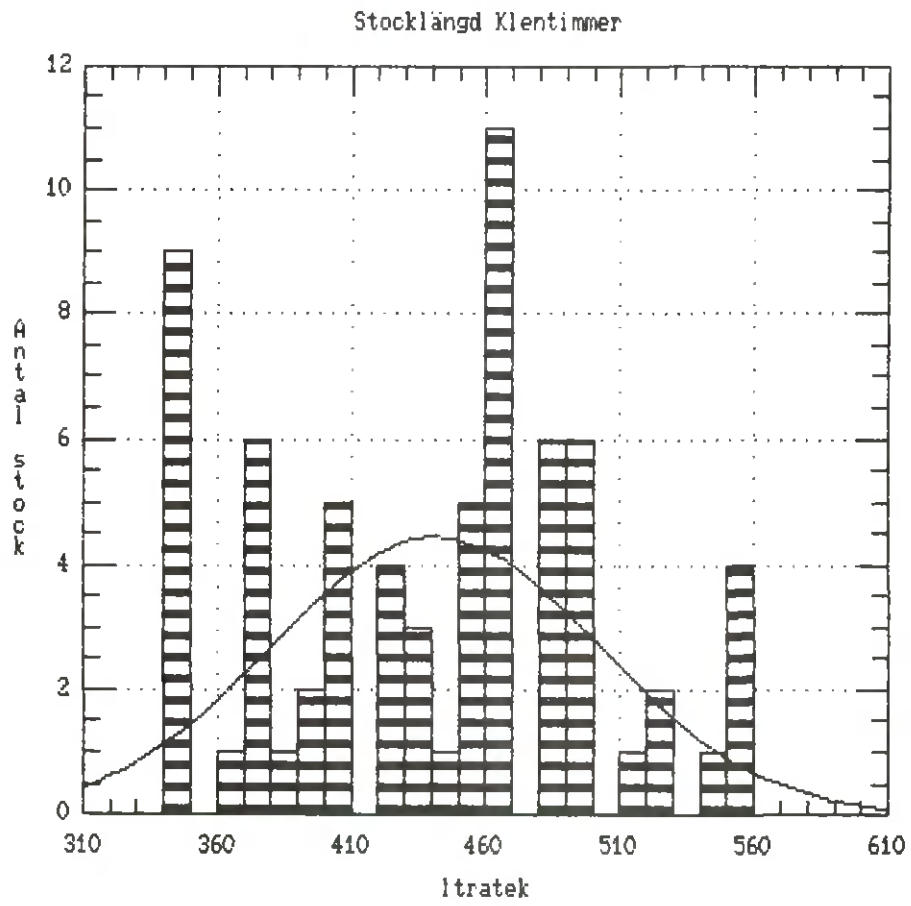
Två omgångar (Klen, Grov) diagram visar olika diameterkombinationer med normalfördelningskurvor inritade.

Formfaktorer som avsmalning, båghöjd, relativt båghöjds läge, ovalitet och ytjämnhet visas. Olika fördelningstyper används vid anpassning. Logaritmisk normalfördelning passar ofta, men på avsmalning passar exponentiell fördelning bäst. Både normal och logaritmisk normalfördelning visas för båghöjd. Med logaritmisk normalfördelning saknas nollvärden på fördelningen, t ex båghöjd. Det finns ingen helt rak stock!

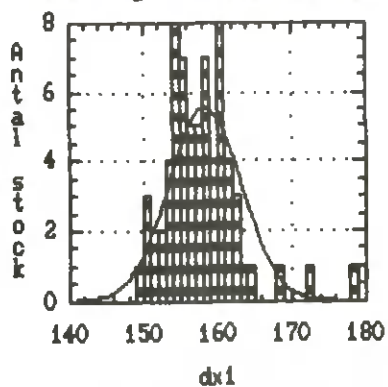
Q-tal finns hittills två olika, dels enbart densitetsvariationerna Q Gösta, dels kombinerat Q LGJ. Här har både normal- och logaritmisk normalfördelning tagits fram.

Slutligen ett avsnitt i diagrambilagan som visar kvalitetsfaktorerna mot centrumutbytets kvalitet. Exempelvis har alla centrumbitar ur klen-timret denna fördelning på mätstorhet (godhetstal eller ytjämnhet). För att ge bättre representation på mätvärdena har medeltal av tre mätningar använts.

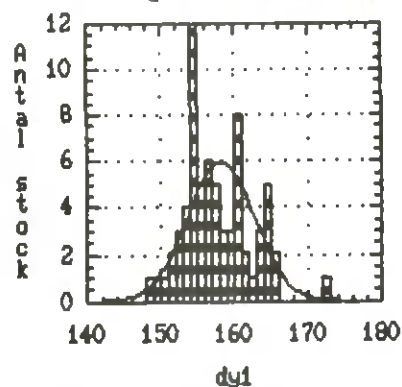
Bilagan har tagits fram med datorprogrammet STATGRAPHICS på en IBM kompatibel dator.



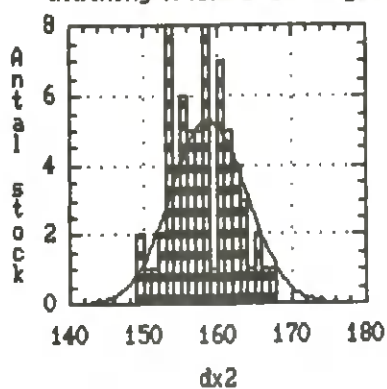
Diameter TINA Klentimmer  
Riktning X första mätningen



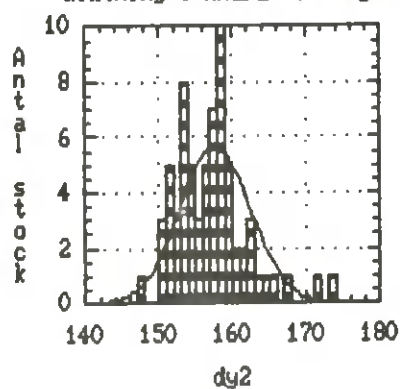
Diameter TINA Klentimmer  
Riktning Y första mätningen



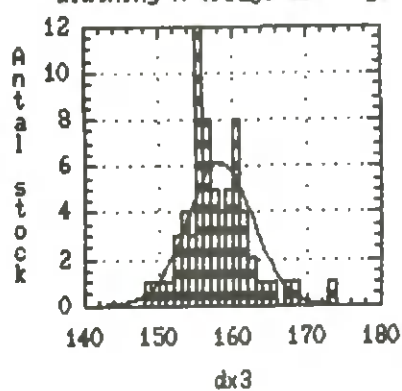
Diameter TINA Klentimmer  
Riktning X Andra mätningen



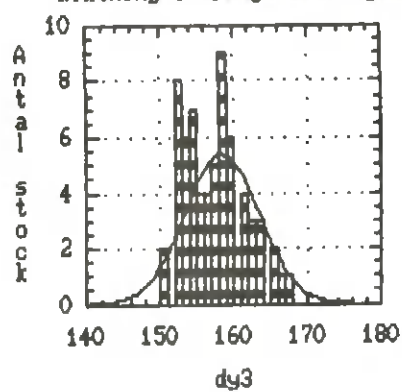
Diameter TINA Klentimmer  
Riktning Y Andra mätningen



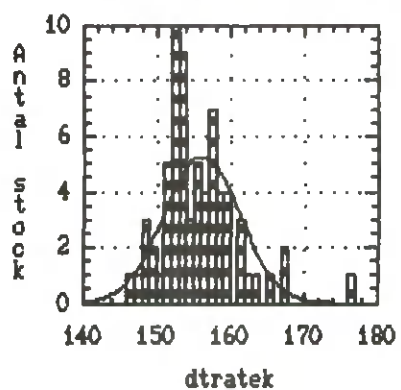
Diameter TINA Klentimmer  
Riktning X tredje mätningen



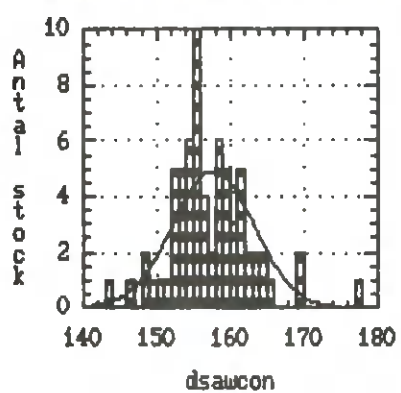
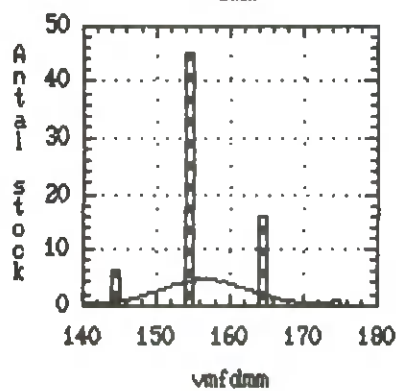
Diameter TINA Klentimmer  
Riktning Y tredje mätningen



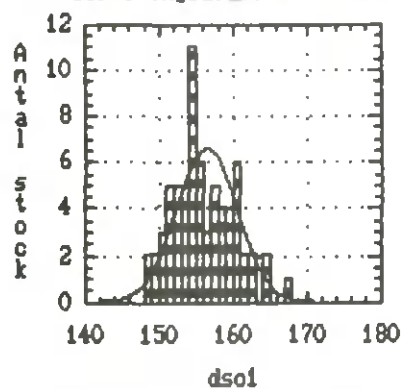
Diameter TRATEK Klentimmer



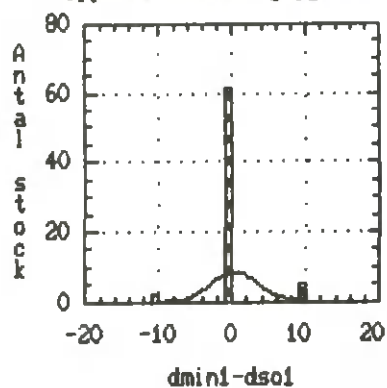
Diameter SAWCON KS Klentimmer

Diameter VM i cm Klentimmer  
+5mm

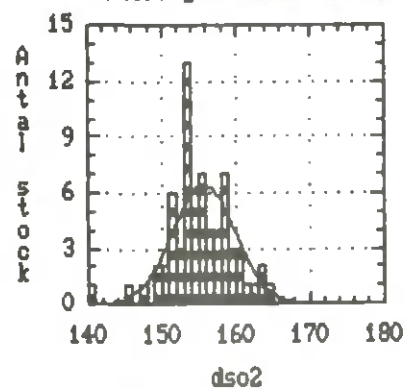
Diameter TINA Klentimmer  
Sorteringsdiameter första



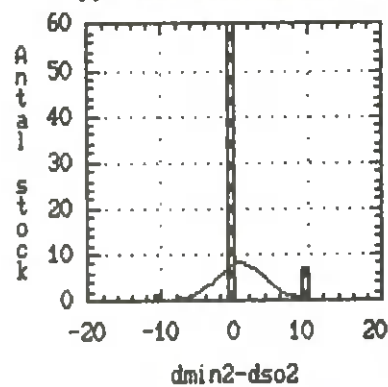
Diameter TINA Klentimmer  
Upp-/nedklassning pga form



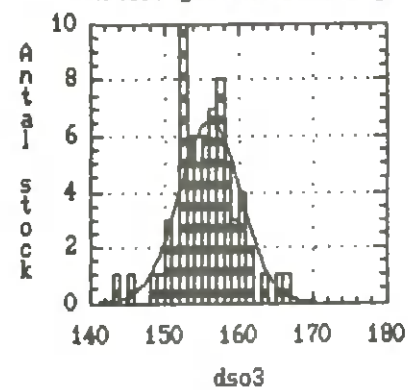
Diameter TINA Klentimmer  
Sorteringsdiameter andra



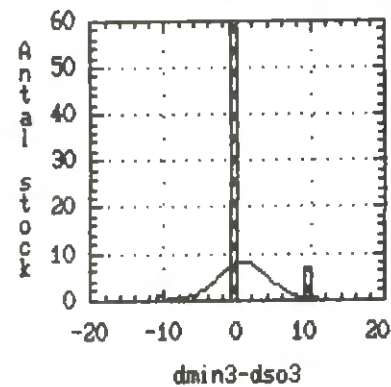
Diameter TINA Klentimmer  
Upp-/nedklassning pga form



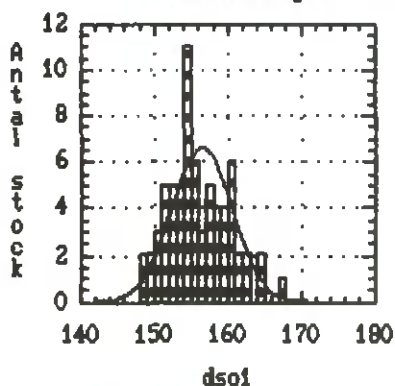
Diameter TINA Klentimmer  
Sorteringsdiameter tredje



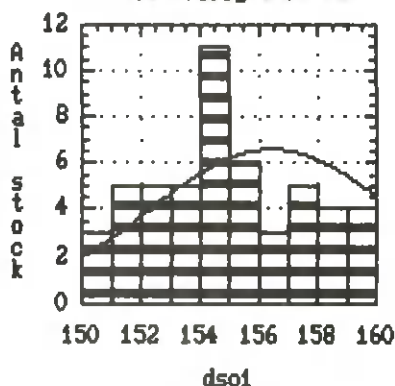
Diameter TINA Klentimmer  
Upp-/nedklassning pga form



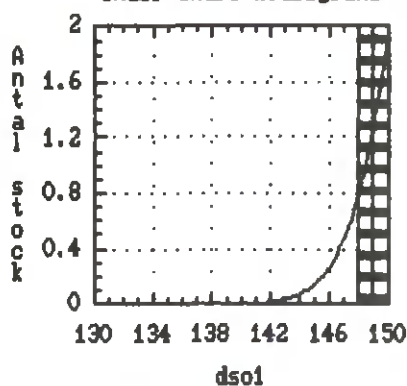
Sorteringsdiameter TINA Klentimmer  
Första mätningen



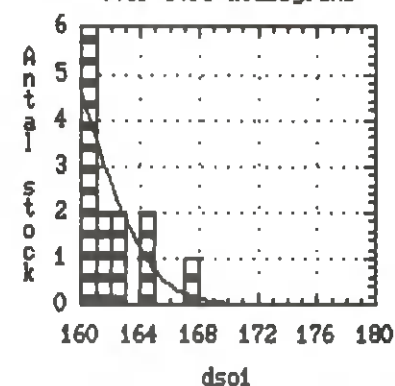
Sorteringsdiameter TINA Klentimmer  
Inom klassgränserna



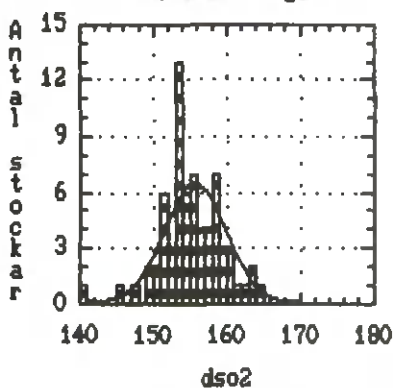
Sorteringsdiameter TINA Klentimmer  
Under undre klassgräns



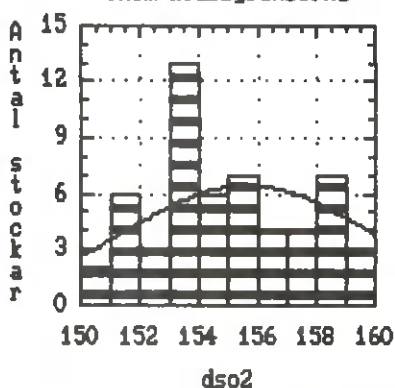
Sorteringsdiameter TINA Klentimmer  
över övre klassgräns



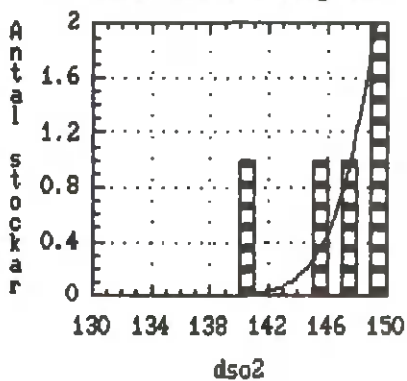
Sorteringsdiameter TINA Klentimmer  
Andra mätningen



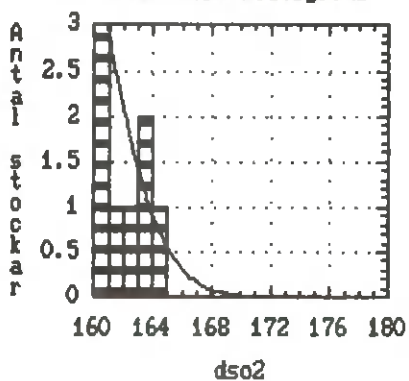
Sorteringsdiameter TINA Klentimmer  
Inom klassgränserna



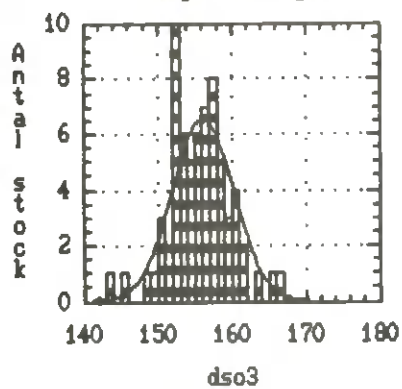
Sorteringsdiameter TINA Klentimmer  
Under undre klassgräns



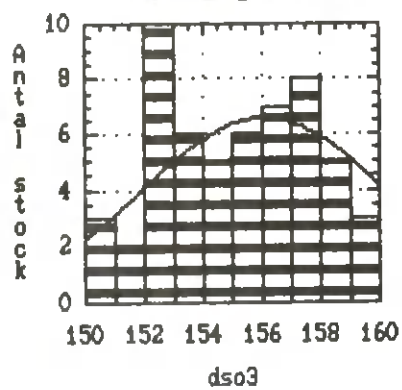
Sorteringsdiameter TINA Klentimmer  
över övre klassgräns



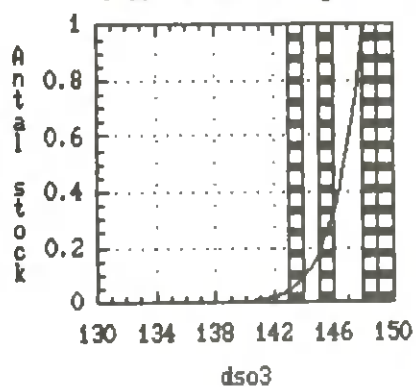
Sorteringsdiameter TINA Klentimmer  
Tredje mätningen



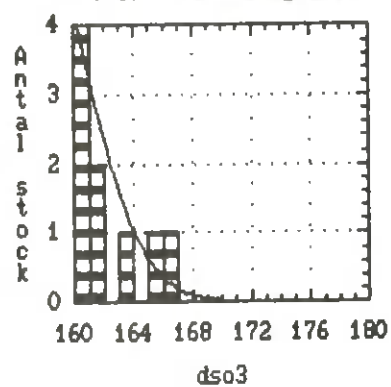
Sorteringsdiameter TINA Klentimmer  
Inom klassgränserna



Sorteringsdiameter TINA Klentimmer  
Under undre klassgräns

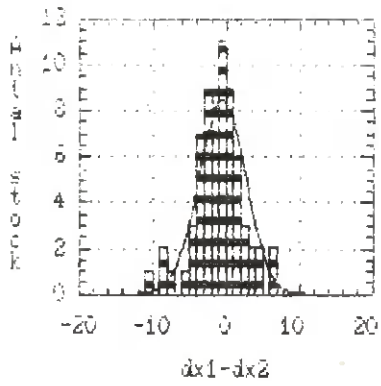


Sorteringsdiameter TINA Klentimmer  
Över övre klassgräns

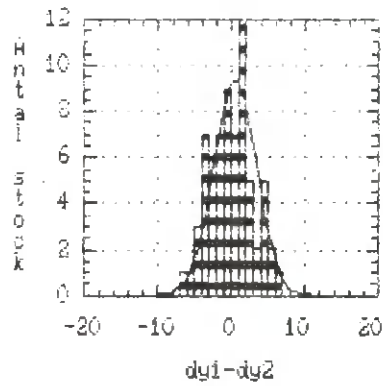




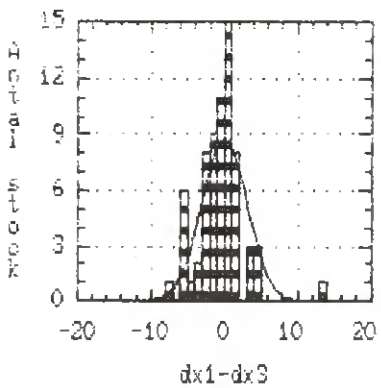
Diameterskillnad Klentimmer



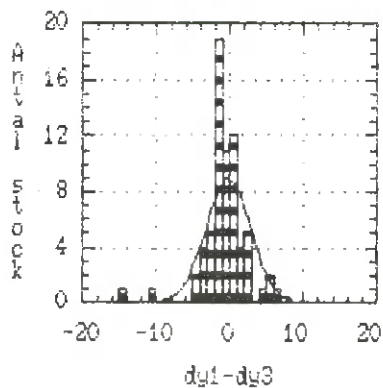
Diameterskillnad Klentimmer



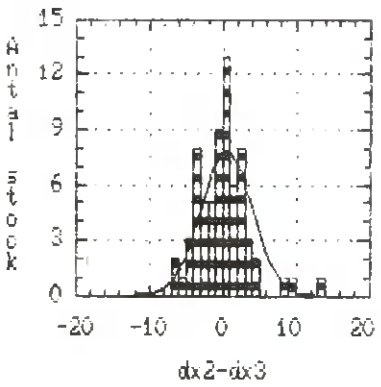
Diameterskillnad Klentimmer



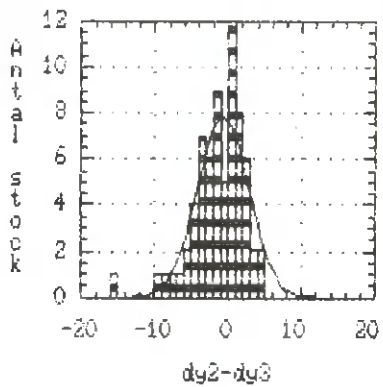
Diameterskillnad Klentimmer



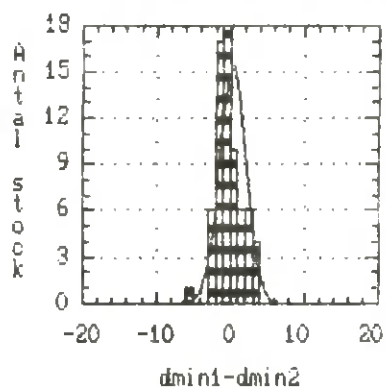
Diameterskillnad Klentimmer



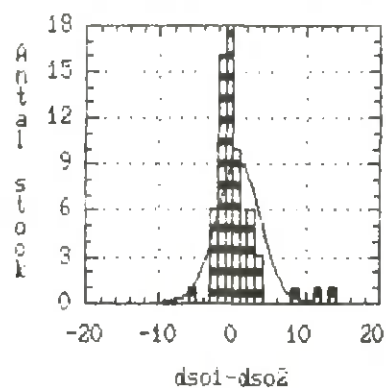
Diameterskillnad Klentimmer



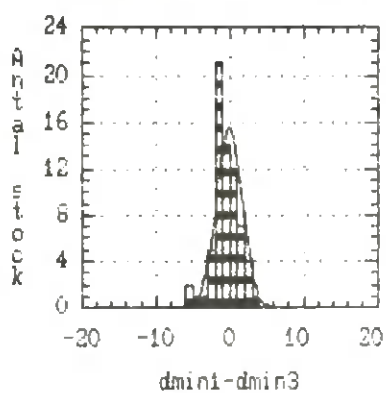
Diameterskillnad Klentimmer



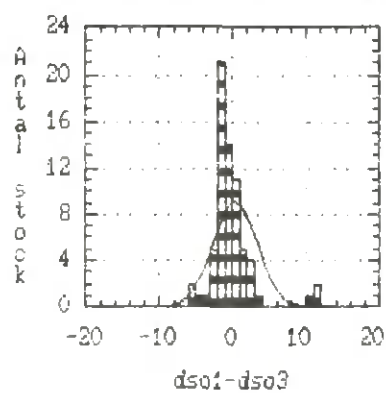
Diameterskillnad Klentimmer



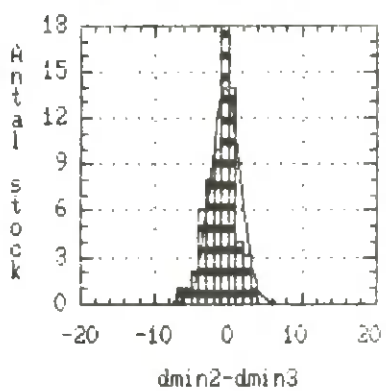
Diameterskillnad Klentimmer



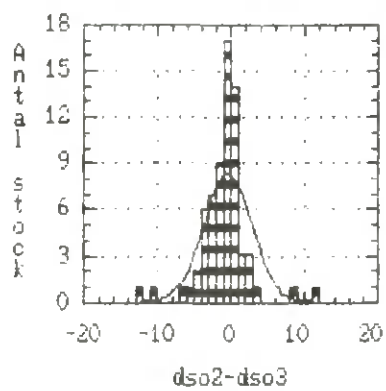
Diameterskillnad Klentimmer

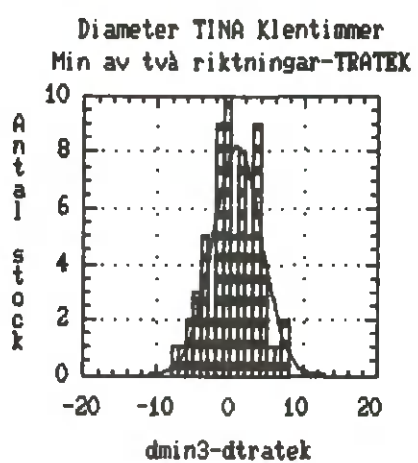
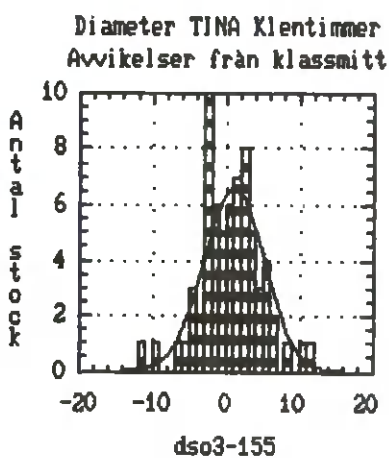
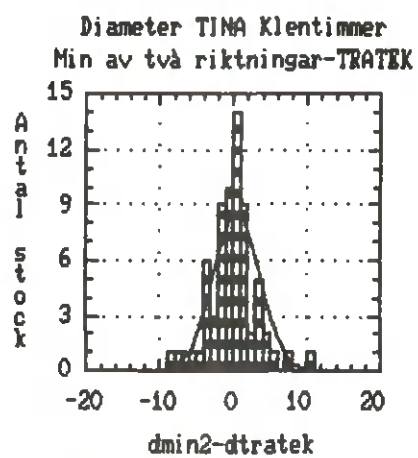
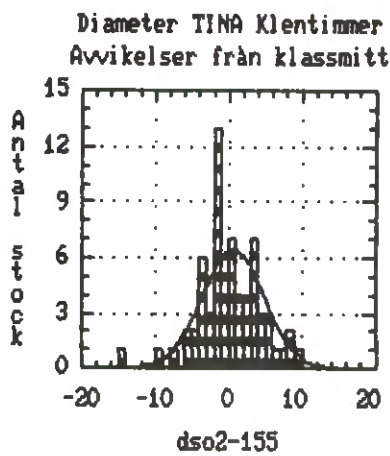
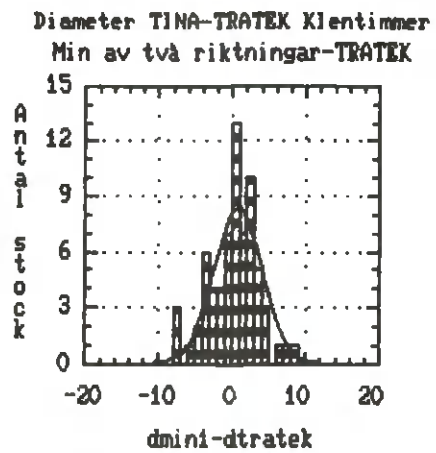
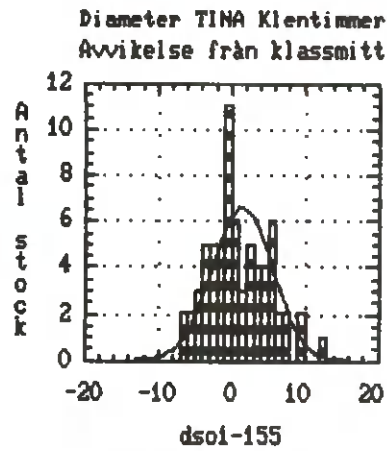


Diameterskillnad Klentimmer

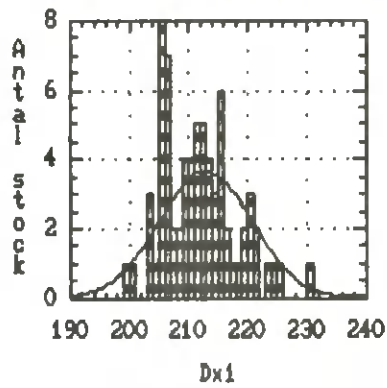


Diameterskillnad Klentimmer

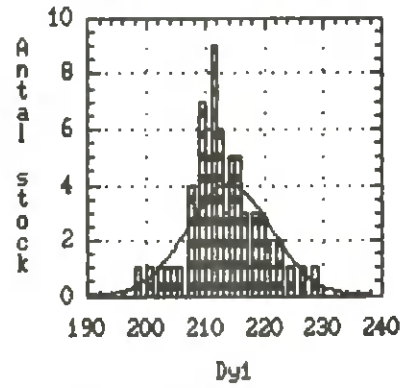




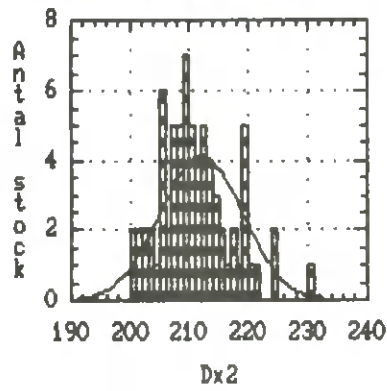
Diameter TINA Grovtimmer  
Riktning X första mätningen



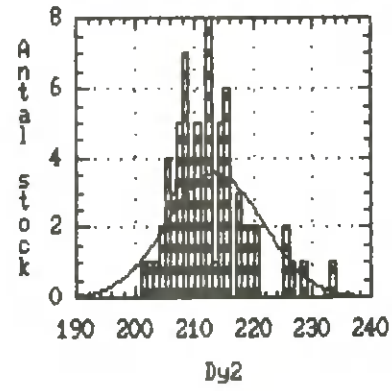
Diameter TINA Grovtimmer  
Riktning Y första mätningen



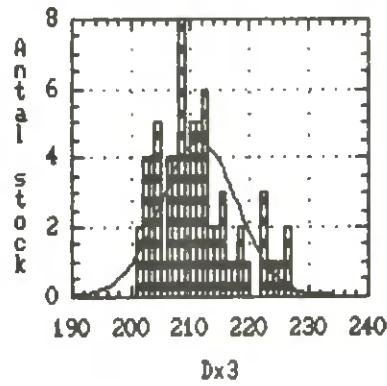
Diameter TINA Grovtimmer  
Riktning X andra mätningen



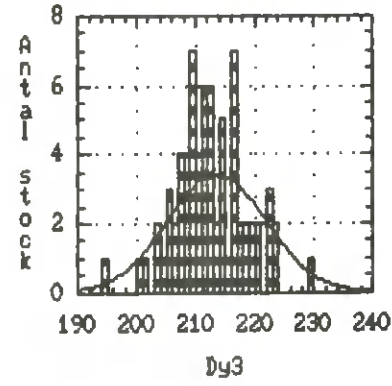
Diameter TINA Grovtimmer  
Riktning Y andra mätningen



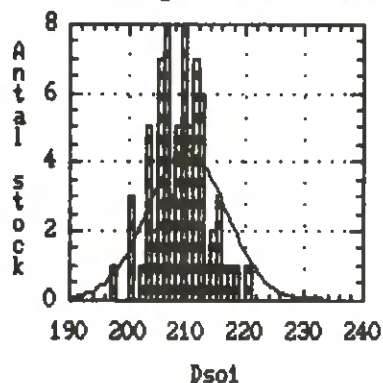
Diameter TINA Grovtimmer  
Riktning X tredje mätningen



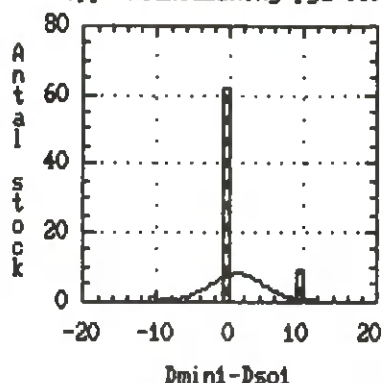
Diameter TINA Grovtimmer  
Riktning Y tredje mätningen



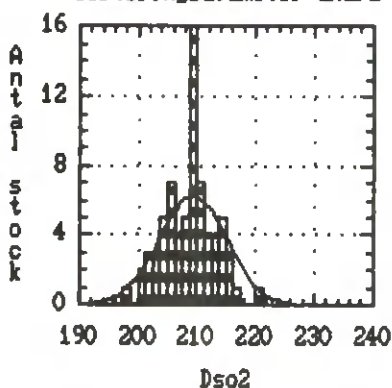
Diameter TINA Grovtimmer  
Sorteringsdiameter första



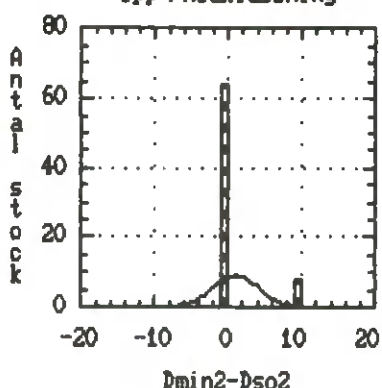
Diameter TINA Grovtimmer  
Upp-/nedklassning pga form



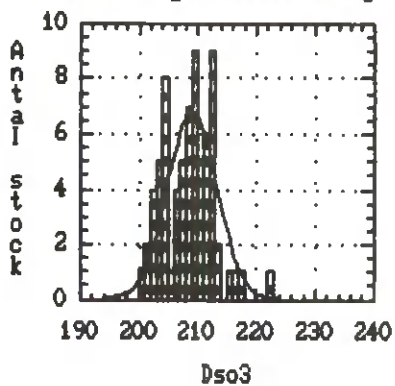
Diameter TINA Grovtimmer  
Sorteringsdiameter andra



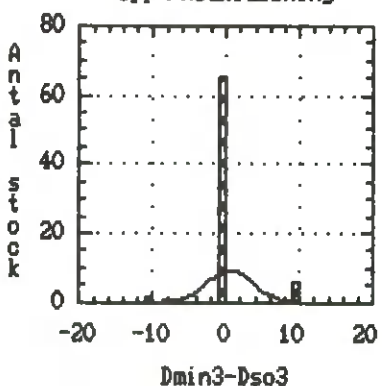
Diameter TINA Grovtimmer  
Upp-/nedklassning



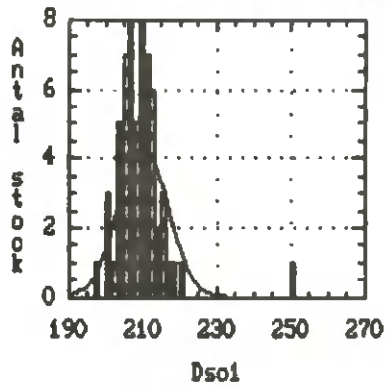
Diameter TINA Grovtimmer  
Sorteringsdiameter tredje



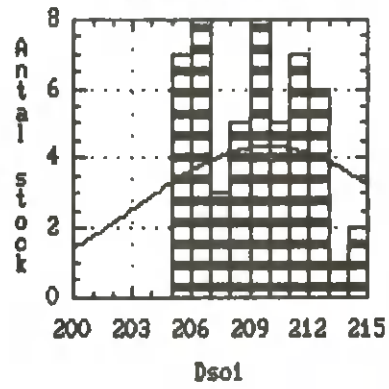
Diameter TINA Grovtimmer  
Upp-/nedklassning



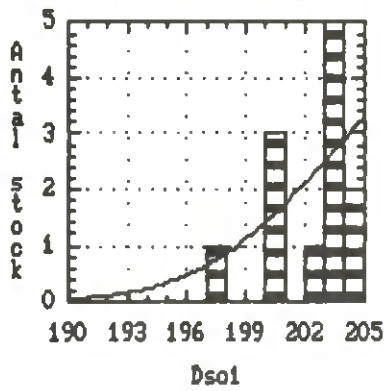
Diameter TINA Grovtimmer  
Sorteringsdiameter första



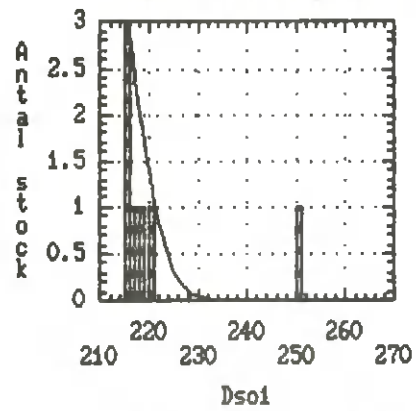
Diameter TINA Grovtimmer  
Inom klassgränserna



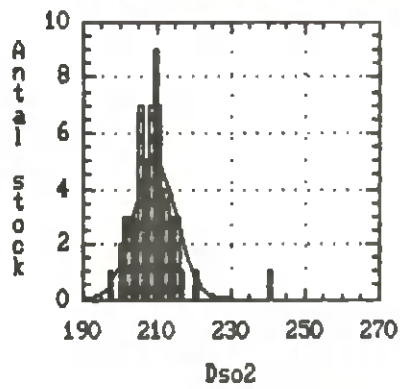
Diameter TINA Grovtimmer  
Under undre klassgräns



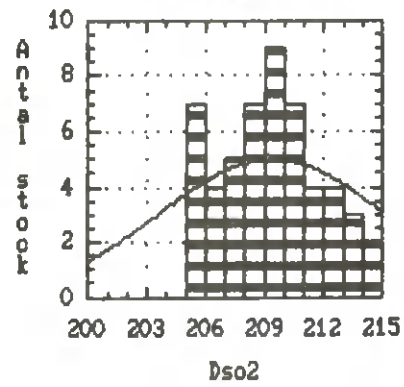
Diameter TINA Grovtimmer  
Över övre klassgräns



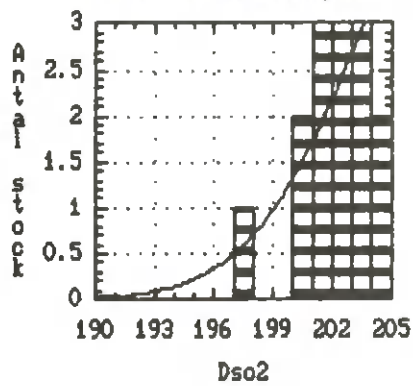
Diameter TINA Grovtimmer  
Sorteringsdiameter andra



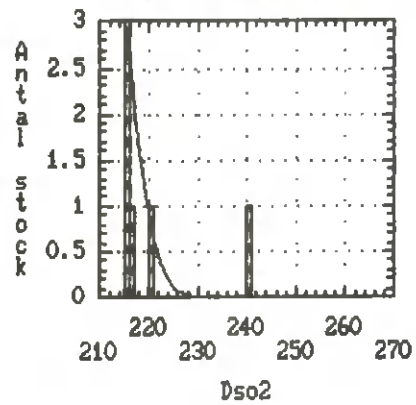
Diameter TINA Grovtimmer  
Inom klassgränserna

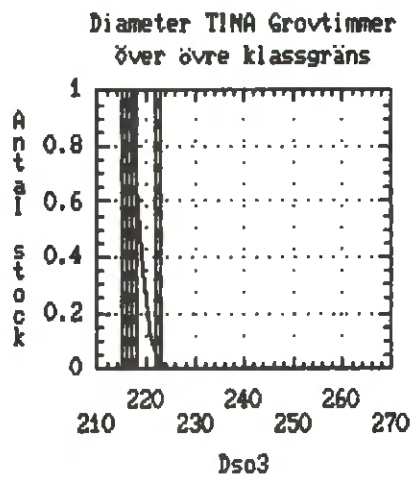
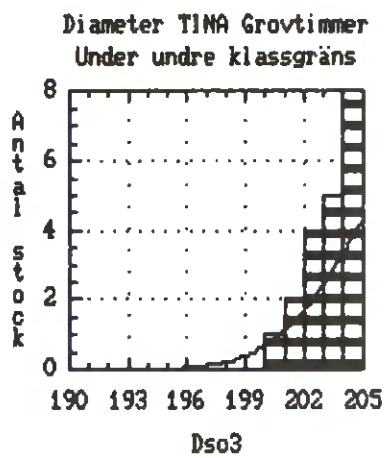
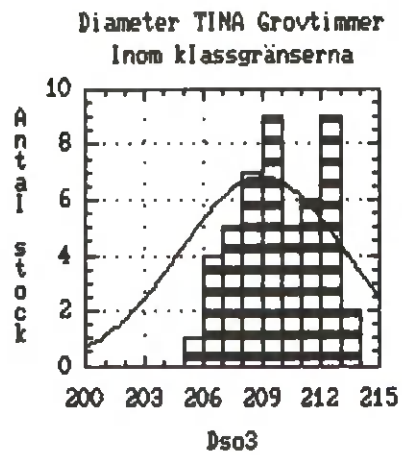
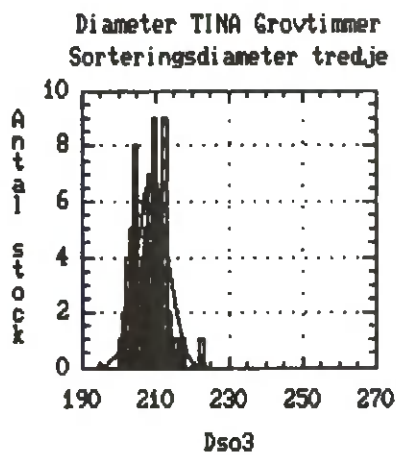


Diameter TINA Grovtimmer  
Under undre klassgräns



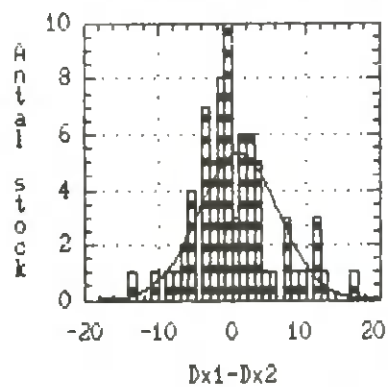
Diameter TINA Grovtimmer  
Över övre klassgräns



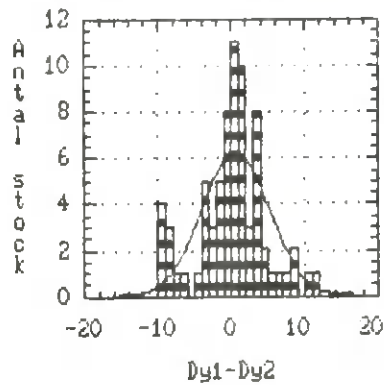




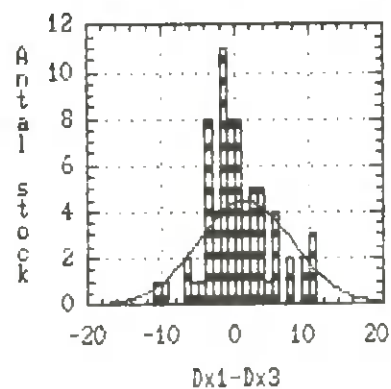
Diameterskillnad Grovtimmer



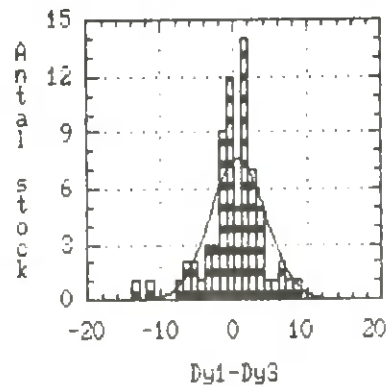
Diameterskillnad Grovtimmer



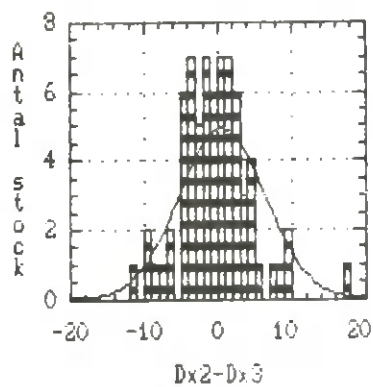
Diameterskillnad Grovtimmer



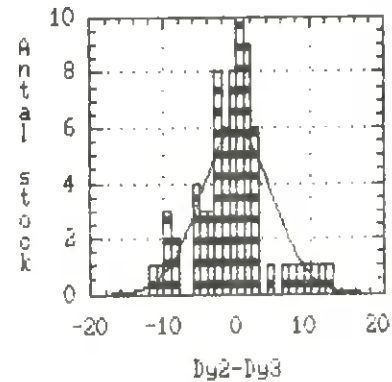
Diameterskillnad Grovtimmer

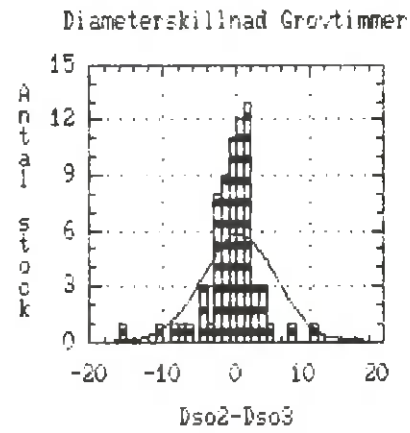
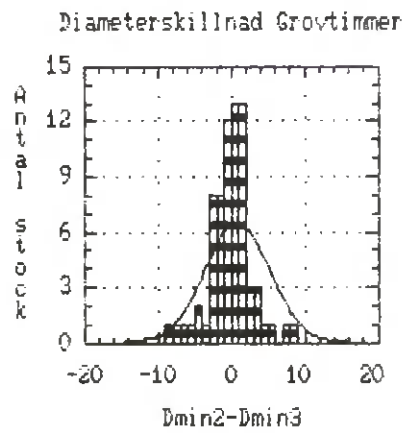
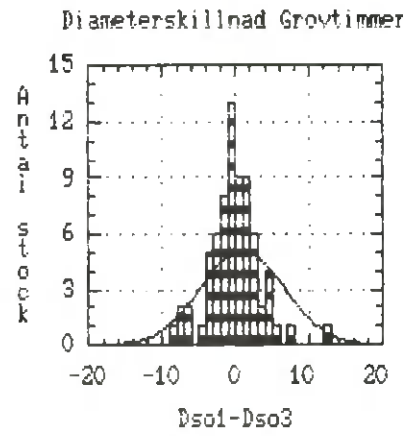
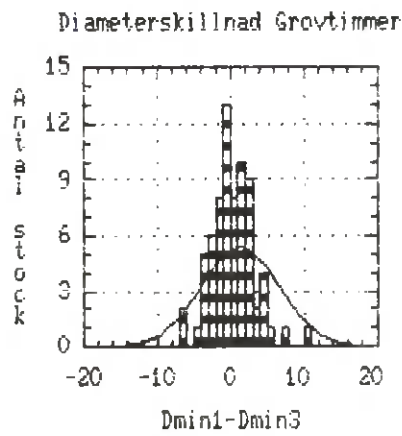
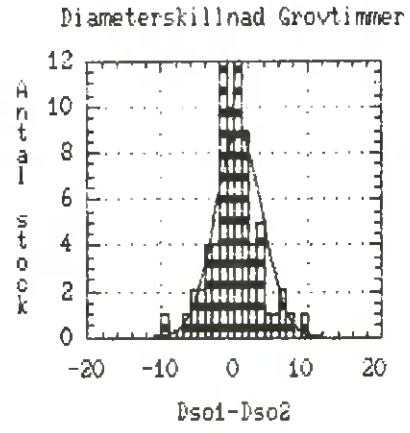
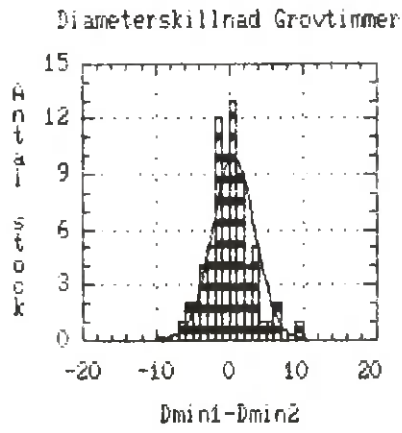


Diameterskillnad Grovtimmer

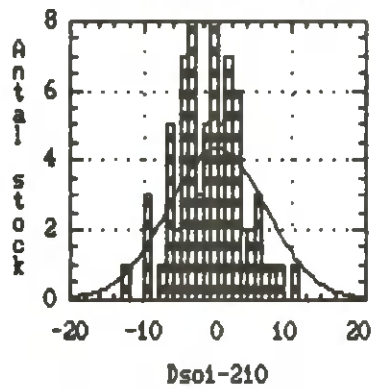


Diameterskillnad Grovtimmer

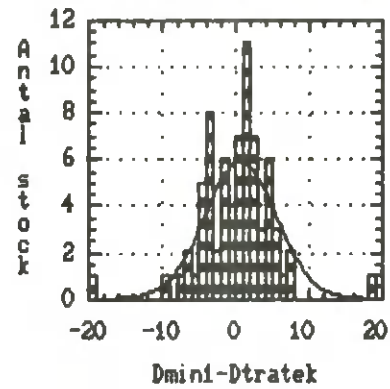




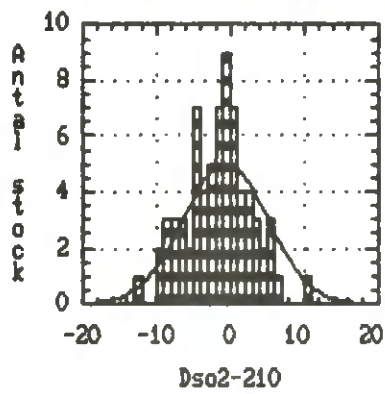
Diameter TINA Grovtimmer  
Avvikelse från klassmitt



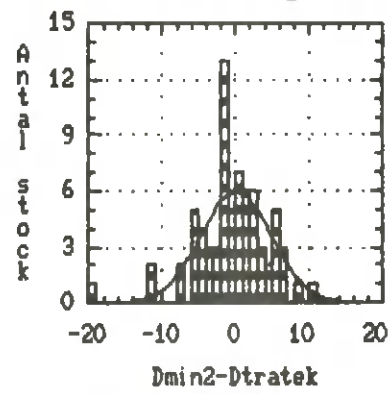
Diameter TINA-TRATEK Grovtimmer  
Min av två riktningar -TRATEK



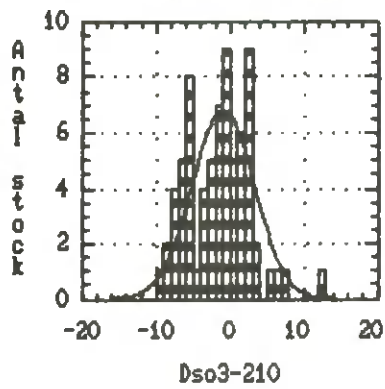
Diameter TINA Grovtimmer  
Avvikelse från klassmitt



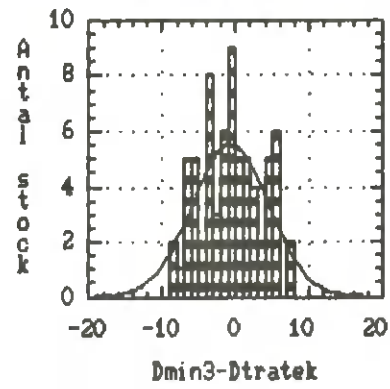
Diameter TINA-TRATEK Grovtimmer  
Min av två riktningar-TRATEK

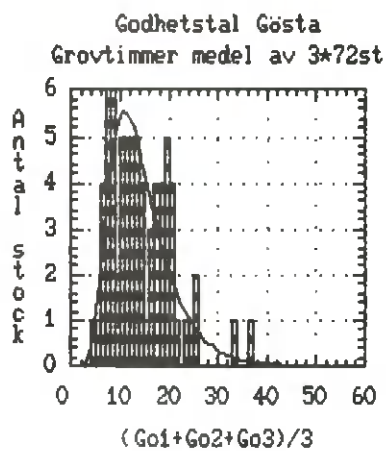
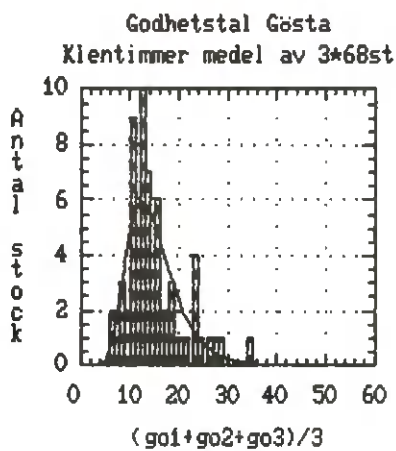
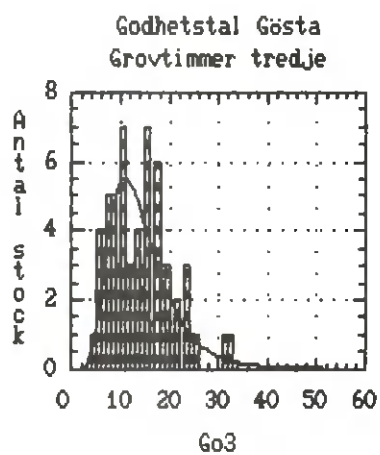
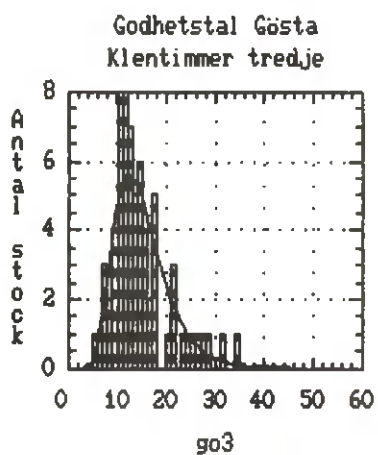
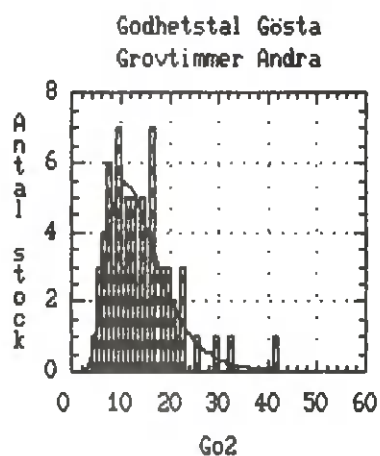
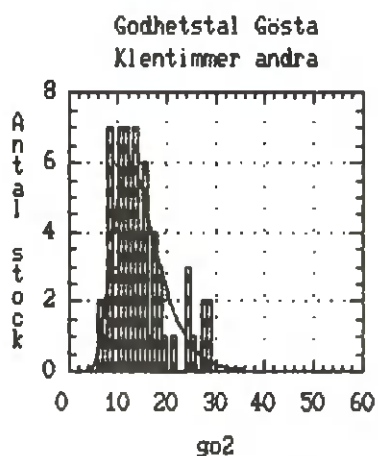
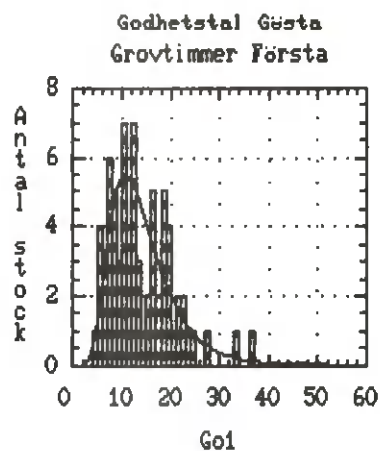
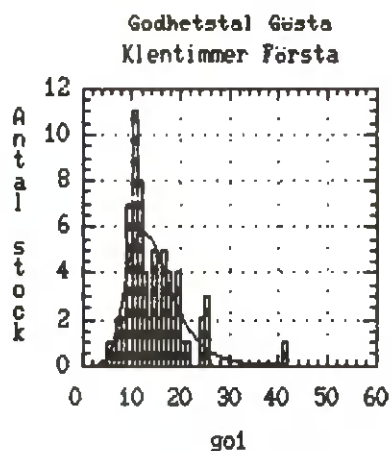


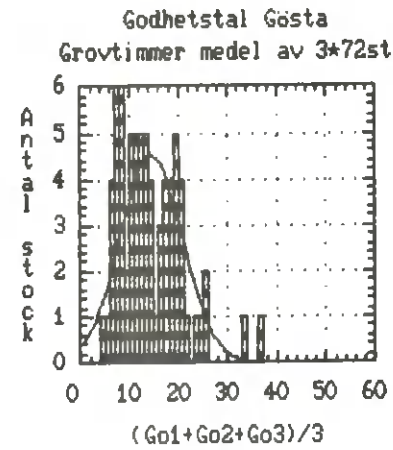
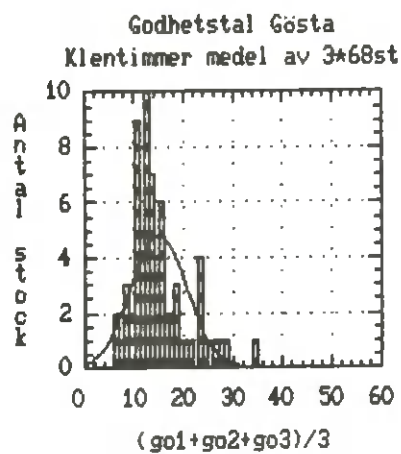
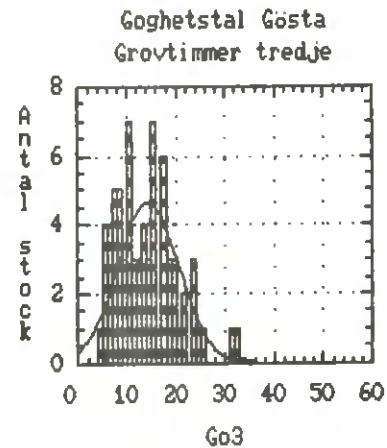
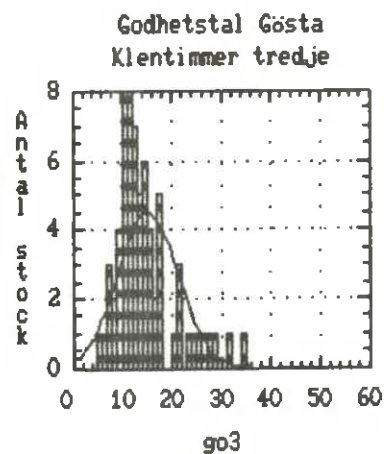
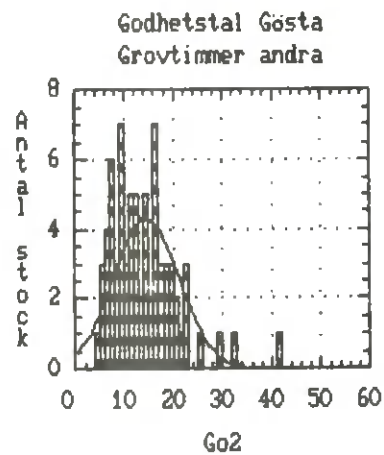
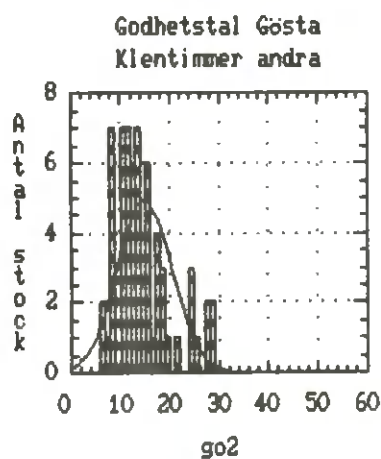
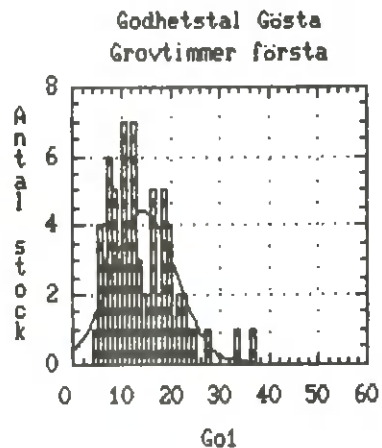
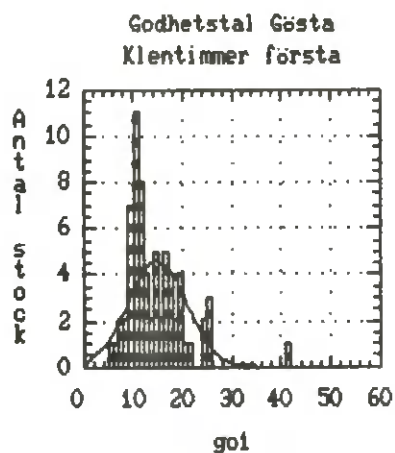
Diameter TINA Grovtimmer  
Avvikelse från klassmitt

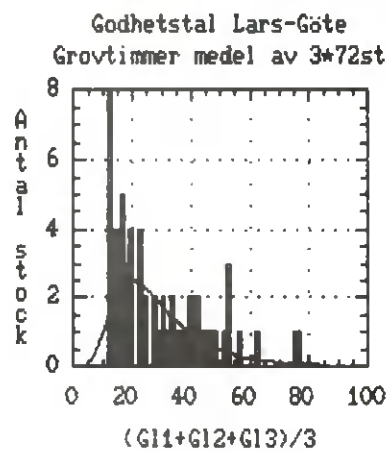
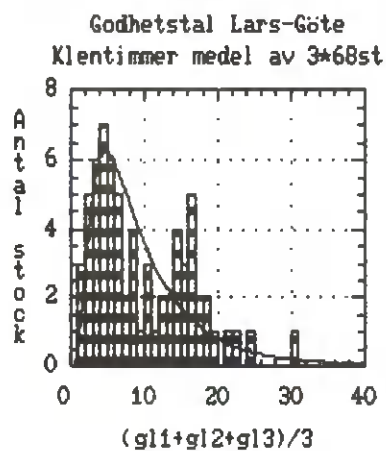
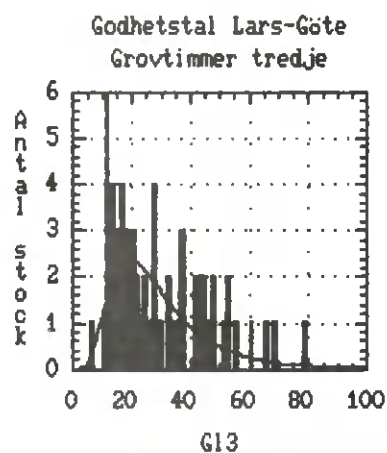
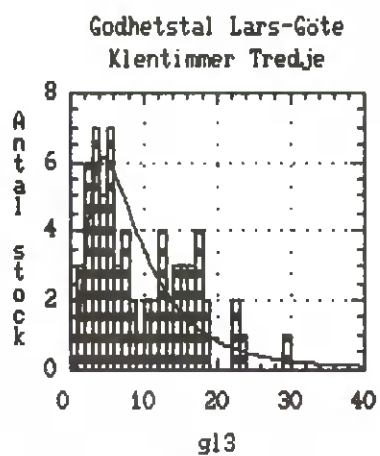
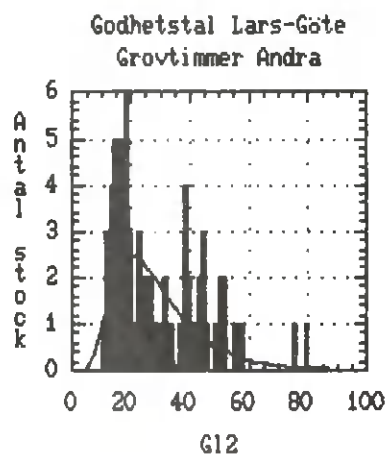
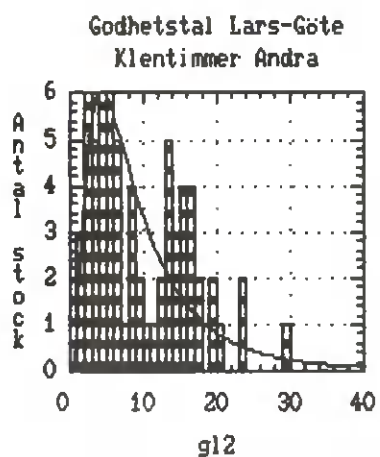
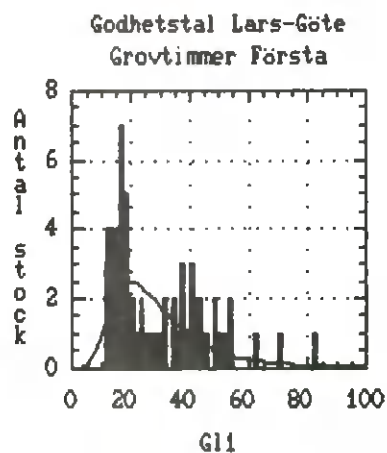
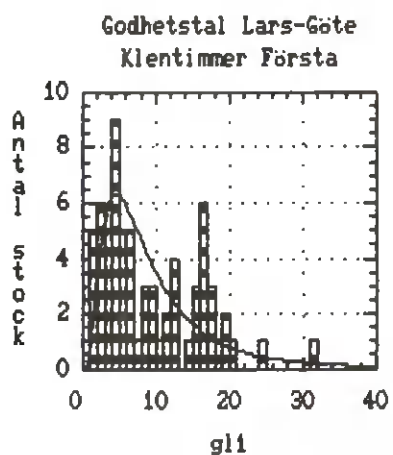


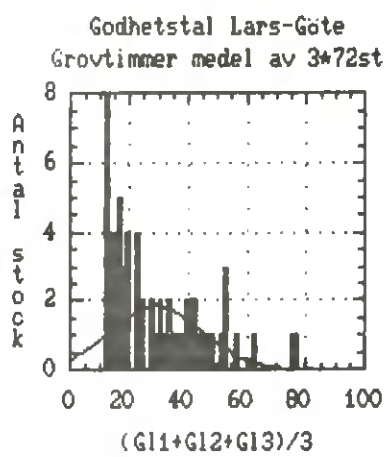
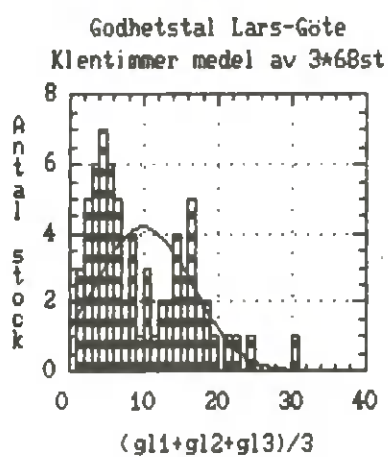
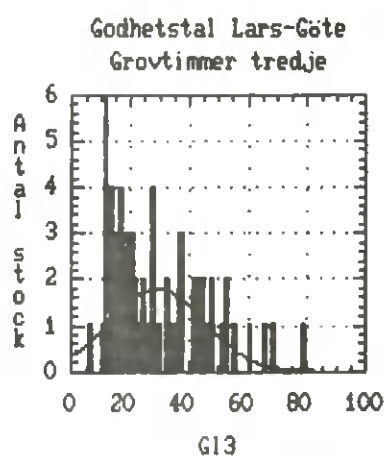
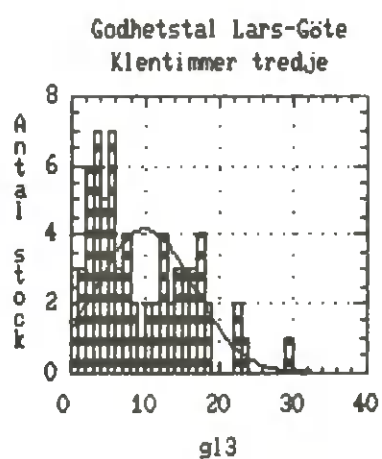
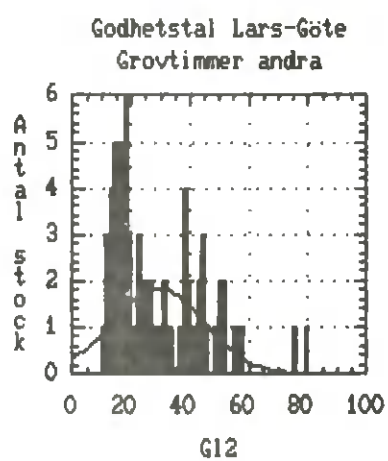
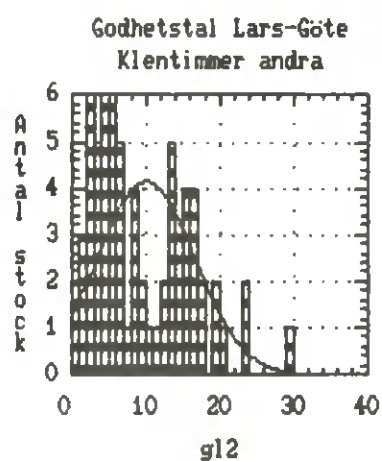
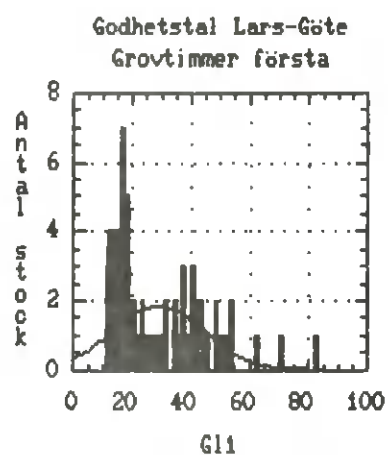
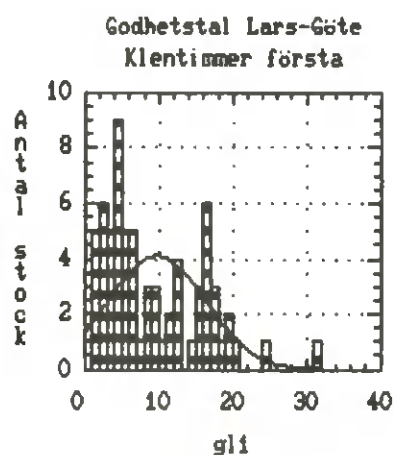
Diameter TINA-TRATEK  
Min av två riktningar



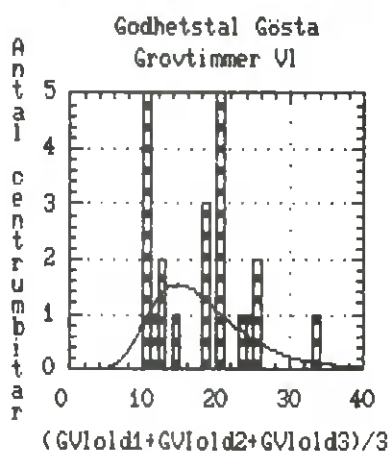
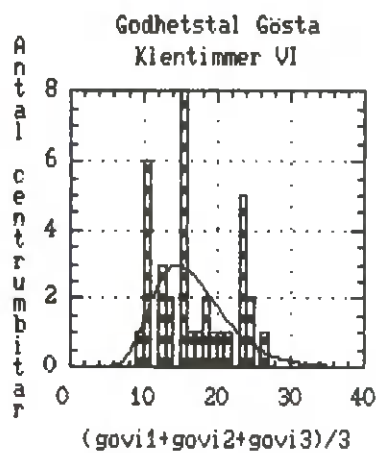
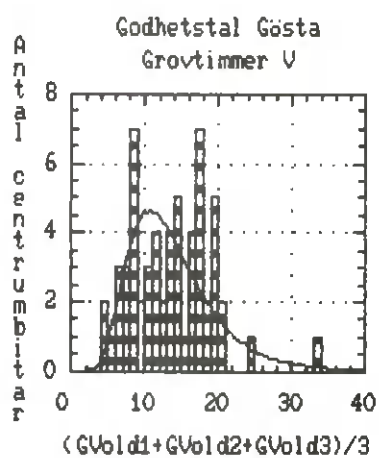
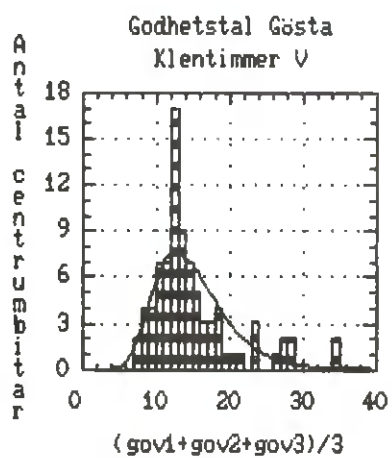
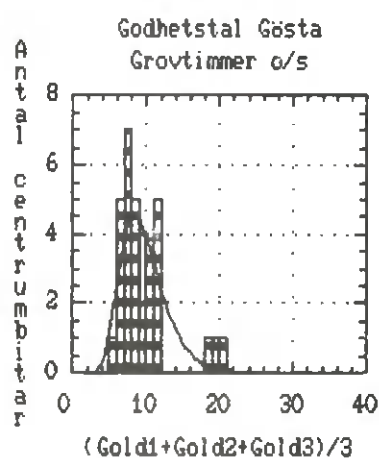
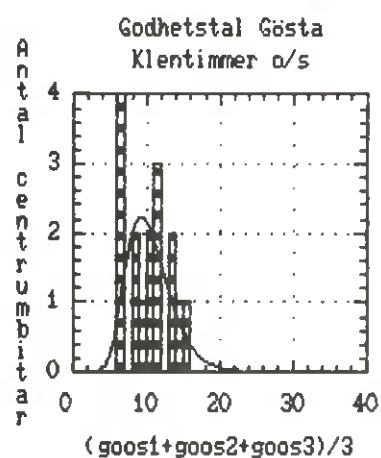
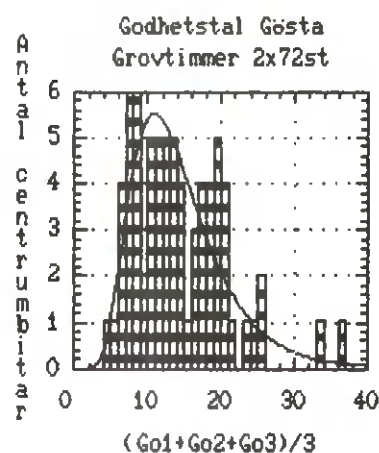
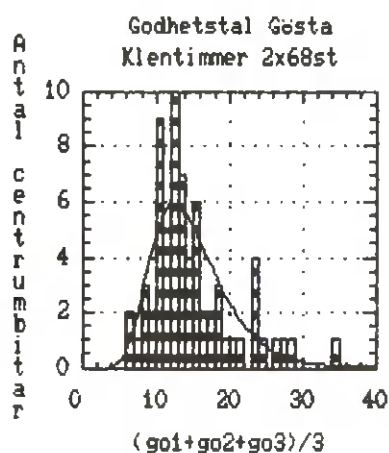


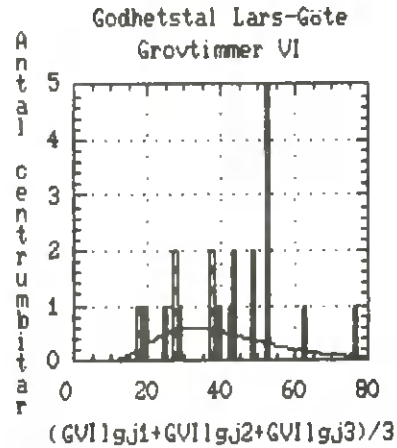
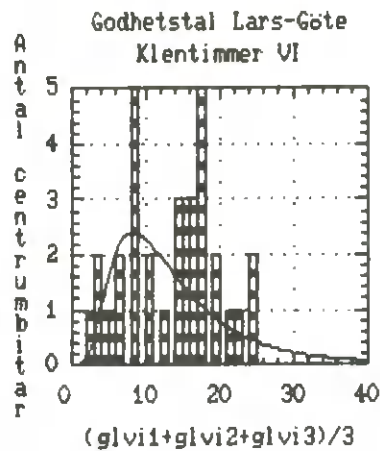
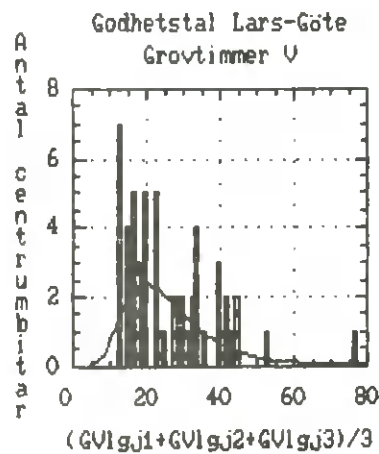
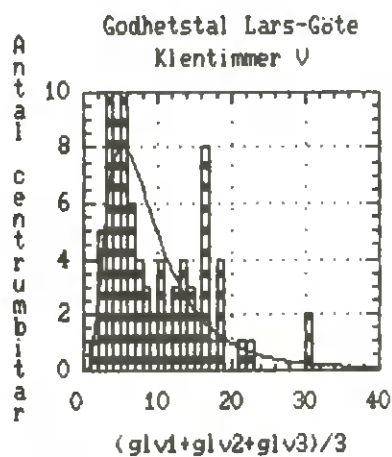
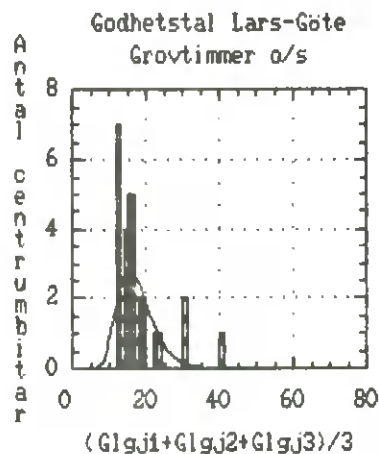
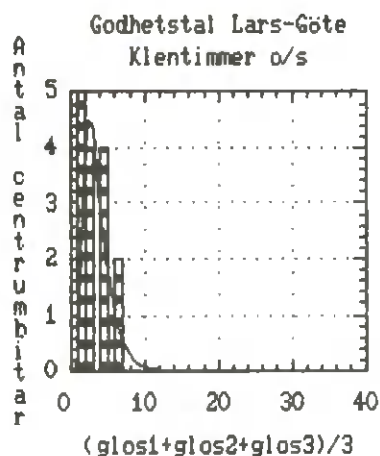
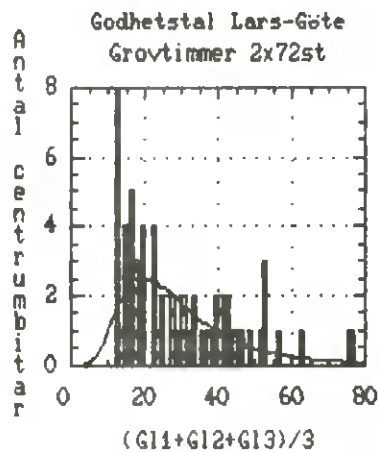
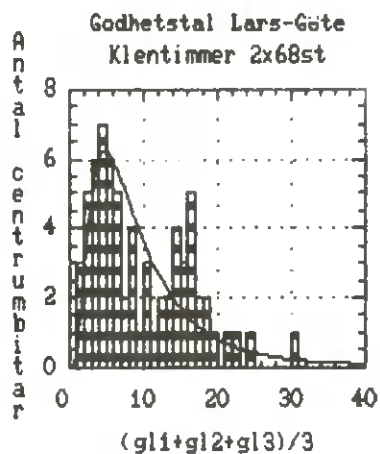


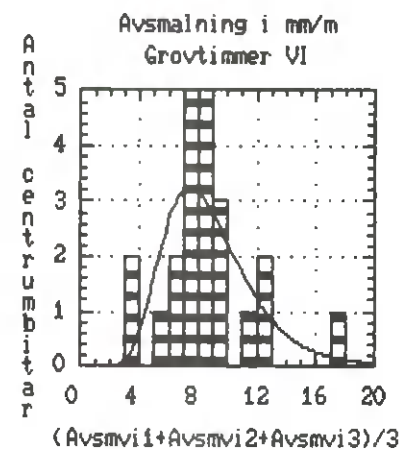
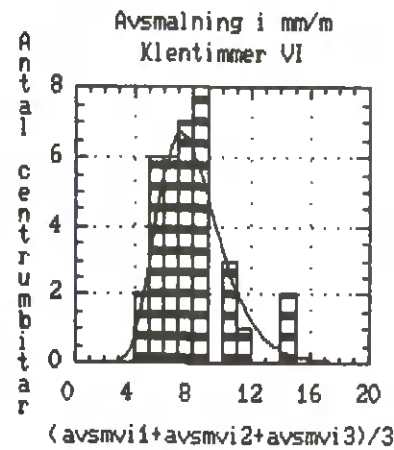
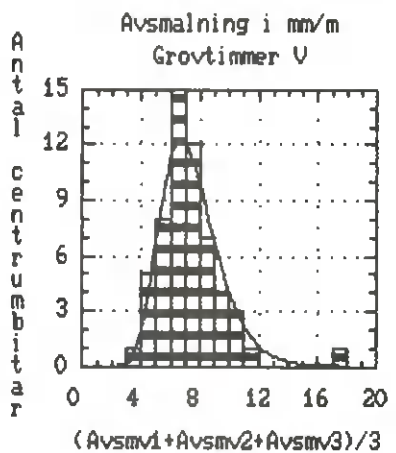
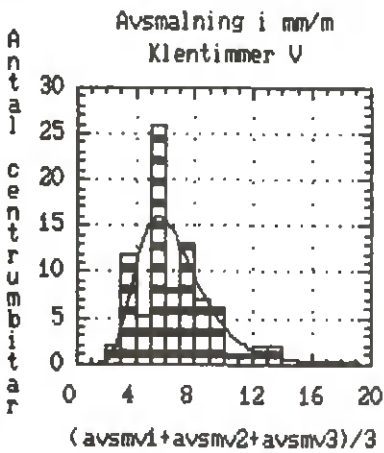
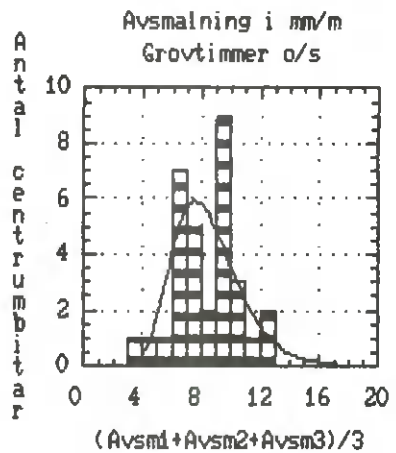
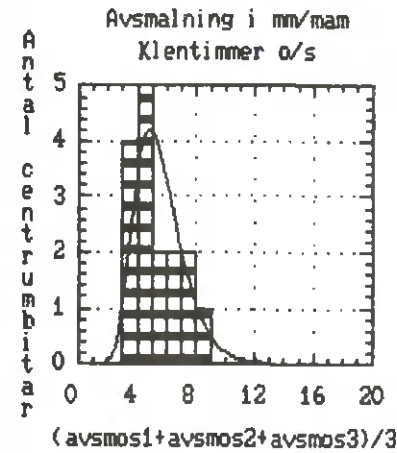
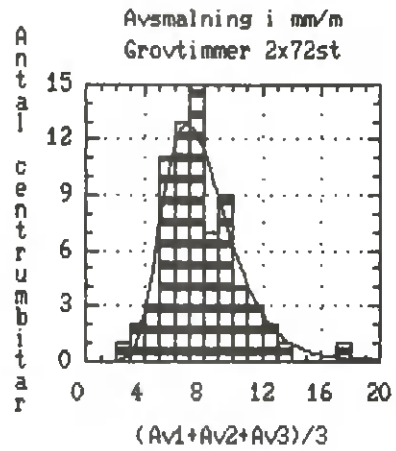
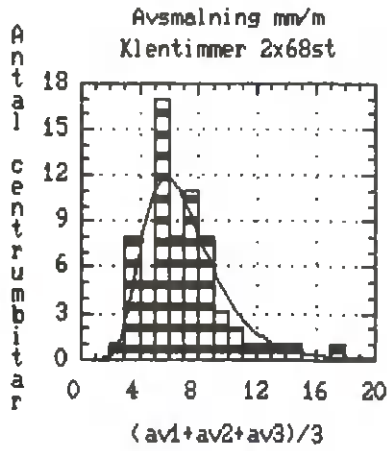


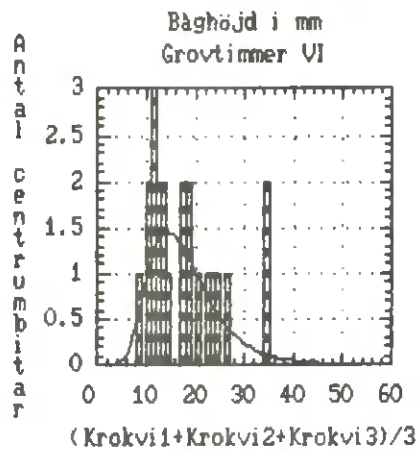
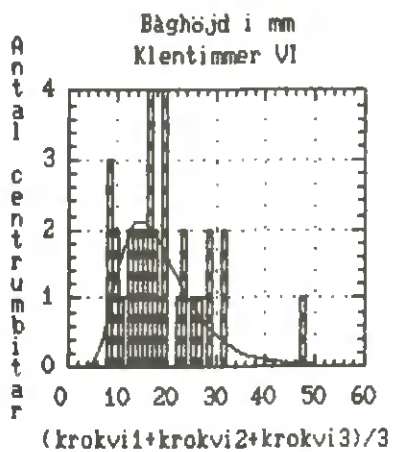
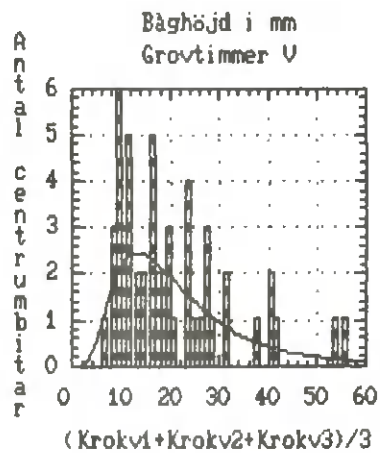
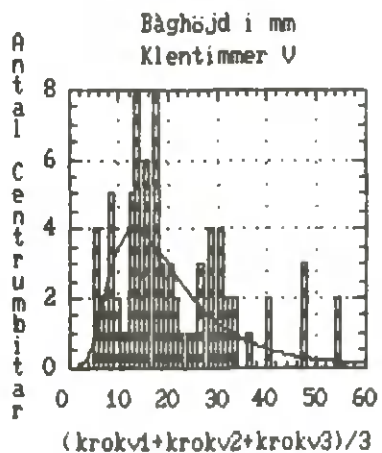
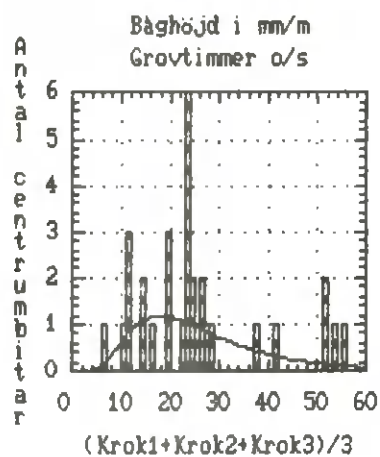
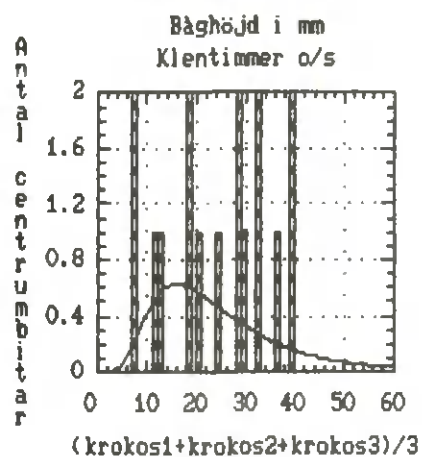
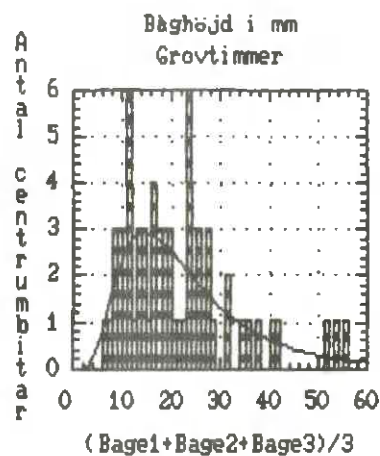
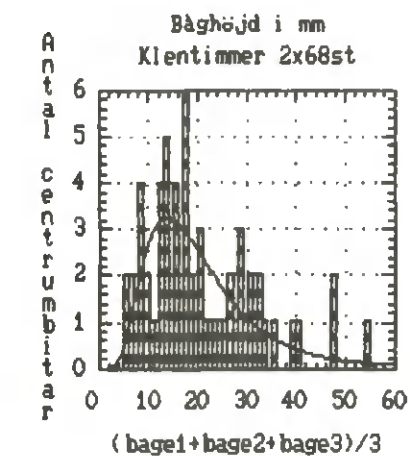


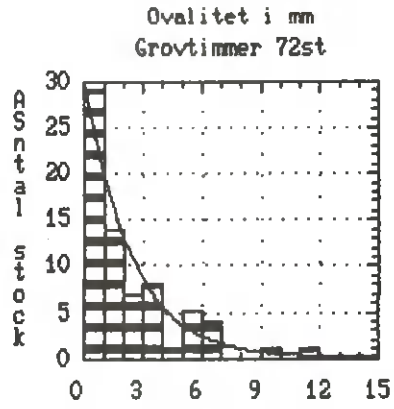
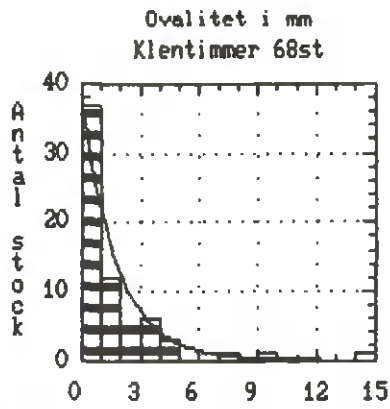




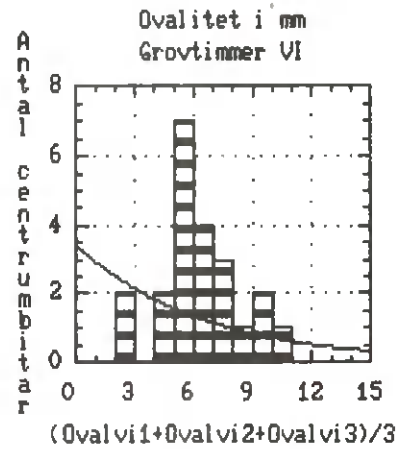
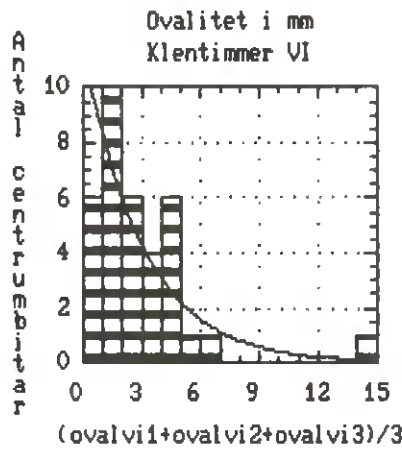
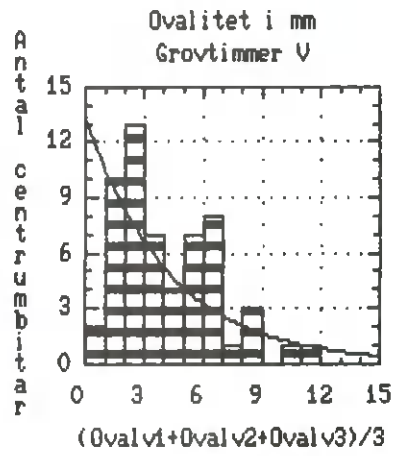
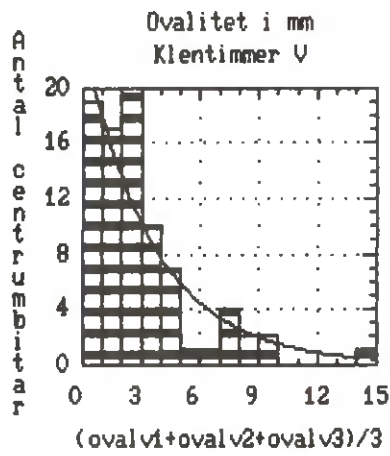
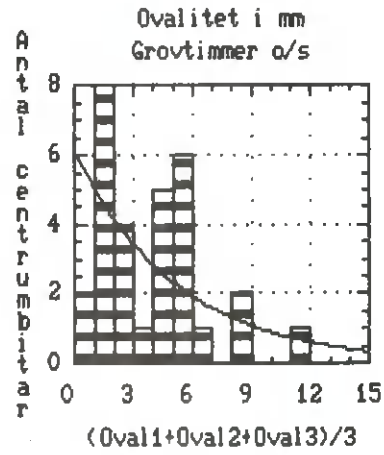
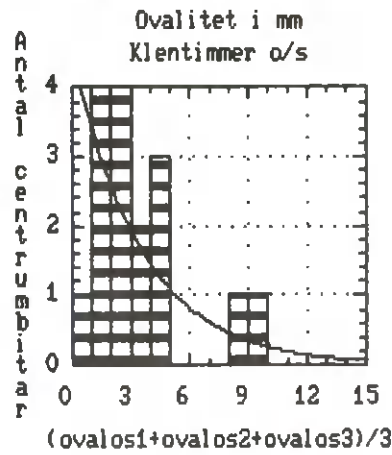


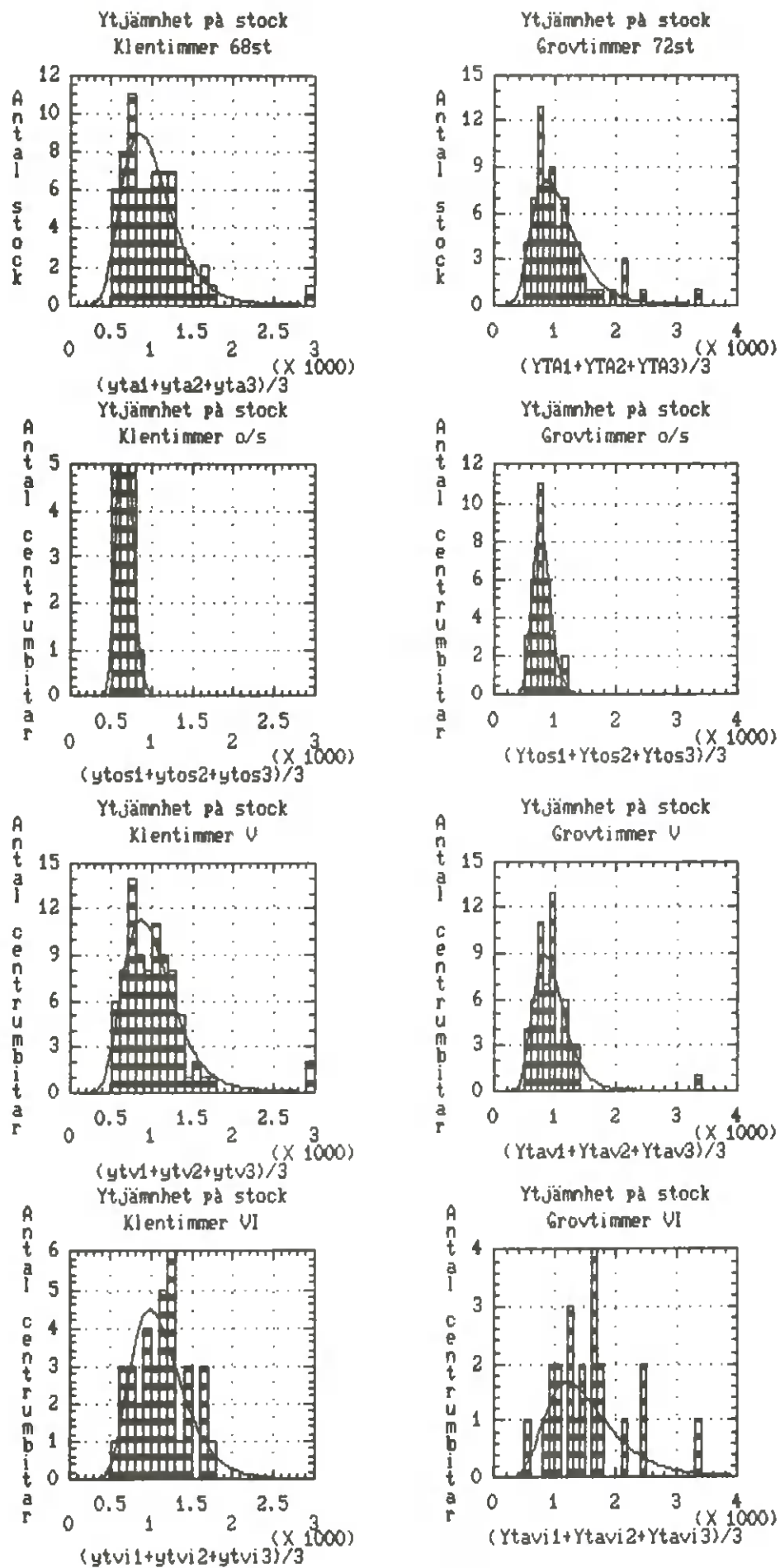


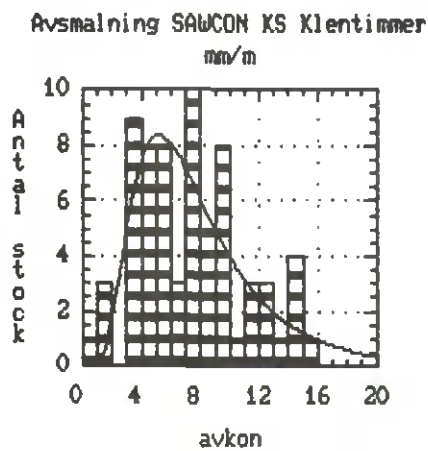
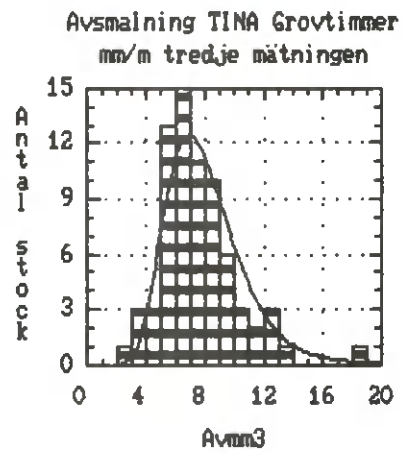
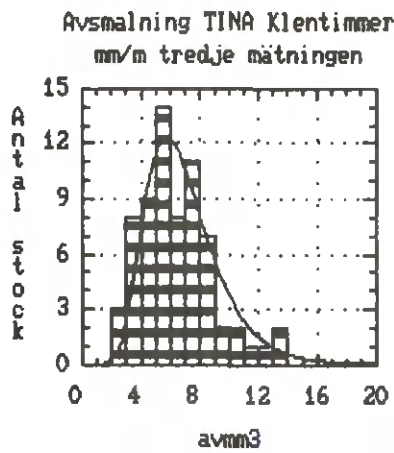
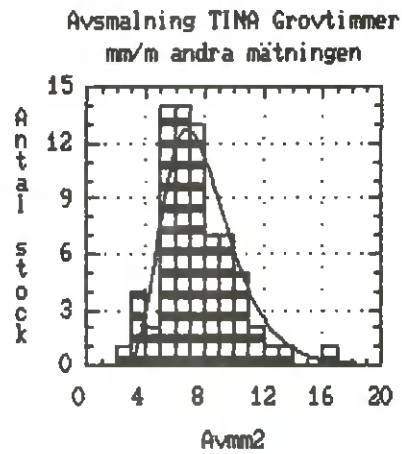
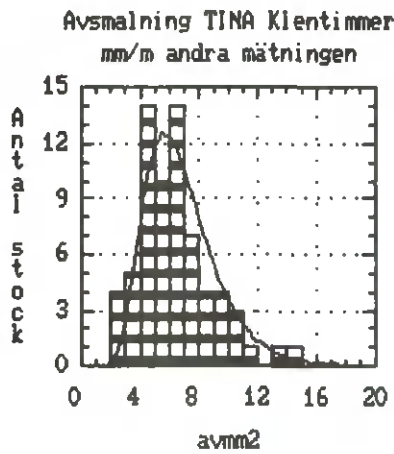
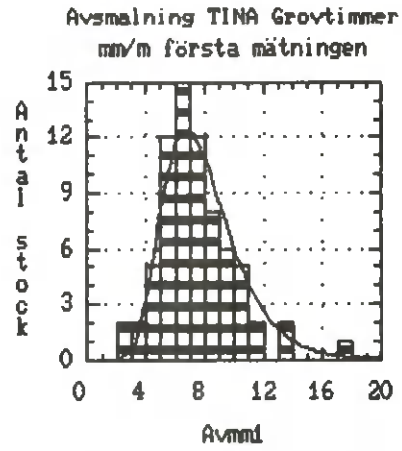
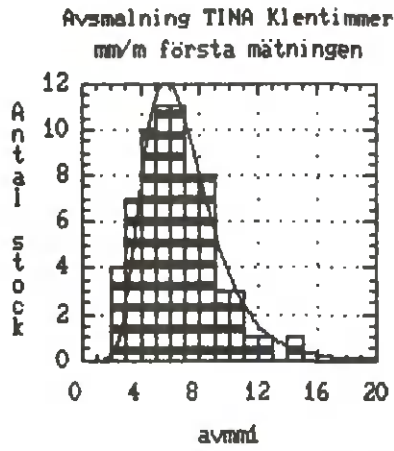




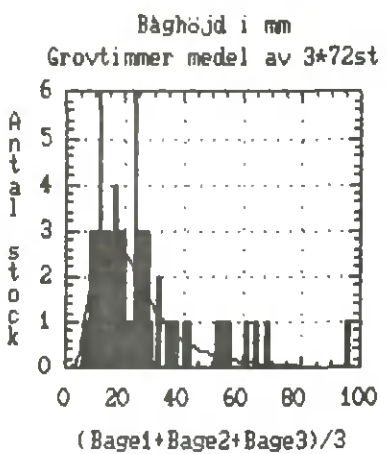
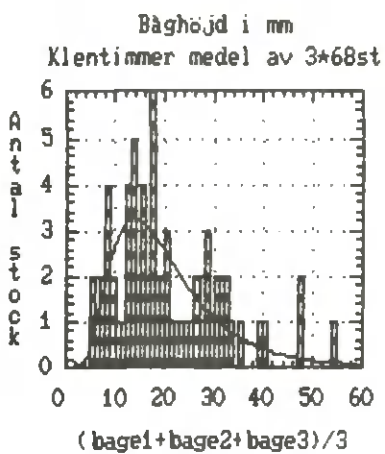
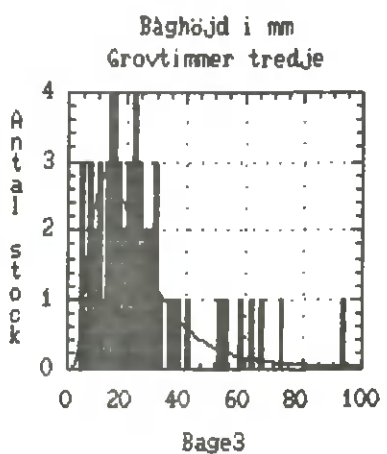
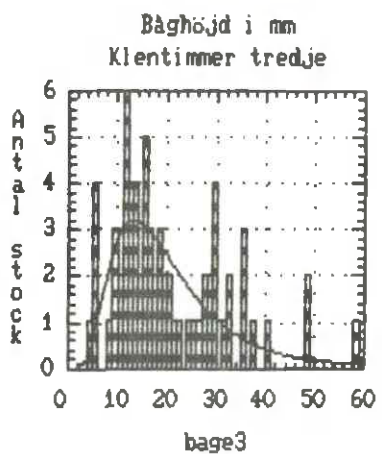
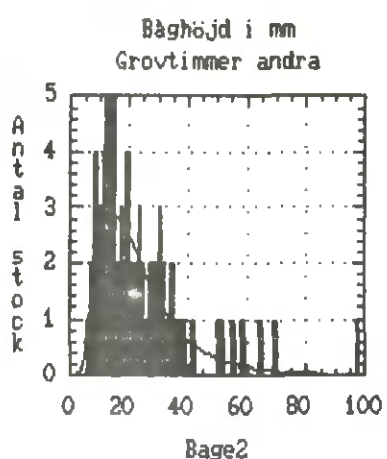
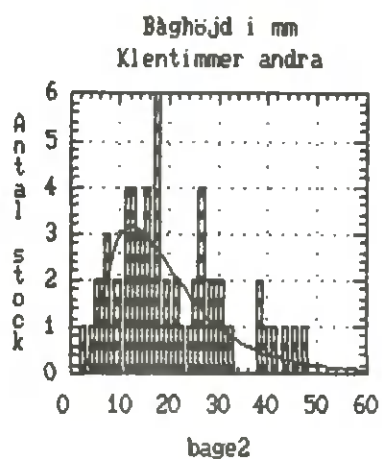
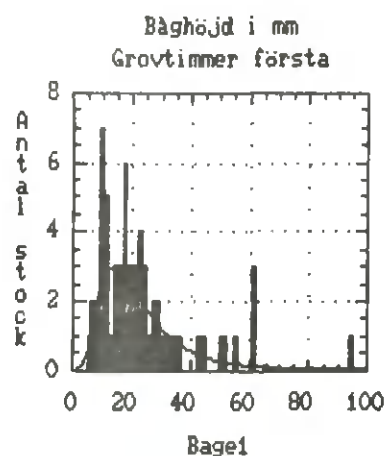
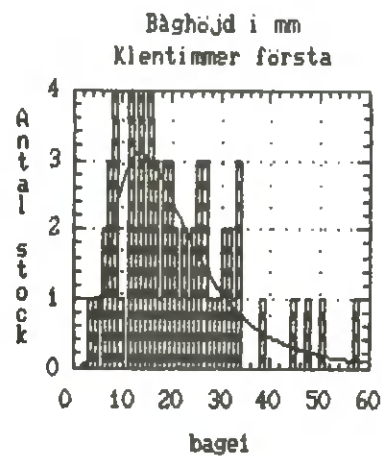
$$(ABS(dx1-dy1)+ABS(dx2-dy2)+ABS(dx3-dy3)) \times (ABS(Dx1-Dy1)+ABS(Dx2-Dy2)+ABS(Dx3-Dy3))$$

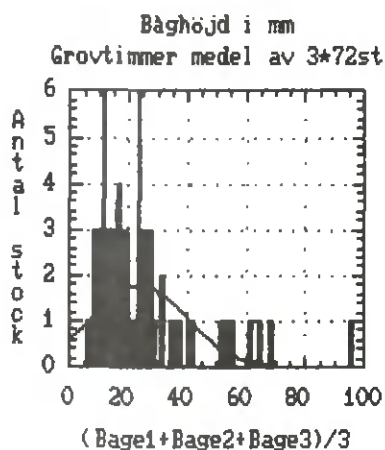
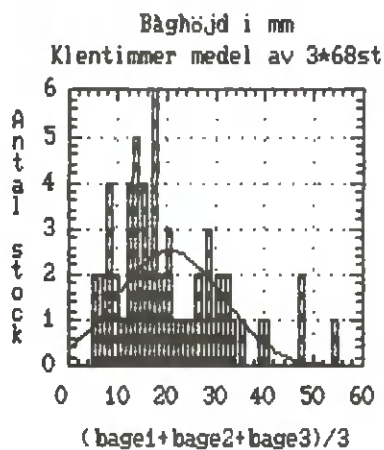
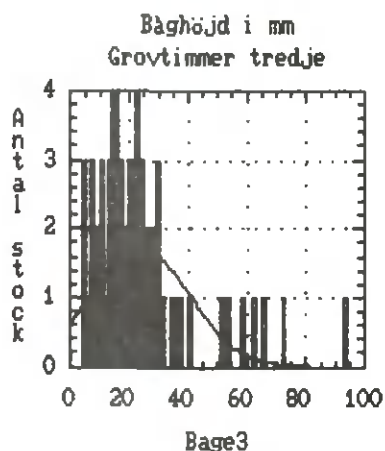
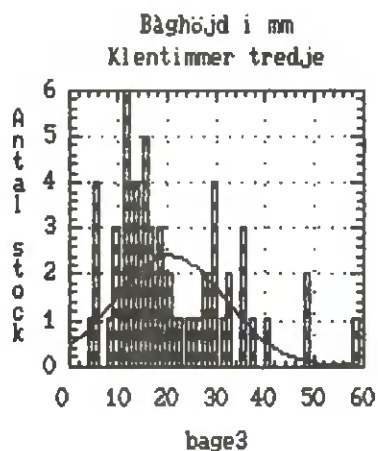
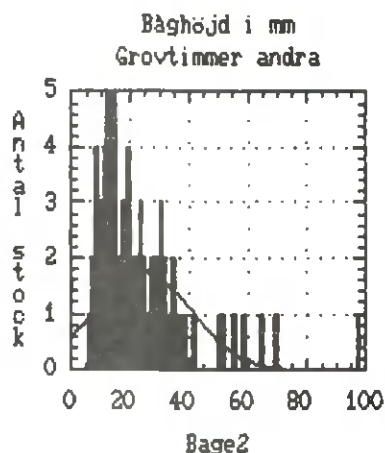
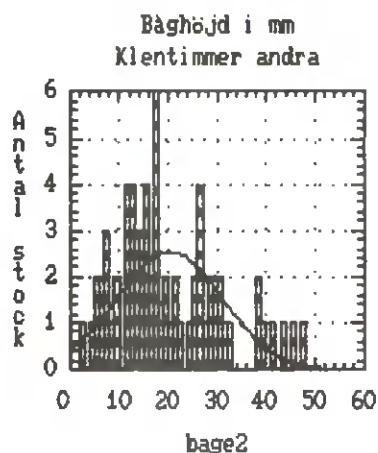
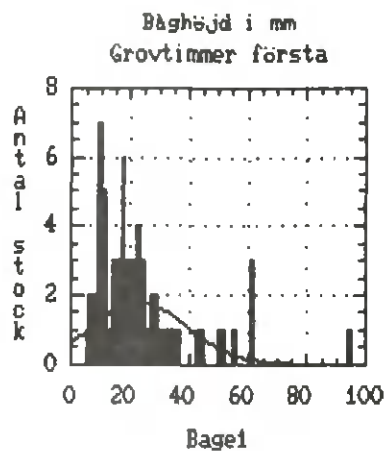
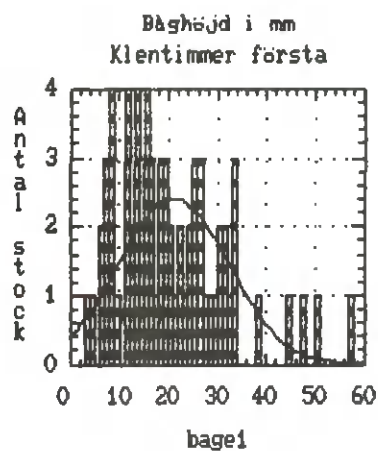




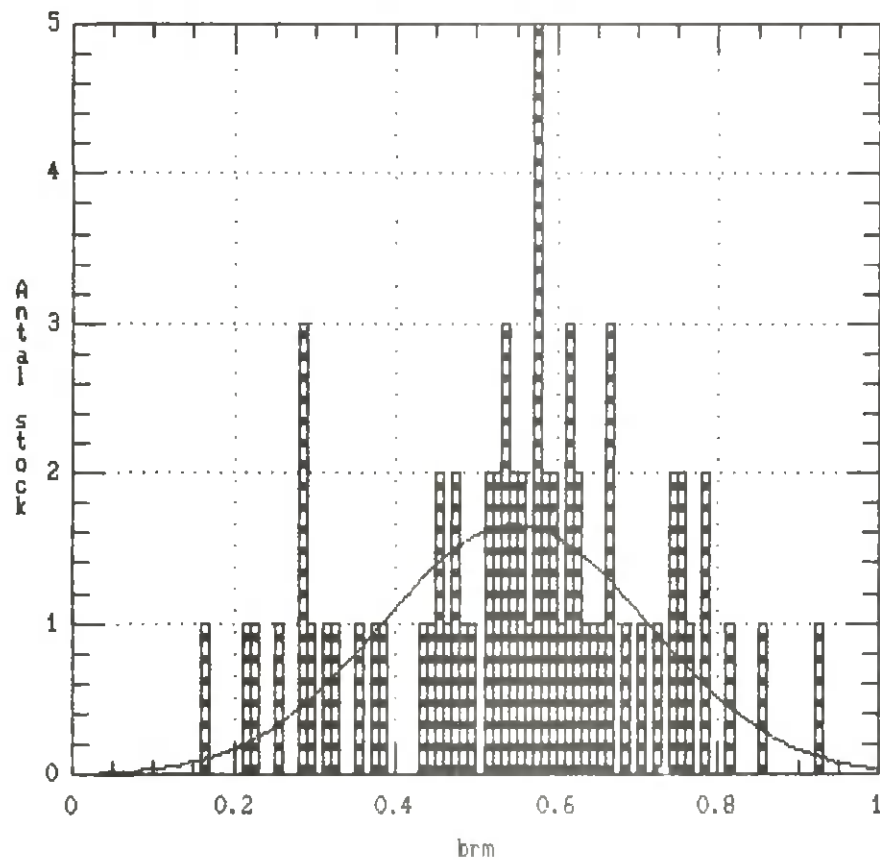




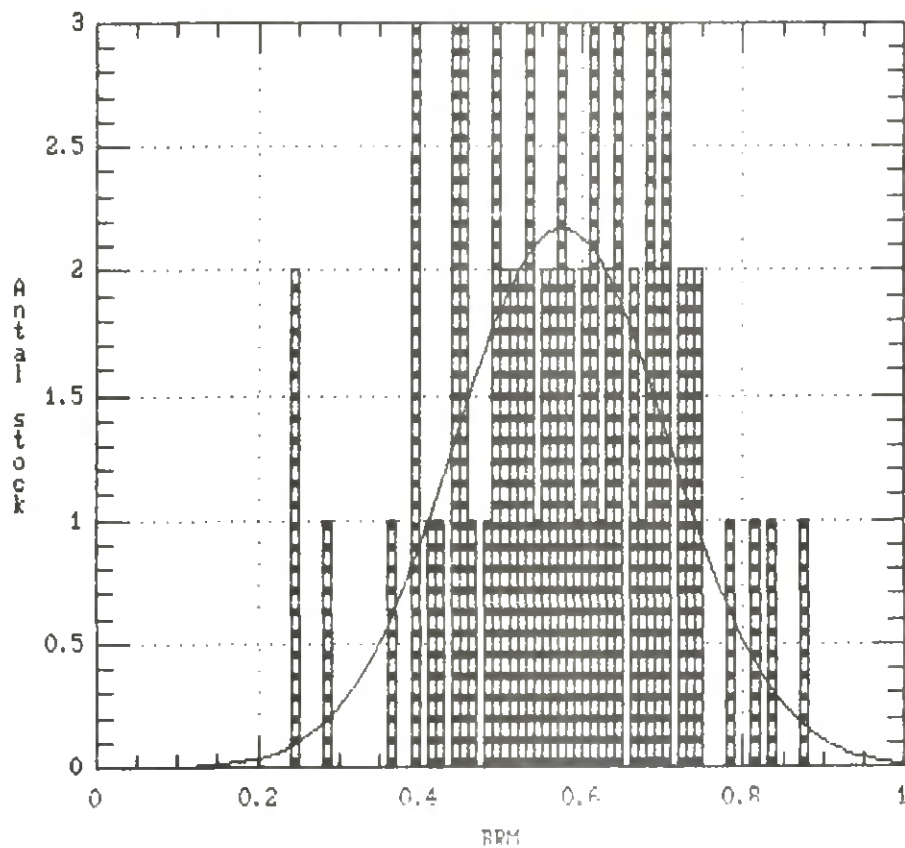


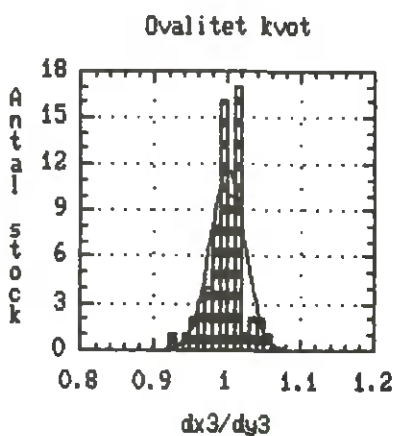
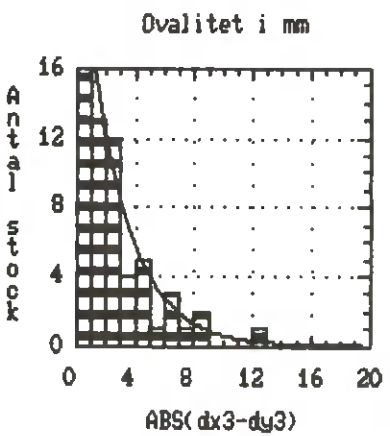
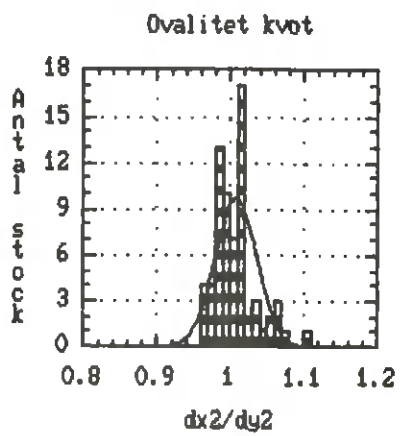
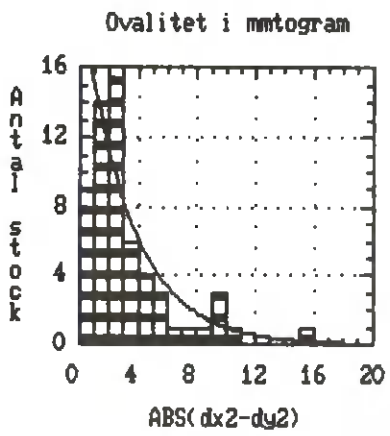
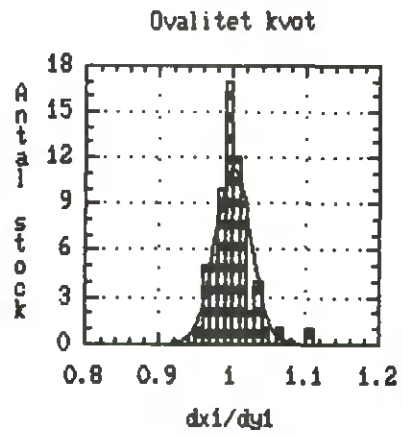
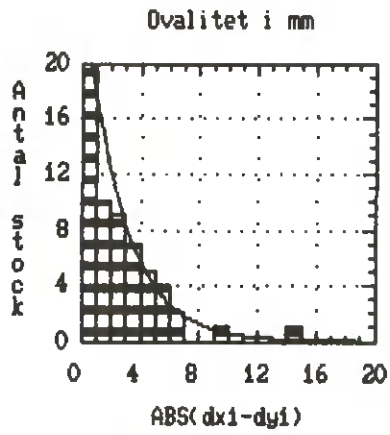


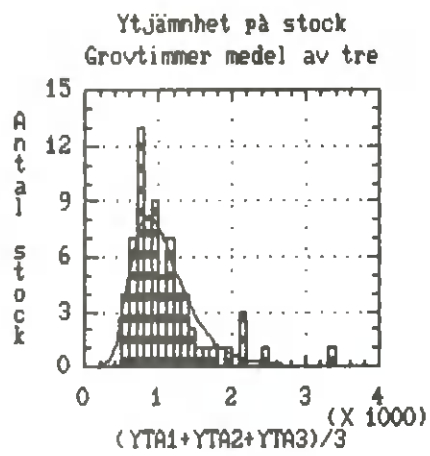
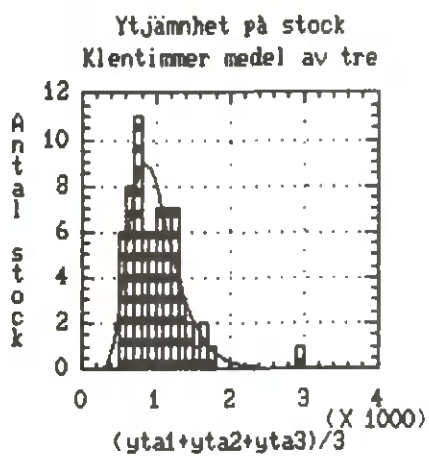
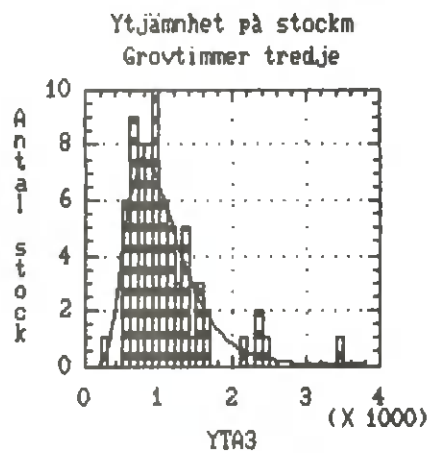
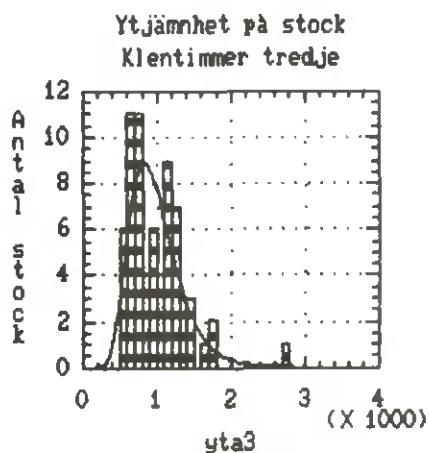
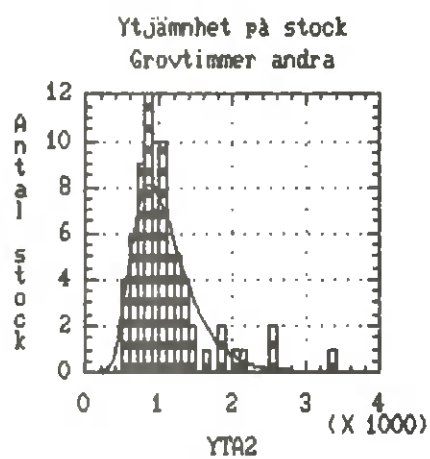
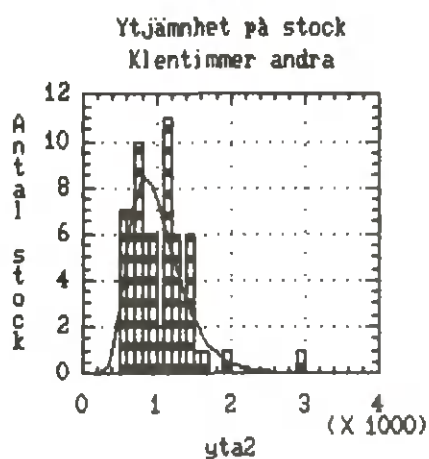
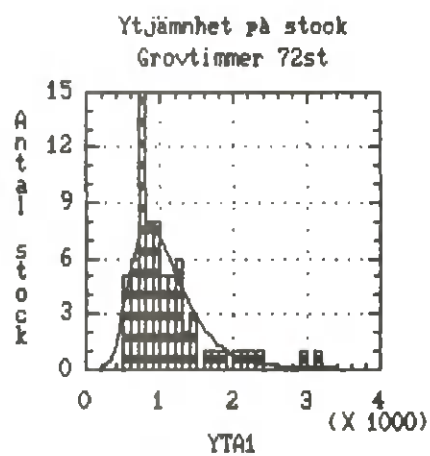
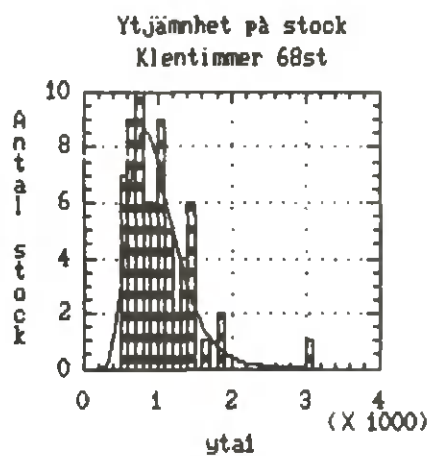
Relativt Bøghøjds-läge  
TINA Klentimmer



Relativt Bøghøjds-läge  
TINA Grovtimmer







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: 144 45 tratek s  
Telefax: 08-11 61 88  
Huvudenhet med kansli

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

ISSN 0283-4634

931 87 SKELLEFTEÅ  
Besöksadress: Bockholmsvägen 18  
Telefon: 0910-652 00  
Telex: 650 31 expolar s  
Telefax: 0910-652 65